สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องจำหน่ายและตรวจสอบตั๋วรถไฟฟ้าอัตโนมัติ

Automatic MRT Ticket Machine

RCH
TF
857
ง262ค

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32157
วัน, เดือน, ปี 24 ก.พ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17 ก.พ. 2542

บทคัดย่อ

เครื่องจำหน่ายและตรวจสอบตั๋วรถไฟฟ้าอัตโนมัติ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน การบันทึกการอ่านข้อมูลบนแถบแม่เหล็ก โดยใช้สัญญาณดิจิตอล เป็นสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ อินพุต เอาต์พุต เพื่อให้เครื่องทำงานตามลำดับตามต้องการโดยอัตโนมัติ จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้ง 2 ส่วนคือ ตัวเครื่องจำหน่ายตั๋วและเครื่องตรวจสอบตั๋ว ซึ่งแต่ละส่วนจะมีขั้นตอนและวิธีการทำงานดังต่อไปนี้ เครื่องจำหน่ายตั๋วจะเป็นระบบหยอดเหรียญและจำหน่ายตั๋วชนิดบัตรแถบแม่เหล็ก ภายในแถบแม่เหล็กนี้จะบันทึกรหัสข้อมูลดิจิตอลที่จำเป็น เพื่อไว้สำหรับตรวจสอบ ในการเข้ารหัสข้อมูลจะอาศัยอุปกรณ์ประเภท GAL ทำงานควบคู่กับ Z-80-180 ซึ่งเป็น CPU ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องพร้อมทั้งคำนวณราคาค่าโดยสารตามระยะทางของแต่ละสถานีและสามารถคืนเงินให้ผู้โดยสารในส่วนที่เกินราคาได้ ส่วนเครื่องตรวจสอบตั๋วนั้นจะอาศัย CPU Z-80 และอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณในการถอดรหัสและตรวจสอบข้อมูลในบัตรแถบแม่เหล็ก โดยจะทำการตรวจสอบทั้งขาเข้าและขาออก เพื่อความถูกต้อง ถ้าหากข้อมูลไม่ถูกต้องตามระยะทางที่ควรจะเป็น จะมีสัญญาณเตือนแจ้ง

Abstract

This paper presents the automatic MRT ticket machine. It is compose of two parts : first, a saler machine and second, a checker machine for MRT system. We are using microprocessor control and with digital signal to process the system. Saler machine is using a coin to operation and to supply the magnetic ticket which contain the particular coded data. Data is a coded by programmable logic device and CPU control function Z-80-180. The CPU will calculated any station fare and give some change when who insert the coin over the fare. Checker machine is controlled by CPU Z-80 and interface device to decode and checking the data in the magnetic ticket are in both position, entrance and exit to make sure that correctly transportation as in ticket, if it incorrectly the checker indicator is show.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด	2
บทที่ 3 สื่อแม่เหล็กที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล	12
บทที่ 4 การบันทึกและอ่านข้อมูลจากแถบแม่เหล็ก	20
บทที่ 5 การออกแบบวงจรโดยใช้ไอซี GAL	27
บทที่ 6 การออกแบบวงจรส่วนหยอดเหรียญ	33
บทที่ 7 การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟส	48
บทที่ 8 ผลการทดลอง สรุปและข้อเสนอแนะ	71
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน มีความจำเป็นอย่างมากตามเมืองใหญ่ ๆ ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ไว้ให้บริการ ซึ่งเป็นระบบขนส่งระบบเดียวก็ว่าได้ที่สามารถแก้หรือบรรเทาปัญหาการจราจรให้ลดลงไปได้ เพราะว่าระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสามารถขนส่งผู้โดยสารไปได้ทีละมาก ๆ และสะดวกรวดเร็วกว่าระบบมวลชนชนิดอื่น ดังนั้นหลายๆประเทศจึงให้ความสำคัญในการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนให้มีประสิทธิภาพสูง ทั้งสะดวกและมีความรวดเร็วในส่วนของการบริการ ประเทศไทยกำลังจะมีระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนขึ้นในปี พ.ศ. 2541 อันใกล้นี้ และจะต้องมีการนำเข้าเทคโนโลยีทางด้านนี้อย่างแน่นอน ทำให้ประเทศไทยต้องเสียดุลย์การค้ากับต่างประเทศ ถ้าหากคนไทยสามารถผลิตเครื่องมืออุปกรณ์หรือนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาพัฒนาและออกแบบเครื่องมือทางด้านนี้ไว้ใช้เอง ก็จะสามารถลดการเสียดุลย์ให้กับต่างประเทศได้ จากเหตุผลดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายและตรวจสอบตั๋วรถไฟฟ้าอัตโนมัติ ไว้สำหรับรองรับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนของกรุงเทพมหานคร ซึ่งระบบจำหน่ายและตรวจสอบตั๋วรถไฟฟ้าอัตโนมัตินี้ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขนส่งมวลชนที่ต้องการการบริการที่มีความสะดวกรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด เพื่อที่จะไม่ให้เกิดความล่าช้าแก่ผู้ใช้บริการและสะดวกต่อการตรวจสอบต่าง ๆ ที่จำเป็นขององค์กรที่รับผิดชอบต่อการให้บริการของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยในระยะแรกจะทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องจำหน่ายตั๋วรถอัตโนมัติ และเครื่องตรวจสอบตั๋วรถอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องจำหน่ายตั๋วนั้นจะใช้บัตรแถบแม่เหล็ก บันทึกข้อมูลที่จำเป็นไว้ เช่น สถานีต้นทาง สถานีปลายทาง ราคาของบัตร เป็นต้น ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกตรวจสอบด้วยเครื่องตรวจสอบตั๋วที่ติดตั้งไว้ก่อนที่จะเข้าสถานี และก่อนออกจากสถานี ถ้าข้อมูลต่างๆ ถูกต้องผู้ใช้บริการก็จะผ่านไปได้ แต่ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้องผู้ใช้บริการก็ผ่านไม่ได้ จะต้องถูกตรวจสอบด้วยเจ้าหน้าที่ประจำสถานี เพื่อเปรียบเทียบปรับให้ถูกต้องต่อไป ช่วงระยะที่สองจะพัฒนาระบบการจำหน่ายและตรวจสอบตั๋วรถไฟฟ้าดังกล่าว ให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพื่อเป็นการนำความรู้ความสามารถและเทคโนโลยีที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ไมโครคอนโทรลเ ลอร์บอร์ด

CP-JR180 (Z80180 คอนโทรลบอร์ด)

บอร์ดเดียวมีครบในการใช้งานที่สำคัญ ๆ เช่น มี PORT LCD,PORT KEYBOARD POWER ON RESET, WATCH DOG, 2 SERIAL PORT ใช้ในงาน พร้อม REAL TIME CLOCK และใช้ CPU Z80180 RUN 6.144 MHZ ซึ่งเป็น CPU ตระกูล Z80 เป็น CPU หลักประจำบอร์ดอีกด้วยทั้งหมดนี้รวมอยู่ในบอร์ด ขนาดเล็กเพียง 9 cm * 12 cm เท่านั้น

คุณสมบัติโดยทั่วไปของ CP-JR180

- ใช้ CPU เบอร์ Z80180 แบบ 68 PIN PLCC TYPE RUN ด้วยความเร็ว 6.144MHZ (XTALK 12.288 MHZ) เป็น CPU ประจำบอร์ด
- อ้างอิงหน่วยความจำ RAM และ ROM ได้ถึง 128K BYTE ON BOARD
- มี PORT 82C55 ให้ใช้งาน 1 ตัว โดยเป็นแบบ CMOS TYPE และอยู่ในรูปตัวถัง SOP 40 PIN ขนาดเล็กทำให้สามารถลดขนาดของ PCB
- มีPORTต่อเข้ากับ ส่วนแสดงผลจอภาพแบบ LCD ได้ทั้ง LCDแบบ CHARACTER หรือแบบ GRAPHIC TYPE
- มี วงจรส่วน REAL TIME CLOCK เป็นฐานเวลาจริงให้กับระบบ โดยใช้เบอร์ 6242
- ใช้ ไอซีเฉพาะงาน DS1232 โดยเป็นวงจร POWER RESET และ เป็นวงจร WATCH DOG เพิ่มความมั่นใจในการใช้งานมากขึ้น
- ใช้กับแรงดัน 7-9 โวลท์ โดยมี ไอซี REGULATOR 7805 ในตัว
- มีคอนเน็กเตอร์มาตรฐานสามารถต่อเข้ากับบอร์ดต่างๆในท้องตลาด ได้เป็นอย่างดี
- มี 2 SEARIAL PORT ต่อใช้งานใช้ MAX 232

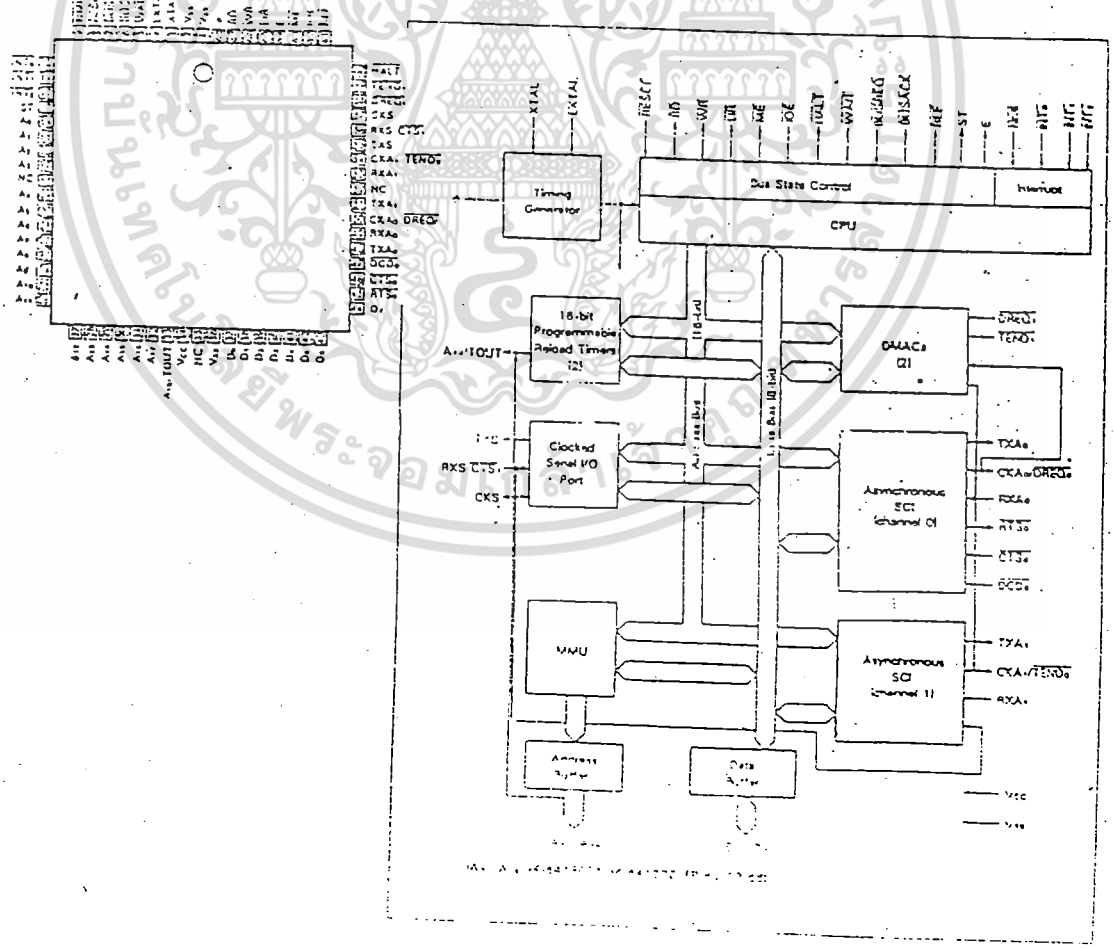
ข้อมูล BOARD JR-180

CPU ใช้ CPU Z80180 ของบริษัท ZILOG โดยเป็น SUPPER SET ของ CPU Z80 ใช้คำสั่งของ Z80 ได้ทั้งหมดและยังเพิ่มอีก 12 ชุด คำสั่งใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน เช่น คำสั่งคูณ (MLT), TST g (คำสั่ง TEST BIT ใน REGISTOR) เป็นต้น ในบอร์ด JR180 นี้เราเลือกใช้ Z80180 ความเร็วขนาด 6 MHZ แต่ก็สามารถ ใช้กับความถี่ 6.144 MHZ ได้ด้วย ทำให้การทำงาน 1 คำสั่ง ใช้เวลาเพียง 0.48 uSEC เท่านั้น ปัญหาที่ตามมาก็คือจำเป็นต้องใช้ EPROM หรือ RAM ที่มี ACCESS TIME ต่ำ ๆ ได้เท่านั้น หรือซึ่งในข้อนี้ทาง ZILOG ได้ออกแบบ ให้แก้ไขจุดนี้ได้ โดยสามารถ SET WAIT STATE ภายในตัว CPU ในการ READ, WRITE MEMORY หรือในการ READ, WRITE O DEVICE ได้ด้วยซึ่งเป็นข้อดี

ในตัวของ CPU Z80180 นี้ดีกว่า CPU ในตระกูล อื่นๆ จากรูปที่ข้างล่าง บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในของ Z80180



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ MEMORY

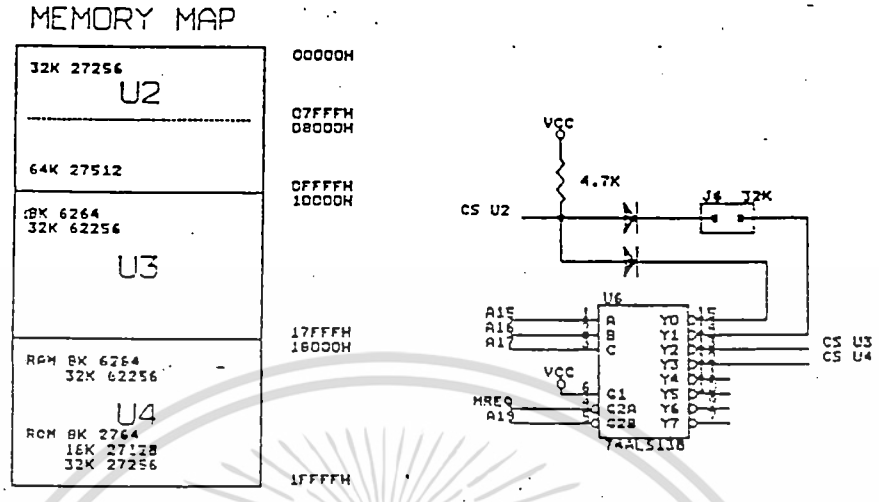
CP-JR180 สามารถต่อใส่หน่วยความจำได้สูงสุด 128K BYTE ON BOARD โดยใช้ ไอซี DECODE แบ่งหน่วยจำเป็นช่วงๆ ได้ 8 ช่วง ช่วงละ 32K BYTE ใช้ A15, A16, A17 มาเข้ายัง IC U6 เบอร์ 74ALS138 และใช้สัญญานควบคุม การติดต่อกับหน่วยความจำ MREQ และ A19 มาควบคุมขา G2A,G2B เพื่อให้เกิดสัญญาณ CS เฉพาะ การติดต่อกับหน่วยความจำเท่านั้น

SOCKET U2 สามารถใส่ EPROM ขนาด 64K BYTE (27512) หรือ 32 BYTE (27256) ได้โดยใช้ JUMPER J1 เป็นตัว เลือกเบอร์ EPROM และเราใช้ DIODE เบอร์ 1N4148 2 ตัวต่อในลักษณะ AND GATE ให้ 2 ช่วง ADDRESS U2 นี้หน่วยความจำเริ่มจาก 0000H ถึง FFFFH

SOCKET U3 สามารถใส่ RAM ขนาด 32K BYTE (62256) หรือ 8K BYTE (6264) ได้โดยใช้ JUMPER J4 เป็นตัวเลือกเบอร์ RAM ในวงจรส่วนนี้เรา สามารถใส่ BATTERY ขนาด 3 VOLT เพื่อ BACKUP ข้อมูลใน RAM ได้ด้วย โดยใช้ MOSFET เบอร์ BS170 เป็นส่วนกันสัญญาณรบกวนจากการปิดเปิดระบบไฟไม่ให้เกิดเข้าไปรบกวนขา CSของ RAM เพื่อผลการ BACKUPที่ดี U3 นี้หน่วยความจำเริ่มจาก 10000H ถึง 17FFFH

SOCKET U4 เราสามารถใส่ RAM หรือ ROM ได้โดยใช้ JUMPER SW เป็นตัวเลือกเบอร์ ไอซี ที่เราจะใส่ และใช้ JUMPER J3 เป็นตัวประกอบในกรณีจะใช้ RAM และก็ต้องการ BACKUP ข้อมูลด้วย U4 นี้หน่วยความจำเริ่มจาก 18000H ถึง 1FFFFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ส่วนของ PORT

ในส่วนนี้เราใช้ ไอซี DECODE PORT U7 74ALS138 เป็นตัว DECODE แบ่งช่วง ADDRESS PORT โดยใช้สัญญาณควบคุม I/O DEVICE (IORQ)และ M1 มาควบคุมเพื่อให้เกิดสัญญาณ CS ขึ้นเฉพาะในการติดต่อกับส่วน I/O เท่านั้น

8255 PORT เราใช้ ไอซี PORT ใช้งานประจำบอร์ดโดยเป็น PORT ขนาด 8 BIT 3 PORT ใช้งานโดยมีตำแหน่ง ADDRESS ดังนี้

PORT A = 80 H

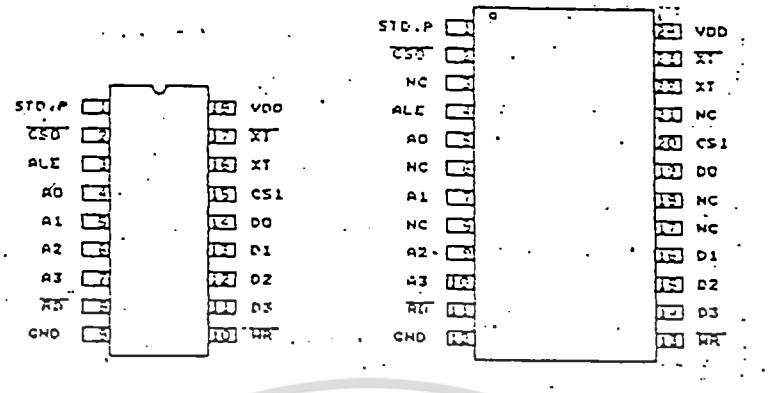
PORT B = 81 H

PORT C = 82 H

CONTROL PORT = 83 H

RTC PORT ใช้ ไอซี REAL TIME CLOCK / CALENDAR ชนิด CMOS เบอร์ 6264 โดยต่อขา ADDRESS BUS และ DATA BUS 4 บิท เข้าโดยตรงกับ CPU REAL TIME CLOCK ตัวนี้จะสามารถบอกได้ทั้ง วัน เดือน ปี วันในรอบสัปดาห์ ชั่วโมง นาที วินาที และปี ในส่วนของปีอธิกสุรทินได้ด้วย มีตำแหน่ง ADDRESS จาก A0H ถึง AFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



18 Pin Plastic Dip Package 24 Pin Plastic Flat Package

A0-A3 : Address input

D0-D3 : Data input/output

CS0-CS1 : Chip Select 0,1

RD : Read Enable

WR : Write Eable

ALE : Address latch enable

STD.P : Standard pulse output

XT,XT : XTAL oscillator input/output

VDD : +5V Supply

GND : Ground

LCD PORT สามารถ ต่อเข้ากับโมดูล LCD ได้ทั้งแบบตัวอักษรและกราฟฟิก โดยตรงไม่ต้องต่อผ่านพอร์ตอีก โดยออกแบบให้ต่อเข้ากับบัสของ Z80180 ได้โดยตรง เราใช้สัญญาณ DECODE จาก U7 (Y6) ผ่าน INVERTOR U8B เพื่อกลับสถานะของสัญญาณ สร้างเป็นสัญญาณ E CLOCK ของ LCD ใช้ A1 และ A2 เป็นสัญญาณ RSและ R/W และใช้ U8C เป็นตัวกำหนดเพจ (PAGE) การทำงานของ LCD ในแบบกราฟฟิกจากสัญญาณแอดเดรส A0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER TABLE

Address Input	Address Input				Register Name	Data				Count value	Discription
	A_3	A_2	A_1	A_0		D_3	D_2	D_1	D_0		
0	0	0	0	0	S_1	S_8	S_4	S_2	S_1	0 ~ 9	1-second digit register
1	0	0	0	1	S_{10}	X	S_{40}	S_{20}	S_{10}	0 ~ 5	10-second digit register
2	0	0	1	0	MI_1	mi_8	mi_4	mi_2	mi_1	0 ~ 9	1-minute digit register
3	0	0	1	1	MI_{10}	X	mi_{40}	mi_{20}	mi_{10}	0 ~ 5	10-minute digit register
4	0	1	0	0	H_1	h_8	h_4	h_2	h_1	0 ~ 9	1-hour digit register
5	0	1	0	1	H_{10}	X	PM/AM	h_{20}	h_{10}	0 ~ 2 or 0~1	PM/AM, 10-hour digit register
6	0	1	1	0	D_1	d_8	d_4	d_2	d_1	0 ~ 9	1-day digit register
7	0	1	1	1	D_{10}	X	X	d_{20}	d_{10}	0 ~ 3	10-day digit register
8	1	0	0	0	MO_1	mo_8	mo_4	mo_2	mo_1	0 ~ 9	1-month digit register
9	1	0	0	1	MO_{10}	X	X	X	mo_{10}	0 ~ 1	10-month digit register
A	1	0	1	0	Y_1	y_8	y_4	y_2	y_1	0 ~ 9	1-year digit register
B	1	0	1	1	Y_{10}	y_{80}	y_{40}	y_{20}	y_{10}	0 ~ 9	10-year digit register
C	1	1	0	0	W	X	w_4	w_2	w_1	0 ~ 6	Week register
D	1	1	0	1	C_D	30sec. ADJ	IRQ	BUSY	HOLD	-	Control register D
E	1	1	1	0	C_E	t_1	t_0	ITRPT /STND	MASK	-	Control register E
F	1	1	1	1	C_F	TEST	24/12	STOP	RESET	-	Control register F

RESET = RESET

ITRPT/STND = INTERRUPT/STANDARD

Note 1) - Bit 0 does not exit (unrecognized during a write and held at "0" during a read).

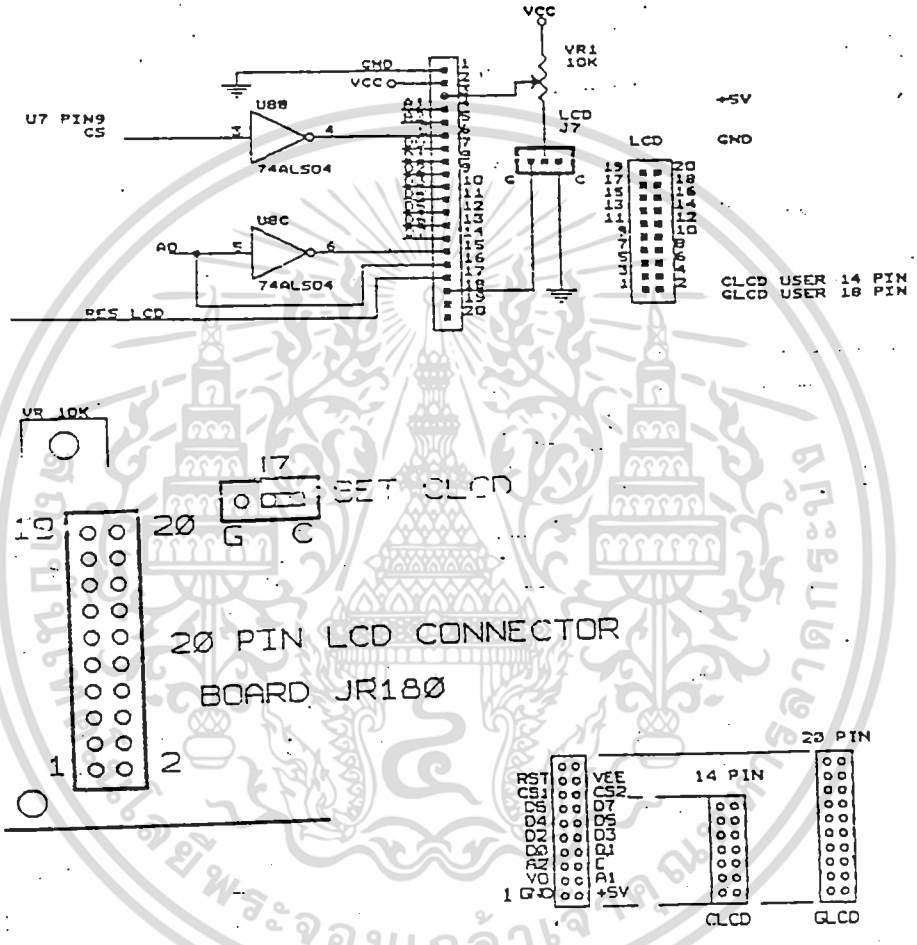
Note 2) - Be sure to mask the AM/PM bit when processing 10's of hour's data.

Note 3) - RESET bit is read only. The IRQ FLAG bit can only be set to a "0". Setting the IRQ FLAG to a "1" is d

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCD ADDRESS PORT

CHANNEL PORT	ADDRESS PORT
WRITE DATA INSTRUCTION	C0H
WRITE DATA TO CG OR DD RAM	C2H
READ BUSY FLAG AND ADDRESS	C4H

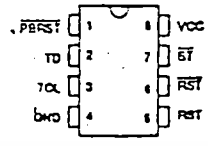


วงจร POWER RESET และ WATCH DOG

ใช้ไอซี ของบริษัท DALLAS SEMICONDUCTORเบอร์ DS1232เป็นวงจร POWER ON RESET และ WATCH DOGเพิ่มความมั่นใจในบอร์ดยิ่งขึ้น โดยในส่วนของ POWER ON RESET นั้นจะทำการ RESET CPU เมื่อ VOLT มากกว่าหรือต่ำกว่า 4.75 VOLTSและจะหน่วงเวลาในกรณี POWER ON ประมาณ 250mSEC

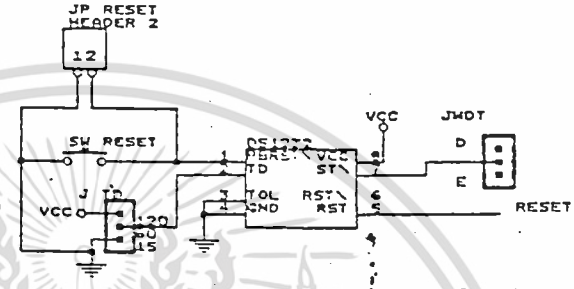
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 1 SEC และในส่วนของ WATCH DOG นั้น สามารถเลือกระยะเวลาในการทริกได้ ด้วย JUMPER TD โดยเลือกเวลาในการทริก WATCH DOG ได้ดังรูปข้างล่าง



PIN DESCRIPTION

PBRST	- Pushbutton Reset Input
TD	- Time Delay Set
TOL	- Selects 5% or 10% V_{CC} Detect
GND	- Ground
RST	- Reset Output (Active High)
$\overline{RST}$	- Reset Output (Active Low, Open Drain)
ST	- Strobe Input
V_{CC}	- +5 Volt Power
NC	- No Connections



WATCHDOG TIMEOUTS Table 1

TD PIN	TIME-OUT		
	MIN	TYP	MAX
GND	62.5ms	150ms	250ms
Float	250ms	600ms	1000ms
V_{CC}	500ms	1200ms	2000ms

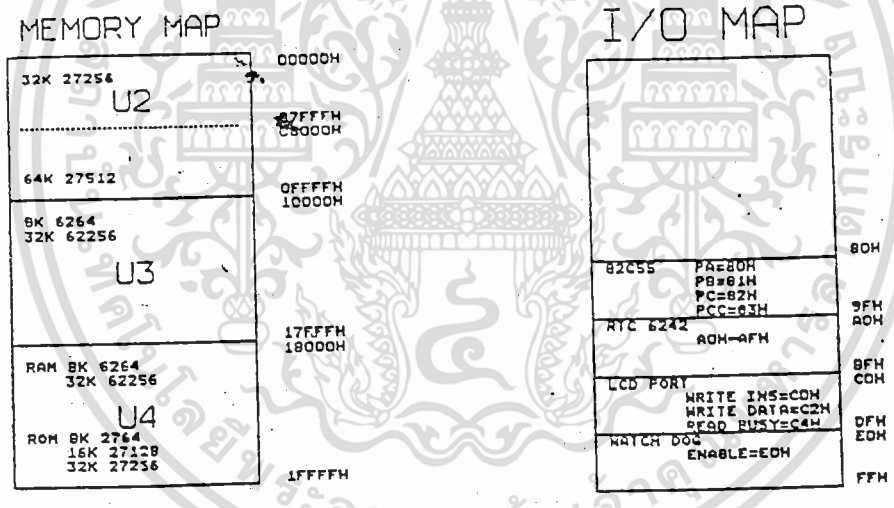
นอกจากนี้เรายังสามารถ set ให้วงจร WATCH DOG ทำงานหรือไม่ทำงานได้ด้วยการ SET JUMPER WDI ดังรูป และถ้า SEI WATCH DOG ทำงานแล้วจะต้อง ทริก PORT EOH โดยจะใช้คำสั่ง IN หรือ OUT PORT ก็ได้ตามระยะเวลาที่เลือกเพื่อไม่ให้ วงจร WATCH DOG นั้นทำการ RESET CPU

การนำไปใช้งาน

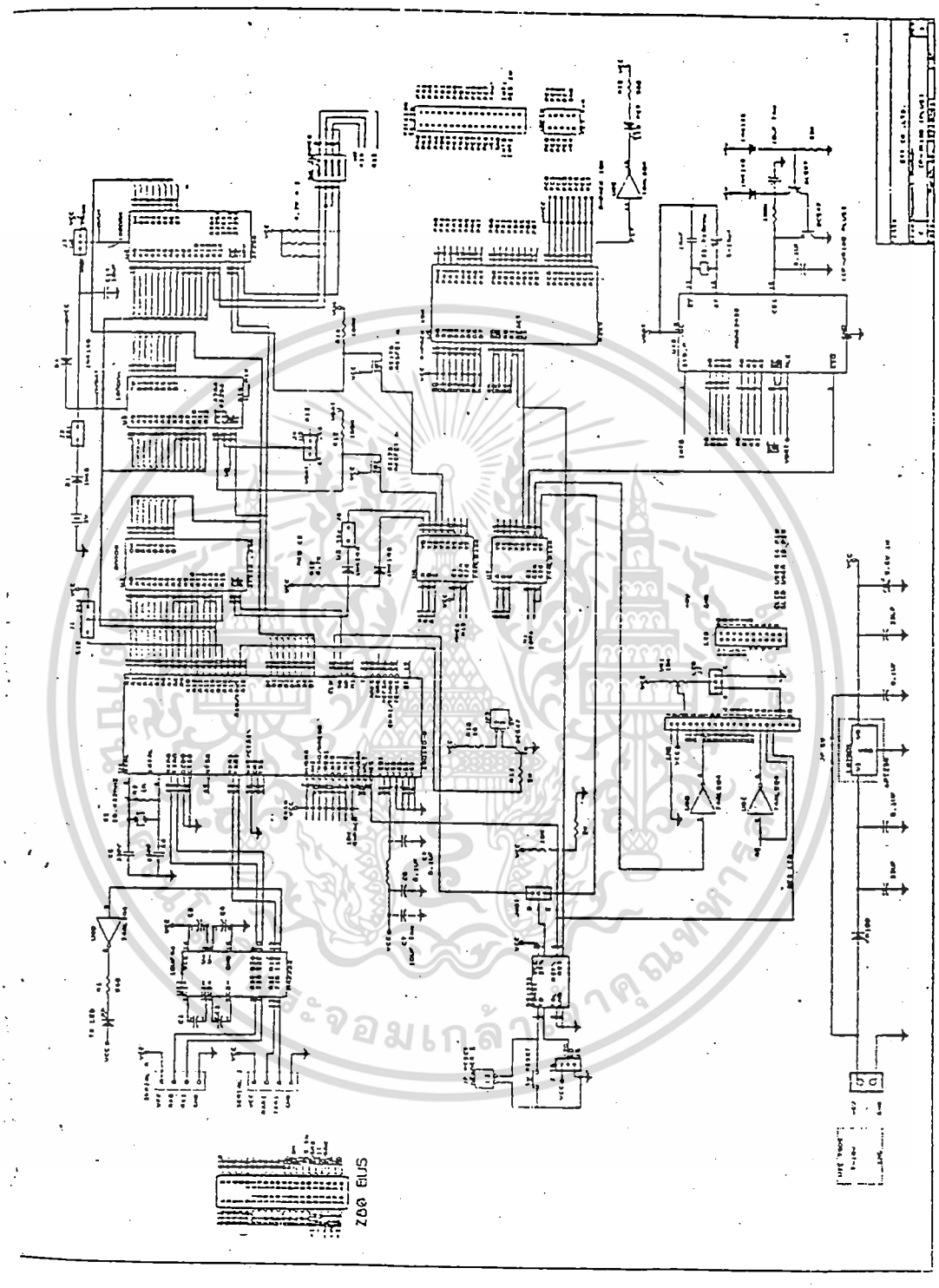
สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้มากมาย เพราะมีพอร์ตให้ใช้งานถึง 24 BIT ต่อร่วมกับโมดุล LCD ได้มีนาฬิกาในตัวต่อกับ SERIAL PORT ก็ได้เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมระบบเปิด/ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าตามเวลาที่ตั้งประยุกต์เพิ่มส่วนคีย์บอร์ดทำเป็นเครื่องคีย์ข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น และนอกจากนี้ บอร์ด JR180 นี้ยังมีอุปกรณ์ช่วยในการพัฒนาระบบโดยอาจจะใช้ชุด DEBUGGER JR180 ในการเขียนโปรแกรม ASSEMBLY ผ่านทางเครื่อง PC หรือจะใช้ชุด BASIC 180 เขียนโปรแกรมภาษา BASIC ด้วยก็ได้



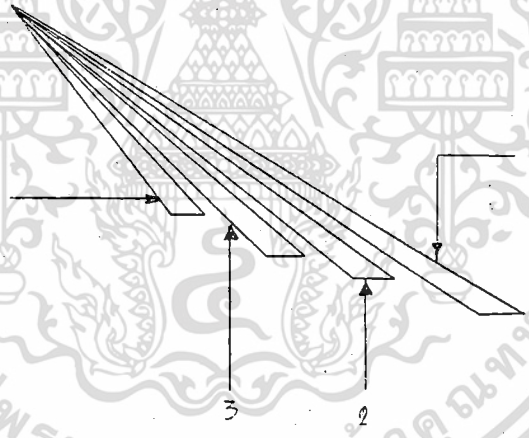
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
สื่อแม่เหล็กที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

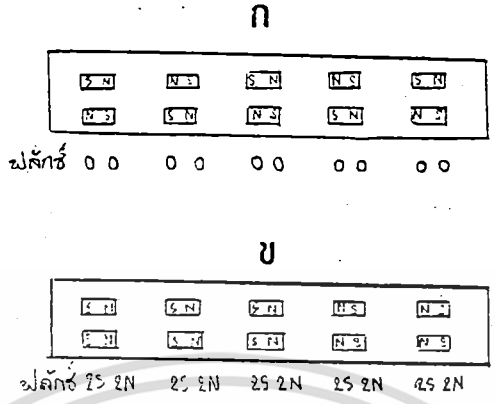
ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลที่เป็นแบบสารแม่เหล็กที่เป็นแบบสารแม่เหล็กหลายชนิด เช่น เทปบันทึกเสียง แผ่นดิสก์ ในอุปกรณ์เหล่านี้จะประกอบด้วยวัสดุหลาย ๆ ชิ้นมาซ้อนกันตามชนิดหรือรูปแบบการใช้งาน ตามรูปที่3.1 เทปแม่เหล็กหรือแผ่นดิสก์ของคอมพิวเตอร์ก็จะทำด้วยพีวีซี (POLYVINYL CHOLORIDE) เป็นโพลิเมอร์ที่ทนทาน และแข็งแรง โดยที่ชิ้นส่วนบนสุดของเทปจะเรียกว่า ทอปโค้ต (TOP COAT) ชั้นรองลงมาจะเป็นออกไซด์ของแม่เหล็ก (MAGNATIC OXIDE)



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเทปแต่ละชั้น

1. ทอปโค้ต (TOP COAT)
2. ออกไซด์แม่เหล็ก (MAGNATIC OXIDE)
3. โพลีเอสเตอร์หรือ PVC
4. ส่วนหลังทำจากคารีบอนป้องกันไฟฟ้าสถิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การจัดวงจรโดเมนของเทปบันทึกแล้วกับเทปที่ยังไม่ได้บันทึก

ก. โดเมนเทปที่ยังไม่ได้บันทึกทำให้ฟลักซ์มีค่าเป็นศูนย์

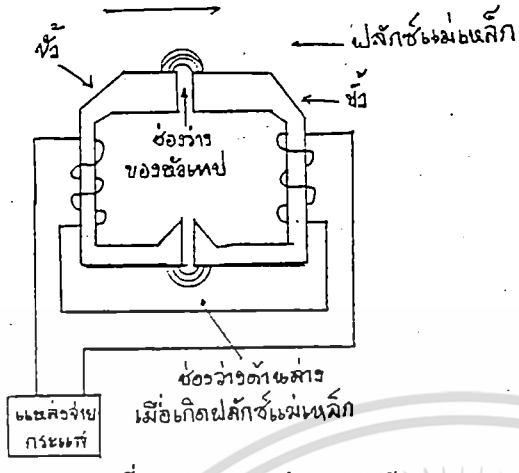
ข. โดเมนซึ่งเป็นผลมาจากฟลักซ์เฉลี่ยจากหัวเทป

แล้วมาถึงชั้นสอง PVC ส่วนล่างสุดเป็นคาร์บอน ซึ่งออกไซด์จะมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการบันทึกข้อมูลและในการบันทึกกลับ ซึ่งโมเลกุลของออกไซด์ ในรีเจียน(REGION) เราเรียกว่าโดเมน (DOMAIN) ตามรูปที่ 2 ซึ่งจะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรชิ้นเล็ก ๆ หลาย ๆ ชิ้น อยู่บนเทปสารที่ไม่ได้เป็นสารแม่เหล็กซึ่งโดเมนจะมีทิศทางการหันเหไม่แน่นอน โดยมันจะพยายามทำให้แม่เหล็กเป็นศูนย์ทำให้ไม่มีสัญญาณเอาต์พุทออกมาในเวลาที่เราเอาเทปมาเล่น เมื่อเราทำการบันทึกเสียงลงไปบนเทป หัวเทปที่จะทำให้โดเมนหันไปตามทิศทางของสัญญาณที่บันทึกลงไปซึ่งจะทำให้ผลิตฟลักซ์แม่เหล็กลงบนเนื้อเทป และเราก็จะใช้สัญญาณนั้นเราเวลามาอ่านกลับ

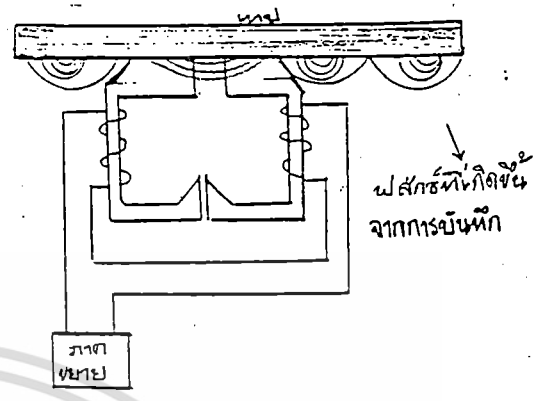
หัวเทป (MAGNITIC TAPE HEAD)

ระบบการบันทึกเสียงโดยทั่วไป จะใช้หัวเทปแม่เหล็ก ทำการบันทึก (RECORD) การลบ (ERASE) การเล่นกลับ (PLAYBACK) ในรูปที่ 3.3 เป็นหัวเทปที่ใช้สำหรับการบันทึกเสียง โดยจะมีหลักในการบันทึกเสียงคือ จะเปลี่ยนสัญญาณอินพุทเป็นแม่เหล็กถาวรชิ้นเล็ก ๆ ลงบนเส้นเทป โดยกระแสสัญญาณอินพุทจะไหลผ่านขดลวด ซึ่งพันรอบสารแม่เหล็ก ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลผ่านขั้วแต่ละข้าง ตัดกับช่องว่างระหว่างหัวเทป (HEADGAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงถึงโครงสร้างและการทำงานของหัวบันทึกเทป



รูปที่ 3.4 แสดงการเกิดฟลักซ์ของหัวเล่นกลับ

สนามแม่เหล็กที่ไหลเหมือนกระแสไฟฟ้านี้เราเรียกว่าฟลักซ์ (FLUX)และค่าความต้านทานฟลักซ์นี้ เรียกว่า รีลักแตนซ์ (RELUCTANCE) ช่องว่างระหว่างขั้วทั้งสองจะเป็นตัวสร้างรีลักแตนซ์ให้กับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ออกไซค์แม่เหล็กของเทปจะให้ค่าความต้านทานของเส้นแรงแม่เหล็กต่ำกว่าช่องว่างที่ไม่เป็นแม่เหล็ก ดังนั้นฟลักซ์แม่เหล็กจึงเดินผ่านเทปจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง การบันทึกสัญญาณจะเกิดขึ้นที่ปลายสุดของหัวเทปการหมุนของเทป เพราะว่าขอบเขตแม่เหล็กบนเทปจะรักษาขั้วหลังสุดและระดับความเข้มที่รับได้ก่อนออกจากช่องว่างของหัวเทป

หัวเทปสำหรับเล่นกลับ (REPRODUCE หรือ PLAY BACK HEAD)ตามรูปที่ 3.4 จะมีลักษณะคล้าย ๆ กับหัวเทปที่ใช้บันทึกเพียงแต่มีการทำงานที่กลับกัน คือเมื่อฟลักซ์ไหลผ่านช่องว่างของหัวเทปที่ใช้สำหรับเล่น ฟลักซ์จะทำการเหนี่ยวนำที่ขั้ว ทำให้มีกระแสไหลผ่านปิคอัพคอลย์ (PICKUP COLL) แล้วผ่านเข้าไปในวงจรขยายสัญญาณหรือในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเทปนี้เป็นอุปกรณ์นอนลิเนียร์ (NON LINEAR) สัญญาณเอาท์พุทว่าเป็นสัดส่วนกันระหว่างจำนวนฟลักซ์แม่เหล็กเฉลี่ยของเทป กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์ซึ่งสามารถคำนวณค่าแรงดันเอาท์พุทได้ดังนี้

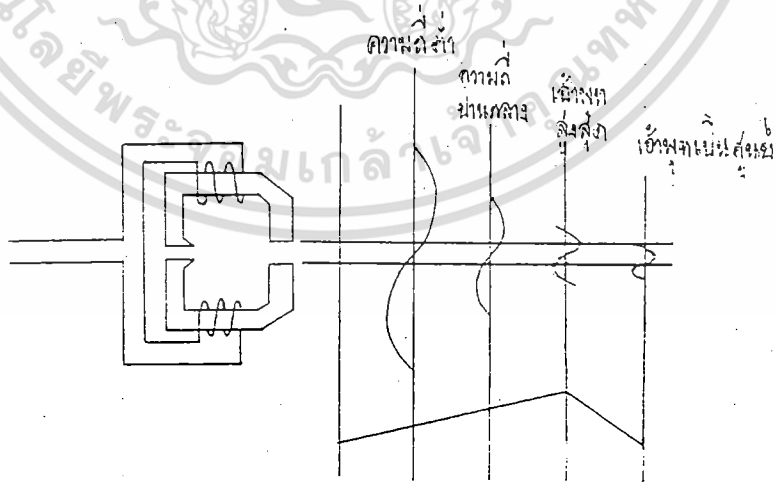
$$\frac{\phi}{t}$$

โดย ϕ คือค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์

t คือเวลาที่ใช้สำหรับ ϕ

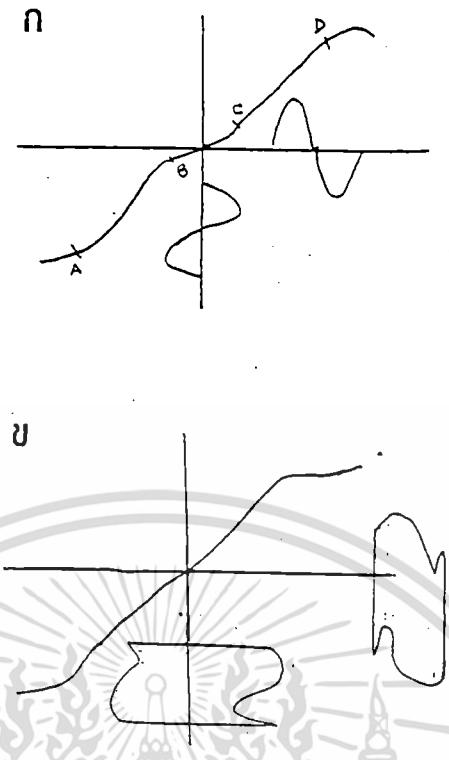
เอาท์พุตจะเป็นสัดส่วนโดยตรง กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก มักจะเป็นทวีคูณสำหรับในแต่ละเท่าของความถี่ตามรูปที่ 3.5 โดยที่จะเพิ่มขึ้นทีละ 6 dB ในแต่ละออคเตฟ (OCTAVE)

ความยาวของช่องว่างหัวเทป และความเร็วของเทปจะเป็นตัวกำหนดความถี่สูงสุดของหัวเทป ดังนั้นจึงเป็นตัวกำหนดแบนด์วิดธ์ (BAND WIDIH) ของระบบความยาวของสัญญาณที่มาบันทึกบนเทป เท่ากับความเร็วที่เทปเดินทางผ่านเทปเดินทางผ่านเทปหารด้วยความถี่ของสัญญาณ



รูปที่ 3.5 ผลตอบสนองต่อความถี่ต่าง ๆ ของช่องว่างของหัวเทปขณะทำการเล่นกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ผลของการไบแอสกระแสในการบันทึกเสียง

ก. กราฟของพลังงานแม่เหล็ก

ข. กราฟหลังจากการไบแอสกระแส

หัวลบเทป เป็นหัวเทปที่ทำให้อำนาจแม่เหล็กบนเส้นเทปมีค่าเป็นศูนย์เพื่อทำให้เทปได้มีการบันทึกเสียงใหม่ได้ โดยจะส่งสัญญาซายน์ความถี่สูง ทำให้อำนาจแม่เหล็กอิ่มตัวทั้งขั้วบวกและขั้วลบในเส้นเทป ระดับอำนาจแม่เหล็กเฉลี่ยจึงมีค่าเป็นศูนย์

อีควอไลเซชั่น (EQUALIZATION)

เป็นพารามิเตอร์หนึ่งในเนื้อเทป ซึ่งได้มาจากกระบวนการหนึ่งในการบันทึกเทปคือ จะมีการขยายหรือตัดความถี่ความถี่ใดความถี่หนึ่ง เพื่อที่ทำการเล่นกลับจะทำให้เสียงแฟลต FLAT) คือมีระดับเสียงทุ้มแหลมเท่ากันและจะทำให้มีระดับสัญญาณรบกวนต่ำ

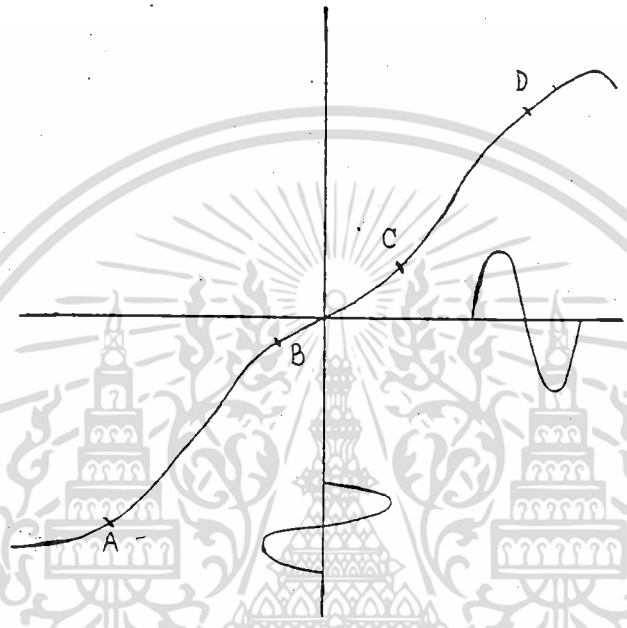
กระแสไบแอส (BIAS CURRENT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายถึงการป้อนสัญญาณความถี่สูงเข้าไปที่หัวบันทึกเสียงพร้อม ๆ กับสัญ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ญาณเสียง ที่ทำเช่นนี้เพื่อลดระดับเสียงรบกวนและความเพี้ยนต่าง ๆ โดยในเครื่องบันทึกเสียงจะมีปุ่ม bias นี้ไว้ให้ตั้งค่าโดยจะมีระดับต่ำกลางและสูง โดยที่ถ้าเป็นแถบธรรมดาใช้ค่าต่ำ ถ้าเป็นแถบโลหะ หรือเทปโครเมียมก็จะใช้ค่าสูงดังแสดงใน



รูปที่ 3.7 เป็นสัญญาณจากเทปแม่เหล็กซึ่งจะมีความเป็นเชิงเส้นระหว่างจุด A กับจุด B และระหว่างจุด C กับจุด D

ช่องการบันทึกข้อมูล (RECORDING CHANNALS)

ในแต่ละช่องของเครื่องบันทึกเทปก็จะมีลักษณะเหมือนกันทุกช่อง จากที่ผ่าน ๆ มาพบว่าหัวเทปจะมีการทำงานใน 3 รูปแบบคือ บันทึก เล่นกลับ และลบ ในเครื่องบันทึกเทปแต่ละช่องจะประกอบด้วย โมดุลซึ่งบรรจุไปด้วยการ์ด 3การ์ด ในแต่ละการ์ดก็จะทำหน้าที่หนึ่งใน 3 หน้าที่ในเครื่องบันทึกเทปสมัยใหม่นี้เป็นแบบมัลติแทร็ค ซึ่งจะใช้โมดุลอินพุท เอาท์พุต (I/O module) ซึ่งจะรวมทุก ๆ อย่างไว้บนแผ่นวงจรพิมพ์แผ่นเดียว ทำให้ง่ายในการควบคุมและปรับแต่ง ๆและโมดุลเหล่านี้จะถูกรวมไว้ในเมนแฟรม (MAIN FRAME) ชุดเดียวภายในเครื่องบันทึกเทป และโมดุลอินพุทเอาท์พุตเหล่านี้ก็จะสามารถสับเปลี่ยนกันได้ และโมดุลมีอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้จะทำให้เราปรับระดับสัญญาณอินพุท เอาท์พุต สัญญาณชิงค์และอีควอไลเซอร์ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

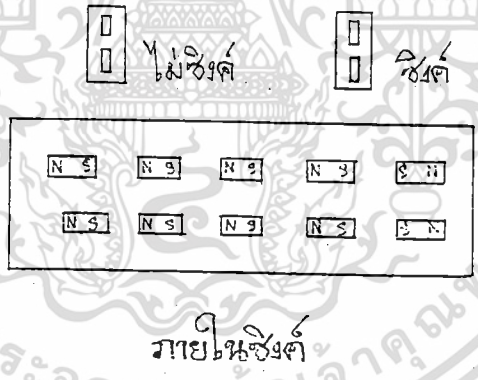
32157

สัญญาณเอาท์พุตของเครื่องบันทึกเทปจะถูกสวิตช์ให้ทำงานในโหมด3 โหมดอินพุทเล่นกลับและโหมดซิงค์

ในโหมดอินพุท สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จะมาจากสัญญาณอินพุทของแต่ละช่อง จะเห็นได้ว่ามิเตอร์หรือมอนิเตอร์ที่แสดงจะมีการตอบสนองโดยตรงจากสัญญาณอินพุท

ในโหมดการเล่นกลับ สัญญาณเอาท์พุตจะได้มาจากหัวเทปโดยตรงมิเตอร์ที่แสดงผลแต่ละช่องสัญญาณที่จะเป็นผลมาจากการเล่นกลับนี้

ในโหมดซิงค์ จำเป็นมากในการบันทึกเสียงแบบมัลติแทร็คดังแสดงในรูปที่ 3.8 เพราะว่าเป็นการบันทึกเสียงแยกกันหลาย ๆ แทร็คเราจำเป็นที่จะต้องให้จังหวะเข้ากันได้ดี ถึงไม่มีการซิงค์หรือการเข้าจังหวะกัน สัญญาณก็จะไม่สามารถสัมพันธ์กันได้

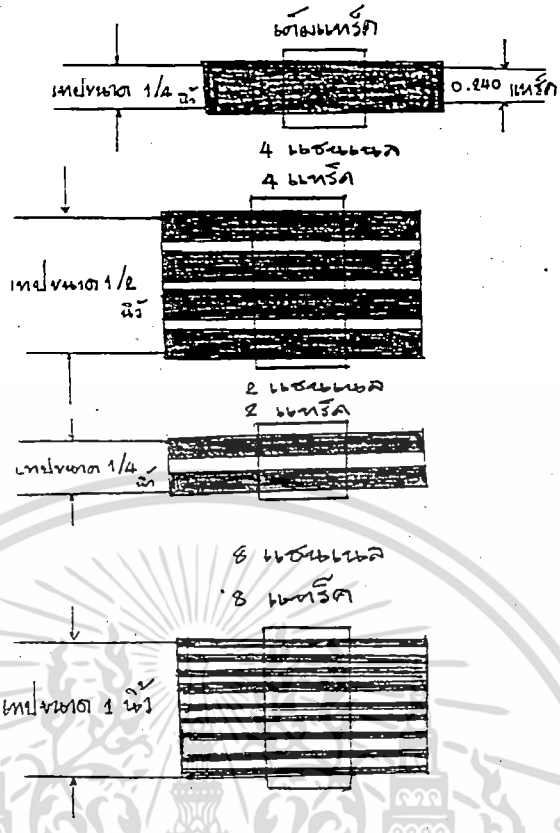


รูปที่ 3.8 การทำงานในโหมดซิงค์

รูปร่างภายนอกของเทปและหัวเทป

การแบ่งแยกเครื่องบันทึกเทปนั้นเราจะแบ่งตามจำนวนช่อง หรือความกว้างของเส้นเทป ซึ่งโดยทั่วไปจะมีขนาดดังนี้คือ 2 แทร็ค 1/4 นิ้ว, 4 แทร็ค1/2 นิ้ว, 8 แทร็ค 1 นิ้ว, 16 แทร็ค และ 24 แทร็ค 2 นิ้ว ตามรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ความกว้างและจำนวนแท็คของเทปที่ใช้ในการบันทึกเสียง

โดยทั่วไปแทร็คและความกว้างช่องว่างของหัวเทปจะมีขนาด 0.080 นิ้ว สำหรับเครื่องบันทึกเทปแบบ 1/4 นิ้ว 2 แทร็ค 0.070 นิ้ว สำหรับเครื่องบันทึกแบบ 1/2 นิ้ว 4 แทร็ค, 1 นิ้ว 8 แทร็ค และ 2 นิ้ว 16 แทร็คและขนาด 0.037 นิ้ว สำหรับเครื่องเทปแบบ 2 นิ้ว 24 แทร็ค ความกว้างของแทร็คน้อย ๆจะมีกว่าความกว้างมาก ๆ เพราะจะทำให้คุณภาพเสียงดีกว่า สัญญาณรบกวนน้อยส่วนช่องว่างที่มีอยู่ระหว่างแทร็คนั้นเราเรียกว่า การ์ดแบนด์ (GOURD BAND) ซึ่งเป็นตัวป้องกันสัญญาณรบกวนข้ามช่อง (CROSS TALK) สำหรับความเร็วเทปโดยทั่ว ๆ ไปที่ใช้ในการผลิตจะใช้ 7 1/2 นิ้วต่อวินาที, 15 นิ้วต่อวินาที และ 30 นิ้วต่อวินาที ซึ่งความเร็วขนาดนี้จะพบในเครื่องบันทึกเทปขนาด 1/4 และ 1/2 นิ้ว สำหรับ 7 1/2 นิ้วก็ยังใช้ได้ ในการบันทึกแบบมัลติแทร็ค ในปัจจุบันนิยมใช้ความเร็วขนาด 30 นิ้วต่อวินาที ซึ่งจะให้สัญญาณรบกวนต่ำ สัญญาณเอาท์พุตสูงและความเร็วนี้จะเป็นตัวลดทอน หรือกำจัดสัญญาณรบกวนออกไป

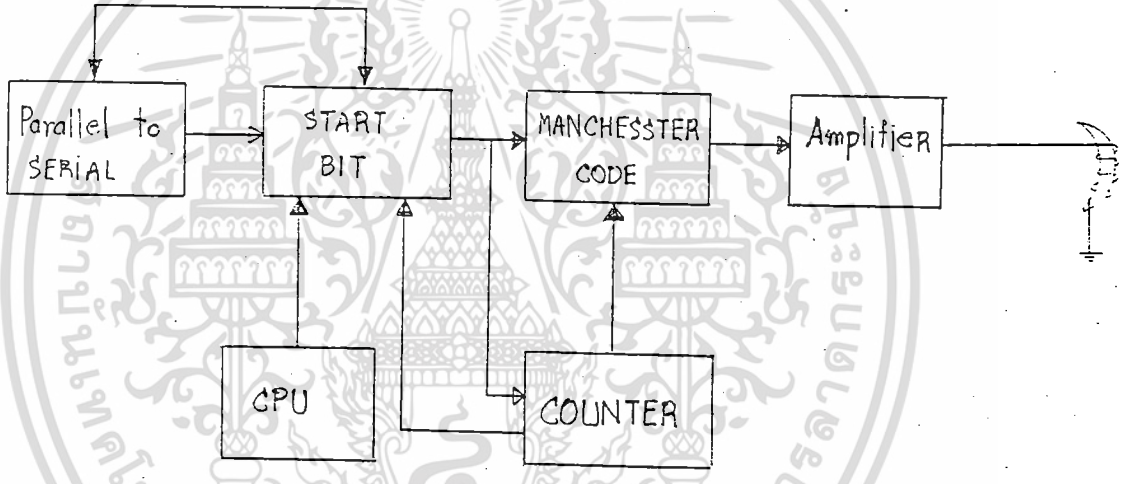
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การบันทึกและอ่านข้อมูลจากแถบแม่เหล็ก

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการและวงจรบันทึกและอ่านข้อมูลโดยใช้สัญญาณดิจิตอล ที่ถูกเข้ารหัสเป็นประเภทของสัญญาณที่จะกระทำ

การบันทึกข้อมูลบนแถบแม่เหล็ก

ข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจะถูกเข้ารหัสให้เป็น Manchesster Coad ก่อนจะบันทึกบนแถบแม่เหล็กและในส่วนของการบันทึกข้อมูล ได้มีการกำหนดรูปแบบของข้อมูลทั้งหมดซึ่งจะสอดคล้องกับหลักการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม รูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมขอลการบันทึกข้อมูลบนแถบแม่เหล็ก

หลักการทำงาน

จากรูปที่ 4.1 เมื่อมีสัญญาณสโตรบจาก CPU เพื่อเริ่มบันทึกข้อมูลจะถูกส่งไปที่วงจร Start Bit เพื่อที่จะสร้างสัญญาณบิทเริ่มต้นจำนวน 4 บิทที่เป็นลอจิก "1"และที่วงขร Start Bit จะส่งสัญญาณไปที่วงจร Parallel to Seria เพื่อให้ส่งข้อมูลที่จะบันทึกมาที่วงจร Start Bit และจากนั้นข้อมูลจะถูกเข้ารหัส

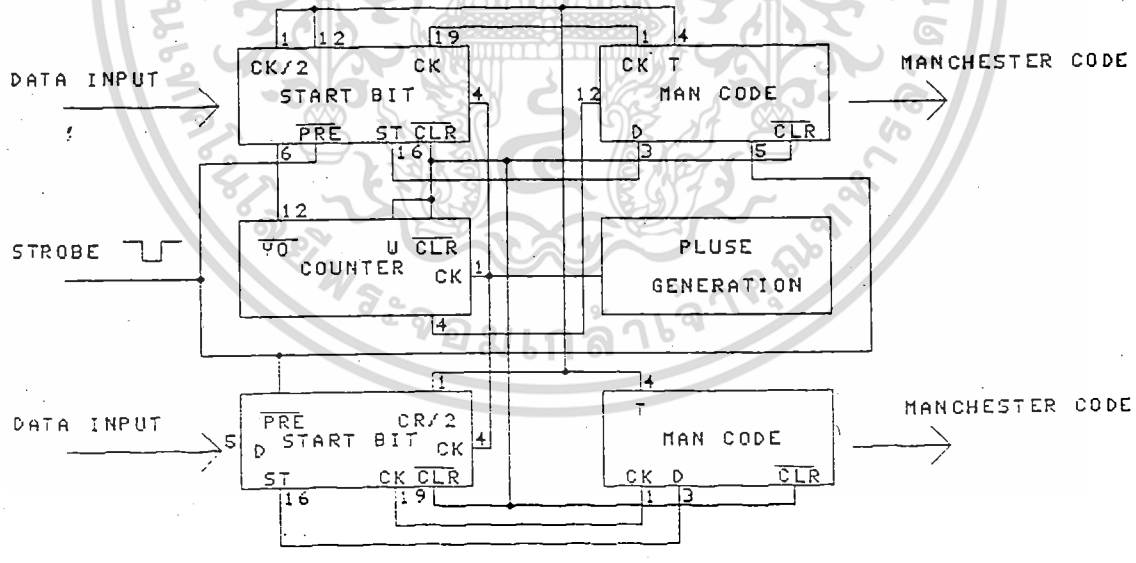
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยวงจร Manchesster Code และจะเพิ่มฮีตเตอร์รีซีต ของวงจรให้มีค่ามากขึ้นรวมทั้งจัดรูปร่างลักษณะของสัญญาณและขยายสัญญาณ ด้วยวงจร Schmitter และ Amplifier จากนั้นจึ้งส่งให้หัวบันทึกต่อไปอนึ่งวงจร Counterจะทำหน้าที่นับจำนวนบิทข้อมูลทั้งหมดที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็ก

เนื่องจากต้องการที่จะให้เกิดความเที่ยงตรงของข้อมูลที่จะบันทึกดังนั้น จึงใช้เทคโนโลยีของ IC GAL มาสร้างวงจรต่อไปนี้

- วงจรนับ (Counter)
- วงจรสตาร์ท (Start Bit)
- วงจรเข้ารหัส Manchesster

ถ้าหากสร้างวงจรทั้ง 3 ด้วยลอจิกเกต อาจจะทำให้เกิดการผิดพลาดของข้อมูลที่บันทึก ดังนั้นจึงใช้การสร้างฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ของทั้ง 3 วงจรหลังจากนั้นจึงทำการโปรแกรม ใน IC GAL ต่อไป



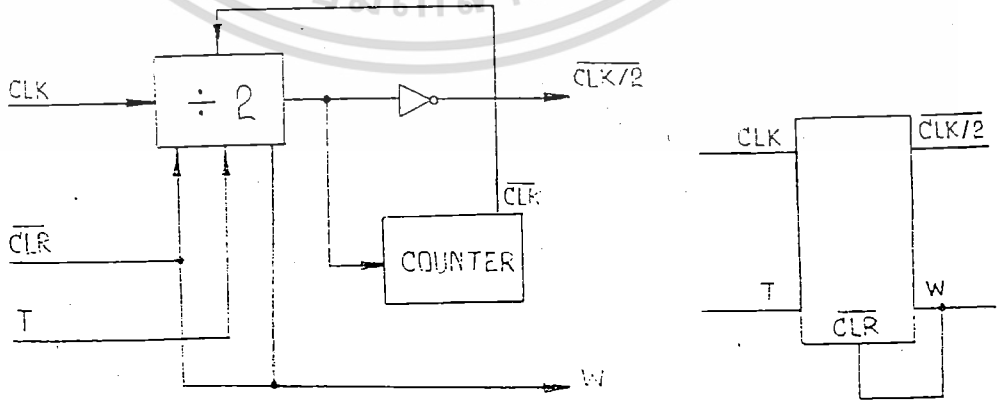
รูปที่ 4.2 วงจรสร้าง MANCHESTER CODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 เป็นวงจรสร้างสัญญาณบิทเริ่มต้นและเข้ารหัสของสัญญาณเป็น Manchesster ในสภาวะเริ่มแรกสัญญาณเอาท์พุทของวงจร Start bit, Manchesster Code และ Counter จะมีสถานะเป็นลอจิก "0" ในตอนแรก ถ้าต้องการบันทึกข้อมูลลงบนแถบแม่เหล็กจะต้องมีการเปลี่ยนข้อมูลให้เป็น รหัส Manchesster โดยการส่งสัญญาณที่เป็นลอจิก 0 จาก CPU ไปที่ขา /PRE ของ U1,U2 และ U4 หลังจากนั้น U2 จะสร้างสัญญาณลอจิก 1 ส่งไปที่ขา 4 ของ U3 (Counter) ในขณะนี้ขา W ของ U3 จะมีระดับลอจิกเป็น 0 ดังนั้น U1,U2 ,U3,U4 และ U5 จึงพร้อมที่จะทำงาน โดย U3 จะสร้างสัญญาณ Pulse ที่มีความถี่เท่ากับครึ่งหนึ่งของสัญญาณ Pulse จากวงจร Generation ที่ขา 12 และส่งไปยังขา 6 ของ U1,U2,U4 และ U5 ที่ขา 1,4,1 และ 4 ตามลำดับ รวมทั้งส่วนของ วงจรเลื่อนข้อมูลจำนวน 32 บิททั้ง 2 ชุดด้วย จากนั้นวงจรสตาร์ทบิท (U1,U4) จะสร้างสัญญาณระดับลอจิก 1 จำนวน 4 บิทไปให้กับ U2, U5 ที่ทำหน้าที่ในการแปลงรหัส ในขณะเดียวกันก็จะมีข้อมูลจากวงจร Shift ข้อมูลจำนวน 32 บิท 2 ชุดส่งไปที่ขา D ของ U1 และ U4 ทำการเข้ารหัสสัญญาณและส่งไปวงจรขยายสัญญาณต่อไป

วงจรนับ

จากวงจรในรูปที่ 4.2 จะใช้ IC GAL เป็นวงจรนับ 72 สเตทโดยเมื่อนับครบก็ไม่จ่ายสัญญาณนาฬิกาให้กับอุปกรณ์ทุกตัว วงจรในส่วนของการบันทึกข้อมูลก็จะหยุดทำงานรวมทั้งวงจรเลื่อนข้อมูลด้วย

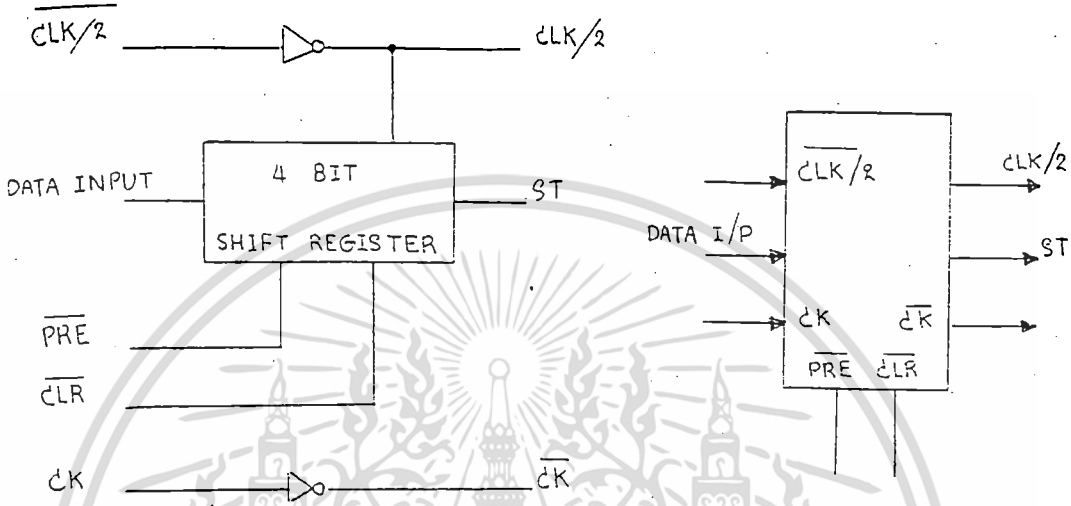


รูปที่ 4.3 บล็อกไดอะแกรมของ IC Counter และขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสร้างบิทเริ่มต้น (Start Bit)

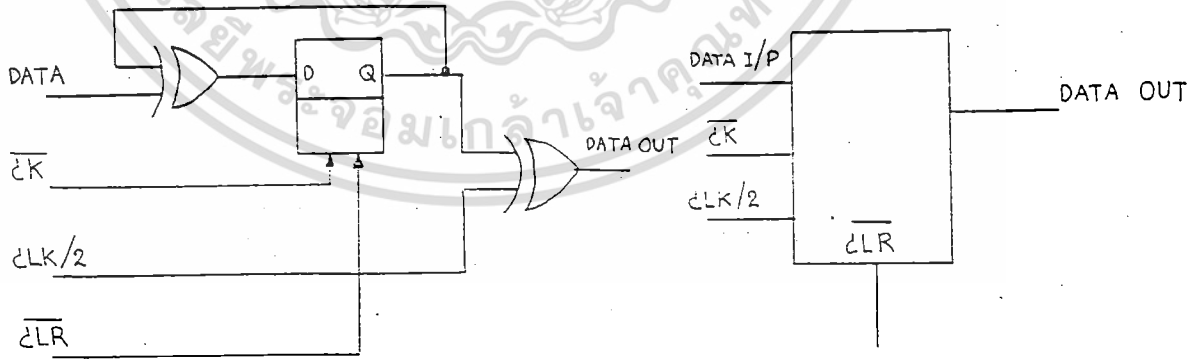
ในส่วนนี้ IC Start Bit จะสร้างสัญญาณบิทเริ่มต้นจำนวน 4 บิทโดยมีระดับสัญญาณเป็นลอจิก 1 หลังจากนั้นข้อมูลต่อไปก็จะมาจากส่วนที่มาจากวงจรเลื่อนข้อมูลและจะกลับเฟสของสัญญาณ CK และ CLK/2



รูปที่ 4.4 บล็อกไดอะแกรมของ IC Start Bit และขาสัญญาณ

วงจรเข้ารหัสเป็น Manchesster

ข้อมูลที่บันทึกบนแถบแม่เหล็กจะเป็นแบบอนุกรม และถูกเข้ารหัสเป็น Manchesster จากนั้นจึงส่งไปยังวงจรบันทึกต่อไป

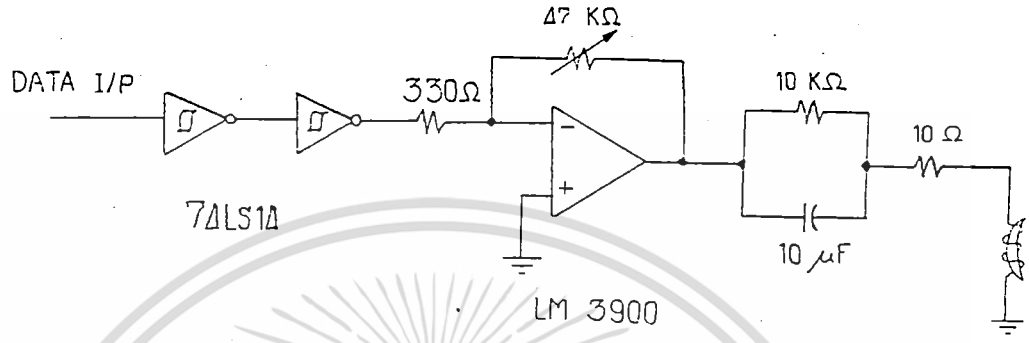


รูปที่ 4.5 บล็อกไดอะแกรมของ IC Manchesster และขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรบันทึกข้อมูล

หลังจากได้ข้อมูลที่เป็นรหัสที่เป็น Manchesster แล้วก็จะทำการบันทึกโดยหัวบันทึกด้วยวงจรบันทึกดังแสดงในรูปที่ 4.6

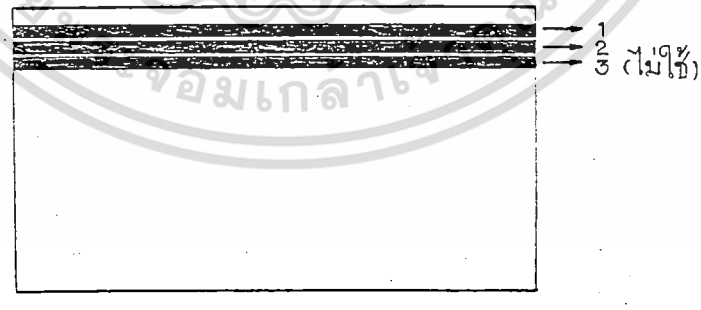


รูปที่ 4.6 วงจรบันทึกข้อมูล

ไอซี 74LS14 มีหน้าที่เป็นวงจร Schmitter Trigger ซึ่งจะเพิ่มอีสเตอร์รีจีสของสัญญาณให้มีค่ามากขึ้น จากนั้นจะขยายสัญญาณโดยใช้ LM3900 และจะผ่านวงจร Low Pass Filter และไปที่หัวบันทึกข้อมูลต่อไป

รูปแบบของข้อมูลที่บันทึกบนแถบแม่เหล็ก

จำนวนของข้อมูลที่บันทึกบนแถบแม่เหล็กเท่ากับ 72 บิทแต่จะใช้แทรคบันทึกข้อมูลจำนวน 2 แทรคโดยข้อมูลที่ทำการบันทึกจะเท่ากับ แทรคละ 36 บิทและจะใช้ความถี่ในการบันทึกเท่ากับ 300 Hz รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งของแทรคที่จะบันทึกข้อมูล



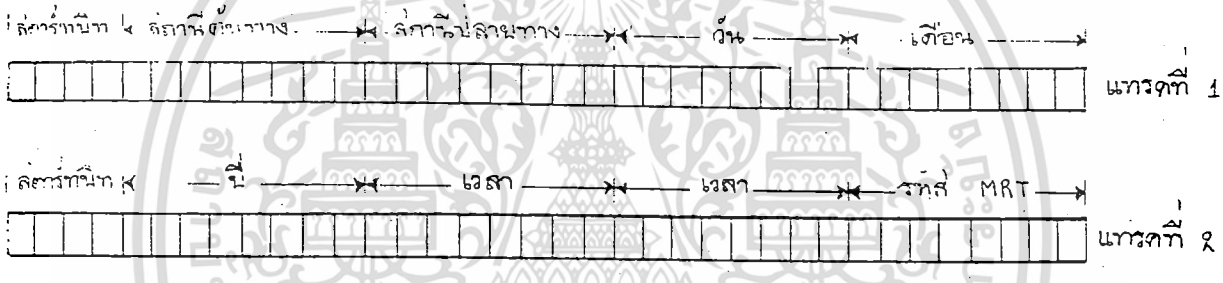
รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งของแทรคที่จะบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็กจะต้องมีการกำหนดจำนวนบิทตามความเหมาะสมของการใช้งาน ดังจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- สถานีต้นทาง จำนวนข้อมูล 8 บิท
- สถานีปลายทาง จำนวนข้อมูล 8 บิท
- วัน/เดือน/ปี จำนวนข้อมูล 24 บิท
- เวลา จำนวนข้อมูล 16 บิท
- รหัส MRT จำนวนข้อมูล 8 บิท

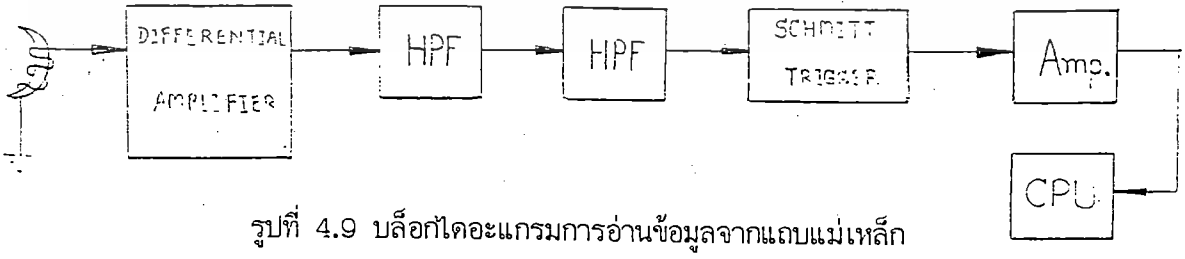
จำนวนของข้อมูลที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็ก ทั้งหมด 2 แทรคเมื่อรวมสตาร์ทบิทอีกจำนวน 8 บิทจะเท่ากับ 72 บิทโดยการวางตำแหน่งของข้อมูลดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ตำแหน่งของข้อมูลที่บันทึกที่แทรค 1 และ 2

การอ่านข้อมูลจากแถบแม่เหล็ก

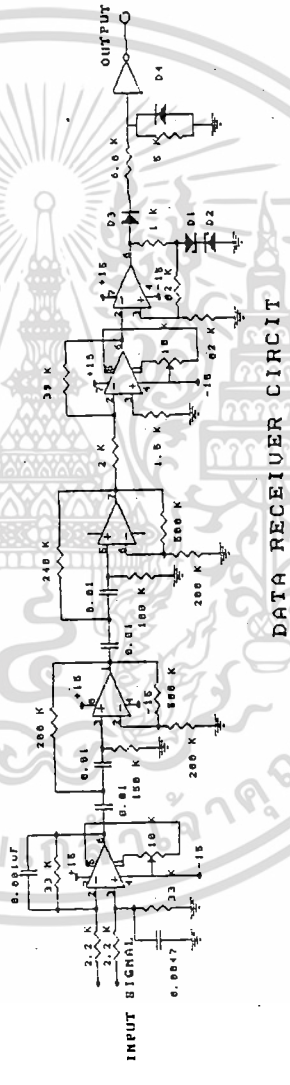
ในการอ่านข้อมูล จะมีวงจรอ่านข้อมูลจากหัวเทป และส่งสัญญาณไปที่ CPU ต่อไปและหน้าที่ของซอร์ฟแวร์จะช่วยจัดการการ Sync ของ Data และ Clock จากสัญญาณที่อ่านออกมาซึ่งจะสามารถทำงานได้ถูกต้องมากกว่าการใช้วงจรทาง Hardware



รูปที่ 4.9 บล็อกไดอะแกรมการอ่านข้อมูลจากแถบแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 สัญญาณจากัวเทปจะถูกขยายความแตกต่างของสัญญาณด้วยวงจร Differential Amplifier และจะกรองสัญญาณด้วยวงจร High Pass Filter จากนั้นจะขยายสัญญาณด้วยวงจร Amplifier และจะมีการเปรียบเทียบและแต่งสัญญาณด้วยวงจร Compensive & Schmit Trigger จากนั้นจึงกลับเฟสของสัญญาณและส่งไปยัง CPU เพื่อทำการประมวลผลต่อไป



รูปที่ 4.10 วงจรอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

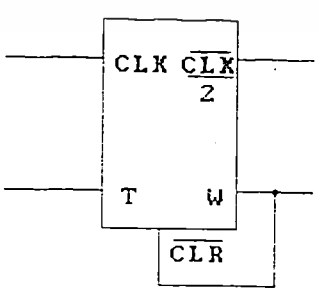
บทที่ 5
การออกแบบวงจรโดยใช้ GAL

อุปกรณ์ไอซีตระกูลที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ เรียกรวมว่า Programmable Logic Device(PLD) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น Programmable Array Logic (PAL) หรือ Generic Array Logic (GAL) ซึ่งไอซีประเภท PLD นี้ มีคุณสมบัติเด่นคือ ทำงานได้เที่ยงตรง มีความแน่นนอนสูง ดังนั้นเราจะออกแบบวงจรที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงบางส่วนของโครงการด้วยไอซี GAL

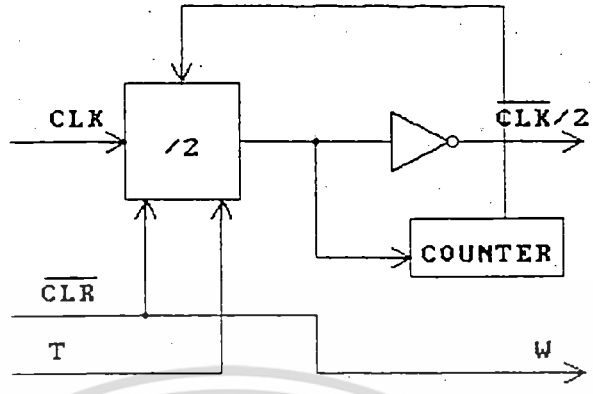
ในโครงการชิ้นนี้จะนำ GAL ทำเป็นวงจร START BIT,COUTER และ MANCHESTER CODE เพื่อใช้ในการแปลงและสร้างสัญญาณไปบันทึกลงบนแถบแม่เหล็ก ฉะนั้นวงจรในส่วนนี้จึงต้องการความปลอดภัยของข้อมูลสูง จึงใช้ GAL มาทำในส่วนนี้

การออกแบบวงจร COUNTER

จุดประสงค์ในการออกแบบวงจร COUNTER ก็เพื่อจะนับจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่บันทึกบนแถบแม่เหล็ก โดยจะนำมาทำเป็นวงจรนับ 72 สเตท เช่น ในการทำงาน ถ้าหากวงจร COUNTER นับครบ 72 เมื่อใด ก็จะไม่จ่ายสัญญาณ PULSE ให้กับอุปกรณ์บางตัวที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูล และวงจร SHIFT ข้อมูล วงจรภายในจะเป็นดังรูปที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของไอซี COUNTER และสัญญาณต่างๆ

สมการของวงจร COUNTER

```
PAL16R8
CK /CLR NC X NC NC NC NC NC GND
/OE /Y0 /Y1 /Y2 /Y3 /Y4 /Y5 NC W VCC

/W := /Y5*/Y4*/Y3*/Y2*/Y1*/Y0*/X
     +Y5*Y2*Y0 + Y5*Y2*Y1 +Y5*Y4 +CLR

Y0 := /Y5*/Y4*/Y3*/Y2*X*/Y1*/CLR
     +/Y4*/Y3*/Y2*Y1*/Y0*/X*/CLR
     +Y5*/Y4*/Y3*/Y1*/Y0*/X*/CLR
     +/Y4*/Y3*/Y2*Y0*X*/CLR
     +/Y5*Y2*/Y0*/X**/CLR
     +/Y5*Y3*/Y0*/X*/CLR
     +/Y5*Y4*/Y0*/X*/CLR
     +/Y5*Y0*X*/CLR

Y1 := /Y4*/Y3*/Y2*/Y1*/Y0*/X*/CLR
     +/Y4*/Y3*/Y2*Y1*/Y0*/CLR
```

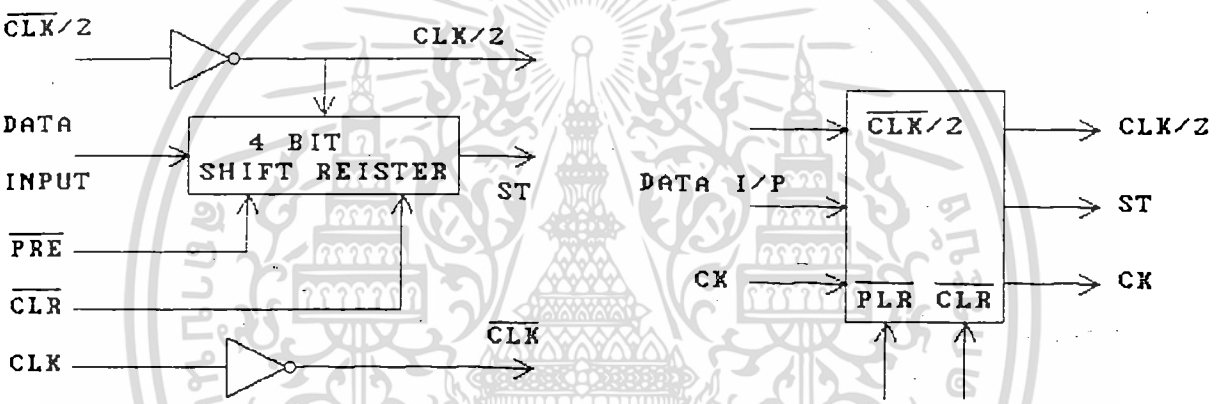
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        +/Y4*/Y3*/Y2*Y1*X*/CLR
        +/Y5*/Y1*Y0*/X*/CLR
        +/Y5*Y1*/Y0*/CLR
        +/Y5*/Y1*X*/CLR

Y2  := /Y4*/Y3*/Y2*Y1*Y0*/X*/CLR
        +/Y5*/Y2*Y1*Y0*/X*/CLR
        +/Y4*/Y3*Y2*/Y1*/Y0*/CLR
        +/Y5*Y2*/Y1*/CLR
        +/Y5*Y2*/Y0*/CLR
        +/Y5*Y2*X*/CLR

Y3  := /Y5*/Y3*Y2*Y1*Y0*/X*/CLR
        +/Y5*Y3*/Y2*/CLR
        +/Y5*Y3*/Y1*/CLR
        +/Y5*Y3*/Y0*/CLR
        +/Y5*Y3*X*/CLR

Y4  := /Y5*/Y4*/Y3*Y2*Y0*Y1*/X*/CLR
        +/Y5*Y4*/Y3*/CLR
        +/Y5*Y4*/Y2*/CLR
        +/Y5*Y4*/Y1*/CLR
        +/Y5*Y4*/Y0*/CLR
        +/Y5*Y4*X*/CLR

Y5  := /Y5*Y4*Y3*Y2*Y0*Y1*/X*/CLR
        +/Y5*/Y4*/Y3*/Y1*/Y0*/CLR
        +/Y5*/Y4*/Y3*/Y2*/CLR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจร START BIT

รูปแบบของข้อมูลนี้จะบันทึกบนแถบแม่เหล็กที่บัตร ATM เรากำหนดว่าจะต้องมีบิทเริ่มต้นจำนวน 4 บิท เพื่อตรวจสอบการเริ่มต้นในการอ่านและเขียนข้อมูล และหลักจากข้อมูล 4 บิทเริ่มต้นแล้วจะเป็นข้อมูลที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็ก ดังนั้นเราจึงนำ GAL มาสร้างเป็นวงจรสตาร์ทบิท, SHIFT ข้อมูล และกลับเฟสของสัญญาณ CK และ CLK/2 ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสตาร์ทบิท และขาสัญญาณต่างๆ

สมการของวงจร START BIT

```
PAL16R6
CK%2 /CLR /PRE CLK X IN NC NC GND
/OE INO Y1 Y2 Y3 ST NC NC CK VCC

/CK := CLK
/Y1 := /X*/PRE
/Y2 := /Y1*/PRE
/Y3 := /Y2*/PRE
```

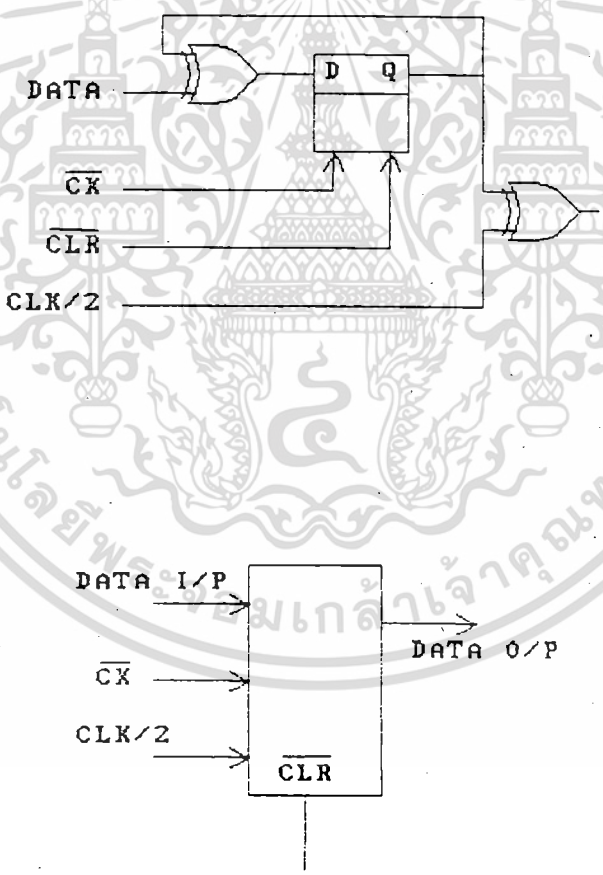
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

/ST := /Y3*/PRE

/INO := IN

การออกแบบวงจร MANCHESSTER CODE

ข้อมูลที่บันทึกบนแถบแม่เหล็กจะถูกแปลงเป็นรหัส และรหัสที่เลือกใช้จะเป็นรหัสMANCHESSTER หมายความว่า ที่บันทึกข้อมูลลอจิก "1" ความถี่จะเท่ากับความถี่ของ CLKแต่ถ้าเป็นลอจิก "0" ความถี่จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความถี่ของ CLK บล็อกไดอะแกรมของของวงจร MANCHESSTER CODE และ TIMMING จะเป็นดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 บอล์กไดอะแกรมของ MANCHESSTER CODE และ TIMMING DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการของวงจร MANCHESSTER CODE

PAL16R4

/CLK /CLR D T ST NC NC NC NC GND

/OE /SO NC NC NC NC F3 F1 NC NC VCC

/F1 = T*F3+/T*F3+CLR

/F3 = /D*/F3+D*F3+CLR

SO = ST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การออกแบบวงจรส่วนหยอดเหรียญ

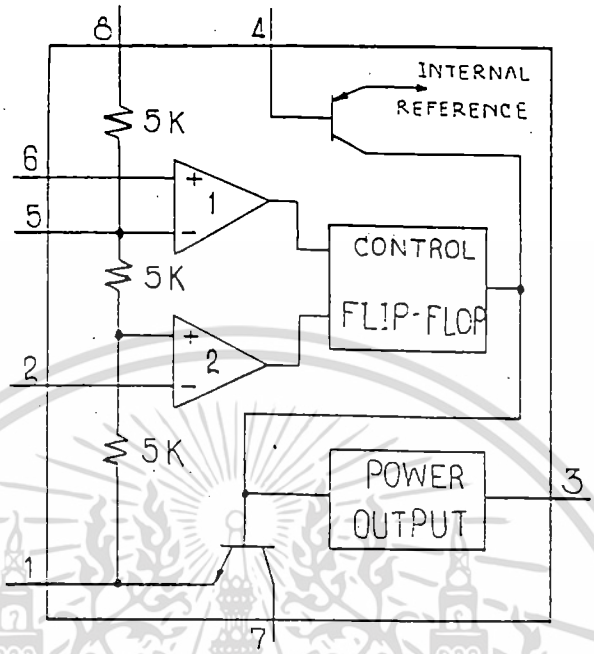
ส่วนหยอดเหรียญจะเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องจำหน่ายตั๋วรถไฟฟ้า โดยจะทำหน้าที่ตรวจเหรียญปลอม, เหรียญ 1 บาท,5 บาท,10 บาท และการทอนเงินด้วย โดยจะมีการส่งและรับสัญญาณควบคุมระหว่าง CPU รวมทั้งยังมีวงจร

- Senser
- Adding
- Display to Seven Segment
- Latch Data
- Clock Generation
- Magnetics

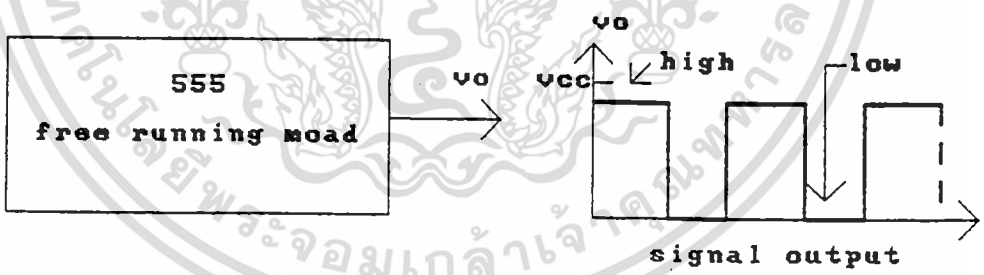
วงจรอะสเตเบิ้ลและโมโนสเตเบิ้ล

วงจรสเตเบิ้ลและโมโนสเตเบิ้ลใช้ IC Timer 555 เป็นหัวใจของวงจร ดังนั้นจะกล่าวถึงการทำงานและหน้าที่ของไอซีนี้ โดยประเภทของไอซี 555 จะแบ่งได้สองประเภท คือประเภทสร้างสัญญาณตลอดเวลาหรือเรียกว่าอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบเตอร์และประเภทสร้างสัญญาณเพียงลูกเดียวหรือเรียกว่าวันชอตมัลติไวเบรเตอร์หรือโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

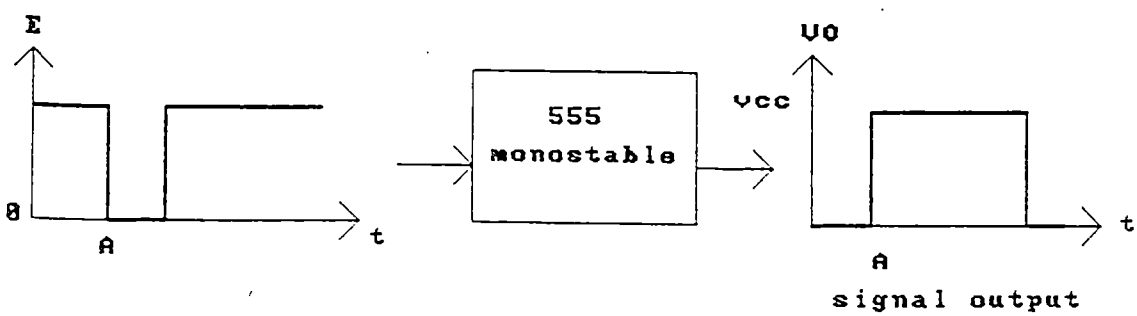
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบภายใน IC 555



รูปที่ 2 การทำงานประเภทสร้างสัญญาณตลอดเวลาหรืออะสเตเบิ้ล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 การทำงานประเภทวันชอตหรือโมโนสเตเบิ้ล

ในรูปที่ 2 เป็นการแสดงการทำงานประเภทอะสเตเบิ้ลของ IC 555 จะเห็นว่าสัญญาณแรงดันจะเปลี่ยนจากค่าแรงดันสูงเป็นค่าแรงดันต่ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆไม่มีวันหยุดช่วงเวลาของเอาท์พุท ที่ได้นี้จะหาได้จากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่นำมาต่อวงจรภายนอกIC 555 อีกที โดยค่าแรงดันเอาท์พุทในขณะที่มีค่าสูงสุดจะน้อยกว่าไฟเลี้ยง Vccเสมอและค่าแรงดันเอาท์พุทต่ำสุดมีค่าประมาณ 0.1 โวลต์

ในรูปที่ 3 จะมีข้อแตกต่างกับวงจรที่ผ่านมา ตรงว่าจะต้องมีสัญญาณภายนอกเข้ามากระตุ้นเท่านั้นจึงจะสร้างสัญญาณขึ้นมา 1 ลูก เมื่อมีสัญญาณจากภายนอกซึ่งมีแรงดันพอเหมาะเข้ามากระตุ้นวงจรแล้วแรงดันเอาท์พุทของIC 555 ก็จะเปลี่ยนจากสภาวะปกติจากต่ำไปสูงเป็นเวลาค่าหนึ่ง ซึ่งเวลาค่านี้จะสามารถหาได้จากค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่นำมาต่อเพิ่มเข้ากับวงจรนั้นเอง

หน้าที่ของขา IC 555

1.ขาเอาท์พุทเป็นขาที่ 3 จะเป็นได้ทั้งตัวดึงกระแสเข้า (Sink Current) และตัวให้กระแสไหลออก (Source Current)โดยเมื่อสัญญาณที่เอาท์พุทมีค่าต่ำไฟเลี้ยงจากภายนอกก็จะไหลเข้า IC 555 โดยในขณะนั้นซับพลายโหลด (Floating Supply Load) ซึ่งเสมือน ถูกต่อลอยอยู่จะเริ่มทำงาน โดยทำหน้าที่เป็นตัวผ่านกระแสจากไฟเลี้ยงภายนอกเข้าสู่ตัวไอซีและเมื่อสัญญาณเอาท์พุทมีค่าสูง IC 555 ก็จะทำตัวเป็นผู้ให้กระแส โดยปล่อยจะกระแสให้ไหลสู่กราวด์โหลด (Ground Load) หรือโหลดภายนอกที่ต่ออยู่กับขานี้นั้นเอง

2.ขารีเซต เป็นขาที่ 4 ซึ่งทำให้ 555 สามารถยกเลิกหรือสั่งซ้ำต่อสัญญาณคำสั่งที่มาจากขา Trigger Input ในขณะที่ขานี้ยังไม่ได้ใช้ขานี้ควรต่อเข้ากับไฟเลี้ยงและเมื่อต่อขานี้เข้ากับกราวด์หรือมีระดับแรงดันน้อยกว่า 0.4 โวลต์ ทั้งขา 3 และ ขา 7 ก็จะมีค่าแรงดันต่ำทันที

3.ขาดิสชาร์จ เป็นขาที่ 7 หน้าที่ของขานี้จะเหมือนกับชื่อของขาคือเมื่อสัญญาณเอาท์พุทมีค่าต่ำขานี้จะใช้เพื่อการดิสชาร์จกระแสของตัวเก็บประจุและเมื่อสัญญาณเอาท์พุทมีค่าสูงขานี้จะทำหน้าที่เปิดวงจรและให้ตัวเก็บประจุเกิดการชาร์จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกเข้าตัวเก็บประจุจนกระทั้งแรงดันของตัวเก็บประจุมีค่าที่กำหนดไว้

4.ขาควบคุมแรงดัน ตัวเก็บประจุที่ทำหน้าที่เป็นฟิลเตอร์ขนาด 0.01 uF มักจะถูกนำมาต่อเข้ากับขานี้ซึ่งเป็นขาที่ 5 กับกราวด์ตัวเก็บประจุที่นำมาต่อที่ขานี้จะทำหน้าที่บายพาสหรือส่งผ่านสัญญาณรบกวนและแรงดันกระเพื่อม ที่มาจากแหล่งจ่ายไฟ (Ripple Voltage)ลงกราวด์ไป ทั้งนี้จะทำให้แรงดันเทรสโฮลด์มีค่าถูกต้อง สำหรับค่าแรงดันนี้คือ แรงดัน ณ ค่าหนึ่งที่เริ่มทำให้เกิดหารเปลี่ยนแปลงสถานะของเอาท์พุท นอกจากนี้ขาควบคุมแรงดันนี้ยังสามารถนำมาใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันที่ขาเทรสโฮลด์และทริกเกอร์ได้อีกด้วย

5.ขาทริกเกอร์และขาเทรสโฮลด์ ไอซี 555 มีการทำงาน 2 สถานะและมีสถานะการจำอยู่ โดยสถานะต่าง ๆเหล่านี้ขึ้นอยู่กับขา สองขาก็คือ ขาทริกเกอร์ (ขาที่ 2)และขาเทรสโฮลด์ (ขาที่ 6)สัญญาณอินพุทที่ป้อนให้กับขาทริกเกอร์จะถูกเปรียบเทียบกับขาคอมพาราเตอร์ ซึ่งถูกกำหนดให้เปรียบเทียบที่ค่าเทรสโฮลด์ค่าต่ำหรือ VLt (Lower Theshole Voltage) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ VCC/3 สำหรับสัญญาณที่ป้อนให้กับขาเทรสโฮลด์จะถูกเปรียบเทียบกับคอมพาราเตอร์อีกตัวหนึ่ง ซึ่งจะถูกกำหนดให้เปรียบเทียบที่ค่าเทรสโฮลด์ค่าสูง

ในการป้อนอินพุตแต่ละครั้งค่าแรงดันที่ป้อนเข้ามานั้นเป็นไปได้ที่จะมากว่าหรือน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าเทรสโฮลด์ทั้งสองอัน จะทำให้เกิด 4 สภาวะที่กล่าวมาแล้ว โดยเมื่ออยู่ในการทำงานแบบ A แรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามามีค่าต่ำกวาแรงดันอ้างอิงทั้งขาทริกเกอร์และขาเทรสโฮลด์ ดังนั้นแรงดันที่ขาเอาท์พุทของไอซี 555 ก็จะให้ค่าสูงในขณะที่การทำงานแบบ Dแรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามามีค่าสูงกว่า แรงดันอ้างอิงทั้งสอง แรงดันที่ขาเอาท์พุทไอซี 555 ก็จะให้ค่าต่ำ

สำหรับกรณีการทำงานแบบ B และ C เป็นสถาณะที่ไอซี 555 ยังคงจำสถาณะเดิมอยู่โดยเมื่อแรงดันที่ป้อนเข้ามาเพิ่มขึ้นจากค่า VLt ไปเกือบถึงค่า VUI หรือสภาวะ C วงจรยังคงจดจำสภาวะเดิมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถานะการทำงาน IC 555

VUT = 2 Vcc / 3

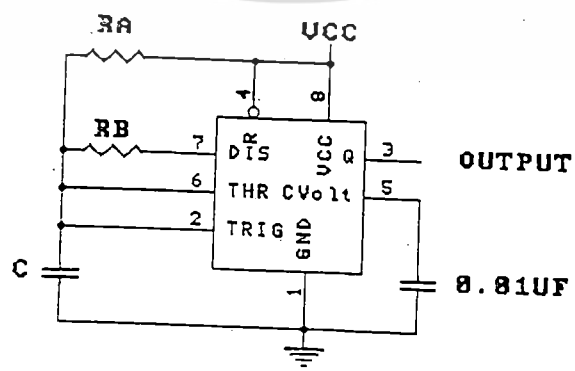
VLT = Vcc / 3

High = +Vcc

Low = 0,GND

ตารางการทำงานของไอซี 555

สถานะการทำงาน	ขาทริกเกอร์	ขาเทรสโฮลด์	ผลลัพท์	
			ขาเอาท์พุท	ขาดิสชาร์จ
A	ต่ำกว่า VLT	ต่ำกว่า VUT	H	เปิดวงจร
B	ต่ำกว่า VLT	สูงกว่า VUT	สถาณะเดิม	
C	สูงกว่า VLT	ต่ำกว่า VUT	สถาณะเดิม	
D	สูงกว่า VLT	สูงกว่า VUT	L	กราวด์



รูปที่ 4 การทำงานแบบอะสเตเบิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC 555 สามารถที่จะนำมาต่อเป็นวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ไว้ดัง รูป 4 โดยเราสามารถนำมาเป็นวงจรกำเนิด CLOCK ได้

$$t_{high} = 0.695(Ra + Rb)C$$

$$t_{low} = 0.695\ Rb\ C$$

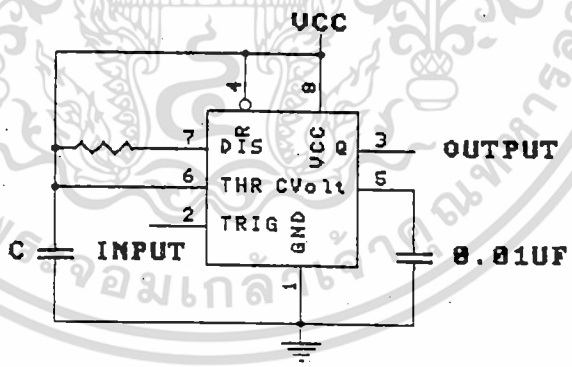
$$T = t_{hight} + t_{low} = 0.695\ (Ra + 2Rb)\ C$$

$$f = 1 / T = 1.44 / (Ra + 2Rb)\ C$$

โดยที่ค่าดิวตี้ไซเคิล

$$D = t_{low} / T = Rb / (Ra + 2Rb)$$

วงจรโมโนสเตเบิ้ล



รูปที่ 5 วงจรโมโนสเตเบิ้ล

เป็นวงจรกำเนิดพัลซ์เพียงลูกเดียวหรือที่เรียกว่า วงจรวันชอต

$$t_{high} = 1.1 \star Ra \star C$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของวงจร SENSOR

ในส่วนนี้ได้ใช้อุปกรณ์อินฟาเรด เป็นตัวคอยจับว่ามีเหรียญเข้ามาหรือไม่ รวมถึงการเช็คว่าเหรียญที่เข้ามานั้นเป็นเหรียญประเภทไหน (10,5,1 บาท) โดยการเช็คความสูงของเหรียญประเภทต่าง ๆ โดยการเช็คความเร็วของเหรียญด้วย โดยเราจะใช้ Senserชุดบน 3 ชุดและชุดล่าง 1 ชุด เพื่อจับการเข้ามาของเหรียญ ที่เล็กกว่าเหรียญ 1 บาท ก็จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นวงจรทอนเหรียญ แต่เนื่องจากเรามี Senser อยู่ 3 ชุดดังนั้นการที่จะให้ O/P ออกไปเพียงชุดเดียวนั้นเพื่อไปเข้าวงจรบวก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรกันการออกไปแสดงที่เอาท์พุทที่ละหลาย ๆ โดยใช้วงจรทางด้านลอจิกดังตาราง

ตารางแสดงผลของเหรียญทางลอจิก

10	5	1	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	0	1
X	0	0	0
X	X	X	0

ภาควงจรทอนเหรียญ

ในส่วนของวงจรทอนเหรียญจะนำมาควบคุมโซลีนอยด์ในการทอน โดยโซลีนอยด์วาล์วดึงเข้า 1 ครั้งก็จะคือเหรียญ 1 เหรียญ โดยเครื่องขายตั๋วรถไฟฟ้าอัตโนมัตินี้จะทำการทอนเหรียญบาทกับเหรียญสิบเท่านั้น ดังนั้นเราจึงใช้โซลีนอยด์วาล์ว 2 ตัว โดยส่วนของการควบคุมการทอนเหรียญของโซลีนอยด์วาล์ว จะได้กล่าวถึงในส่วนต่อไป

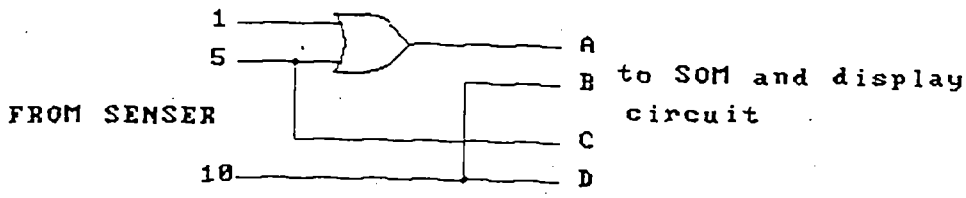
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่เป็นตัวกำหนดว่าต้องทอนเหรียญเท่าไรจะถูกส่งมาจาก CPU ซึ่งจะส่งมาเป็น DATA แบบ BCD 2 หลักแบ่งเป็นหลักสิบกับหลักหน่วย ซึ่งการทอนเหรียญบาทกับเหรียญสิบจะมีส่วนของวงจรควบคุมโซเลนอยด์วาวล์ที่เหมือนกันจึงมีวงจรทอนเหรียญ 2 ชุดสำหรับเหรียญบาทและเหรียญสิบ 1ชุด โดยในวงจรทอนเหรียญนี้จะใช้ ไอซี 74LS190 Syscronous Up/Down Decade Counter With Down/Up Mode Control โดยเราจะให้วงจรทำงานใน Mode นับลง

IC 74LS190 เป็น IC ประเภท TTL มี 16 ขาแบ่งเป็น Input 8 ขา และขา Output 6 ขาที่เหลืออีก 2 ขา เป็น Ground และ Vcc ขา Inputแบ่งออกเป็นขารับ Data 4ขา (BCD) และอีก 4 ขา ที่เหลือคือขา Clock ทำหน้าที่รับสัญญาณ Clock จากวงจรกำเนิดสัญญาณ Clock เมื่อมี Clock Input เข้ามา 1 ลูก ก็จะทำการนับหนึ่งครั้งขา Load โดยปกติจะไม่มีสัญญาณ Load "Low" ป้อนเข้าสู่ IC 74LS190 ข้อมูลที่ขา Data Input ก็จะไม่ถูก Loadเข้าไปยัง IC ซึ่งโดยปกติขา Load จะถูกต่อเข้ากับสัญญาณระดับ "High" เมื่อต้องการนับลงก็ป้อน "Low" ให้ IC 1 ลูกขา Enableปกติต้องต่อลงGround"Low"วงจร 74LS190 ถึงจะทำงานได้ ขา Down/Up ใช้สำหรับเลือก Mode การทำงานโดยป้อนสัญญาณ "Low" นับขึ้นและ "High" นับลง ขา Outputของ 74LS190 ประกอบด้วยขา Data Output 4ขาอีก 2ขาคือ Ripple Clock กับ Min/Max โดยขา Ripple Clock ปกติจะแสดงสภาวะ "High" แต่เมื่อ Data Output เปลี่ยนจาก 9 เป็น 0 หรือ 1 เป็น 0 ก็จะเป็นสภาวะ "Low" ขา Min/Max ปกติก็จะแสดงสภาวะเป็น "Low" เมื่อ Data Output เปลี่ยนจาก 9 เป็น 0 หรือ 1 เป็น 0 ก็จะเปลี่ยนสภาวะเป็น "High"

ในการนำ 74LS190 มาใช้ในภาควงจรทอนเหรียญเราจะใช้มันทำงานใน Mode ทับลงจึงต่อขา 5 (o/p) เข้ากับไฟ Vcc เนื่องจากเราจะนำสัญญาณไปป้อนให้กับIransistor ที่ขับโซลีนอยด์วาล์วเป็น Clock จำนวนเท่ากับ Data Input ที่ส่งเข้ามาเราจึงต่อขา Minimax เข้ากับขา Enable กล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 วงจรเข้ารหัส

จากวงจรในรูปก็จะทำให้เราสามารถได้รหัส BCD ไปเข้าวงจรบวกเพื่อทำให้เกิดการแสดงขึ้นที่ Display ไปเรื่อยตามจำนวนของเงินที่ผู้ซื้อได้ใส่มาภายในเครื่อง จากนั้นก็จะจบการทำงานในส่วนนี้ โดยข้อมูลที่แสดงที่ 7-Segment นี้จะถูกนำไปเชื่อมเข้ากับชุดที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลทางด้านส่วนถัดจากนี้ต่อไป

หลักการทำงานเบื้องต้น

จากรูปวงจรพบว่าวงจรในภาคนี้แบ่งออกได้เป็นส่วนย่อยได้อีกเพื่อทำให้เราสามารถเข้าใจหลักการทำงานได้โดยง่ายจะแบ่วในลักษณะดังนี้

1. ส่วนของวงจรบวก
2. ส่วนแสดงผลออกทาง 7-Segment
3. ส่วนที่แสดงการทด
4. ส่วนที่ใช้ในการ Latch ข้อมูล
5. ส่วนของวงจรกำเนิด Clock

ส่วนของวงจรบวก

ในส่วนของงวงจรบวกในที่นี้ได้ใช้ IC 74LS283 เป็นหลักโดยภายในตัวของ 74LS283 นี้จะประกอบไปด้วยวงจรบวกเลขฐานสองขนาด 8 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะทำการบวกแบบ Full Adder โดยจะคิดตัวทดแล้วนำมาบวกด้วย ลักษณะของ 74LS283 มีลักษณะดังนี้ คือ จะมี Vcc,GND,Co,A_1-A_4,B_1-B_4,Ci,S_1-S_4 โดย Vcc มีขนาด 5 โวลท์ Co คือ บิทสุดท้ายที่จะนำไปทดไปยังหลักต่อไป A_1-A_4 และ B_1-B_4 คือ ข้อมูลอินพุทที่จะนำไปบวกเพื่อจะนำเอาผลบวกแสดงออกไป Ci คือ ค่าที่นำมาบวกเพิ่มหรือตัวทดรับเข้าS_1-S_4 คือ แสดงค่าผลบวกของ A_1-A_4 ร่วมกับ B_1-B_4

ลักษณะของการนำมาใช้ต่อเป็นวงจรคือ นำเอา 74LS283 มาต่อในลักษณะคล้าย ๆกับการต่อในแบบขนานโดยจะใช้หลักหน่วย 2 ตัว และหลักสิบ 2 ตัวซึ่งเนื่องจาก 74LS283 เป็นการบวกเลขในลักษณะเลขฐานสอง ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ 74LS283 2 ชุด เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ออกไปทาง S_1-S_4 เป็นเลขจำนวน BCD $(0\text{-}9)_{10}$ โดย 74LS283 ในตัวแรกนั้นจะทำการบวกแล้วได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นเลขฐานสองออกไปทาง S_1-S_4 ของ IC ตัวแรก ต่อจากนั้นผลลัพท์ที่ออกมามีค่า 0-9 ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องบวกค่าจำนวนหนึ่งเข้าไปเพื่อให้เลขที่ออกไปทาง S_1-S_4 ของ IC ตัวที่สอง แต่ถ้าค่าที่ออกมาจาก S_1-S_4 เกิน 9 คือ 10-15 นั้น เราจำเป็นที่จะต้องบวกค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ 6 $(0110)_2$ ถึงจะได้ค่าที่จะนำไปใช้ในการส่งออกไปส่วนแสดงผลออกมาทาง 7-Segment โดยใช้การเช็คบิทที่ 4,3,2 แล้วนำไปที่อินพุท B_1-B_4 เพื่อทำให้เกิดการบวกให้แสดงผลทางด้าน O/P ที่ถูกต้อง

ส่วนแสดงผลทาง 7-Segment

ในส่วนนี้จะใช้ IC 74LS47 คือตัวนี้เป็นการแปลงเลขฐาน BCD ให้เป็นรหัส แสดงออกทาง 7-Segment โดยทั่ว ๆ ไปจะรับข้อมูลทางอินพุท 4 เส้น และทำการดีโค้ดข้อมูล โดยใช้แบบเปิด Collector ทางด้านเอาท์พุทเพื่อนำไปใช้กับตัวแสดงในส่วนต่าง ๆ ให้ได้ค่าที่ถูกต้องโดยแต่ละเซกเมนต์ทางเอาท์พุทถูกขับให้มีกระแสขนาด 24 mAในการที่เป็น โลจิก "1" และ 15 V ที่สภาวะ "0" โดยมีกระแสรั่วไหลประมาณ 250 uA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่แสดงการทด

ในส่วนนี้ได้ใช้การเช็คโดยการ Detect บิทที่ออกมาจาก IC 74LS283 ตัวแรกโดยจะเช็คที่บิท 4,3,2 ของ S_1-S_4 เพื่อให้สามารถรู้ว่าบิทหลักหน่วยว่ามีการบวกกันเกิน 9หรือไม่ ถ้าเกินก็จะส่งบิทหนึ่งไปโดยเป็นลอจิก "1" ไปเข้าที่บิทต่ำสุดของหลักสิบของ LC 74LS283 ตัวแรกของหลักสิบ

ส่วนที่ใช้ในการ Latch ข้อมูล

เนื่องจากเราจำเป็นต้องทำการบวกเลขจำนวนเพิ่มขึ้นจากเดิมไปเรื่อย ๆ ดังนั้นเราจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลทางด้านที่ออก O/P มาขอ เพื่อให้อินพุทเข้ามานำมาบวกกับค่าเดิมของมัน โดยเราจะใช้ IC 74LS75 ซึ่งภายในเป็นวงจร D F/F โดยมีขา G เป็น ตัว enable เพื่อให้มี O/P ตาม I/P ในการใส่วงจรการ Latch นี้เพื่อไม่ให้เกิดการบวก แบบทวีคูณไปเรื่อย ๆ ทำให้เกิดการกวนกันของสัญญาณ โดยขา G ของ 74LS75เราได้สัญญาณมาจากส่วนของวงจรกำเนิด Clock ซึ่งจะกล่าวในส่วนต่อไป

ส่วนวงจรกำเนิด Clock

จะใช้วงจรพื้นฐานของไอซี 555 คือการนำเอาไอซี 555 มาใช้เป็นวงจรแบบโมโนสเตเบิ้ล คือถ้าอินพุทมาเป็นลอจิก "0" ก็จะให้เอาท์พุทออกเป็นลอจิก "1" หนึ่งครั้งโดยคาบเวลาที่เอาท์พุทเป็นลอจิก "1" นี้จะนานเพียงไรก็จะขึ้นอยู่กับค่า time constant ที่กำหนดได้จาก ค่า R และ C ของวงจร โดยสามารถกำหนดได้ง่าย ๆ จากสูตรที่ว่า

$$T_t = 1.1\ R_t.C_t$$

จากวงจรนี้จะใช้ไอซี 555 2 ตัวนี้ โดยจะทำงานเป็นแบบ Sequence โดยจะเรียงกันตามลำดับโดย O/P จะออกก็ต่อเมื่ออินพุทเป็นลอจิก "0" โดยในช่วงนี้ O/P ของ 555 ตัวที่ 2 จะไม่มี O/P ออก พอหมดช่วงที่ไอซี 555 ตัวที่ 1 หมดช่วงลอจิก "1" O/P ที่ไอซี555 ตัวที่ 2 ถึงจะมี O/P ลอจิก "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

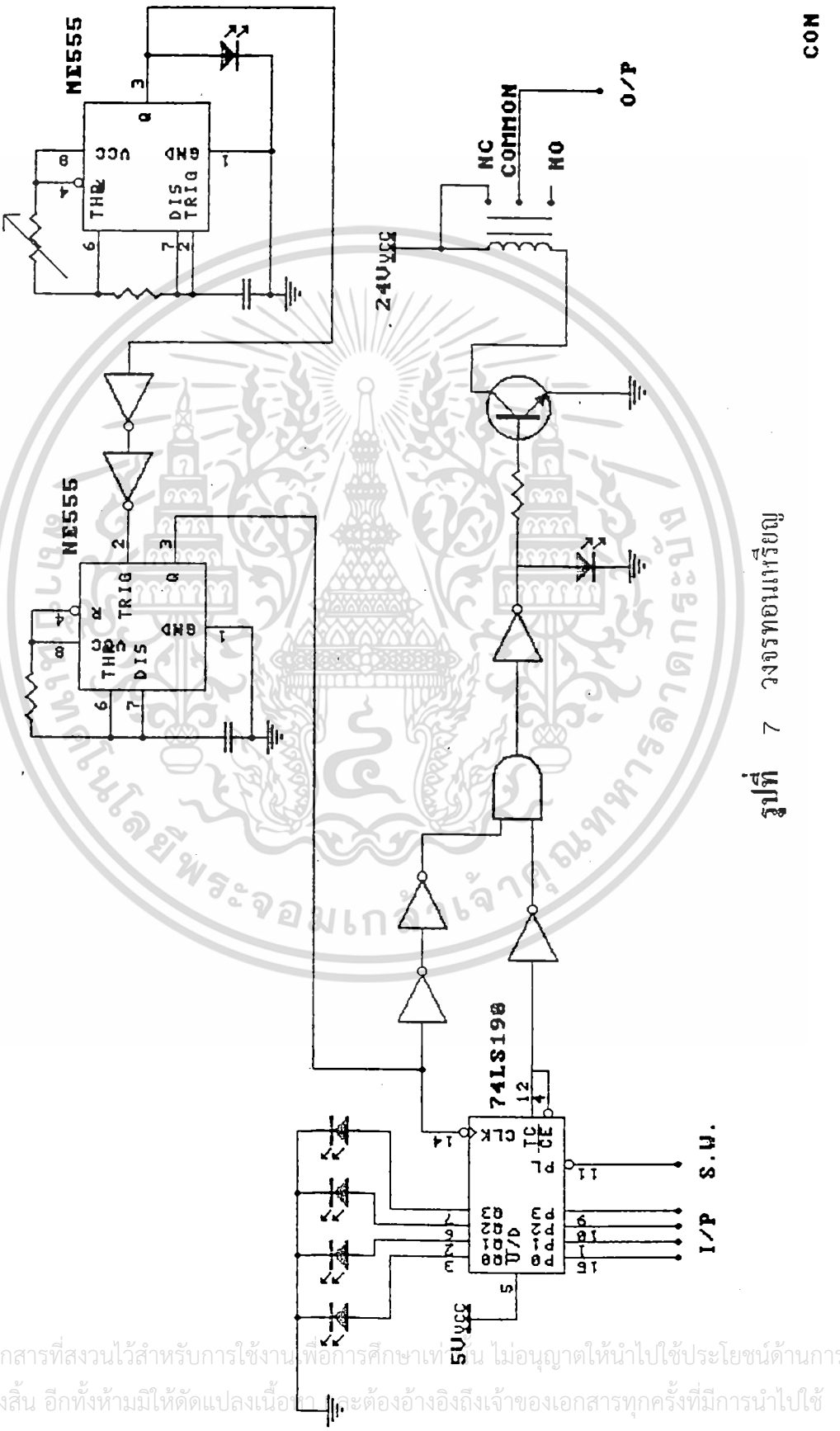
ออกพอหมดช่วงที่O/P ไอซี 555 ตัวที่ 2 เป็นลอจิก "0" ก็คือหมดช่วงการทำงานในรอบ ๆ หนึ่งแล้ว โดยควบคุมเวลาของไอซีทั้งสองตัวนี้ จะไม่เท่ากัน โดยเราได้กำหนดโดยประมาณค่าดังนี้

T_1 › 0.25 Sec

T_2 › 0.1 Sec

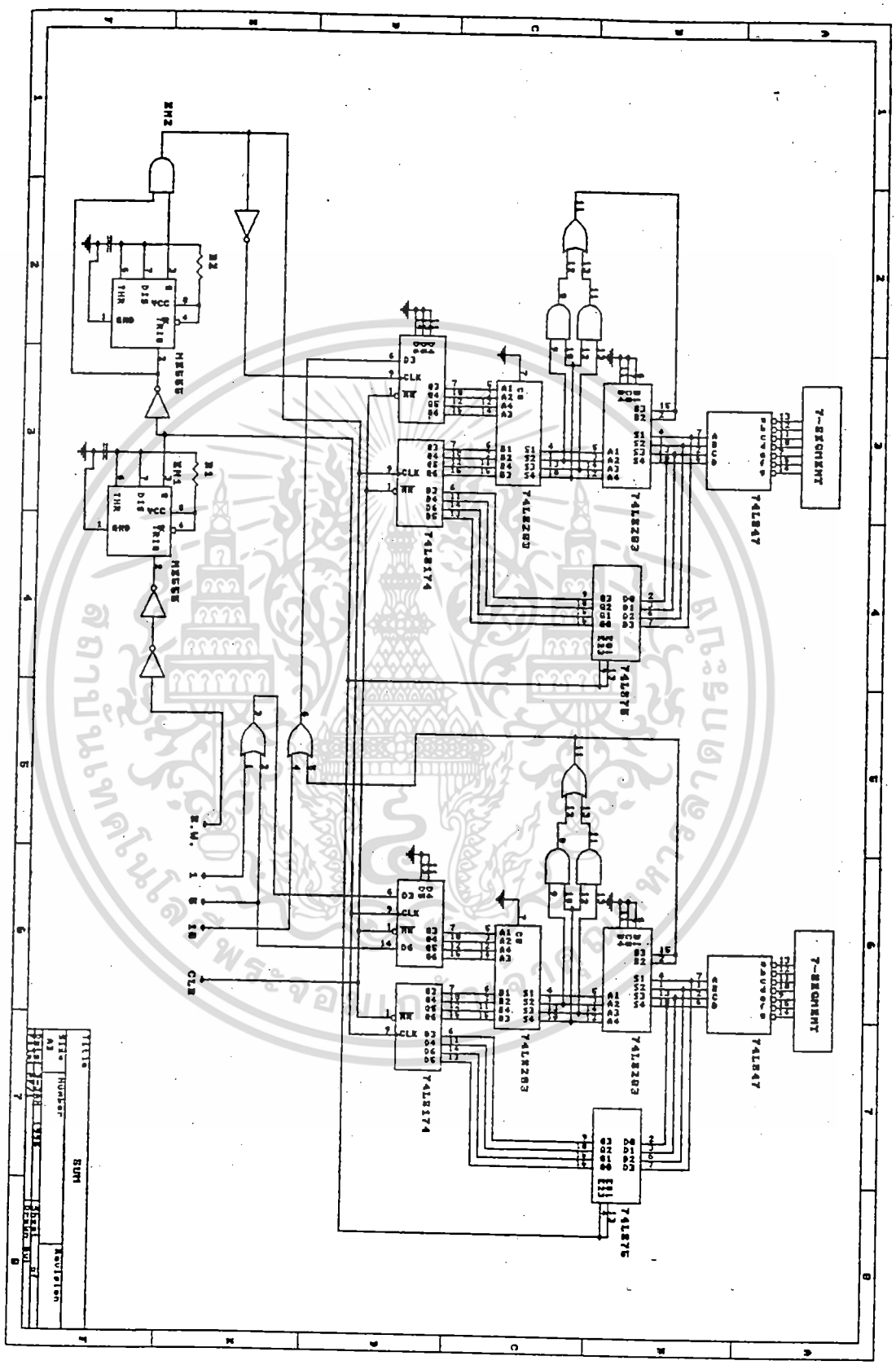
ดังนั้นในการบวกเลขจำนวนหนึ่ง ๆ นั้นจะใช้เวลาประมาณ 0.35 Sec ดังนั้นอัตราการหยอดเหรียญ จะต้องเว้นช่วงประมาณ 0.35 Sec เพื่อให้การบวกให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 วงจรทดแทนรีเลย์

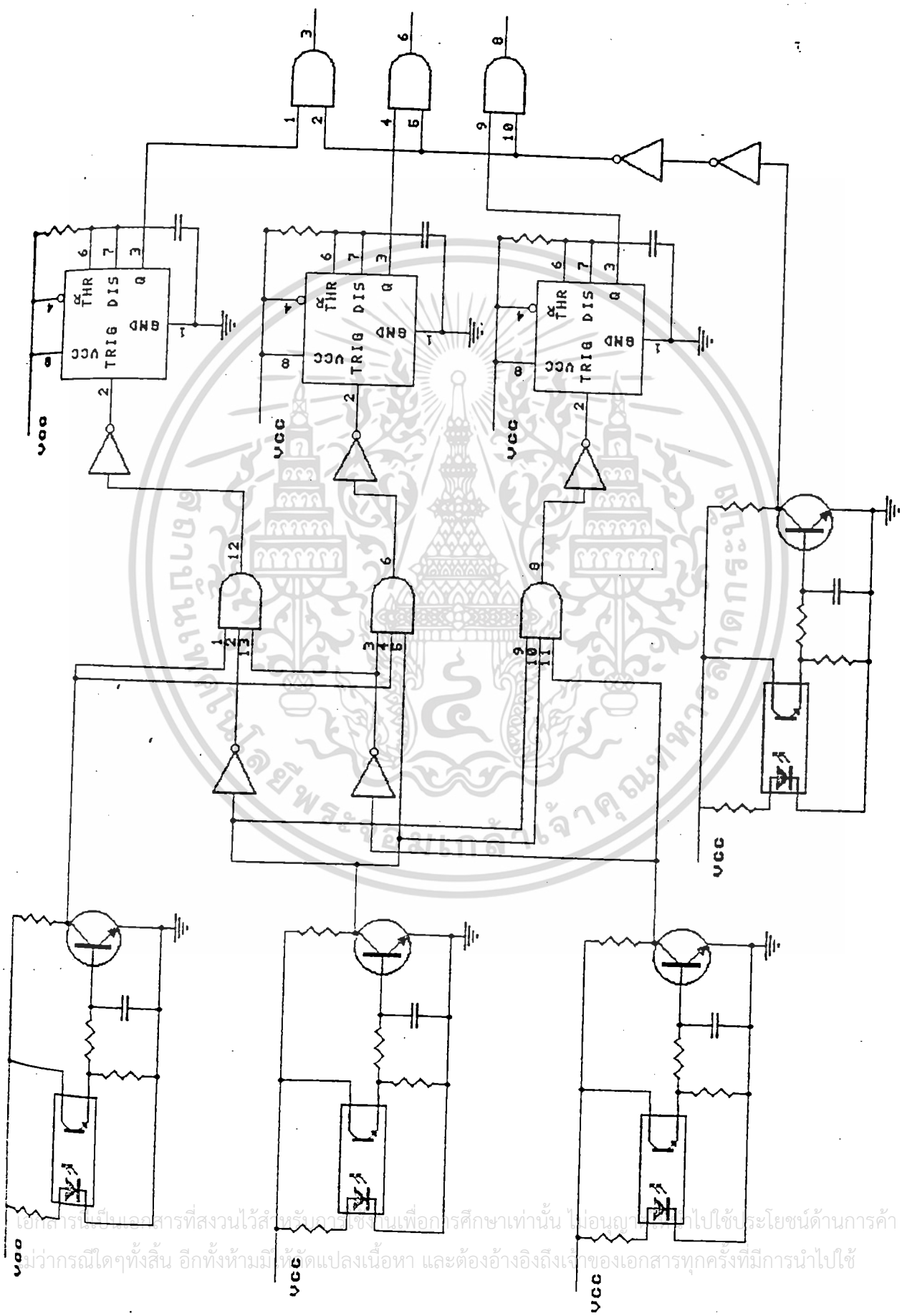
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 วงจรบวกเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9 วงจร SENSOR



โอกาสในเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การออกแบบวงจรอินเตอร์เฟส

ในบทนี้จะกล่าวรายละเอียดของวงจรอินเตอร์ฟสแต่ละวงจรที่ติดต่อหน่วยประมวลผลกลางดังต่อไปนี้

DOT MATRIX LCD MODULE

เพื่อที่จะให้เกิดความสะดวกและความเข้าใจกันระหว่างเครื่องจำหน่ายตั๋วกับผู้โดยสารดังนั้นจึงใช้อุปกรณ์ในการแสดงผล ซึ่งในโครงการนี้ใช้ DOT MATRIX LCD MODULE เป็นอุปกรณ์ในการแสดงผล โดยจะแบ่งประเภทของ LCD ดังนี้

1. CHARACTER LCD MODULE
2. GRAPHIC LCD MODULE
3. SEGMENT DISPLAY TYPE LCD MODULE

โดยในแต่ละแบบก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ แบ่งได้เป็น

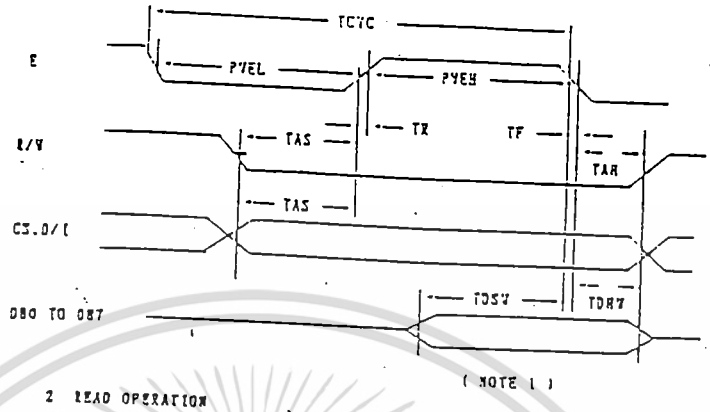
1. DOT MATRIX LCD MODULE เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือ ส่วนที่เป็นกระจกบรรจุผลึก
2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาจับผลึก อีกทีหนึ่ง
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่าง ๆ เช่น การลบจอภาพ การเกิดตัวอักษร เป็นต้น

โครงสร้างภายในของ LCD DV-12864

โครงสร้างภายในของ LCD จะประกอบด้วยส่วนของ Controller โดย HD61203จะควบคุมการอ้างถึง Page ของข้อมูล และ HD61202 จะควบคุมในการอ้าง Segment ซึ่งในการใช้งาน เราจะต้อง Control ส่วนเหล่านี้ โดยการส่งรหัสควบคุมไปที่ขาของ LCD ดังนี้

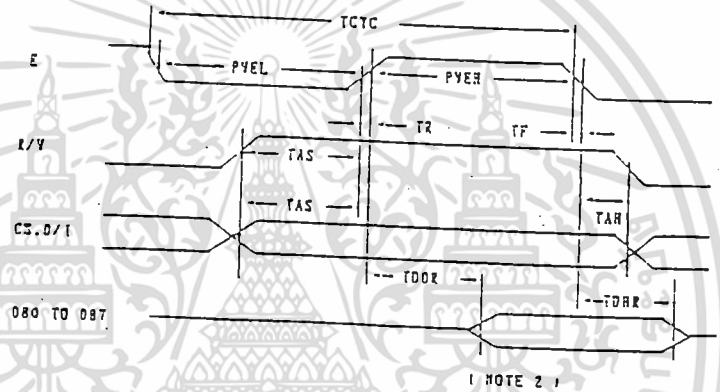
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 WRITE OPERATION



(NOTE 1)

2 READ OPERATION



(NOTE 2)

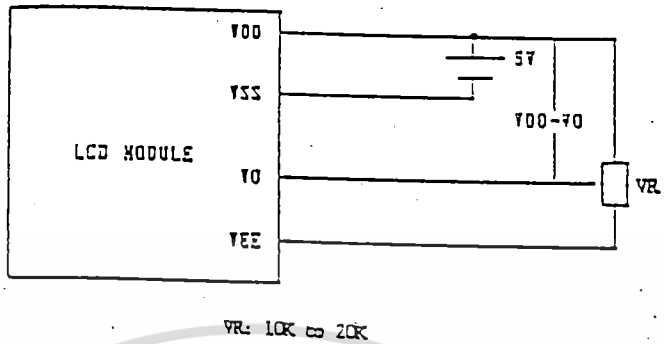
3 Bus timing Characteristics (VDD=5.0V ,Ta=-20 to +75°C)

ITEM	Symbol	Limit		NOTE
		min	max	
E Cycle Time	TCYC	1000	—	1, 2
E high level width	PWEH	450	—	1, 2
E low level width	PWEL	450	—	1, 2
E rise time	TR	—	25	1, 2
E fall time	TF	—	25	1, 2
Address setup time	TAS	140	—	1, 2
Address hold time	TAH	10	—	1, 2
Data setup time	TDSW	200	—	1
Data delay time	TDDR	—	320	2
Data hold time (Write)	TDHW	10	—	1
Data hold time (Read)	TDHR	20	—	2

Units:nS

รูปที่ 2 Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงขาแหล่งจ่าย และการต่อใช้งาน

การเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมการแสดงผลของ LCD DV-12864

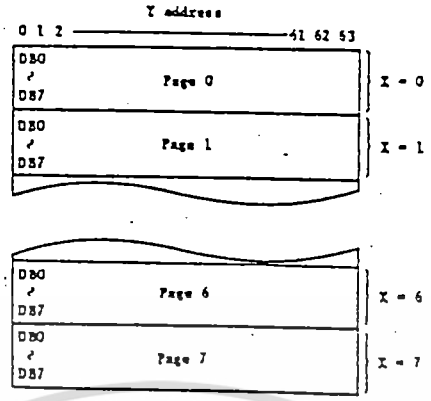
DV-12864เป็น LCD Graphic มีขนาด 128*64 Dot ซึ่งมี Controller ภายใน(HD61202,HD61203)โดยการทำงานของ Controller จะมีลักษณะแบ่งการควบคุมไว้ดังนี้

Line คือการอ้างถึงบรรทัดของข้อมูล ภายในจะแบ่งเป็น 64 แถว (com1-com64)

Page (X-address)เป็นการอ้างอิงถึงหน้าต่างของการแสดงผล ภายในหนึ่ง page จะประกอบไปด้วย 3 line ซึ่งจะเป็นการอ้างอิงถึงข้อมูลด้วย data-bus โดยตรง ภายในของ LCD จะประกอบด้วย 8 page ซึ่งจะถูกชี้โดย X-register โดยเมื่อต้องการให้ LCD แสดงผลที่หน้าต่างใดของหน้าจอเราจะต้องตั้งค่า X ให้กับ LCD ซึ่งเมื่อตั้งค่า X ให้กับ LCD แล้วค่า X นั้นจะ ไม่เปลี่ยนแปลง จนกระทั่งมีการตั้งค่าใหม่ให้กับ LCD

Segment (Y-address)เป็นค่าพอยท์เตอร์ในการชี้ที่อยู่ของข้อมูล ซึ่งภายใน LCD จะถูกควบคุมการชี้ของข้อมูล โดย HD61202 โดยในตัว HD61202 จะสามารถชี้ที่อยู่ของข้อมูลได้ 64 segment ซึ่ง HD61202 ทั้งสองก็สามารถ ทำการอ้าง segment ได้ถึง 128 segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

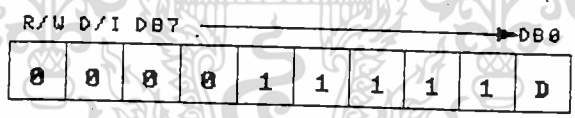


รูปที่ 4 แสดงการแบ่งการควบคุม

โดยการใช้งาน เมื่อทำการตั้งค่า Y แล้ว ค่า Y จะถูกเพิ่มค่าขึ้นเสมอ เมื่อมีการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงบน LCD

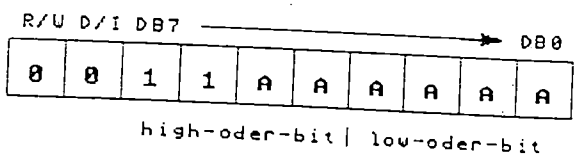
คำสั่งควบคุมของ LCD

1. Display ON/OFF



เป็นคำสั่งควบคุมการแสดงผลโดยการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับค่า D (DB0) เมื่อค่า Dเป็น1 LCD จะทำการแสดงผล และเมื่อค่า D เป็น 0 LCD จะมไทำการแสดงผล ข้อมูลภายใน LCD จะไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากคำสั่งนี้

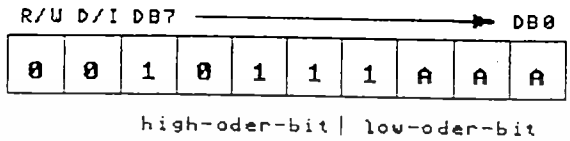
2. Display Start Line



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

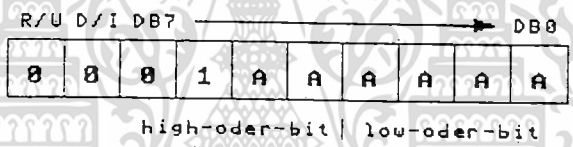
ค่า A จะเป็นค่าหมายเลขบรรทัด ที่จะให้ LCD แสดงผลเป็นบรรทัดแรกของจอภาพ

3. Set PAGE (X-address)



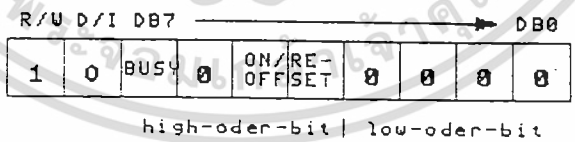
ค่า AAA ของคำสั่ง จะเป็นการตั้งค่า X-address ซึ่งหลังจากทำคำสั่งนี้แล้ว ข้อมูลจาก DB_0-DB_7 จะเป็นการติดต่อกับ RAM ที่ PAGE นี้ตลอดจนกว่า จะมีการตั้งค่าใหม่ให้กับ LCD

4. Set Y-address



ค่า A จะเป็นการตั้งค่าของ Y-address (ค่า Y จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-63)และค่า Y จะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 เมื่อมีการอ่านหรือเขียนข้อมูลจาก CPU

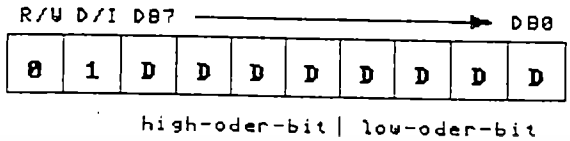
5. Status Read



เป็นการอ่านค่าสถานะของ LCD โดยถ้าค่า Busy เป็น "1" LCD จะทำงานในส่วนภายใน ซึ่งทำให้ไม่สามารถควบคุม LCD ในขณะนี้ได้เพราะฉะนั้นเพื่อให้แน่ใจ ในการควบคุมครั้งต่อไป จะต้องมีการตรวจค่าของ Busy ให้ได้ค่าเป็น "0" เสียก่อน

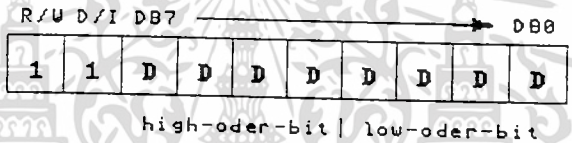
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Write Display Data



การเขียนข้อมูลเข้าไปใน LCD ซึ่งข้อมูล DDDDDDDD จะถูกเก็บใน LCD RAM และค่า Y จะถูกเพิ่มขึ้น 1

7. Read Display Data



เป็นการอ่านข้อมูลที่แสดงผล โดย LCD จะให้ค่าข้อมูลออกมาที่ Data bus ค่า Y จะถูกเพิ่มขึ้นค่า 1 เช่นเดียวกับการเขียนข้อมูล

การ INTERFACE กับ Z80-180 MPU

ในการ INTREFACE กับZ80-180 จะพิจารณาการ Control ขาต่าง ๆ ของ LCD กับ CPU ดังนี้

ขา RST จะต่อกันโดยตรง

ขา R/W จะต่อจากขา RD ผ่านInverterเนื่องจาก cpu active low LCD Read High ซึ่งในกรณีที่ cpu ไม่มีการอ่านข้อมูล ให้ทำการ pull down ให้กับ LCD (ให้ LCD อยู่ในสภาวะรับข้อมูล)

ขา CS1,CS2 จะใช้การต่อ CS1 ผ่าน Inverter เข้ากับ CS2 และให้ CS2 ต่อกับ A0 (ใช้ A0 ในการชี้ CS1 และ CS2) โดยเมื่อ A0 เป็น Low ให้ทำการติดต่อ กับ CS1 และ เมื่อ A0 เป็น High ให้ทำการติดต่อกับ CS2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา D/I ใช้ต่อกับ A1 โดยตรง โดย A1 จะเป็นการกำหนดข้อมูลว่าเป็น Data หรือ Control

จากการต่อขา CS และขา D/I จะทำการควบคุม LCD เป็นดังนี้

A7-A2	A1	Ao	ความหมาย
–	0	0	ติดต่อกับ CS1 เป็น Control LCD
–	0	0	ติดต่อกับ CS2 เป็น Control LCD
–	0	0	ติดต่อกับ CS1 เป็น Data
–	0	0	ติดต่อกับ CS2 เป็น Data

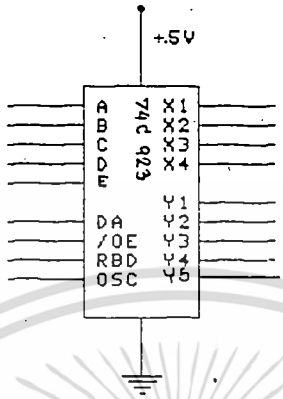
ขา E เป็นขาควบคุมการทำงานของ LCD ในการติดต่อกับภายนอก โดยขา E จะต้องใช้ Logic High ในการบอกให้รับทราบการติดต่อ และใช้ขอบขาลงของสัญญาณในการติดต่อกับข้อมูลทาง Data Bus การ Interface จึงใช้ D Flip-Flop ในการควบคุมการทำงาน โดยจะกำหนดให้มีการทำงานดังนี้

เมื่อมีการอ้างอิงพอร์ทของ LCD จะให้ขา E เป็น High (ต้องมีการอ่านหรือเขียนข้อมูลด้วย)ตามการทริกของ Clock (ขา CK จะทริก Logic จากขา D ไปขา Q) และเมื่อไม่มีการอ้างถึง Port ของ LCD จะให้ขา E มีสภาวะ Low

Soft Ware ของการ Interface

ในการเขียนโปรแกรมใช้งาน วงจร Interface ที่ 1-1 หมายเลขพอร์ทที่ใช้อ้างอิง LCD ก็คือ 40H-43H และขั้นตอนการทำงานสามารถดูได้จาก Flow Chart โดยโปรแกรมนี้จะเป็นการ นำเอาข้อมูลจาก Buffer Address 3B00H-3EFFH มาแสดงที่ LCD (ใช้งานใน Graphic Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ขาสัญญาณต่างๆ ของไอซี 74C923

รายละเอียดขาสัญญาณ ของ IC 74C923

A,B,C,D,E เป็นขาสัญญาณ DATAOUTPUT ที่เป็นรหัสของคีย์บอร์ดที่ถูกกด และรหัสของสัญญาณที่ถูกกดจะเป็นเลขฐานสอง

$\overline{DA}$ (DATA AVALIABLE) เป็นขาสัญญาณ O/P จะ Active ที่ Logic "1" เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกดและสามารถนำสัญญาณนี้ไปใช้สำหรับอินเตอร์รัพต์ เพื่อบ่งบอกการกดคีย์ในไมโครโปรเซสเซอร์ได้โดยจะมีวงจรแลตช์ เพื่อเก็บค่าของคีย์ที่ถูกกดไว้ หลังจากปล่อยนิ้วออกจากคีย์ เพื่อป้องกันการอ่านค่าผิดพลาดในขณะที่ ไมโครโปรเซสเซอร์กำลังทำงานอื่นอยู่

$\overline{OE}$ (OUTPUT ENABLE) เป็นขาสัญญาณอินพุต จะทำงานเมื่อระดับของสัญญาณเป็นลอจิก "O" จะทำให้ข้อมูลเลขฐานสองที่เป็นรหัสของคีย์บอร์ดนี้ถูกกดจะออกทางขา A, B, C, D และ E ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ่านค่าได้

$\overline{DB}$ (DEBOUNCE) จะเป็นขาสัญญาณอินพุต ที่ใช้ในการแก้เบาซ์ของคีย์บอร์ดทางฮาร์ดแวร์ โดยใช้ตัวเก็บประจุ 1 ตัว ซึ่งโดยปกติเมื่อมีการกดคีย์หน้าสัมผัส ของคีย์บอร์ดจะเปิด และปิดอย่างรวดเร็วหลาย ๆ ครั้ง ก่อนจะปิดสนิท และเหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นอีกครั้งเมื่อปล่อยคีย์ ในการแก้ปัญหาการเกิดดีเบาซ์ (DEBOUNCE)จะทำให้ IC 74C923 ไม่สนใจการกดคีย์ในช่อง 10 มิลลิวินาทีแรก เมื่อใช้ตัวเก็บประจุค่า 1 ไมโครฟารัด แต่หลังจากนั้นจะแลตช์ข้อมูลและ

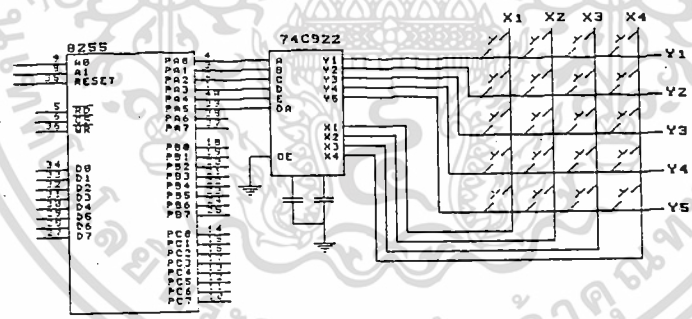
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ DA มีค่าเป็น "1" ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

OSC (OSCILLATOR) จะเป็นขาสัญญาณอินพุต ที่ใช้ในการกำหนดความถี่ ในการสแกนโดยจะใช้ตัวเก็บประจุในการกำหนดความถี่ X1-X4 และY1-Y5 เป็นขาสัญญาณอินพุต ที่ต่อคีย์บอร์ดเป็นแบบเมตริกซ์ โดยจะกำหนดจำนวนของแถวเท่ากับ 5 และคอลัมน์เท่ากับ 4

วงจรการเชื่อมต่อ

ในโครงงานนี้จะใช้ IC 74C923 มาต่อร่วมกับ คีย์บอร์ดเพื่อใช้ในการถอดรหัส และจะต่อร่วมกับระบบ ไมโครโปรเซสเซอร์โดยผ่านทาง IC 8255ที่ port A โดยวงจรการเชื่อมต่อจะเป็นดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 วงจรการเชื่อมต่อ

หลักการทำงานของวงจรการเชื่อมต่อ

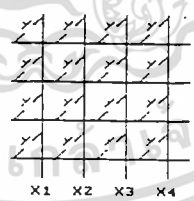
จากรูปที่ 6 เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกด ขา DA (DATA AVALIABLE) จะสั่งสัญญาณลอจิก "1" ไปถึง ขา PA5 ของ 8255 ซึ่งในขณะนี้ที่ขาสัญญาณนี้จะติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อตรวจสอบ ขา PA5 เป็นลอจิก "1" หรือไม่ถ้าเป็นแสดงว่ามีการกดคีย์และในขณะนี้จะมีข้อมูลจากรหัสของคีย์ที่ถูกกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมาที่ ขา ของ PA0 -- PA4 จากนั้น ไมโครโปรเซสเซอร์จะอ่านข้อมูลโดยอ่าน 8255 ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ และรอการประมวลผลต่อไป

ส่วนจำนวนบัตร, ตกลง และยกเลิก

ในส่วนนี้จะมีไว้เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้โดยสารที่จะซื้อบัตรจำนวนมากกว่า 1ใบ และจะมีปุ่มเพื่อถามความแน่ใจว่าจะยกเลิก หรือตกลงว่า ผู้โดยสารกำหนดสถานีปลายทาง และจำนวนบัตรถูกต้องหรือเปล่า โดยจะใช้คีย์บอร์ดทั้งหมด 12 คีย์ และคีย์บอร์ดที่ใช้จะเป็นแบบเมตริกซ์ 4x4 คือ มี 4 โรว์ และ 4 คอลัมน์ดังแสดงในรูปที่ 7

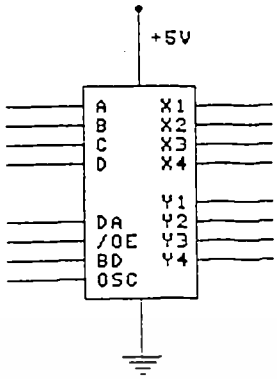


รูปที่ 7 MATRIX

การเข้ารหัสคีย์บอร์ด

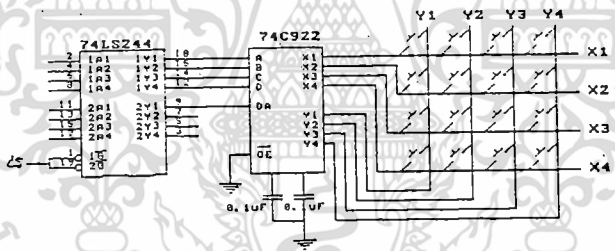
การเข้ารหัสคีย์บอร์ดแบบเมตริกซ์จะใช้ IC 94C923 โดยการเข้ารหัสดังแสดงในรูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 ขาสัญญาณของไอซี 74C922

วงจรการเชื่อมต่อ



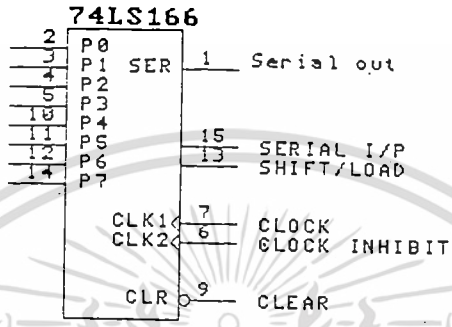
รูปที่ 9 วงจรสมบูรณ์ของการเชื่อมต่อ

หลักการทำงาน

จากรูปที่ 9 เมื่อใดที่คีย์ถูกกด ขา DA (DATA AVALIABLE)จะส่งสัญญาณลอจิก"1"ในขณะนี้จะต้องมีโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจาก 74LS244 อยู่ตลอดเวลา ดังนั้น 280180 จะรู้แล้วว่ามีการกดคีย์ 280180 ก็จะอ่านข้อมูลที่เป็น BCD จาก 74C922 จากขา A,B,C และ C ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์และรอการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณต่าง ๆ ของ IC 74LS166



รายละเอียดของขาสัญญาณต่าง ๆ

A,B,C,D,E,F,G,H : เป็นขาสัญญาณอินพุตโดยจะป้อนข้อมูลแบบขนาน

SHIFT/LOAD : เป็นขาสัญญาณอินพุต ถ้าเป็นลอจิก "01" โอซีตัวนี้จะทำหน้าที่ในการ SHIFT ข้อมูลถ้าเป็นลอจิก"0"จะมีหน้าที่ในการโหลดข้อมูล

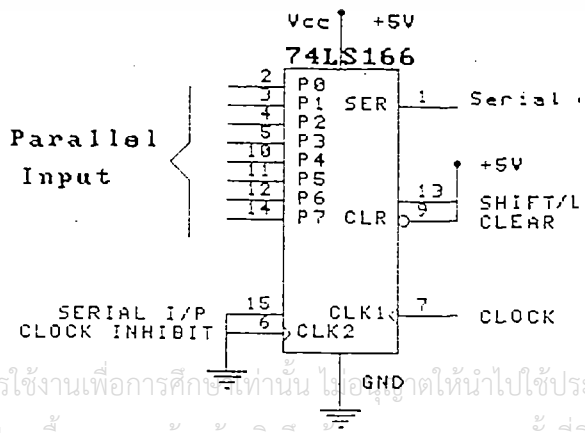
CLOCK INHIBIT : เป็นขาสัญญาณที่ใช้ในการ ENABLE สัญญาณ CLOCK ถ้าเป็น "0" จะ ENABLE และ "1" จะ DISABLE

CLOCK : สัญญาณนาฬิกา

QH : เป็นขาสัญญาณเอ้าพุต โดยจะมีข้อมูลเป็นแบบอนุกรม

Seriol input : เป็นขาสัญญาณอินพุตโดยจะป้อนข้อมูลแบบอนุกรม

CLEAR : เป็นขาสัญญาณที่ใช้ในการทำให้ OUIPUT เป็นลอจิก"0"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

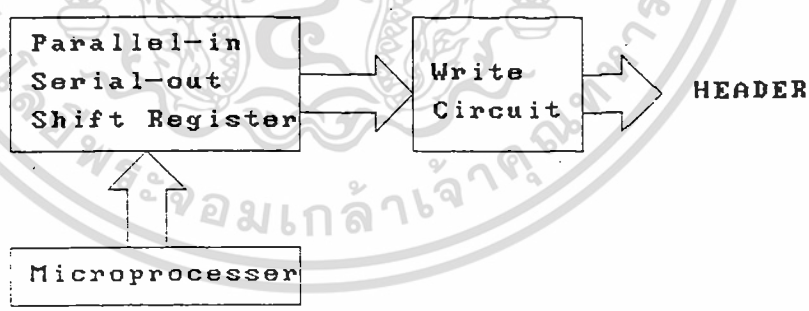
หลักการทำงาน

จากรูปที่ 9 เมื่อใดที่คีย์ถูกกด ขา DA(DATA AVALIABLE) จะส่งสัญญาณลอจิก"1" ในขณะนี้จะต้องมีโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลจาก 74LS244 อยู่ตลอดเวลา ดังนั้น Z80180 จะรู้แล้วว่าถูกกดคีย์ Z80180 ก็จะอ่านข้อมูลเป็น BCD จาก 74C922 จากขา A,B,C และ C ไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์และรอการประมวลผลต่อไป

การอินเตอร์เฟสกับวงจรบันทึกข้อมูล

8 บิท Parallel-in/Serial-Out shift Register

เนื่องจากจะต้องทำการบันทึกข้อมูลแบบอนุกรม ไปที่แถบแม่เหล็กโดยหัวบันทึกดังนั้นข้อมูลที่ส่งไปบันทึกจะต้องเป็นแบบอนุกรมด้วย เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อขบวนการส่งข้อมูลที่จะไปบันทึกในโครงงานชิ้นนี้จึงนำ IC 74SL166 เพื่อที่จะรับข้อมูลแบบขนานจากไมโครโปรเซสเซอร์ และส่งข้อมูลแบบอนุกรมไปยังภาคบันทึกข้อมูล ตามบล็อกไดอะแกรมข้างล่าง



รูปที่ 10 บล็อกไดอะแกรมของวงจรส่งข้อมูล

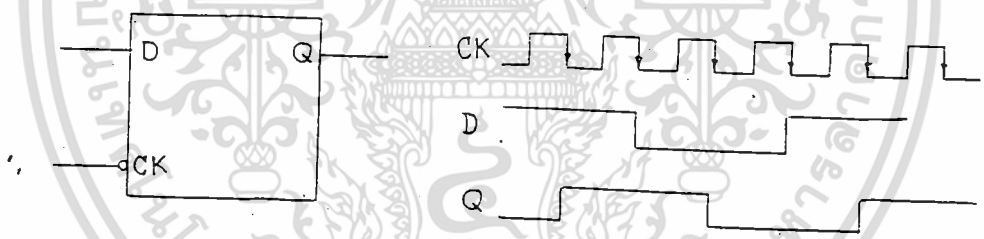
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

จากรูปที่ ขา A, B, C, D, E, F, G, H และป้อนสัญญาณ CLOCK และ CLOCKINHIBIT เป็น ลอจิก "0" จะ ENABLE สัญญาณ CLOCK และจะได้สัญญาณเอ้าพุตเป็น Q_A ,Q_B ,Q_C ,Q_D ,Q_E ,Q_F ,Q_G ,Q_H ตามลำดับ และข้อมูลของ Seriol I/P

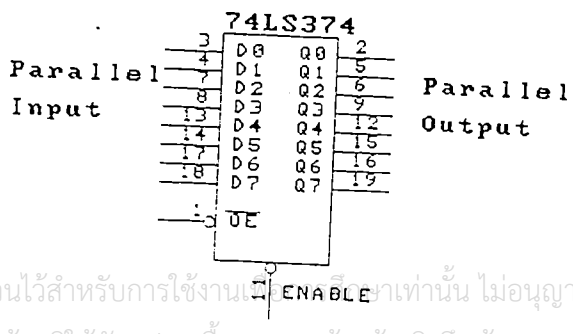
วงจรแลตช์ข้อมูล

ข้อมูลที่บันทึกบนแถบแม่เหล็กจะต้องมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ แต่ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงมาก ดังนั้นจึงต้องมีวงจรแลตช์ข้อมูลโดยใช้ D-F/F ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 Timing Diagram

รายละเอียดและขาสัญญาณต่าง ๆ ของ 74LS374



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

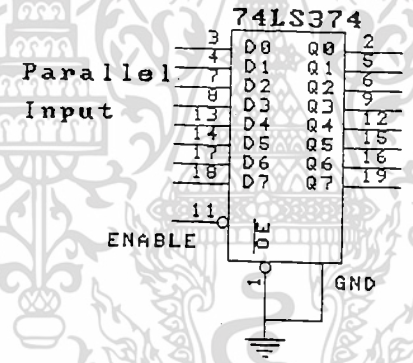
D0-D7 : เป็นขาสัญญาณอินพุต

Q0-Q7 : เป็นขาสัญญาณเอ้าพุต

/OE : เป็นขาสัญญาณอินพุต Active ที่ลอจิก "0" จะมีผลทำให้เกิดสัญญาณเอ้าพุตที่ขา Q0-Q7

/Enable : เป็นขาสัญญาณอินพุต ใช้ในการ strobeข้อมูลที่อินพุตไปแลตช์ที่เอ้าพุต

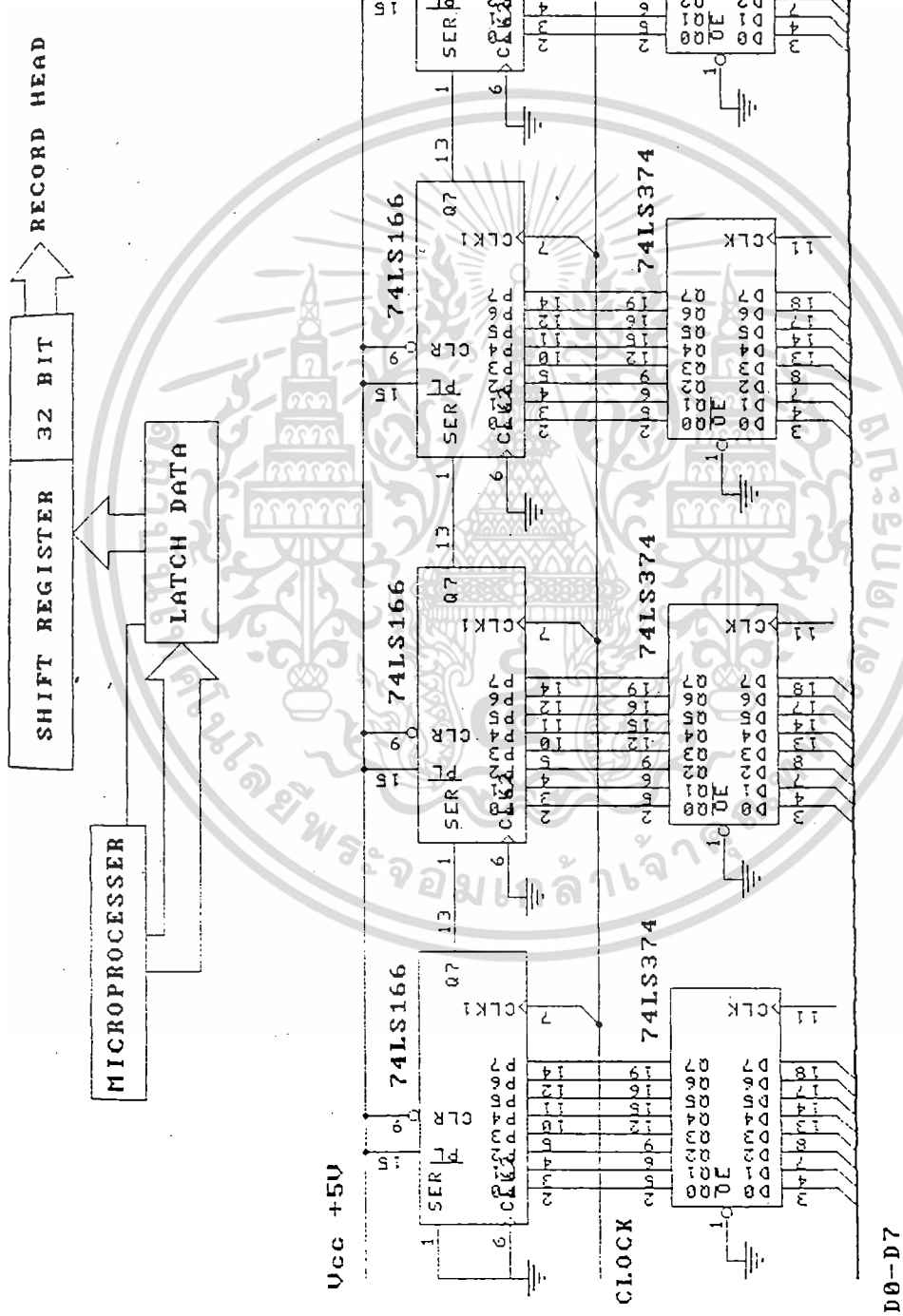
หลักการทำงาน



จากรูปจะเป็นวงจร แลตช์ข้อมูลขนาด 8 bit โดยที่เมื่อใดที่ขาสัญญาณ ENABLE มีสัญญาณนี้เป็น ลอจิก "0" มา STROBE เมื่อใดจะทำให้มีการแลตช์ข้อมูลจากอินพุตไปที่เอ้าพุต โดยให้ลอจิกที่ขา OE (output ENABLE) เป็นลอจิก "0"

คุณสมบัติของ IC74LS374 และ 74LS166 ที่กล่าวมาข้างต้นแล้วจะนำมาประกอบรวมกันเป็นวงจร SHIFT ข้อมูลอนุกรม ขนาด 32 bit โดยที่ IC 74LS374 จะแลตช์ข้อมูลที่จะบันทึกมาจาก ไมโครโปรเซสเซอร์ ตามหลักบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

ไมโครโปรเซอร์เซอร์จะเลือกตำแหน่งของพอร์ทที่จะทำการส่งข้อมูลโดยมีทั้งหมด 4 พอร์ทจากนั้นก็ส่งข้อมูลที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็กจำนวน 32 บิท เมื่อส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว CPU จะจ่ายสัญญาณ CLOCK ให้กับ IC 74LS166 ดังนั้นข้อมูลทั้งหมดที่แลตช์ค้างไว้จะถูกส่งออกแบบอนุกรมไปที่ขา 13 ของ IC 74LS166 ตัวที่ 4 เพื่อส่งให้กับวงจรบันทึกข้อมูลต่อไป

การถอดรหัสของพอร์ทเอ้าพุต

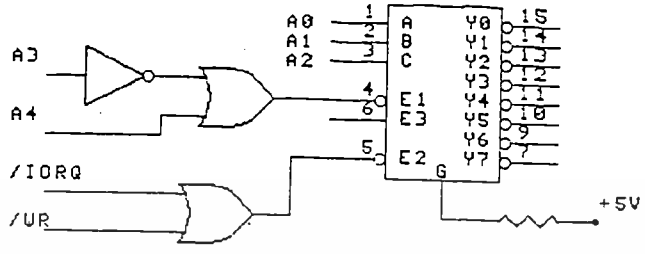
จากที่กล่าวมาแล้วว่า ข้อมูลที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็กจะต้องเป็นข้อมูลที่มาจากไมโครโปรเซสเซอร์ แต่ DATA BUS ของไมโครโปรเซสเซอร์จะมีเพียง 8 เส้นในขณะที่เราใช้ข้อมูลถึง 32 bit ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการส่งข้อมูลไปทีละ 8 bit จำนวน 4 ครั้ง โดยใช้หลักการการถอดรหัสของ พอร์ทที่จะส่งข้อมูลดังนี้

A4	A3	A2	A1	A0	Address Port
1	0	0	0	0	40
1	0	0	0	1	41
1	0	0	1	0	42
1	0	0	1	1	43
1	0	1	0	0	44
1	0	1	0	1	45
1	0	1	1	0	46
1	0	1	1	1	47

รูปที่ 13 พอร์ทเอาท์พุท

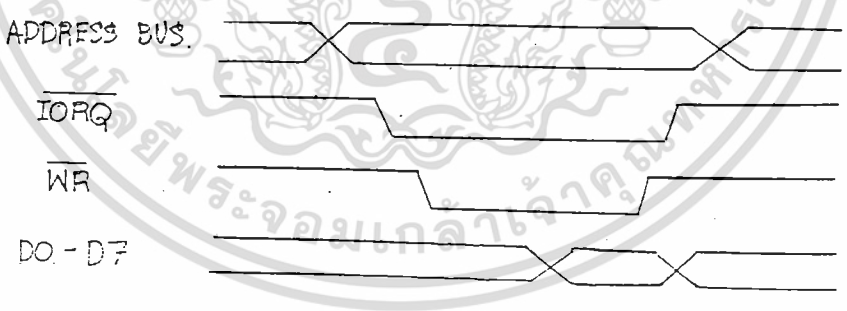
จะได้จำนวนตำแหน่งของพอร์ททั้งหมด 7 พอร์ท คือ 40H-47H ซึ่งสามารถที่จะส่งข้อมูลทั้งหมด 64 บิท และจะใช้ IC 74LS138 เป็นตัวถอดรหัสพอร์ทโดยจะจัดวางตำแหน่งขาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 วงจรถอดรหัสเอาท์พุท

จากรูปที่ 14 จะเห็นวงจรใช้ในการถอดรหัสพอร์ทเอาท์พุต เพื่อส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอกโดยจะใช้ขาสัญญาณ /IORQ และ WR จาก Z80-180 เป็นขาสัญญาณ ENABLE ร่วมกับ ADDRESS BUS ในการถอดรหัสโดยใช้ IC 74LS138 ซึ่งจะมีการทำงานตาม timing diagram รูปที่ 15



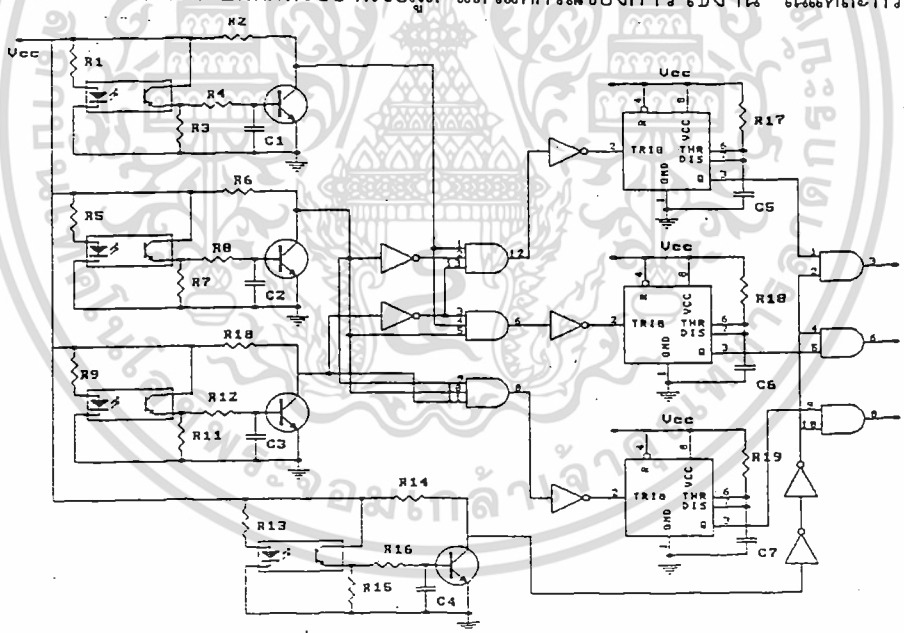
รูปที่ 15 Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 15 เป็นวงจรสมบูรณ์ของการ SHIFT ข้อมูลขนาด 32 bit 2 ชุด รวมทั้งวงจรถอดรหัสและวงจรแลตช์ข้อมูล โดยจะมีตำแหน่งของพอร์ทตั้งแต่ 40H-47H และข้อมูลที่ SHIFT จะผ่านยังภาค START BITเพื่อตรวจสอบ BIT เริ่มต้นของFORMAT DATA จากนั้นก็จะผ่านไปยังภาค MANCHESTER CODE ต่อไป

วงจรเซนเซอร์ (SENSOR)

เนื่องจากเราจะต้องมีการกำหนดเวลาของการบันทึกข้อมูล และอ่านข้อมูล ซึ่งโดยปกติเราจะติดตั้งตัว SENSOR ใกล้กับหัวเทปที่ใช้ในการบันทึก และอ่านข้อมูล และเมื่อใดบัตรวิ่งผ่านตัว SENSOR ที่ SENSOR จะส่งสัญญาณไปบอกให้ CPU เพื่อทำการบันทึกหรืออ่านข้อมูล แล้วแต่กรณีของการใช้งาน ในแต่ละครั้ง



รูปที่ 16 วงจร SENSOR

จากรูปที่ 16 วงจร SENSOR จะใช้อินฟาเรดแอลอีดี และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ เป็นส่วนประกอบสำคัญ โดยที่อินฟาเรทแอลอีดี มีหน้าที่ส่งคลื่นแสงที่สายตาเรามองไม่เห็นไปให้ โฟโต้ ทรานซิสเตอร์

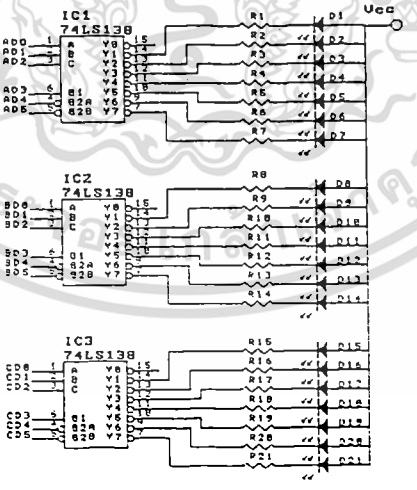
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

อินฟาเรดแอลอีดีจะส่งคลื่นแสดงความถี่ประมาณ ไปให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ โดยความต้านทานค่า 330 โอห์ม จะทำหน้าที่จำกัดระแสให้กับ อินฟาเรดแอลอีดี ตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์จะได้รับคลื่นแสงจาก อินฟาเรดแอลอีดี ทำให้เกิดกระแสเบส I_B ไหลผ่านรอยต่อ ระหว่าง BASE กับ Emitter ทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแส และเกิดสภาวะของลอจิก ที่จุดA = "O" และ NOT GATE จะทำหน้าที่อินเวอร์สสัญญาณ และเป็นบัฟเฟอร์ให้กับอินพุทพอร์ทอีกทีหนึ่ง

วงจรแสดงผลออกทาง LED (LIGHT EMITTER DIODE)

เพื่อให้เกิดการสื่อสารที่ชัดเจนระหว่างเครื่องจำหน่ายตั๋วรถไฟฟ้ากับผู้โดยสาร ในกรณีที่ผู้โดยสารกดปุ่มเลือกสถานีปลายทาง ที่ LED ก็จะมีไฟติดตามตำแหน่งของสถานีปลายทาง และก็จะติดค้างตลอดจนกว่าขั้นตอนการซื้อตั๋วเสร็จสิ้นรูปที่ 17 จะเป็นวงจรแสดงตำแหน่งของสถานีปลายทาง โดยใช้ IC 74LS138 ทำหน้าที่ในการเลือกตำแหน่งข้อมูล ส่วนความต้านทาน R_1–R_{21} จะมีหน้าที่ในการจำกัดกระแสดงไบอัสให้กับแอลอีดี

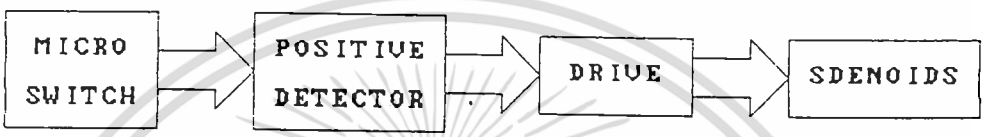


รูปที่ 17 วงจรแสดงตำแหน่งของสถานีปลายทางด้วย LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตรวจความหนาบัตร

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจความหนาของบัตร โดยใช้ MicroSwitchเป็นตัวตรวจจับ เพื่อหาขนาดความหนาของบัตรถูกต้อง ก็จะไปควบคุมให้ไปไดรฟ์ Power Transistor เพื่อให้ Solenoid เปิดประตูของช่องบัตรต่อไป

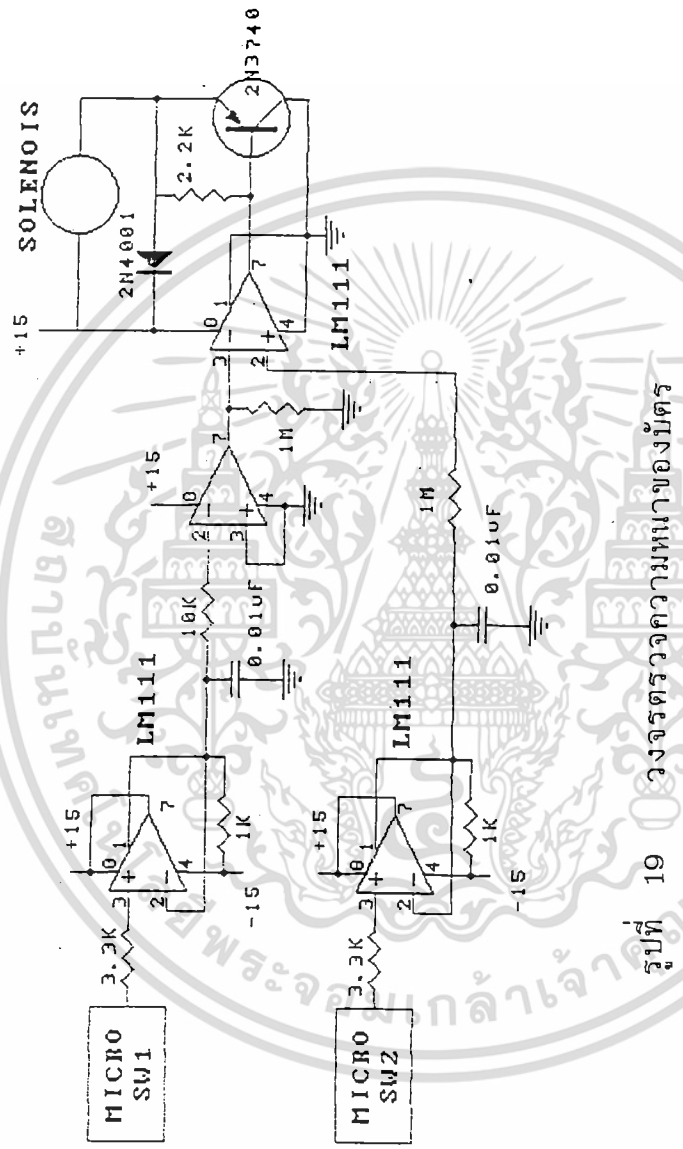


รูปที่ 18 บล็อกไดอะแกรมของวงจรตรวจความหนาของบัตร

หลักการทำงาน

เมื่อมีการสอดบัตรเข้าที่ช่องจำหน่ายตั๋ว ที่เอ้าพุตของไมโครสวิทช์จะเกิดแรงดันบวกประมาณ 0.25 ไรลท์ ที่วงจร Positive Detector จะใช้IC LM111 ในการตรวจว่าเมื่อใดที่อินพุตขา 3 มีแรงดันเป็นบวก เอ้าพุตที่ขา 2 จะเป็นค่าเป็น 0 V จากนั้นจะผ่าน R = 10 k และ LM 111 เพื่อทำหน้าที่ อินเวอร์สสัญญาณ ให้เป็นลอจิก "1" ประมาณ 14 โวลท์ หลังจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบสภาวะของลอจิกทั้งสองจากไมโครสวิทช์ทั้ง 2 ตัว และส่งสัญญาณไปไดร์ฟ POWER Transistor เบอร์ LN 3740 เมื่อเพิ่มกระแสให้กับโซลีนอยด์เพื่อทำการเปิดประตูต่อไป โดยไดโอด 2N 4001 ทำหน้าที่ลดแรงดันทรานเซียลที่เกิดจากการหยุดนำกระแส แบบทันทีของโซลีนอยด์ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เอาท์พุตของวงจรคอมพาราเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 วงจรตรวจความหนาของมัตร

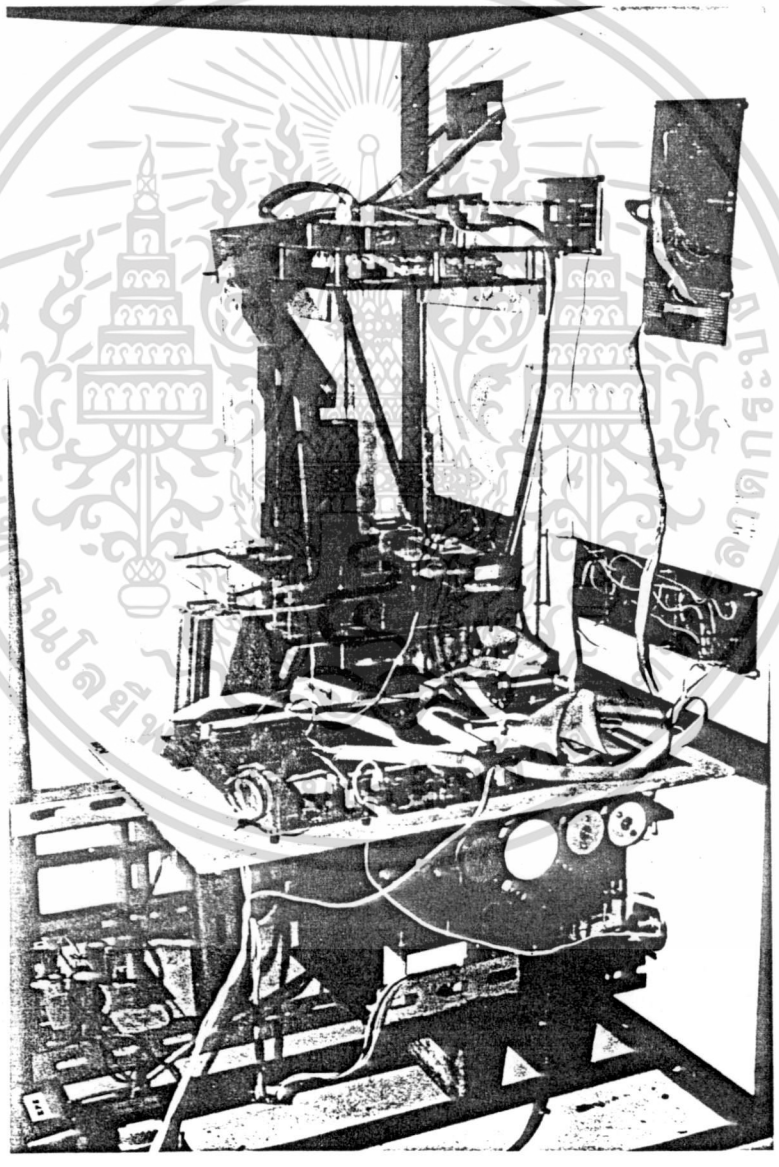
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

ผลการทดลอง สรุป และข้อเสนอแนะ

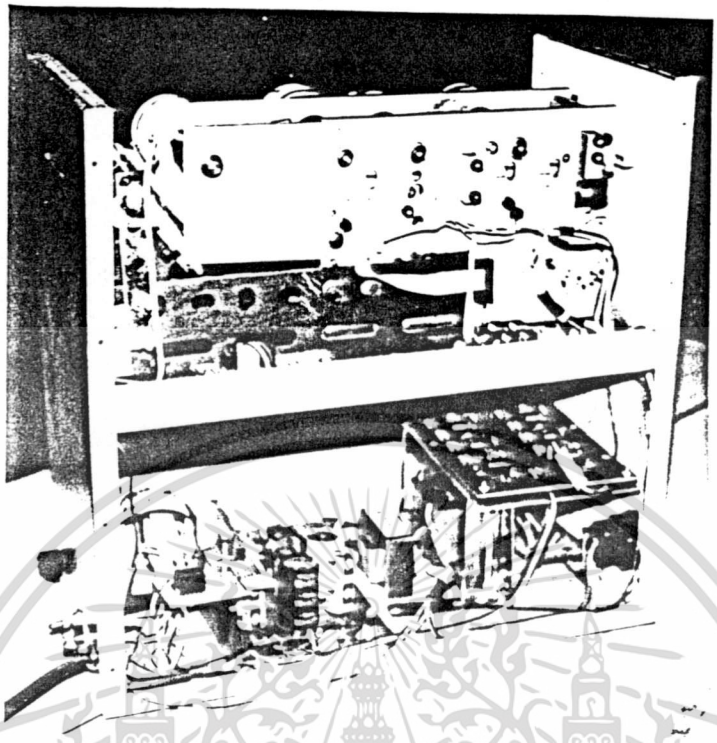
ผลการทดลอง

จากการออกแบบในแต่ละส่วน แต่ละภาค ตามบทต่างๆ ที่กล่าวมา รวบรวมวงจรทั้งหมด เพื่อออกแบบลายปริ้นวงจร และประกอบขึ้นเป็นตัวเครื่อง ซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ตัวเครื่องจำหน่ายตั๋วรถไฟฟ้า และ เครื่องตรวจตั๋วรถ ดังรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 1 โครงสร้างภายในของเครื่องขายตั๋ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 โครงสร้างภายในของเครื่องตรวจตั๋ว

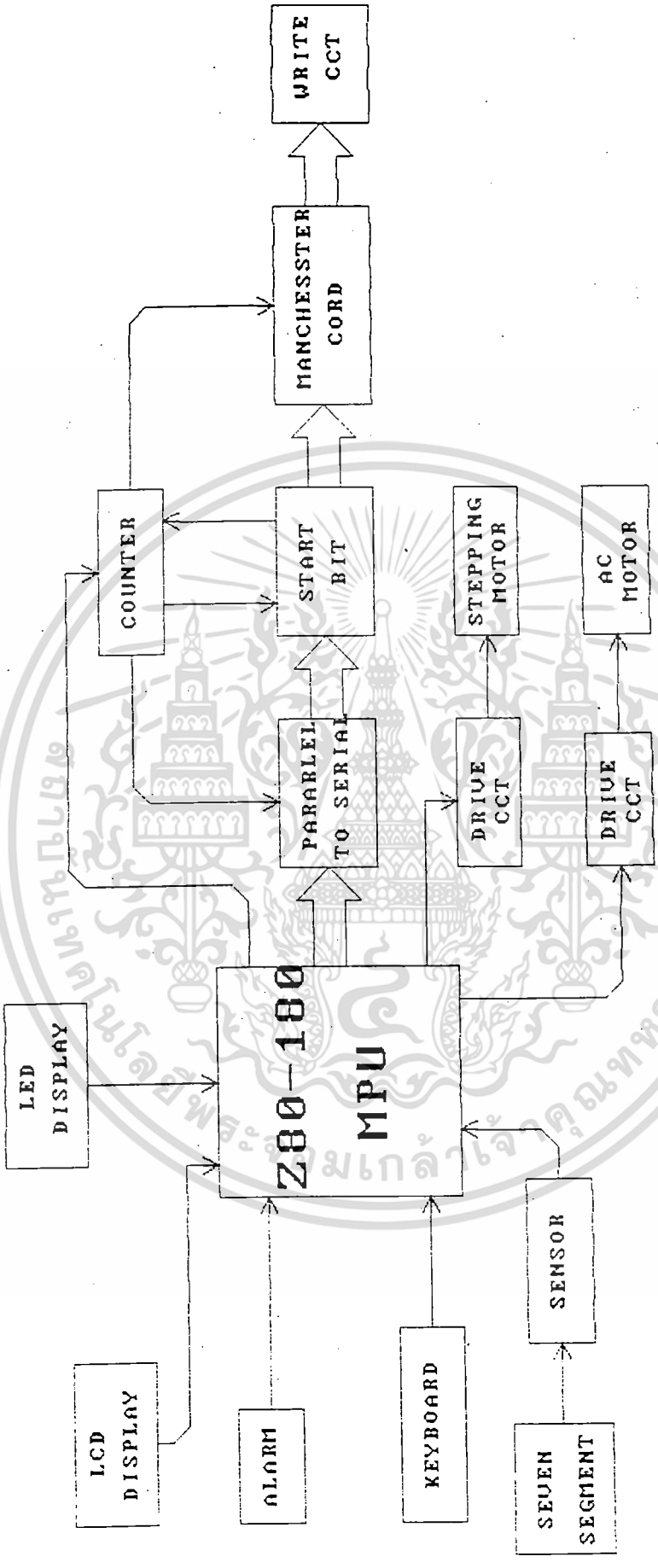
บัตรที่ใช้สำหรับเครื่องจำหน่ายตั๋ว จะเป็นบัตรแม่เหล็ก โดยข้อมูลที่จะบันทึกบนแถบแม่เหล็กจะประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- สถานีต้นทาง
- สถานีปลายทาง
- วัน เดือน ปี
- เวลา
- รหัส MRT

รูปแบบของข้อมูลที่บันทึกบนแถบแม่เหล็กจะเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยผ่านการแปลงเป็นรหัส Manchesster รูปที่ 3 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องจำหน่ายตั๋ว

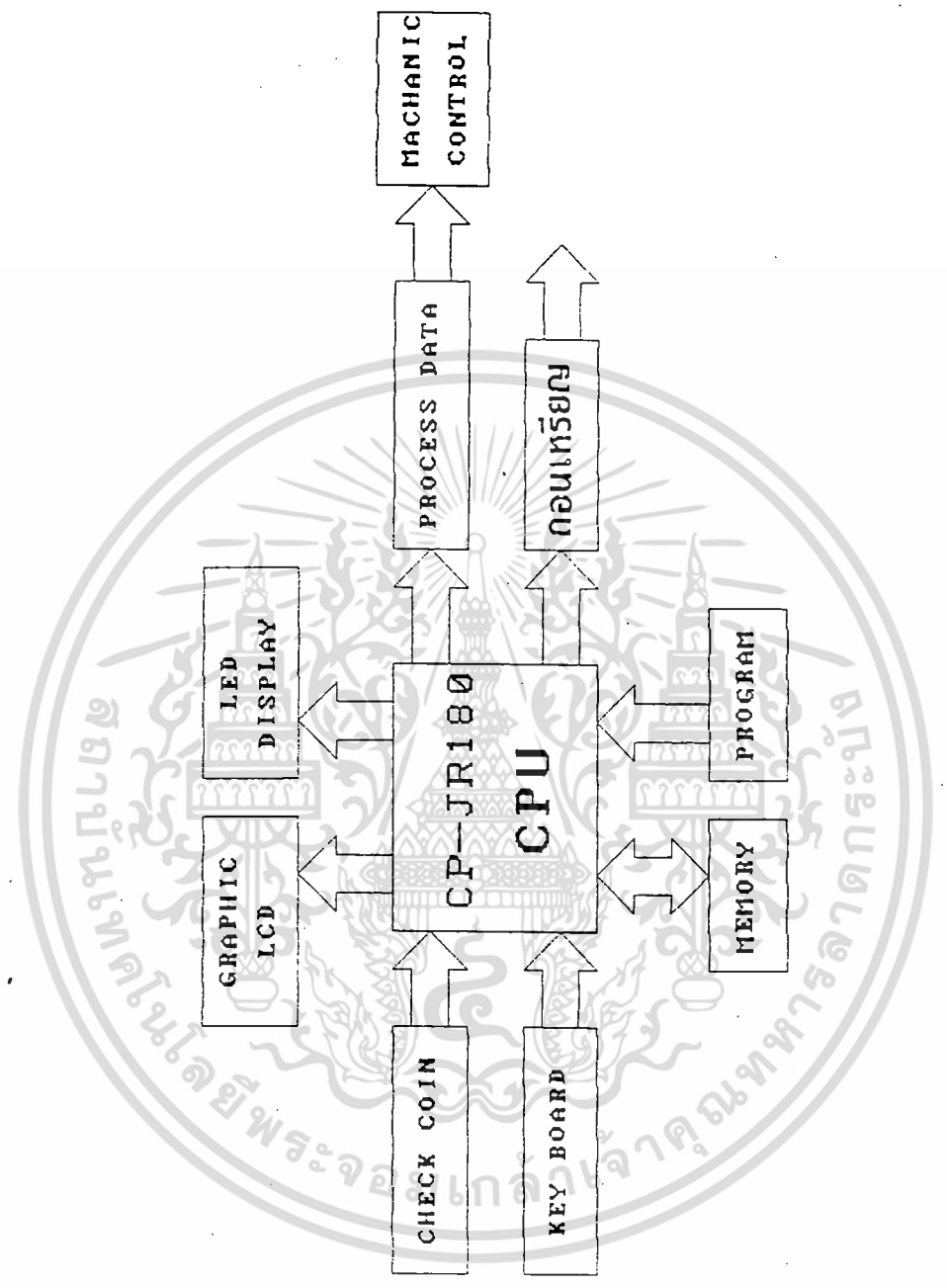
ในส่วนของเครื่องตรวจตั๋วนั้น จะเป็นเครื่องตรวจข้อมูลที่อยู่บนตั๋ว ถ้าข้อมูลที่ตรวจถูกต้องตามระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง ประตูจะเปิด แต่ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้องประตูจะปิด และจะคืนตั๋วให้ผู้โดยสาร และระบบแจ้งเตือนก็จะทำงานให้ผู้ดูแลทราบ เพื่อดำเนินการต่อไป รูปที่ 4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องตรวจตั๋ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องจำหน่ายตั๋ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องตรวจตั๋ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

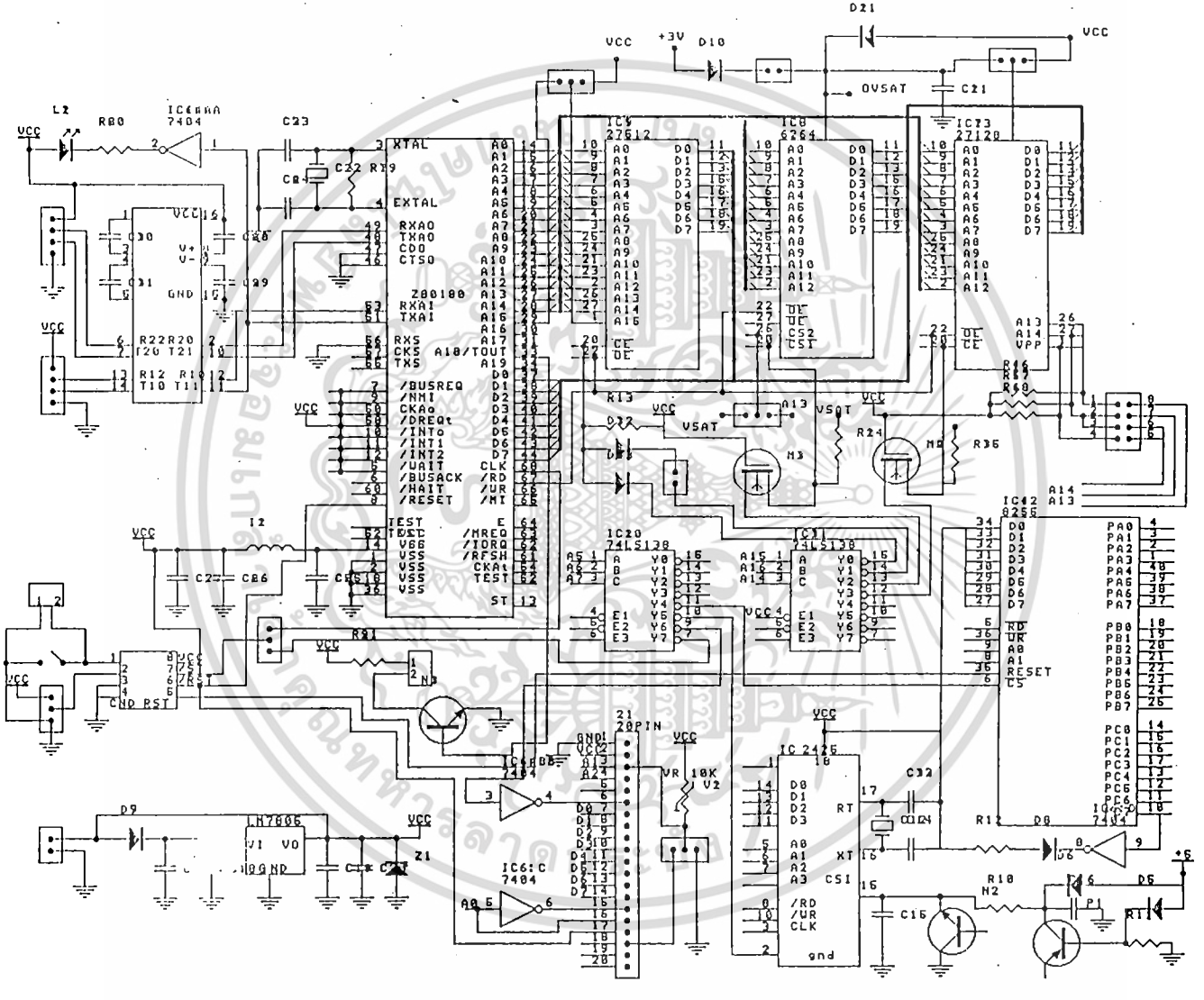
ในส่วนของเครื่องจำหน่ายตั๋วควรจะมีการเพิ่มวงจรการอ่านข้อมูลในขณะบันทึกข้อมูล เพื่อตรวจความแน่นอนของการบันทึก รวมทั้งควรจะรวมลายวงจรแต่ละภาคที่แยกกันอยู่ไว้บนบอร์ดเดียวกัน เพื่อลดข้อผิดพลาด ระบบป้อนบัตรควรจะมีการปรับปรุง ให้สามารถบรรจุบัตรได้ทีละจำนวนมากๆ แผงสวิตช์คีย์บอร์ดและจอแสดงผลควรจะมีขนาดใหญ่กว่านี้ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน รวมทั้งขนาดของเครื่องควรจะมีขนาดกะทัดรัด

ส่วนในตัวเครื่องตรวจตั๋ว ควรจะมีการออกแบบลายวงจร โดยแยกส่วนของวงจร ควบคุม วงจรดิจิตอล และวงจรอะนาล็อก ออกจากกัน เพื่อป้องกันความผิดพลาดของข้อมูลขณะอ่านเพื่อทำการการประมวลผลได้อย่างถูกต้อง และสิ่งที่สำคัญที่สุดยังมีปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ดีเท่าที่ควร คือปัญหาทางแมคคานิกส์ซึ่งจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีกว่านี้ถึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ และวงจรควบคุมบางส่วนยังทำงานได้ดีไม่เท่าที่ควร เนื่องจากไม่สามารถหาอุปกรณ์ได้ตามที่ต้องการ

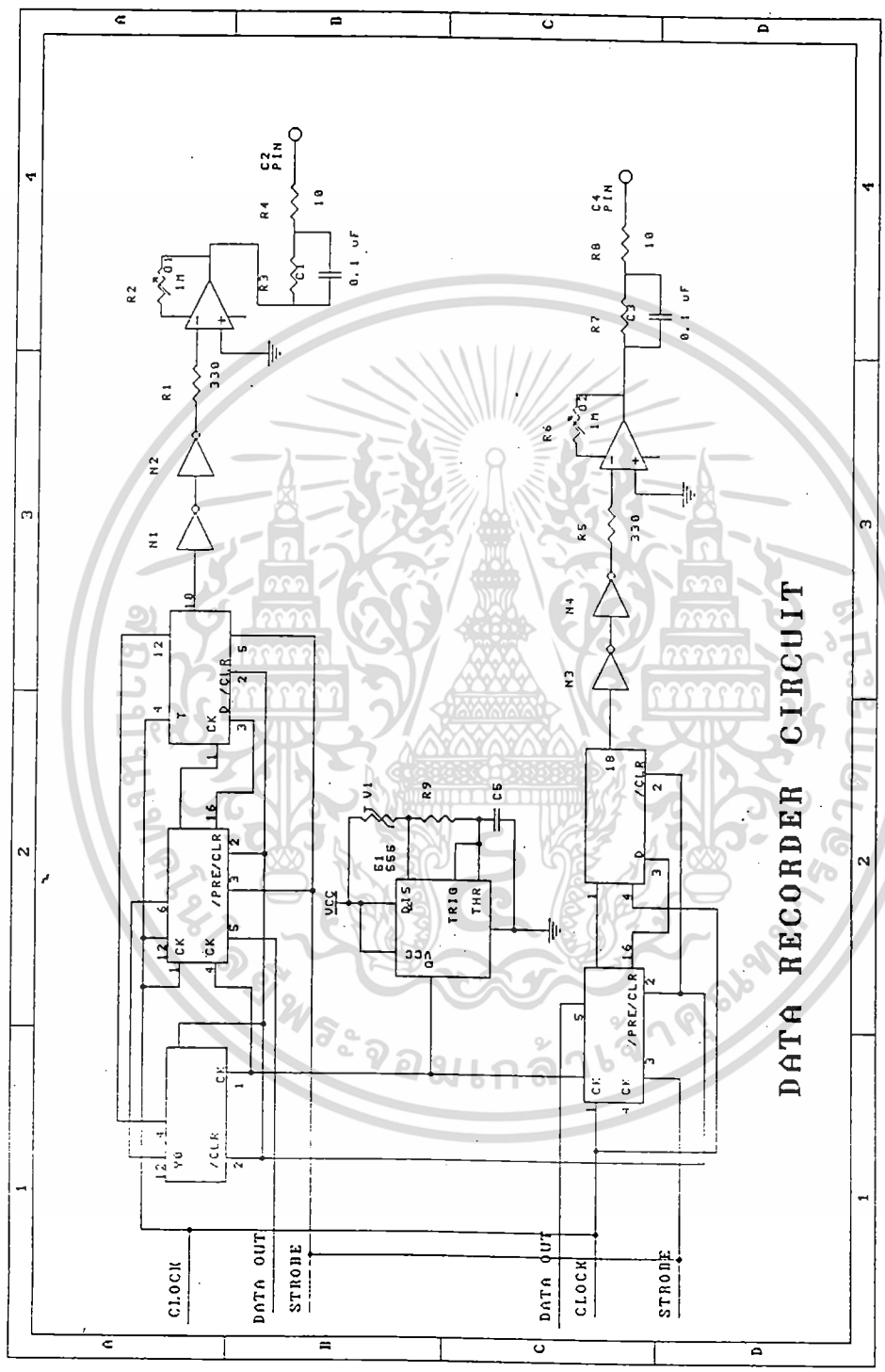
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

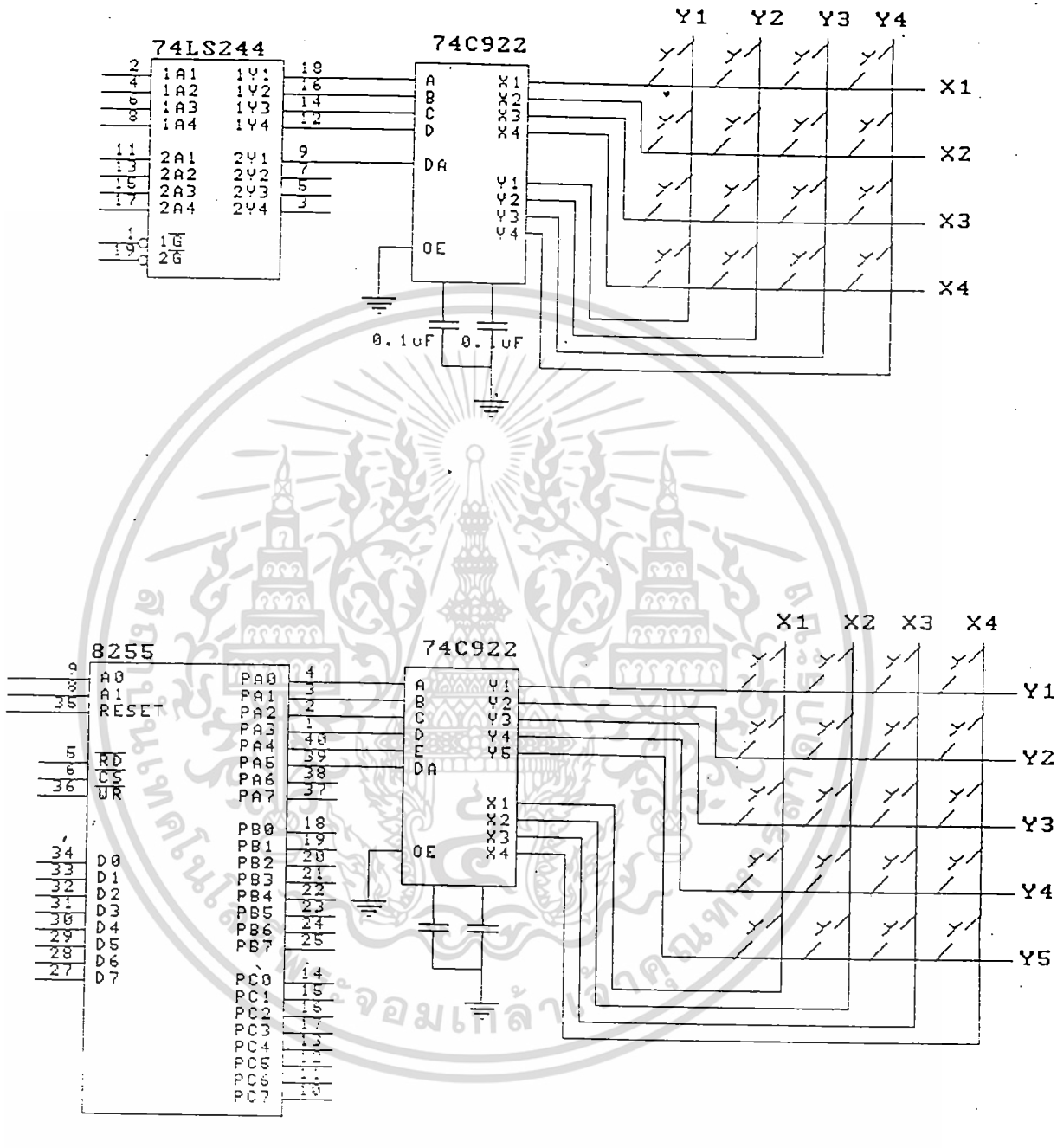
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BOARD CONTROL

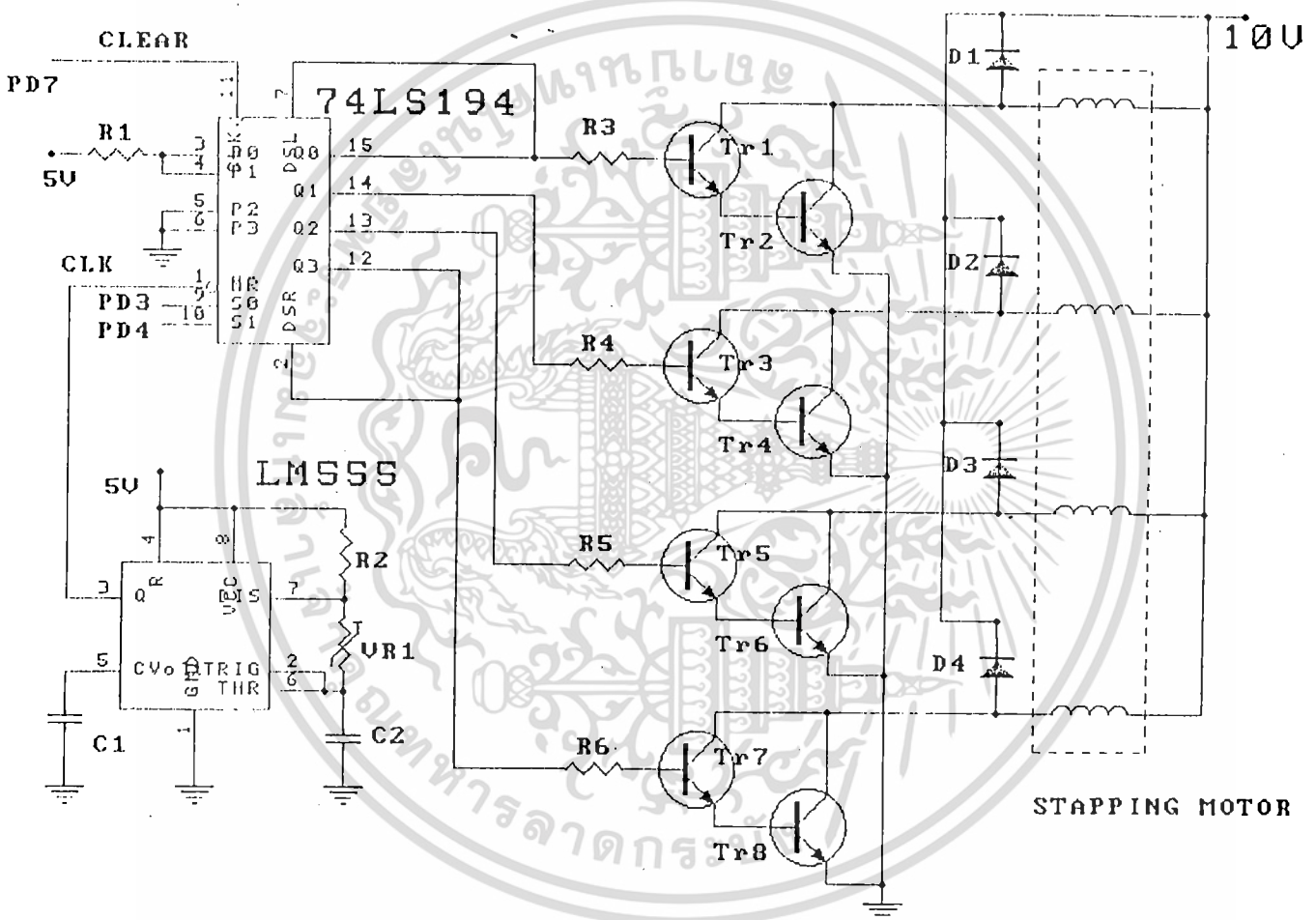


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

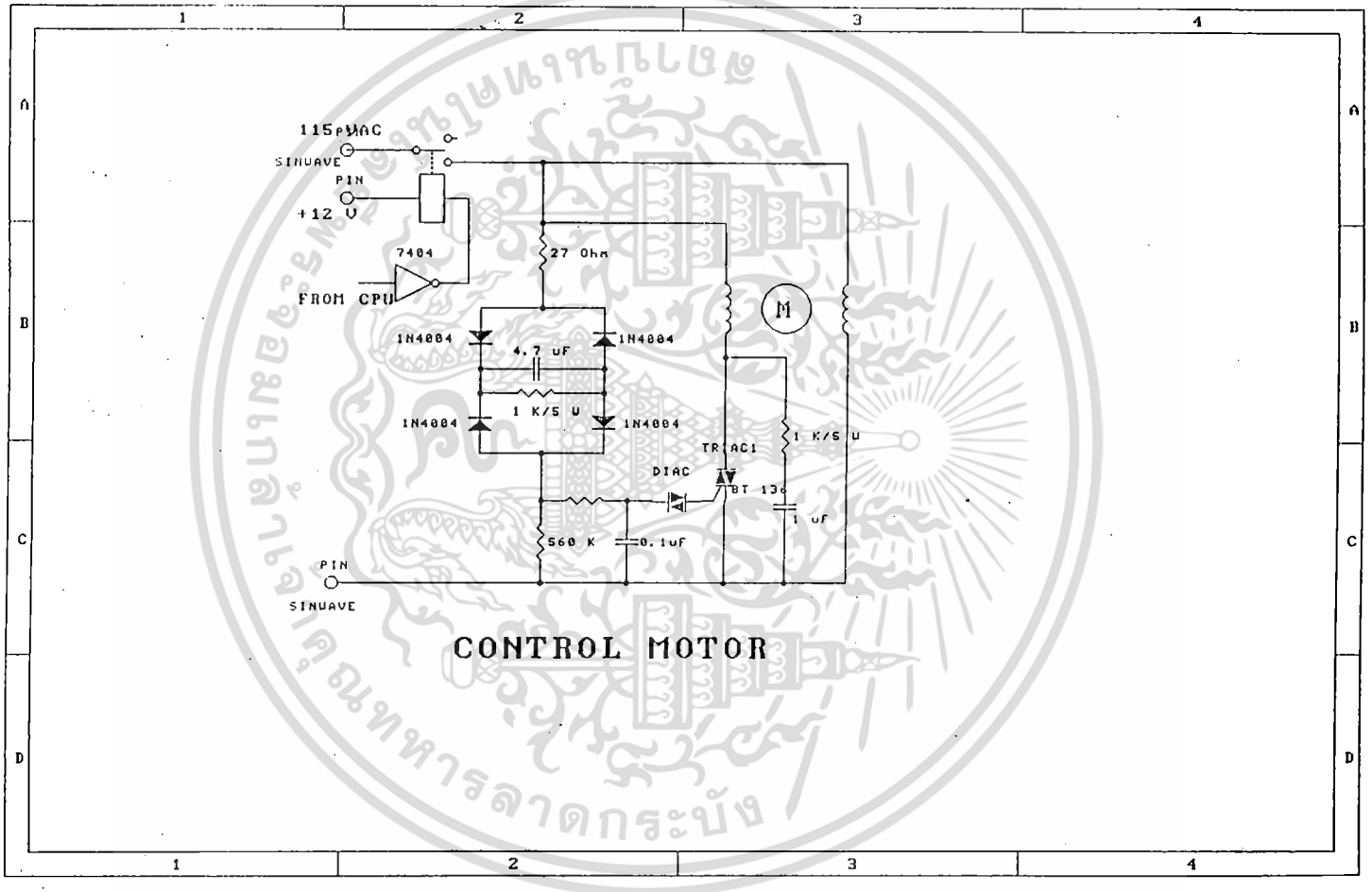


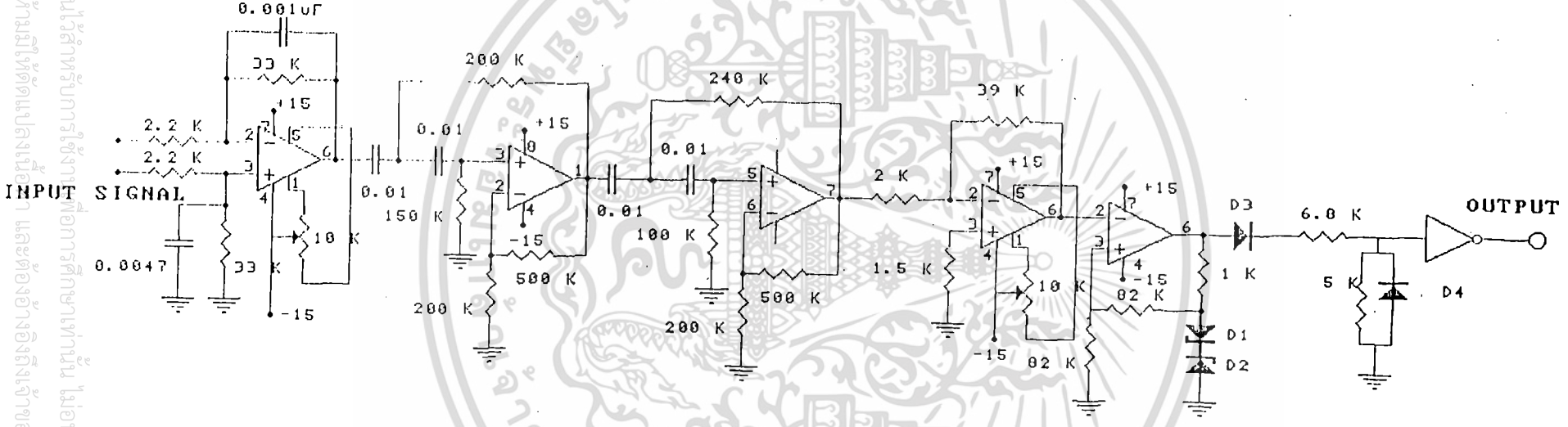
KEYBOARD CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CONTROL STAPPING MOTOR


115 VAC
SINUAVE
PIN
+12 V
7404
FROM CPU
27 Ohm
M
1N4004
4.7 uF
1N4004
1 K/5 W
1N4004
1N4004
1 K/5 W
TRIAC1
DIAC
BT 136
1 uF
560 K
0.1uF
PIN
SINUAVE
CONTROL MOTOR



DATA RECEIVER CIRCIT