วงจรแปลงความเร็วเป็นอนาลอก

SPEED TO ANALOG CONVERTER

โดย

นาย พนิช จตุร์วุฒิชัย

นาย อัตตศักดิ์ บุญลักษณ์

นาย โอภาส โพนปลัด

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแปลงความเร็วเป็นอนาลอก

SPEED TO ANALOG CONVERTER

นาย พนิช จตุรวุฒิชัย 34162162

นาย อัตตศักดิ์ บุญลักษณ์ 34162180

นาย โอภาส โพนปลัด 34162182

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.สุพรรณ กุลพานิชย์

ADVISOR

SUPHAN KHUNPANITCH

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032611

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขาวิชา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง วงจรแปลงความเร็วเป็นอนาลอก

SPEED TO ANALOG CONVERTER

ผู้จัดทำ

1.นาย พนิช จตุรวุฒิชัย 34162162

2.นาย อัตตศักดิ์ บุญลักษณ์ 34162180

3.นาย โอภาส โพนปลัด 34162182

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สุพรรณ กุลพานิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032611

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสร้างเครื่องมือวัดและเปลี่ยนความเร็วเป็นอนาลอก ซึ่งสามารถใช้วัดความเร็วในการหมุนได้ 0-5000 รอบต่อนาที จากนั้นจะแสดงผลให้เห็นเป็นตัวเลข 5 หลักด้วยตัวแสดงผลแบบ 7 เซ็กเมนต์

เครื่องวัดและเปลี่ยนความเร็วเป็นอนาลอกนี้ จะเปลี่ยนความเร็วที่วัดได้เป็นแรงดันเอาท์พุทอนาลอกขนาด 0-10 โวลท์ ให้เอาท์พุทเป็นกระแส 4-20 มิลลิแอมป์ มีเอาท์พุทที่เป็นรีเลย์ 3 ตัวเป็นตัวแสดงสภาวะการทำงานเมื่อค่าที่วัดอยู่ในช่วงปกติ สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้พร้อมทั้งมีแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานต่างๆอีก 8 ตัวนอกจากวัดความเร็วในการหมุนแล้วยังมีฟังก์ชั่นการวัดและกาทำงานอื่น ๆ อีกเป็นต้นว่า การทำงานเป็นตัวตั้งเวลาในการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า การนับจำนวนวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่าน เป็นต้น ซึ่งการเลือกฟังก์ชั่น และการควบคุมการทำงานทำได้โดยการโปรแกรมผ่านทางอินพุทที่เป็นคีย์บอร์ดที่มีอยู่ ทั้งหมด 9 คีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This thesis is Speed To Analog Converter. This measurement can used to measure rotation speed suchas Moter speed from 0-5000 round per minute. then display measured value on 7-segment display output.

Fathermore this measurement converts measured value to Analog voltage output from 0-10 volts,Analog current outputfrom 4-20 milliamperes,3 relays output and 8 status LED.

Except measure the rotation speed. this measurement can measure the others suchas Timer,pulse counting andso on.Function selection and operations are controlled by software programming via 9 keyboards input.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
ABSTRACT	
บทนำ	I-1
บทที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่อง	1-1
บทที่ 2 ไมโครคอมพิวเตอร์ ขนาด 8 บิท	2-1
2.1 บอร์ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PCB-31	2-1
บทที่ 3 อินพุทและวงจรตรวจจับ	3-1
3.1 SHAFT POSITION ENCODER	3-1
3.2 OPTOCOUPLER	3-7
บทที่ 4 เอาท์พุทและส่วนแสดงผล	4-1
4.1 ดิจิตอลทูอนาลอกคอนเวอร์เตอร์	4-1
4.2 วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแส	4-5
บทที่ 5 การใช้งานเครื่อง	5-1
ภาคผนวก ก. Memory Map	
ภาคผนวก ข. Software Algorithm	
ภาคผนวก ค. Complete Circuit Diagram	
ภาคผนวก ง. Program Monitor Listing	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเร็วจากการหมุนของมอเตอร์เป็นหลักโดยวัดเป็นจำนวนรอบต่อนาที แล้วเปลี่ยนความเร็วเป็นสัญญาณอนาลอกเพื่อนำไปใช้ควบคุมกระบวนการผลิตอีกที่หนึ่ง นอกจากนี้ยังจะสามารถวัดความเร็วจากการเคลื่อนที่ของวัตถุตลอดจนนับจำนวนสิ่งของที่กำลังเคลื่อนที่ ผลที่ได้จากการวัดจะแสดงให้เห็นทางดิสเพลย์

วัตถุประสงค์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ เพื่อนำความรู้มาใช้ออกแบบและสร้างเครื่องมือที่จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการวัด การควบคุมกระบวนการผลิตและตลอดจนเพื่อใช้ในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างมากมาย เพื่ออำนวยความสะดวกและตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใด ๆ ก็ต้องมาจากกระบวนการผลิตทั้งสิ้น เมื่อมีกระบวนการผลิตที่ดีปริมาณและคุณภาพของสินค้าก็ต้องดีตาม เราคงจะปฏิเสธไม่ได้ว่าเบื้องหลังของความสำเร็จในกระบวนการผลิตต่างๆ ได้มาจากอุปกรณ์เครื่องมือ ที่อยู่ในสายงานผลิตที่มีคุณภาพ ในกระบวนการทำงานของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆในสายการผลิตจะต้องมีการเคลื่อนที่ของกระบวนการต่างๆเกิดขึ้น เป็นต้นว่าเกิดการหมุนการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่และไม่คงที่ตลอดจนการตรวจนับปริมาณต่างๆ ตามจุดต่างๆในสายการผลิตจึงต้องมีการติดตั้งเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตามที่กล่าวมาเพื่อให้กระบวนการผลิตดำเนินไปอย่างดี

ปริญญานิพนธ์นี้ จึงขอเสนอเครื่องมือวัดและแปลงความเร็ว ที่เกิดจากการหมุนของความเร็วในการเคลื่อนที่ และตรวจนับวัตถุแล้วให้เอาพุทท์ออกมาเป็นสัญญาณอนาลอกที่เป็นสัดส่วนกับอินพุท ให้ชื่อว่า"เครื่องวัดและเปลี่ยนความเร็วเป็นอนาลอก" (SPEED TO ANALOG INVERTER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

เครื่องวัดและเปลี่ยนความเร็วเป็นอนาลอกของปริญญานิพนธ์นี้ จะวัดความเร็วจากการหมุนของมอเตอร์แล้วเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณอนาลอก ประกอบด้วยสัญญาณที่เป็นแรงดัน 0-10 โวลท์ และกระแส 4-20 มิลลิแอมป์ โดยมีดิสเพลย์ 7 เซกเมนต์แสดงค่าการวัดขณะนั้นให้ทราบในหน่วยจำนวนรอบต่อนาที (RPM) และยังประกอบไปด้วยเอาท์พุทรีเลย์อีก 3 ตัวนอกจากนี้ยังมีแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานต่างๆเช่น สภาวะความเร็วปกติ สภาวะเมื่อเกินความเร็วสูงสุดหรือต่ำกว่าความเร็วต่ำสุดที่ตั้งไว้ ซึ่งริเลย์ทั้ง 3 ตัวจะทำการตัดต่อตามสภาวะเหล่านี้ เป็นต้น ความสามารถอย่างอื่นของเครื่องนี้ ได้แก่การใช้เป็นตัวตั้งเวลาปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า การนับจำนวนวัตถุหรือสิ่งของที่เคลื่อนที่ผ่าน การตรวจจับจะใช้ออปติคอลเอนโคดเดอร์ซึ่งจะให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณพัลซ์สองชุดการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชั่นและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทำได้ผ่านทางคีย์บอร์ดซึ่งมีอยู่ 9 คีย์ซึ่งความสามารถทั้งหมดที่กล่าวมาจะรวมอยู่ภายในเครื่องวัดและเปลี่ยนความเร็วเป็นอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
ส่วนประกอบของเครื่อง

จากคุณสมบัติเบื้องต้นของเครื่องที่กำหนดไว้ดังนี้

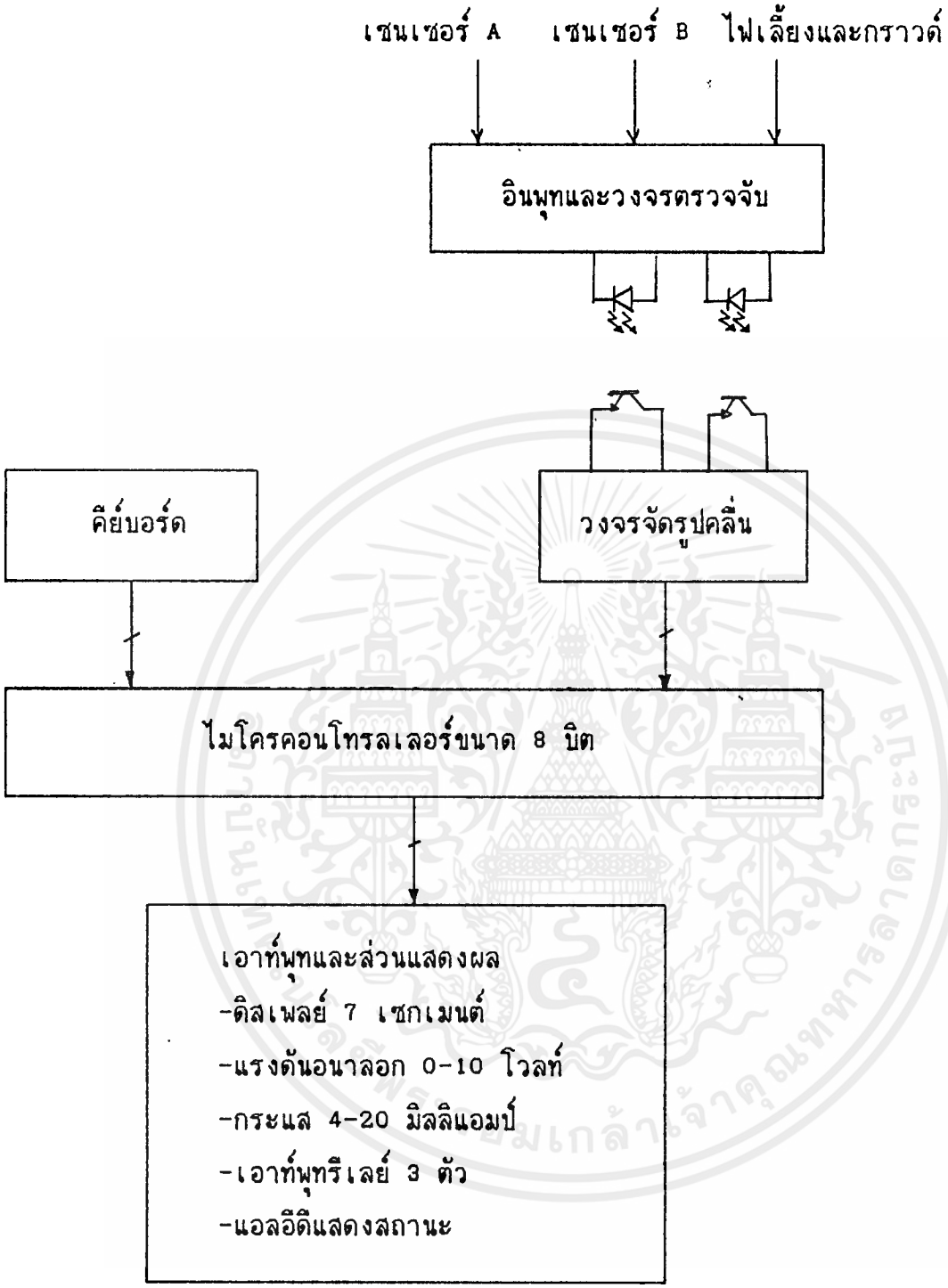
- อินพุทความเร็ว 0-5000 RPM
- ส่วนแสดงผล 5 หลัก
- เอาท์พุทแรงดัน 0-10 โวลท์
- เอาท์พุทกระแส 4-20 มิลลิแอมป์
- เอาท์พุทรีเลย์

สามารถนำมาออกแบบโครงสร้างของระบบเบื้องต้นเป็นบลอกไดอะแกรมได้ดังนี้

1. ส่วนไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิท
2. ส่วนวงจรอินพุทประกอบด้วย
   - 2.1 คีย์บอร์ด
   - 2.2 วงจรตรวจจับ
   - 2.3 วงจรจัดรูปคลื่น
3. ส่วนวงจรเอาท์พุทประกอบด้วย
   - 3.1 ส่วนแสดงผล 7 เซกเมนต์
   - 3.2 เอาท์พุทแรงดัน 0-10 โวลท์
   - 3.3 เอาท์พุทกระแส 4-20 มิลลิแอมป์
   - 3.4 เอาท์พุทรีเลย์

ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดแสดงได้ดังบลอกไดอะแกรมในรูปที่ 1-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

PC-SB31 (SINGLE BOARD 31 ON PC)

PC-SB31 ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ในงานควบคุม ซึ่งตรงกับหน้าที่หลักของ CPU ในตระกูล MCS 51 คือ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างทางกายภาพของบอร์ด PC-SB31 มีดังนี้ :-

ลักษณะของบอร์ด PC-SB31

CPU

- 8031, 8032, 8052, 8751

MEMOPY

- มี SOCKET ขนาด 28 PIN 2 ตัว สามารถใส่หน่วยความจำได้สูงสุด 96 KB

I/O

- 8 * 3 บิท INPUT/OUTPUT (8255)
- 8 * 1 บิท INPUT/OUTPUT (PORT1)
- 1 SERIAL PORT (RS 232)

POWER

- 10 VDC JACK
- 5 VDC (REGULATE) ON BOARD

คุณลักษณะพิเศษของ PC-SB31

- หน่วยความจำ สามารถเลือกได้ทั้งขนาด, ตำแหน่ง และลักษณะการทำงาน (DATA MEMORY, CODE MEMORY, CODE & DATA MEMORY) (ดูการติดตั้งหน่วยความจำ)
- สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาแอสเซมบลี้ (ร่วมกับ SB31 - DEBUGGER) และภาษาเบสิค (เพื่อใช้ 8052 AH-BASIC)
- ต่อกับ LCD ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้ I/O พอร์ด
- มี I/O พอร์ด ขนาด 8 บิท ถึง 4 พอร์ด
- ต่อร่วมกับอุปกรณ์สนับสนุนของบริษัทอีทีทีได้ทันที เช่น SSRAC, RTC, 7210, ET-AD ฯลฯ

การติดตั้งหน่วยความจำให้กับ PC-SB31

เนื่องจำ PC-SB31 ถูกสร้างมาให้เป็นอิสระในการเลือกใช้หน่วยความจำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายขนาดทั้ง EPROM และ RAM รวมทั้งตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำผู้ใช้ก็ยังสามารถกำหนดได้ตามต้องการซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับการใส่ตำแหน่งของ JUMPER ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ซึ่ง U3 และ U4 จะถูกควบคุมด้วย JUMPER ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ :-

U3

JP3 เลือกเบอร์ของซิปหน่วยความจำที่ใส่อยู่บน U3 (2764, 27256, 27512, 6274, 62556)

JP4 สำหรับเลือกว่าให้หน่วยความจำที่ U3 เป็น DATA MEMORY หรือ CODE MEMORY หรือเป็นทั้ง CODE และ DATA MEMORY

JP7 เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยตความจำ U3

U4

JP5 เลือกเบอร์ของซิปหน่วยความจำที่ใส่อยู่บน U4 (27256, 6116, 6264, 62256)

JP6 เลือกลักษณะการทำงานของ U4 ว่าจะให้เป็น DATA MEMORY หรือ CODE MEMORY หรือเป็นทั้ง DATA และ CODE MEMORY

JP8 เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยความจำ U4

JP9 เลือกว่าจะอนุญาตให้มีการใช้ I/O พอร์ต ภายนอกอีกหรือไม่ ถ้าไม่มีพอร์ตภายนอก U4 จะมีขนาดสูงสุดได้ถึง 32 KB

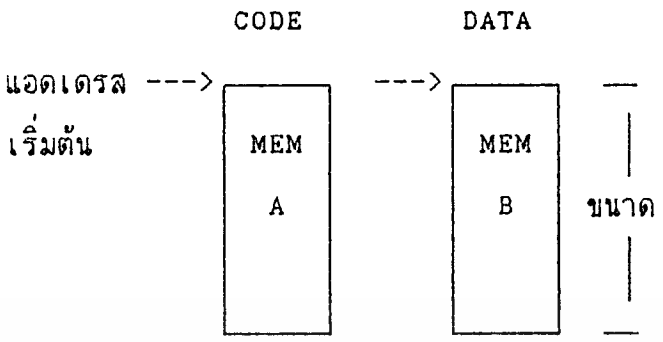
ข้อจำกัดในการติดตั้งหน่วยความจำแบบแยก DATA และ PROGRAM ออกจากกัน

เมื่อดูจากวงจรของ PC-SB31 จะเห็นว่า ส่วนของ JP7 และ JP8 ด้านหนึ่งจะถูกต่อถึงกันในตำแหน่งที่ตรงกัน(เช่น 0000 ของ JP7 จะต่อกับ 0000 ของ JP8) จึงทำให้เกิดการซ้อน PAGE ขึ้นในกรณีที่ขนาดของหน่วยความจำ U3 และ U4 มีขนาดไม่เท่ากัน ถึงแม้ว่าผู้ใช้จะใส่หน่วยความจำบน U3 และ U4 มีขนาดไม่เท่ากัน โปรแกรมก็ยังทำงานได้ตามปกติแต่ผู้ใช้ต้องระลึกอยู่เสมอว่าหน่วยความจำแต่ละตัวเริ่มต้นที่ใดและควรสิ้นสุดที่ใด

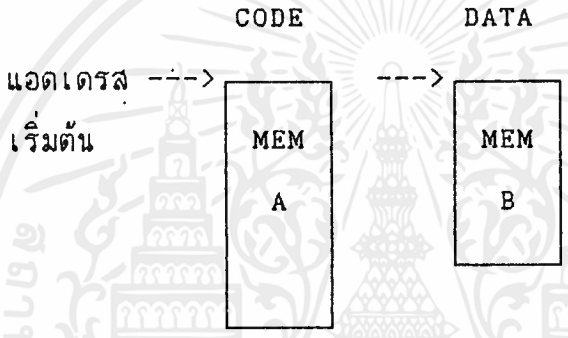
ตัวอย่างเช่น ที่ U3 ใส่หน่วยความจำ 8 KB และที่ U4 ใส่หน่วยความจำขนาด 2 KB ที่ตำแหน่ง ของหน่วยความจำน้อย (U4) จะเกิดการซ้อนตัวเอง เช่น ในตำแหน่ง 2000H และตำแหน่งจะเป็นตำแหน่งเดียวกัน (เกิดการซ้อน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

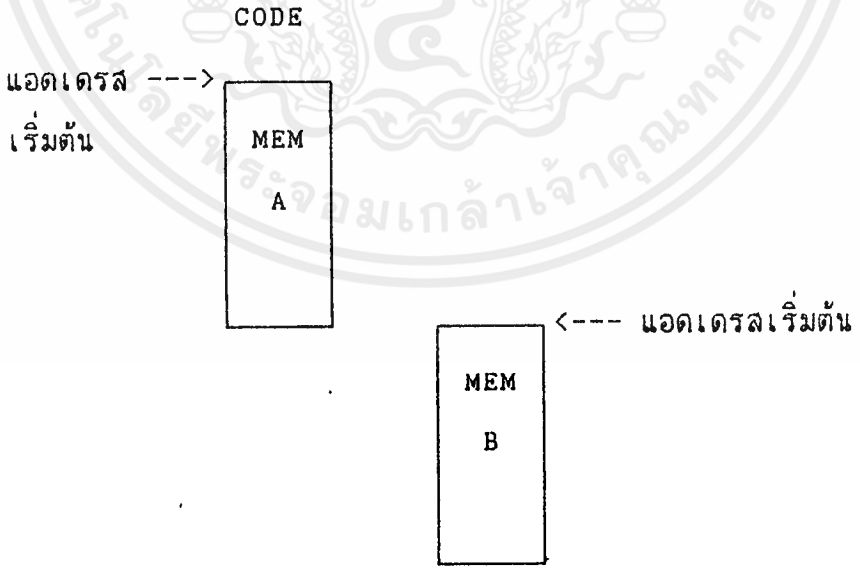
ลักษณะของการเลือกขนาดของหน่วยความจำชนิดแยก DATA และ CODE MEMORY



รูปที่ 2-1 (A) ไม่เกิดการซ้อน PAGE ของตัวเอง เมื่อ MEM A = MEM B



รูปที่ 2-1 (B) หน่วยความจำตำแหน่ง B จะเกิดการซ้อนตัวเอง



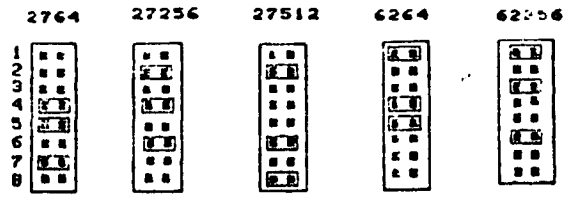
รูปที่ 2-1 (C) จุดเริ่มต้นต่อกันจะไม่เกิดการซ้อน

รูปที่ 2-1 ลักษณะการจัดหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

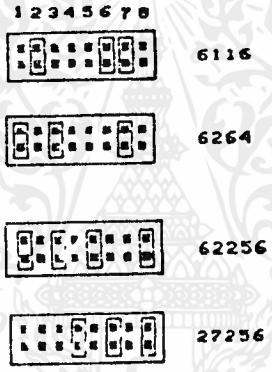
การใส่ JUMPER ให้ถูกต้องตามเบอร์ของชิปหน่วยความจำ

JP3 (สำหรับ U3)



รูปที่ 2- 2 การใส่ JUMPER JP3

JP5 (สำหรับ U4)



รูปที่ 2-3 การใส่ JUMPER JP5

JP4 & JP6 (เลือกลักษณะของ U3 และ U4)

DATA = DATA MEMORY

CODE = CODE MEMORY

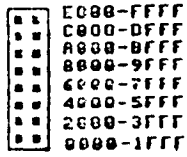
COMBINE = DATA AND CODE MEMORY

รูปที่ 2-4 การใส่ JUMPER JP4 & JP6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP7 & JP8 (เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยความจำ)

แต่ละจุดของ JUPM ที่ใส่ลงไปจะมีขนาดของหน่วยความจำ 8 KB เพิ่มขึ้นจากจุดเริ่มต้น

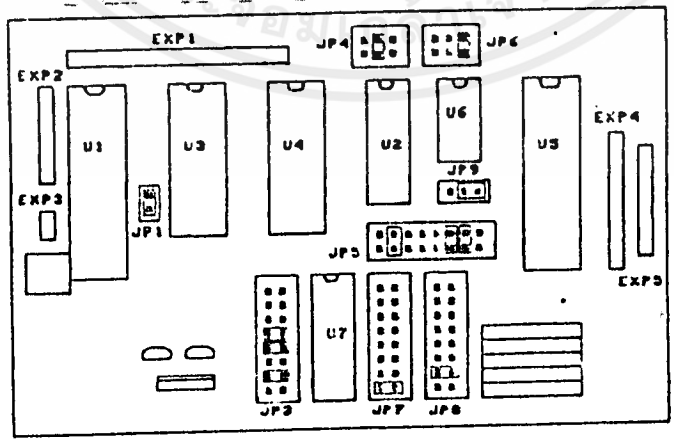


รูปที่ 2- 5

JP9

รูปที่ 2- 6

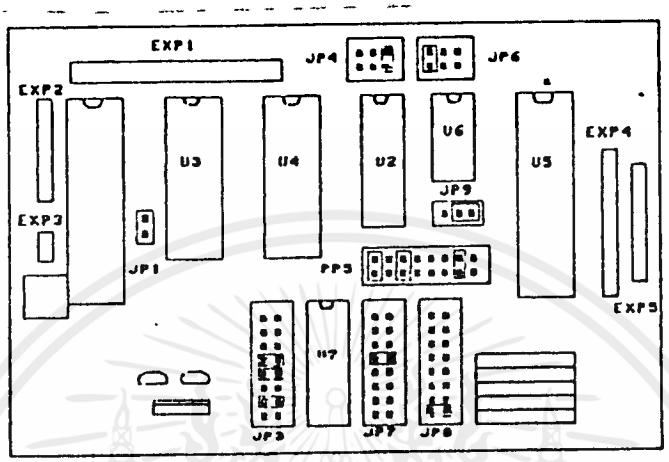
<u>ตัวอย่างที่ 1</u> การใช้ JUMPER เพื่อเลือกหน่วยความจำให้กับระบบ โดยให้ PC-SB31 ร่วมกับ ET DEBUGGER-31 ซึ่งใส่ EPROM 2764 ที่ U3 โดยที่ตำแหน่งเริ่มต้นที่ 0000 และใส่ 6116 ที่ U4 โดยตำแหน่งเริ่มต้นอยู่ที่ 2000 และทั้ง U3 และ U4 ทำงาน แบบ COMBINE และบอร์ดมีพอร์ต 8255



รูปที่ 2- 7 ใช้ PC-SB31 ร่วมกับ ET DEBUGGER-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 ใช้ PC-SB31 เป็นบอร์ดควบคุม โดยพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิค โดย U4 เป็นเบอร์ 6264 โดยมีตำแหน่งอยู่ที่ 0000 เป็น DATA MEMORY U3 เป็น EPROM 2764 โดยมีตำแหน่งอยู่ที่ 8000 ทำงานแบบ COMBINE มีพอร์ต 8255 1 ตัว



รูปที่ 2-8 พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิค

PC-SB31 VS ET DEBUGGER-31

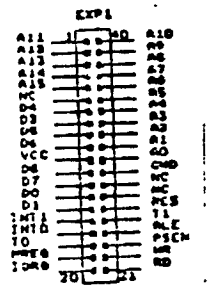
การพัฒนาระบบอาจจะไม่ละตวกถ้าหากว่าขาดเครื่องมือพัฒนาระบบการทำงานให้สำเร็จลุล่วงอาจจะกินเวลามาก ฉะนั้น PC-SB31 จึงมีซอฟต์แวร์ในการพัฒนาโปรแกรมชื่อว่า ET DEBUGGER-31 ซึ่งโปรแกรมส่วนนี้ถูกบรรจุอยู่ใน EPROM 2764 ซึ่งนำมาใช้ร่วมกับบอร์ด PC-SB31 ได้ทันที โดยผู้ใช้ต้องจัดหน่วยความจำให้เหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ในคู่มือ ET DEBUGGER-31 หรืออาจจะใช้การใส่ JUMPER ตามแบบในรูปที่ 2-20

รายละเอียดเกี่ยวกับ CONNECTER

PC-SB31 ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้ได้กับบอร์ดอินเตอร์เฟสต่าง ๆ ของบริษัทอีทีที โดยเฉพาะอย่างยิ่งบอร์ดประเภทอินพุท/เอ้าท์พุท ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

EXP1 เป็น CONNECTER ขนาด 40 PIN ซึ่งมีสัญญาณที่ขาต่าง ๆ คล้ายกับสัญญาณที่ต่อจาก CPU Z-80 ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนบอร์ดต่าง ๆ เช่น 7210, RTC เป็นต้น แต่เนื่องจาก PC-SB31 ใช้ CPU คนละตระกูลกับ Z-80 จึงมีสัญญาณบางสัญญาณไม่ตรงกัน ดังจะดูได้ในรูปที่ 2-22

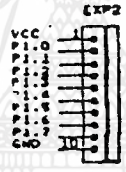
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



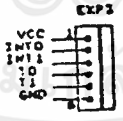
รูปที่ 2- 9 Z-80 CONNECTER (COMPATIBLE)

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับผู้ที่ต่อกับ 7210 ให้ทำการดัดแปลงสัญญาณรีเซทบนบอร์ด 7210 ให้เป็นแบบ POWER ON RESET (ดูคู่มือ 7210)

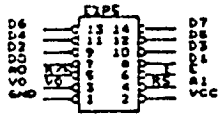
EXP2 เป็น INPUT/OUTPUT พอร์ตอิสระขนาด 8 บิท โดยมีรายละเอียดดังนี้



EXP3 เป็นขาของ INTERUPT และ TIMER/COUNTER ของตัว CPU โดยมีรายละเอียดดังนี้

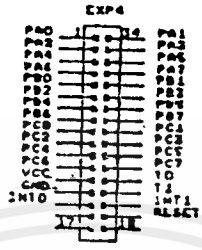


EXP5 เป็น CONNECTER ขนาด 14 ขา ที่ใช้ต่อกับ LCD ได้โดยตรง โดยมีรายละเอียดดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXP4 เป็น CONNECTER ขนาด 34 ขา ซึ่งมีการวางตำแหน่งของขาตรงกับบอร์ด 7210 ซึ่งสามารถต่อกับอุปกรณ์ I/O ต่าง ๆ เช่น SSRAC, ET-AD เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อินพุทและวงจรตรวจจับ

3.1 SHAFT POSITION ENCODER

Shaft Position Encoder เป็นอุปกรณ์ทางกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนตำแหน่งมุมของแกนไปเป็นขบวนพัลซ์ หรือเป็นรหัส n บิตการเปลี่ยนทำได้โดยใช้แผ่นจานหมุน การประยุกต์ใช้งานของอุปกรณ์นี้ ใช้กันมากในงานที่เกี่ยวกับกระบวนการควบคุมเครื่องจักรด้วยการควบคุมเชิงเลข, เครื่องพิมพ์, พล๊อตเตอร์, การควบคุมตำแหน่งดิสต์ในคอมพิวเตอร์, เซอร์โวแมคแคนนิค, สายอากาศเรดาร์, การแสดงผลดิจิตอล, การควบคุมตำแหน่งระยะไกล, การควบคุมตำแหน่งสายอากาศเรดาร์ระยะไกลและอื่น ๆ อีกมากมาย Shaft Position Encoder แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่สมบูรณ์ (incremental type) และแบบสมบูรณ์ (absolute type) ซึ่งจะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

แบบที่สมบูรณ์ในตัวจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดสัมผัส (Contacting Type) และชนิดใช้แสง (optical encoder) โครงสร้างทั่วไปของแบบไม่สมบูรณ์ชนิดสัมผัส (contacting incremental encoder) แสดงในรูปที่ 3.1a ปลายโลหะ(metallic strips) ที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจะถูกวางตามแนว A และ B บนผิวหน้าของจานหมุน โดยจะมีตัวชี้บอก (index strip) จุดเริ่มต้นอยู่ที่แนวนอกสุด ปลายโลหะจะถูกต่อทางไฟฟ้าลงมายังโลหะด้านหลังของจานหมุน ซึ่งเป็นกราวนด์ ขาสปริงแต่ละปลายโลหะจะดันปลายโลหะกดลงไปบนจานและขีดไปตามแนวการหมุนของแผ่นจาน เมื่อปลายโลหะแตะลงไปยังส่วนที่เป็นกราวนด์เอาท์พุทที่ได้จะเป็น 0 V และเมื่อปลายโลหะแตะอยู่กับฉนวนระหว่างกราวนด์เอาท์พุทจะมีค่าเท่ากับแรงดันที่แหล่งจ่าย

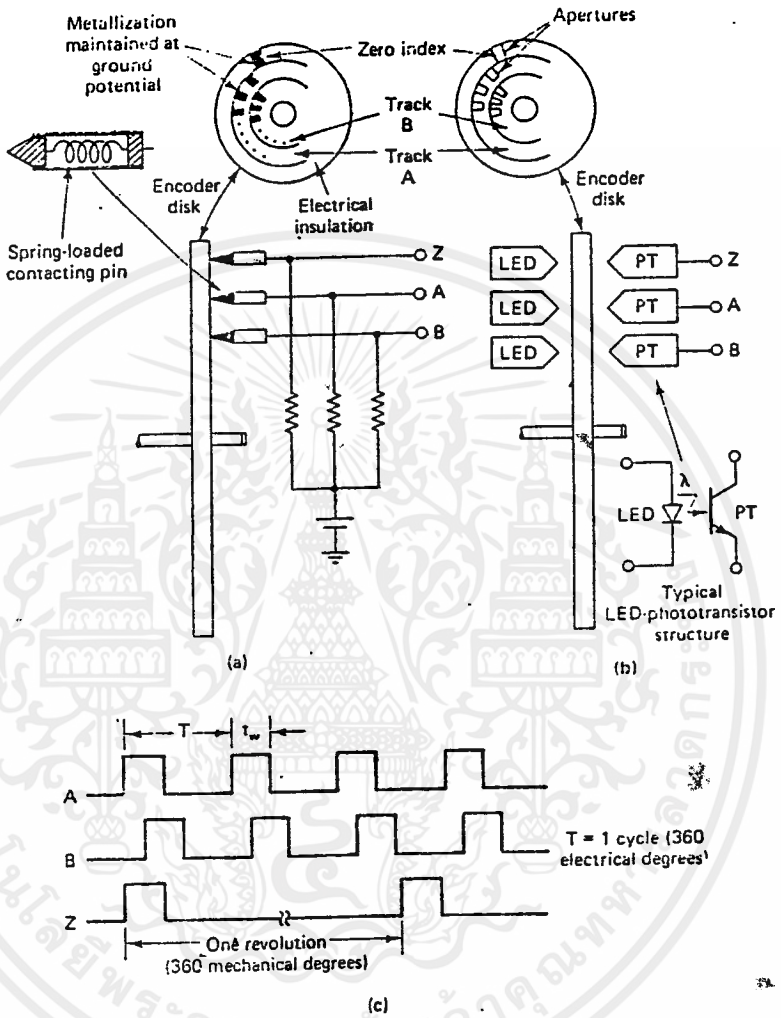
รูปคลื่นเอาท์พุทโดยทั่วไปจะเป็นดังรูป 3.1c เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานมากที่สุดปกติผู้ผลิตจะออกแบบแผ่นจานหมุนให้กำเนิดรูปสัญญาณ A และ B ต่างเฟสกัน 90 องศา เพื่อใช้ในการตรวจจับทิศทางการหมุน ส่วนตัวชี้จุดเริ่มต้น (zero index track) จะให้พัลซ์ออกมาหนึ่งลูกเมื่อแผ่นจานหมุนครบหนึ่งรอบ จึงสามารถเป็นพัลซ์อ้างอิงเพื่อให้สามารถตรวจจับรอบการหมุนได้

ถ้าแผ่นจานหมุนมี strip อยู่ N จุดในหนึ่งแทรคตามแนวรอบจานหมุน การหมุนหนึ่งรอบของแผ่นจานหมุนจะทำให้เกิดพัลซ์ขึ้นเป็นจำนวน N พัลซ์ ที่มีดิวตี้ไซเคิล dc = tw/T ยิ่งกว่านั้นถ้าหากความเร็วเชิงมุมของจานหมุนเป็น w รอบต่อนาที (rpm) ความถี่ของพัลซ์ของเอาท์พุท A และ B อาจจะหาได้จากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = wN/60 = 1/T = dc/tw \qquad (3.1)$$

เมื่อ tw แสดงถึงความกว้างของพัลซ์



รูปที่ 3.1 Shaft position encoderแบบไม่สมบูรณ์ a)ชนิดสัมผัส ; b)ชนิดใช้แสง ; c) รูปคลื่นเอาท์พุท

ความละเอียด (resolution) สูงสุดของการหมุนขึ้นอยู่กับจำนวน strip ที่มีใน 1 รอบ (N step/รอบ) ถ้าหาก R เป็น resolution จะได้

$$R = 360/N \qquad (3.2)$$

ดังนั้นถ้าหาก resolution เป็น 1 องศา หมายความว่าในหนึ่งรอบมีอยู่ 360 strip การหามุมของเพลาก็ทำได้ง่ายโดยการนับพัลซ์ เช่น ถ้าแผ่นจานหมุนไปนับได้ K strip จะได้มุม

$$\theta m = 360.K/N \quad \text{องศา} \qquad (3.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถูกต้อง (accuracy) ของการวัดขึ้นอยู่กับค่า resolution นี้เอง

ข้อเสียของเอนโคดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ชนิดสัมผัส (contacting incremental encoder) ก็คือการสึกหรอที่จุดสัมผัส ซึ่งเป็นสาเหตุการลดอายุการใช้งานของมัน

เอนโคดเดอร์ที่ไม่มีการสัมผัสในขณะที่เพลากำลังหมุนคือเอนโคดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ชนิดใช้แสง (optical incremental encoder) ดังแสดงในรูป 3.1b จะมีช่องหรือรูแทน strip และส่วนตรวจจับประกอบไปด้วย LED และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ เมื่อจานหมุนแสงจาก LED จะถูกตรวจจับโดยโฟโต้ทรานซิสเตอร์ในตอนที่ช่องเลื่อนมาตรงกับลำแสงที่ออกมาจาก LED เอาท์พุทที่ได้จะเป็น LOW และเมื่อใดก็ตามที่แผ่นจานกั้นแสงจาก LED เอาท์พุทที่ได้จะเป็น HIGH (ขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจร) เอาท์พุทที่ได้จะเป็นขบวนพัลซ์ดังรูป 3.1c เช่นกัน encoder ชนิดนี้ N จะเป็นจำนวนของช่องหรือรูต่อหนึ่งแทรคหรือหนึ่งวงรอบจึงสามารถใช้สมการที่ (3.1),(3.2) และ (3.3) ได้เหมือนกัน

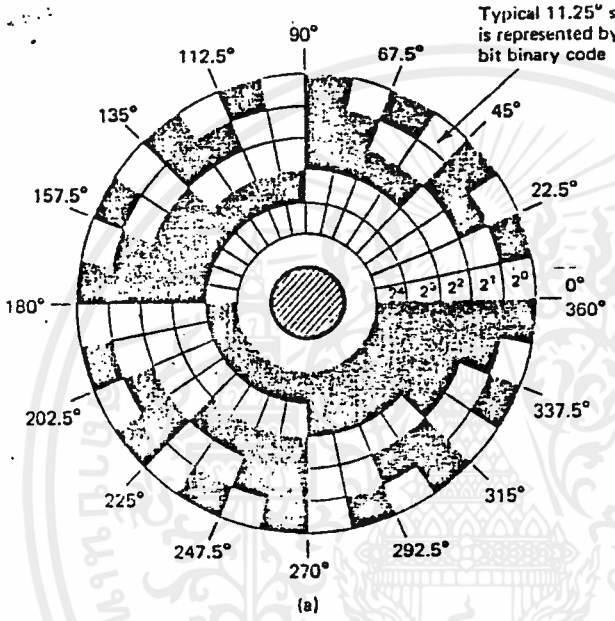
เอนโคดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ชนิดใช้แสงจะไม่มีส่วนขูดขีดของที่เกิดจากการสัมผัสเลย ดังนั้นจึงเชื่อถือได้มากกว่า แต่เอนโคดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ทั้งสองชนิดดังที่กล่าวมาเมื่อกำลังงานที่จ่ายให้เกิดขัดข้อง ข้อมูลต่าง ๆ ของการหมุนจะสูญหายไป ถ้าเปรียบก็เสมือนกับแรมที่เมื่อไม่มีแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะสูญหายไป การแก้ปัญหานี้ทำได้โดยใช้ เอนโคดเดอร์แบบสมบูรณ์ในตัว (absolute encoder) ดังรูปที่ 3.2 แผ่นจานเข้ารหัส 5 บิตถูกแบ่งออกเป็น 5 แทรค และมี 2^5 หรือ 32 เซคเตอร์ ถ้าต้องการเอนโคดเดอร์ n bit จึงต้องมี n แทรคและมีทั้งหมด 2^n เซคเตอร์ พื้นที่สีทึบบนจานแสดงถึง 1 ในเลขไบนารี และพื้นที่สีขาวหมายถึง 0 บิตนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ถูกกำหนดให้อยู่แทรคนอกสุดและเรียงเข้ามาเรื่อย ๆ จะได้บิตนัยสำคัญสูงสุด (MSB) อยู่ที่แทรคด้านในสุด รหัส 5 บิตของแต่ละเซคเตอร์ก็จะบอกถึงตำแหน่งมุมของแกนภายในเซกเตอร์นั้น ตัวอย่างตามรูปที่ 4 แต่ละเซคเตอร์มีมุม 11.25 องศา ส่วนตารางแสดงการกำหนดบิตและมุมของจานแสดง ในรูปที่ 3.2b

ไม่เฉพาะรหัสไบนารีธรรมชาติเท่านั้นที่ใช้ได้กับแผ่นจาน รหัสอย่างอื่นก็สามารถที่จะใช้ได้ เช่นรหัส BCD 8421,รหัส 2421,รหัส excess-3,รหัสเกรย์ เป็นต้น ที่น่าสนใจและนิยมใช้คือรหัสเกรย์ (gray code) ที่มีลักษณะพิเศษที่เป็นข้อดีคือการเปลี่ยนแปลงของบิตจะเปลี่ยนแปลงทีละบิตตามลำดับในขณะที่จานหมุนแต่ก็มีข้อเสียคือไม่สอดคล้องกับรหัสคอมพิวเตอร์ ส่วนรหัส 2421 และ xs-3 จะมีความสมบูรณ์ในตัวและจะใช้เฉพาะในงานทางคณิตศาสตร์

ถ้าแผ่นจานใช้การเข้ารหัสแบบ BCD จำนวนหลักของ BCD จะเป็นตัวกำหนดจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทรคต่อเซคเตอร์ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้รหัส BCD 8421 จำนวน 2 หลัก จะต้องมีจำนวนแทรคทั้งหมด 8 แทรค โดย 4 แทรคนอกอาจจะเป็นหลักหน่วยและ 4 แทรคในเป็นหลักสิบ ดังนั้นจำนวนที่แสดงจะเริ่มจาก 0-99 จึงมีทั้งหมดรวม 100 เซคเตอร์และแต่ละเซคเตอร์จะให้เอาท์พุทเป็น BCD ขนาด 8 บิต ถ้าการตรวจจับใช้แสง ต้องใช้ LED และทรานซิสเตอร์ 8 คู่



θ increment degrees	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
0-11.25	0	0	0	0	0
11.25-22.5	0	0	0	0	1
22.5-33.75	0	0	0	1	0
33.75-45	0	0	0	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
337.5-348.75	1	1	1	1	0
348.75-360	1	1	1	1	1

(b)

รูปที่ 3.2 Shaft position encoder แบบสมบูรณ์ในตัว
(a)แผ่นจานรหัส; (b) ตารางกำหนดรหัสตามมุม

resolution ในกรณีนี้คือ 360/100 = 3 ถ้าใช้รหัส BCD 9 บิตจะต้องใช้แทรคถึง 10 แทรค แต่ resolution จะยังคงเป็น 3 องศา กล่าวคือ resolution เป็นฟังก์ชั่นของจำนวนหลักที่ใช้ตามสมการถ้า m เป็นจำนวนหลัก resolution ของจำนหมุนที่เข้ารหัส BCD จะเป็น

$$R = 360/10^m \qquad (3.4)$$

ส่วน resolution ของแผ่นจานหมุนที่เข้ารหัสแบบไบนารีปกติ คือ

$$R = 360/2^n \qquad (3.5)$$

เมื่อ 2^n แสดงถึงจำนวนของเซคเตอร์ทั้งหมดบนแผ่นจาน ถ้าแผ่นจานกำลังหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปคลื่นจากแทรคนอกสุด (LSB) จะดูคล้ายกับรูปคลื่น A หรือ B ในรูป 3.1c มีดิวตี้ไซเคิล 50% หมายความว่าความกว้างของพัลซ์ tw มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของคาบเวลาคือ tw = T/2 = $1/2f_{(LSB)}$ หรือ $f_{(LSB)}$ คือค่าความถี่จากแทรค LSB ดังนั้น

T(วินาที)/2(เซคเตอร์)*2^n(เซคเตอร์)/1รอบ*1นาที/60(วินาที) =$T2^{n'}/120$ =$2^n/w$ ..... นาที/รอบ

เราสามารถโยงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว w รอบต่อนาที เข้ากับจำนวนเซคเตอร์ 2^n และความถี่ของแทรค LSB (f_{LSB}) จะได้สมการคือ

$$2^n w = 120\ f_{LSB}$$

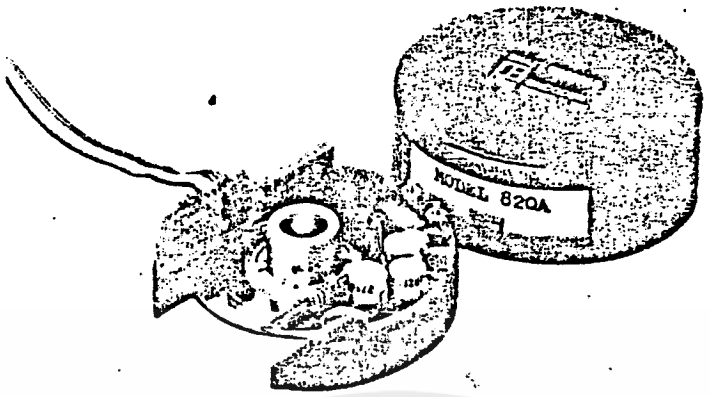
ถ้าแผ่นจานใช้การเข้ารหัส BCD จำนวน m หลัก สมการข้างบนจะแทน 2^n ด้วย 10^m สมการทั่วไปซึ่งจะรวมทั้งสมการของการเข้ารหัสไบนารีและรหัส BCD อาจจะเขียนได้ดังนี้

$$Xw = 120\ f_{LSB} \qquad (3.6)$$

เมื่อ X = 2^n ในกรณีใช้รหัสไบนารี หรือ X = 10^m ในกรณีของรหัส BCD จำนวน m หลัก ในการใช้งานบางอย่างจำเป็นที่จะต้องหมุนหลายรอบ ในกรณีนี้ ผู้ผลิตจะรวมเอาแผ่นจานหลาย ๆ แผ่นเชื่อมต่อกันด้วยเกียร์หรือฟันเฟือง ตัวอย่างเช่นสมมติว่าแผ่นจาน 2 แผ่นเหมือนกันดังรูป 3.2a จะต่อกันโดยผ่านชุดเกียร์ 1 แผ่นจานแรกเชื่อมต่อกับไพรมารี่เกียร์ แผ่นจานที่ 2 เชื่อมเข้ากับเซคคันดารี่เกียร์อัตราส่วนจำนวนซี่ฟันของเซคคันดารี่เกียร์ต่อไพรมารี่เกียร์คือ 360/11.25 = 32 เมื่อ 11.25 คือช่วงกว้างของมุมในหนึ่งเซคเตอร์ เกียร์จะเป็นตัวลดมุมการหมุนของแผ่นจานที่ 2 กล่าวคือ แผ่นจานที่ 2 จะเคลื่อนไป 1 เซคเตอร์ (11.25 องศา) เมื่อแผ่นจานที่ 1 หมุนไปครบ 1 รอบเมื่อแผ่นจานที่ 1 หมุนไปเป็นจำนวน 32 พัลซ์ เพราะฉนั้นจำนวนพัลซ์ทั้งหมดคือ 32*32 = 1024

<u>ตัวอย่าง</u> เอนโคดเดอร์แบบสมบูรณ์ในตัว ซึ่งสามารถใช้นับรหัส BCD หรือไบนารีได้ 500,000 หรือมากกว่าซึ่งเป็นเอนโคดเดอร์ที่มีการผลิตออกมาในเชิงการค้า แสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 เอนโคดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ในตัวที่มีขายในตลาด

ตัวอย่าง แผ่นจานที่ใช้รหัส BCD (8421) มี 10 แทรคเพื่อใช้ในการกำเนิดสัญญาณพัลซ์จงคำนวณหา

a) resolution

b) การหมุนของเพลาที่ทำให้เกิดรหัส 1001100111

c) w ในหน่วย rpm ถ้าพัลซ์ในแทรค LSB มีความกว้างของพัลซ์ 20 μS

วิธีทำ a) 4 บิตนอกสุดจะแสดงหลักหน่วย 4 บิตถัดไปแสดงหลักสิบและ 2 บิตในสุดจะเป็นหลักร้อยส่วนหลักร้อยที่เหลืออีก 2 บิต ให้เป็น 00 (1 หลักมี 4 บิต) ดังนั้นการนับจะเริ่มจาก 0 - 399 ซึ่งจะมีค่าสูงสุด การหมุนสูงสุดจะเป็น 400 แบบหรือ 400 เซคเตอร์ ดังนั้น

$$R = 360/400 = 0.9 \text{ องศา}$$

b) รหัส BCD ที่ให้อาจจะเขียนเป็น 001001100111 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 267_{10} สมมติว่าแผ่นจานเริ่มหมุนจากเซคเตอร์ 0 หมุนไป 267 เซคเตอร์ มุมที่หมุนไปคือ

$$\theta = 267(0.9) = 240.8 \text{ องศา}$$

c) $f_{LSB} = 1/2tw = 1/40*10^{-6} = 25$ KHz

จาก $Xw = 120\ f_{LSB}$

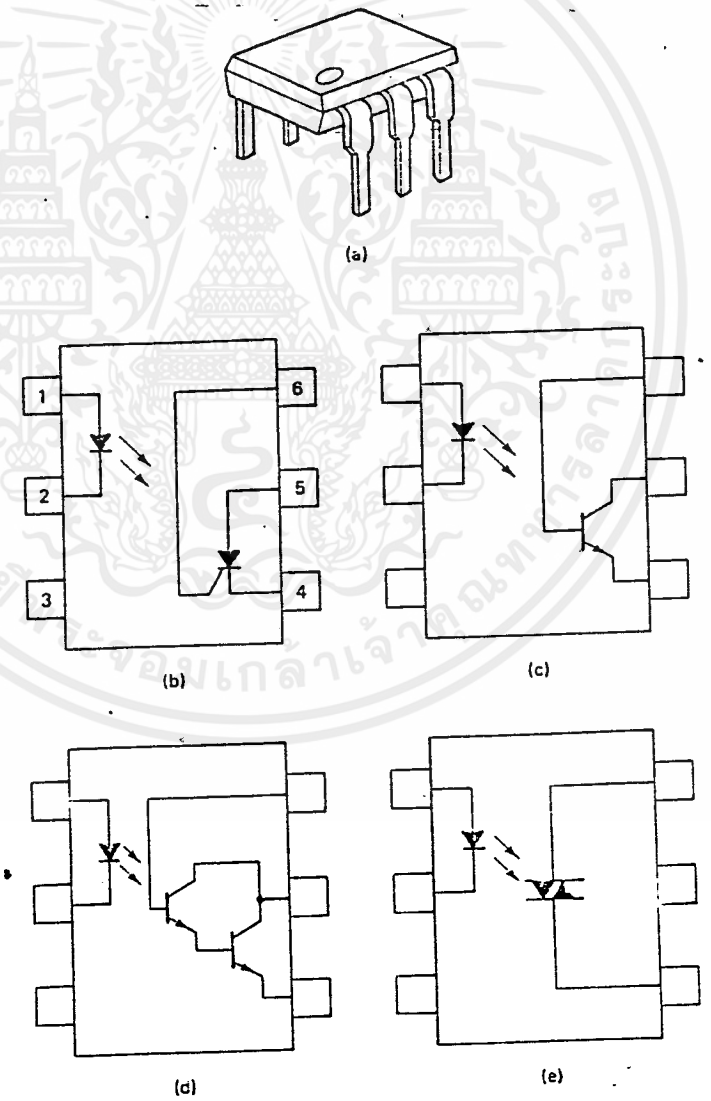
เมื่อ $X = 400$; $w = 120*25*10^{3}/400 = 750$ rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTOCOUPLER

ออปโต้คัปเปลอร์ หรือออปโต้ไอโซเลเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวแยกทางไฟฟ้าระหว่างแหล่งจ่ายกับโหลดดังรูป 3.4a เป็นแพคเก็จขนาด 6 ขา ออปโต้คัปเปลอร์ประกอบด้วย แอลอีดี (LED)ทางอินพุทและตัวตรวจจับแสงอยู่ทางเอาท์พุทซึ่งทั้งสองส่วนจะไม่มีการเชื่อมต่อถึงกันทางไฟฟ้า

รูปที่ 3.4 แสดงรูปลักษณะต่างๆกันของออปโต้คัปเปลอร์ ซึ่งจะต่างกันเพียงตัวตรวจจับแสงที่ใช้เอาท์พุทที่เป็นเอสซีอาร์หรือไตรแอค เหมาะสำหรับการใช้งานทางด้านสวิทช์กำลังงาน AC เอาท์พุทที่อยู่ในรูปดาร์ลิงตันเหมาะกับงานที่ต้องการอัตราขยายกระแสมาก ๆ ส่วนเอาท์พุทที่เป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์จะใช้งานทั่ว ๆ ไป



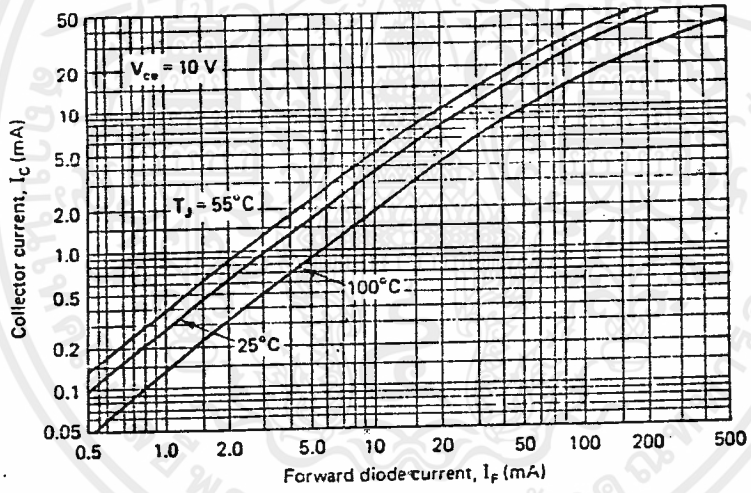
รูปที่ 3.4 ลักษณะต่างๆของออปโต้คัปเปลอร์ a)ตัวถัง 730A-01 b)โฟโต้ SCR เอาท์พุท c) โฟโต้ทรานซิสเตอร์เอาท์พุท; d) โฟโต้ดาลิงตันเอาท์พุท; e) โฟโต้ไตรแอคเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออปโต้คัปเปลอร์ไตรแอคและเอสซีอาร์จะใช้เฉพาะในงานที่จะอินเตอร์เฟสระหว่างชิปไอซีกำลังต่ำ ๆ ไปยังโหลดเช่น teletypes,มอเตอร์,โซลีนอยด์ และงานทั่วไป

การทำงานของออปโต้คัปเปลอร์ จะขึ้นอยู่กับการไบอัสตรงแอลอีดีที่อินพุทจากแหล่งจ่ายภายนอกกระแสไบอัสตรงจะทำให้แอลอีดีปล่อยรังสีออกมา (ไดโอดที่ทำจาก GaAs จะปล่อยรังสีในย่านอินฟาเรด(IR)) การปล่อยรังสีจะถูกตรวจจับโดยโฟโต้ทรานซิสเตอร์แล้วจะให้กระแสออกไปขับโหลดภายนอก

คุณสมบัติที่สำคัญที่สำคัญอย่างหนึ่งของออปโต้คัปเปลอร์ คือ อัตราการส่งผ่านกระแส (current transfer ratio) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของกระแสเอาท์พุทต่อกระแสไบอัสตรง LED ที่อินพุท หรือ N = IL/IF รูปที่ 3.5 แสดงคุณสมบัติการส่งผ่านกระแสของออปโต้คัปเปลอร์เบอร์ 4N26 เมื่อ IL เป็นกระแสคอลเลคเตอร์ที่เอาท์พุทของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ IF เป็นกระแสไบอัสตรงที่อินพุท

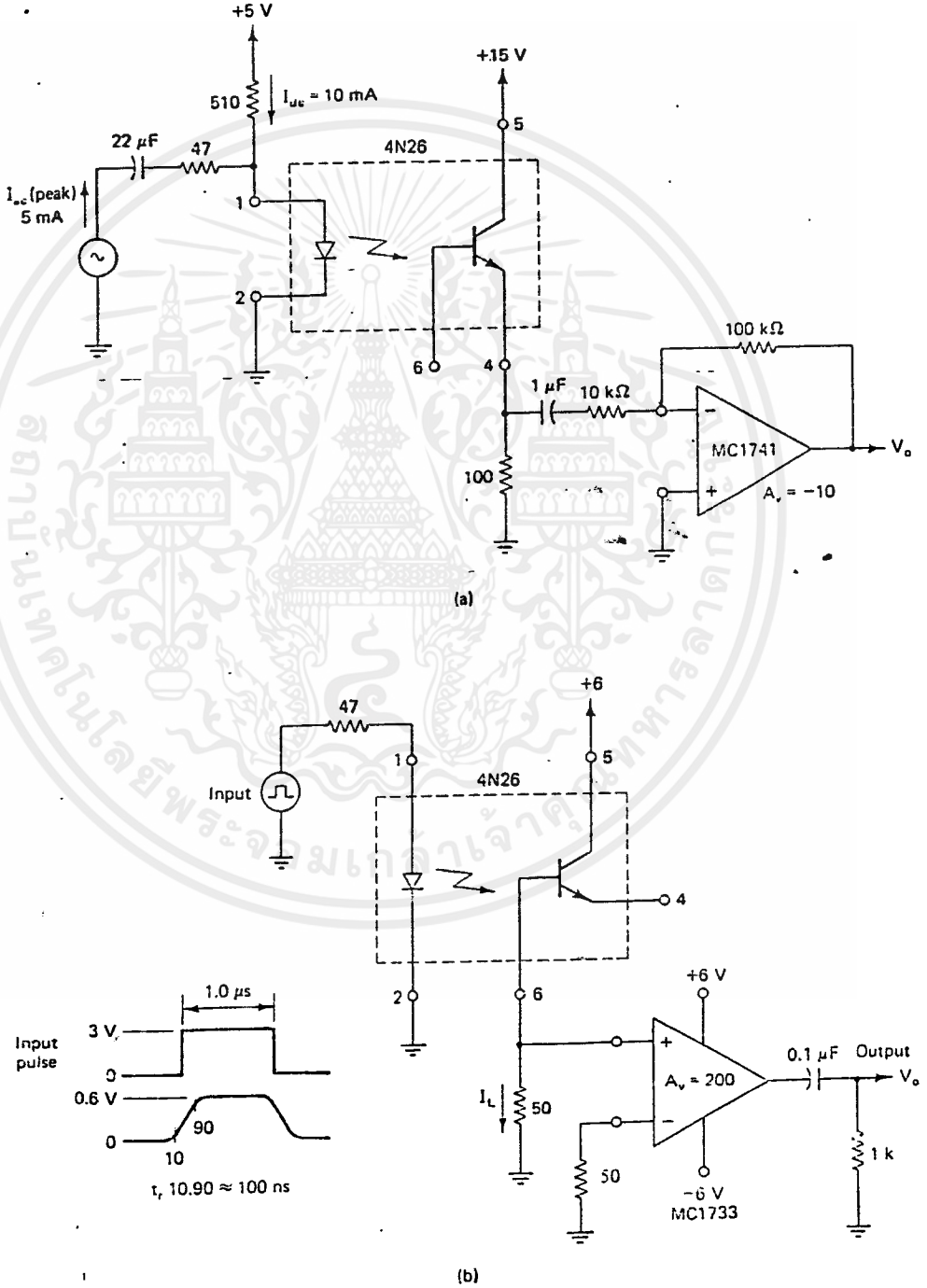


รูปที่ 3.5 คุณสมบัติการส่งผ่านกระแสของออปโต้คัปเปลอร์ 4N26

อุปกรณ์ออปโต้คัปเปลอร์โดยทั่วไปจะทำงานอยู่ในโหมดใดโหมดหนึ่งจากที่มีอยู่ 2 โหมดคือ โหมดพัลซ์ (pulse mode) และโหมดเชิงเส้น (linear mode) การทำงานทั้งสองโหมดดังรูป 3.6 โหมดเชิงเส้นแสดงดังรูป 3.6a ในโหมดนี้การทำงานของ LED ในตอนแรกจะถูกไบอัสโดยกระแสตรง กระแส AC จะรับเข้ามาสวิงบนกระแสตรงดังนั้นจะทำให้เกิดกระแส LED เปลี่ยนแปลงอยู่ที่สูงกว่าและต่ำกว่าค่าไฟตรงขนาดเท่ากับค่าพีค (peak) ของกระแส AC การไบอัสจากไฟตรงเป็นความจำเป็นที่จะหลีกเลี่ยงการเพี้ยนของสัญญาณเอซีที่จะถูกขยายซึ่งก็เหมือนกับหลักการของวงจรขยายคลาส A ที่จะต้องทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบอัสวงจรก่อนที่สัญญาณเอซีจะเข้ามาที่อินพุท เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการขลิบยอดคลื่นทั้งซีกบวกและซีกลบของสัญญาณที่ถูกขยาย เมื่อคูณด้วยอัตราการส่งผ่านกระแส N กระแส LED ก็จะกลายเป็นกระแสคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ในรูปที่ 3.6 กระแสที่ถูกกันไว้ด้วยตัวต้านทาน 100 โอห์มและจะได้แรงดัน AC จากนั้นจะถูกขยายเป็น Vo (ส่วนของไฟตรงจะถูกกั้นไว้โดยต้องเก็บประจุ 1μF) ค่าของ Vo คำนวณได้จากตัวอย่างดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.6 โหมดการทำงานของออปโต้คัปเปลอร์ a) โหมดเชิงเส้น; b) โหมดพัลซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032611

ตัวอย่าง คำนวณหา Vo ในวงจร optoamplifier ในรูป 3.6a

วิธีทำ กระแส LED ทั้งหมดเป็น 10±5 mA ดังนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้จาก 5 ถึง 15 mA กระแสคอลเลคเตอร์ในโฟโต้ทรานซิสเตอร์หาได้จากรูป 3.5 เป็น 1.8 ถึง 6 mA เพื่อมีค่า 4.2 mA p-p

แรงดัน p-p คร่อมตัวต้านทาน 100 โอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทของอินเวอร์ติ้งออปแอมป์ที่มีอัตราขยายเท่ากับ 10 จะเป็น $(4.2*10^{-3})*100 = 0.42$ Vp-p

$$Vo = 0.42*10 = 4.2 \text{ Vp-p}$$

ในโหมดพัลซ์ในรูป 3.6b เป็นการทำงานอีกโหมดหนึ่งของออปโต้คัปเปลอร์ เปรียบเทียบกับโหมดเชิงเส้นซึ่งต้องการให้เอาท์พุทที่ได้มีความเพี้ยนต่ำสุด แต่ในโหมดพัลซ์ออปโต้คัปเปลอร์จะทำงานเป็นสวิทช์ง่าย ๆ ในโหมดนี้ขาอีมิตเตอร์จะเปิด(open)และเอาท์พุทจะทำมาจากแรงดันคร่อมตัวต้านทานโหลดซึ่งต่อระหว่างขาเบสกับกราวด์โฟโต้ทรานซิสเตอร์จะถูกเปลี่ยนเป็นโฟโต้ไดโอด (รอยต่อ p-n ของขา c-b) ข้อเสียหลักของการต่อแบบนี้คือกระแสโหลด ซึ่งปกติต้องเป็นกระแสคอลเลคเตอร์ แต่ในลักษณะนี้เป็นกระแสเบสซึ่งน้อยกว่ากระแสคอลเลคเตอร์มาก ; $I_B/I_C.hFE$

คุณสมบัติการส่งผ่านกระแสในรูป 3.5 ยังคงใช้ได้ถ้าหาร Ic ด้วย hFE แต่ข้อดีหลักของการต่อแบบนี้ก็คือสามารถเพิ่มความเร็วในการสวิทช์ขึ้น ค่าเวลาไต่ขึ้น (rise time) ที่มีค่าประมาณ 1 หรือ 2 μS ในโฟโต้ทรานซิสเตอร์จะลดลงใกล้เคียง 100 nS ในการต่อแบบนี้ตัวต้านทานค่าต่ำที่ต่อระหว่างขาอินเวอร์ติ้งของออปแอมป์ลงกราวด์เพื่อลดกระแสออฟเซทของออปแอมป์ และตัวเก็บประจุค่า 0.1 μF จะใช้กั้นไฟที่เอาท์พุท ค่าแรงดันโหลดที่ตัวชดเชยได้ด้วยวงจรขยายที่มีอัตราขยายแรงดันสูง การคำนวณหา Vo ทำได้ดังนี้

ตัวอย่าง คำนวณหา Vo สำหรับวงจรในรูป 3.6b

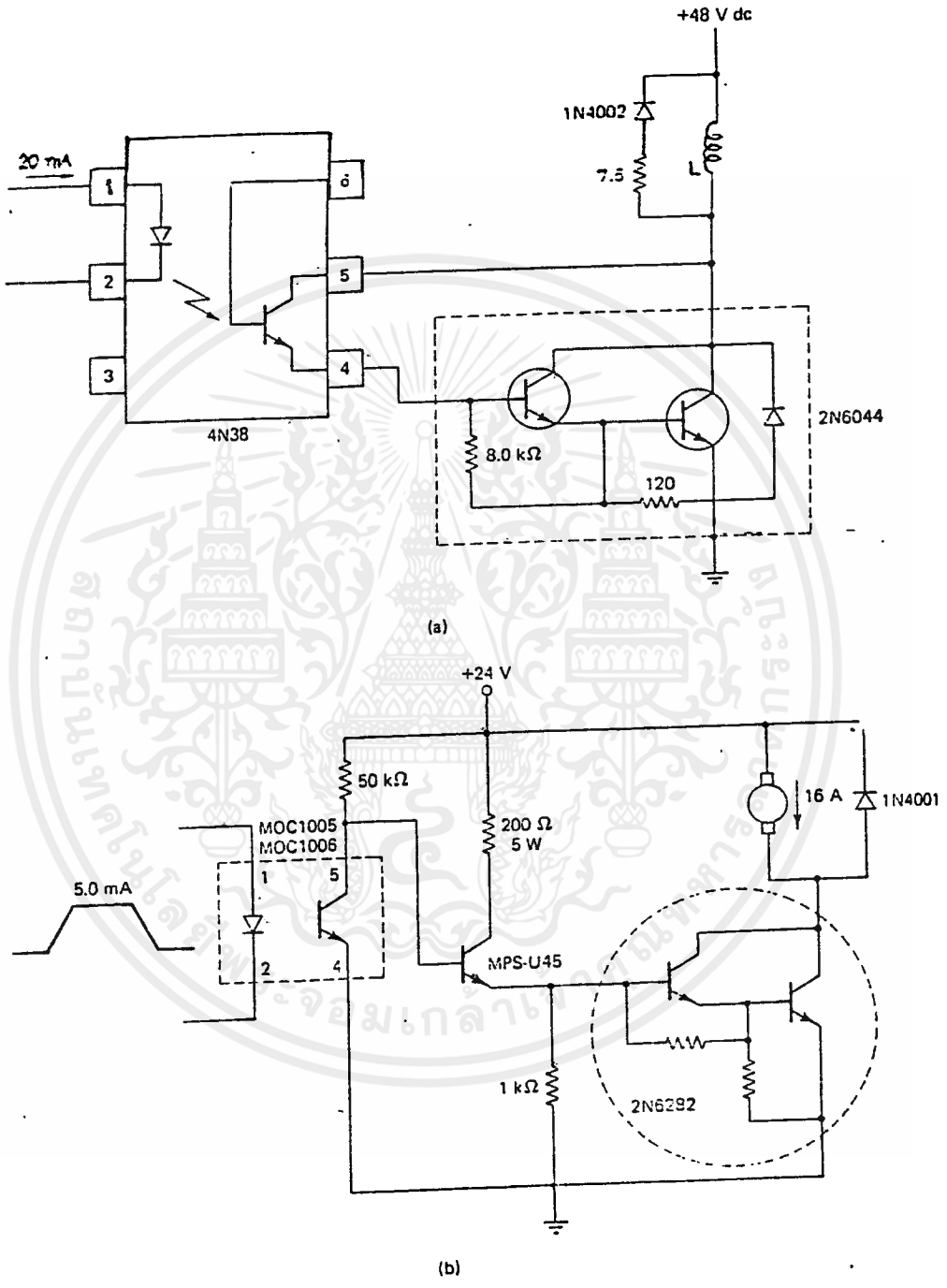
วิธีทำ กระแส LED If = (3-1)/47 = 42.6 mA โดยสมมติว่าแรงดันคร่อม LED เป็น 1 V ใช้เส้นกราฟ 25 องศา ดังรูป 3.5 กระแสคอลเลคเตอร์สำหรับ If ที่คำนวณได้คือ 15 mA ถ้าหากใช้ hFE =325 (จาก datasheet ของ 4N26) ค่าของกระแส Ib = 46.2 μA และแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 50 โอห์ม = $46.2*10^{-6} * 50$ = 2.3 mA

เมื่อ ออปแอมป์มีอัตราขยาย = 200

$$Vo = 200 * 2.3*10^{-3} = 0.46 \text{ V}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งานในอีกลักษณะหนึ่งแสดงดังรูป 3.7



รูปที่ 3.7 การประยุกต์ใช้งานของออปโต้คัปเปลอร์ a) ขับโซลินอยด์ 4A;
b) ควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

เอาท์พุทและการแสดงผล

DIGITAL TO ANALOG CONVERTER (DAC)

DAC จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณอินพุทดิจิตอล n บิตไปเป็นระดับแรงดันอนาลอก ดังนั้น DAC ที่มี 8 บิต จะรับอินพุทดิจิตอล 8 บิตและสร้างสัญญาณที่เป็นแรงดันอนาลอกออกมาเป็นสัดส่วนกับอินพุทส่วนสำคัญของ DAC ใดๆ ก็แล้วแต่ก็คือเน็ทเวิร์คตัวต้านทาน ซึ่งนิยมใช้กันมากคือเน็ทเวิร์คแบบ R-2R แลดเดอร์ (R-2R ladder) ที่เรียกกันเช่นนี้เพราะว่าใช้ตัวต้านทานเพียง 2 ค่า ลักษณะของ R-2R แลดเดอร์ แสดงดังรูป 4.1a ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของ DAC ที่เห็นในรูปเป็นโครงสร้างซึ่งจะมีกระแสที่ไหลในแต่ละ branch เป็นตัวบอกถึงน้ำหนักของแต่ละบิตซึ่งถ้ายังไม่เปลี่ยนแปลงสวิทช์กระแสในแต่ละ branch ก็จะคงที่

การสวิทช์ S0-S7 ไปมาระหว่างขาอินเวอร์ติ้งกับกราวดน์ทำได้โดยสัญญาณควบคุมภายนอกซึ่งก็คือสถานะของบิตอินพุทนั่นเอง สมมติว่าบิตนัยสำคัญสูงสุด (MSB) บิตเดียวเท่านั้นที่แอคทีฟ S7 ถูกต่อถึงขาอินเวอร์ติ้งอินพุทของออปแอมป์ส่วนสวิทช์ที่เหลือจะลงกราวนด์

วงจรสมมูลย์ในรูป 4.1b นั้น R_{tot} มีค่าเท่ากับ 2R เป็นการรวมกันของค่าตัวต้านทานทั้งหมดที่อยู่ทางขวามือของสวิทช์ S7 กระแสที่ไหลผ่าน branch 2R คิดเท่ากับ Vr/2R กระแสนี้จะไหลผ่าน Rf ด้วยทำให้เกิดแรงดันเอาท์พุท V = -Vr.Rf/2R ถ้าหาก R = Rf แรงดันจะเป็น -Vr/2 และแรงดันทั้งหมดเมื่อรูปแบบของบิตอินพุทเปลี่ยนแปลงไปแสดงดังในตารางรูป 4.1d

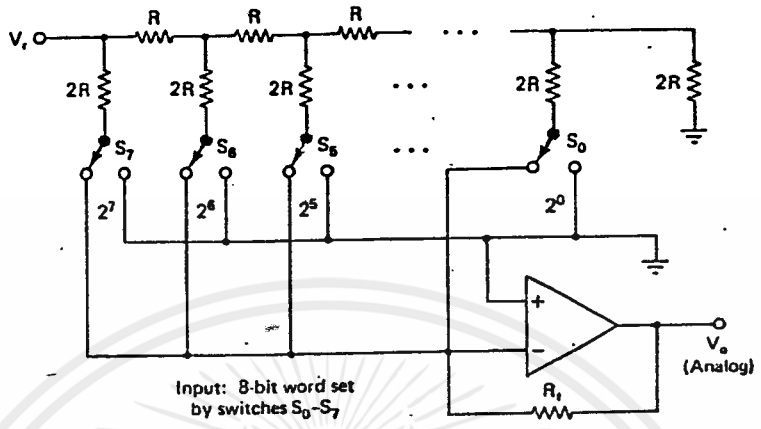
ถ้าอินพุทที่เข้ามาเป็น 01000000 วงจรสมมูลย์ที่ได้จะเป็นดังรูป 4.1c ค่า R_{tot} จะเป็นผลรวมของความต้านทานทางขวามือของ branch 2R ที่ขนานกับ S6 จะสังเกตเป็นว่ากระแสที่ไหลผ่าน branch 2R จะไม่เปลี่ยนแปลง เช่น S7 ถึงแม้ว่าตอนนี้ S7 จะเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 แต่การไหลของกระแสใน branch S7 ยังคงที่ดังนั้นกระแสทั้งหมดที่จ่ายออกจากแหล่งจ่าย Vr จะคงที่เสมอไม่ว่ารูปแบบอินพุทจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของโครงสร้าง R-2R ladder กระแสที่ไหลผ่าน S6 จะไหลเข้า Rf ทำให้เกิดแรงดัน Vo = -Vr.Rf/4R ซึ่งเท่ากับ -Vr/4 เมื่อ R = Rf การวิเคราะห์สวิทช์ที่เหลือทำได้ในลักษณะเดียวกัน ผลที่ได้แสดงดังตารางรูป 4.1d

โดยการใช้หลักการของทฤฎีการวางซ้อน (super position) เอาท์พุท Vo สามารถคำนวณได้จากสมการที่อยู่ในรูปทั่วไปคือ

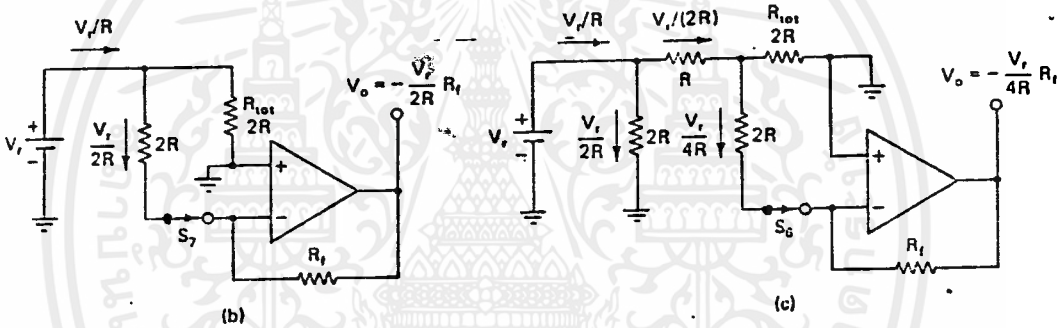
$$Vo = (-Vr.Rf)(b^{0}+b_{1}2^{1}+b_{2}2^{2}+\ldots+b_{n-1}2^{n-1})/R.2^{n} \qquad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ b_0 ถึง b_{n-1} เป็นบิตซึ่งมีค่าเป็น 0 หรือ 1 ตามอินพุทดิจิตอลที่เข้ามา



(a)



(b) (c)

$R_f = R$

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	V_o/V_r
1	0	0	0	0	0	0	0	$-\frac{1}{2}$
0	1	0	0	0	0	0	0	$-\frac{1}{4}$
0	0	1	0	0	0	0	0	$-\frac{1}{8}$
0	0	0	1	0	0	0	0	$-\frac{1}{16}$
0	0	0	0	1	0	0	0	$-\frac{1}{32}$
0	0	0	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{64}$
0	0	0	0	0	0	1	0	$-\frac{1}{128}$
0	0	0	0	0	0	0	1	$-\frac{1}{256}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0

(d)

รูปที่ 4.1 a) โครงสร้างพื้นฐาน DAC ชนิด R-2R ladder เมื่ออินพุทเป็น;
b) 10000000; c) 01000000; d) ตารางแสดงค่าเอาท์พุทเมื่อมีอินพุทค่าต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง จงคำนวณค่าของเอาท์พุท DAC 8 บิต เมื่อแรงดันแหล่งจ่ายอ้างอิง -10 Vdc และ Rf = R เมื่อมีอินพุทเข้ามาเท่ากับ 10110011

วิธีทำ แทนค่าที่กำหนดให้ลงในสมการ (4.1)

$$Vo = 10(1*2^0+1*2^1+1*2^4+1*2^5+1*2^7)/2^8$$

$$= 10(179/256)$$

$$= 6.52 \text{ Vdc}$$

multiplying DAC เป็น DAC ที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานกับค่าแรงดันอ้างอิงที่เปลี่ยนแปลงได้เช่น เบอร์ 0800 ซึ่งสามารถทำงานได้ที่แรงดันอ้างอิงที่เปลี่ยนแปลงได้ทั้งยังให้แรงดันเอาท์พุทที่เปลี่ยนแปลงได้ทั้งเป็นบวกและลบ ที่เรียกว่าการทำงานแบบ two guadrant หรือแม้กระทั่งทำเป็น four guadrant

resolution ของ DAC ขนาด n บิต หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุดที่เอาท์พุทของ DAC เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดต่ำสุดที่ว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดดังนั้นค่า resolution ที่คิดเป็นเปอร์เซนต์ของค่าเอาท์พุทฟูลสเกลหาจาก

$$R = 100/2^n \quad \% \qquad (4.2)$$

หรืออาจแสดงในเทอมของแรงดันได้

$$R = Vr/2^n \quad V \qquad (4.3)$$

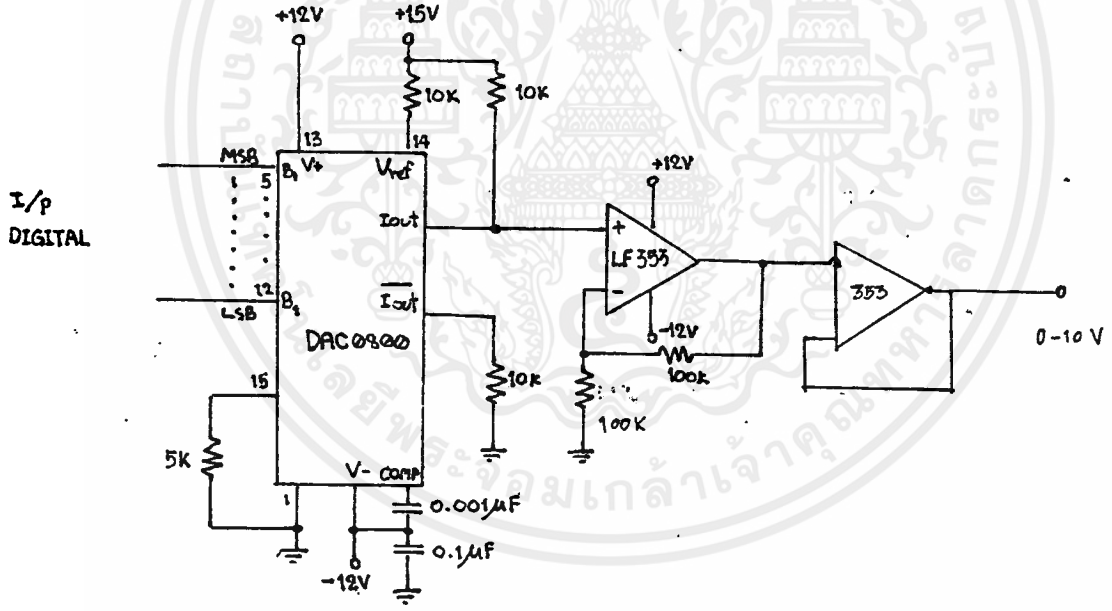
แรงดันอนาลอกที่เอาท์พุทของ DAC จะถูกแบ่งออกเป็น 2^n ช่วง แรงดันทุกค่าภายในช่วงนั้นจะมีรหัสดิจิตอลเดียวกัน ซึ่งตามปกติจะถือเอาค่าที่อยู่ตรงกลางของแต่ละช่วง ใน 2^n ช่วง นั้นแต่ละช่วงจะมี span เท่ากับ 1 LSB ค่ารหัสดิจิตอลจะแทนค่าแรงดันอนาลอกที่อยู่สูงกว่า 1/2 LSB และต่ำกว่า 1/2 LSB ของตรงกลางช่วงซึ่งนี่คือข้อจำกัดค่า resolution ของ DAC ซึ่งทำให้เกิดค่าความผิดพลาดที่เรียกว่า quantizing errer มีค่าเท่ากับ $\pm$ 1/2 LSB

ค่า accuracy ของ DAC โดยทั่วไปจะแสดงในเทอมของค่าความผิดพลาด ซึ่งหมายถึงความแตกต่างระหว่างแรงดันเอาท์พุทจริงกับแรงดันเอาท์พุทที่ได้จากสมการ(4.1) ความผิดพลาดอาจจะเกิดจากสิ่งเหล่านี้เช่นความไม่เป็นเชิงเส้นของระบบ,สัญญาณรบกวน, การคาลิเบรท,zeroing error,gain error แม้กระทั่งเกิดจากค่า offset drift ของออปแอมป์ ในทางทฤษฎีค่า accuracy และมี resolution สำหรับ DAC จะประมาณว่าเท่ากัน ซึ่งให้ความรู้สึกว่าถ้าหากระบบที่มี resolution สูงจะมีค่า accuracy ต่ำ แต่ผู้ผลิต DAC จะออกแบบ DAC ที่มีค่า accuracy ดีกว่าค่า resolution เช่น DAC#0800 ขนาด 8 บิตมีค่า accuracy = $\pm$ 0.001FSR ส่วนค่า resolution เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.0039 SFR จะเห็นว่ามี accuracy ดีกว่า resolution

โมโนโทนิคเป็นฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ประเภทหนึ่งซึ่งจะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงตลอดเวลา สัญญาณแรมพ์ (ramp) เป็นตัวอย่างหนึ่งของฟังก์ชั่นโมโนโทนิค รูปคลื่นที่เป็นโมโนโทนิคทำได้โดยการต่อเอาท์พุทของวงจรนับเข้ากับอินพุทของ DAC แล้วปล่อยให้วงจรนับทำการนับไปเรื่อย ๆ จากศูนย์จนถึงค่าสูงสุดแล้วเริ่มนับใหม่ไปเรื่อย ๆ รูปคลื่นที่ได้จะเป็นขั้นขั้นได ที่มีความสูงแต่ละขั้นเท่ากับ $Vr/2^n$ จะถูกจำกัดตามค่าของ resolutionของ DAC และความกว้างของแต่ละขั้นเท่ากับ 1/fc คือคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาของวงจรนับ ความสูงในแต่ละขั้นของ DAC ต้องเท่ากัน นั่นหมายความว่าแต่ละขั้นที่อยู่ติดกันจะมีรหัสเปลี่ยนแปลงทีละ 1 บิต LSB การเบี่ยงเบนใดๆ ก็ตามแต่ที่เกิดขึ้นจะทำให้ความสูงของแต่ละขั้นเปลี่ยนไปจะวัดเป็นค่า differential linearity ซึ่งจะเรียกว่า differential nonlinearity ซึ่งจะเป็นตัวบอกถึงการสูญหายหรือการกระโดดของบิตซึ่งจะทำให้ค่าเอาท์พุทที่ได้เกิดผิดพลาดไป สำหรับวงจรใช้งาน DAC ที่จะให้เอาท์พุท 0-10 V ดังรูปที่ 4.2



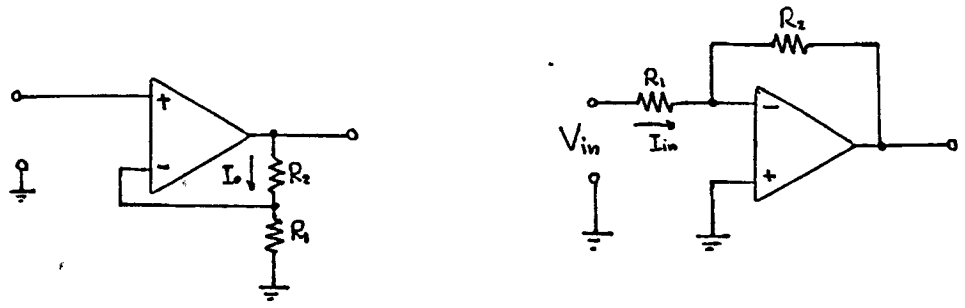
รูป 4.2 วงจรใช้งาน DAC 0800

ส่วนเอาท์พุทกระแส 4-20 mA

จะแปลงจากแรงดันที่ได้จาก DAC ไปเป็นกระแสโดยใช้ออปแอมป์ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

วงจรขยายสัญญาณของออปแอมป์แบบป้อนกลับมี 2 แบบคือ แบบกลับเฟสและแบบไม่กลับเฟสปกติจะทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสและเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันตามลำดับซึ่งวงจรแสดงดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a) วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแส b) วงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดัน

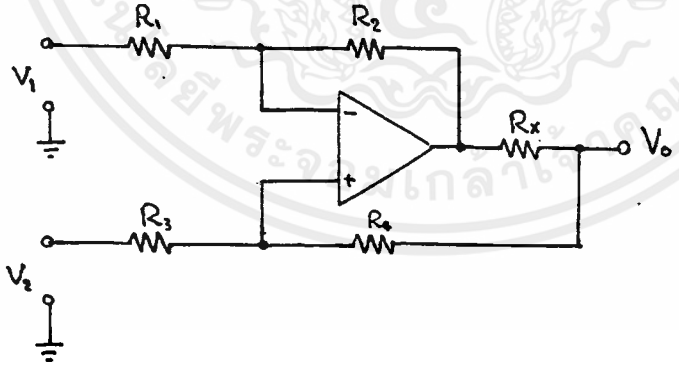
รูป 4.3 วงจรออปแอมป์พื้นฐาน

<u>วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแส (VIC)</u>

จากรูปที่ 4.3a เราจะสามารถคำนวณค่าของแรงดันอินพุทได้จากสมการ

$$Vi = Io.R1 \qquad (4.4)$$

จากสมการที่ (4.4) ซึ่งจะบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันขาเข้า Vi กับกระแสทางออก Vo ได้ แต่เนื่องจากวงจรในรูปที่ 4.3a ยังไม่ได้รับการชดเชยพารามิเตอร์ต่าง ๆ และยังไม่สมบูรณ์สำหรับการทำงานตามมาตรฐาน ดังนั้นจึงจัดวงจรได้ใหม่เป็นดังรูปที่ 4.4

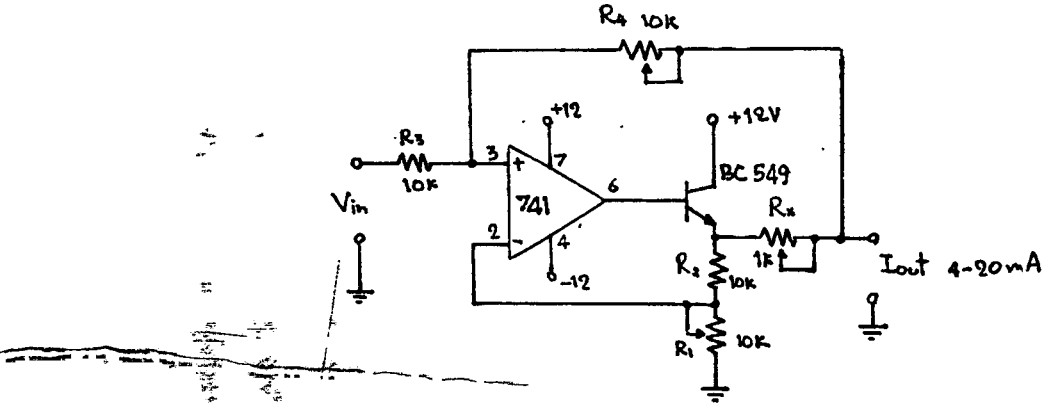


รูป 4.4 วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสเมื่อทำการชดเชยแล้ว

จุดเด่นของวงจรรูปที่ 4.4 สามารถกำหนดการไหลของกระแสผ่านโหลดได้ทั้ง 2 ลักษณะคือจ่ายกระแสออก (current source) และดึงกระแสเข้า (current sink) จากวงจร นอกจากนั้นวงจรนี้ยังลดปัญหาของอิมพีแดนซ์ทางเข้าวงจรด้วย

การใช้งานจะมีการเพิ่มทรานซิสเตอร์ที่เอาท์พุทของออปแอมป์ เพื่อสามารถจ่ายกระแสได้ถึง 20 mA ซึ่งจะได้วงจรดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.5 วงจรใช้งาน VIC

การวิเคราะห์วงจรจะสามารถแสดงได้ดังนี้

$$Io = (Vo-Vx)/Rx \qquad (4.5)$$

$$Va = (R1.Vo)/(R1+R2) \qquad (4.6)$$

$$I1+I2 = 0$$

$$[(Vi-VA)/R3]+[(Vx-VA)/R4] = 0$$

$$VA(1/R4+1/R3)-Vi/R3 = Vx/R4$$

$$VA\{(R3+R4)/R3\}-R4.Vi/R3 = Vx \qquad (4.7)$$

นำ (4.6) แทนใน (4.7)

$$Vx = -R4.vi/R3 + [(R3+R4)/R3].[R1.Vi/(R1+R2)]$$

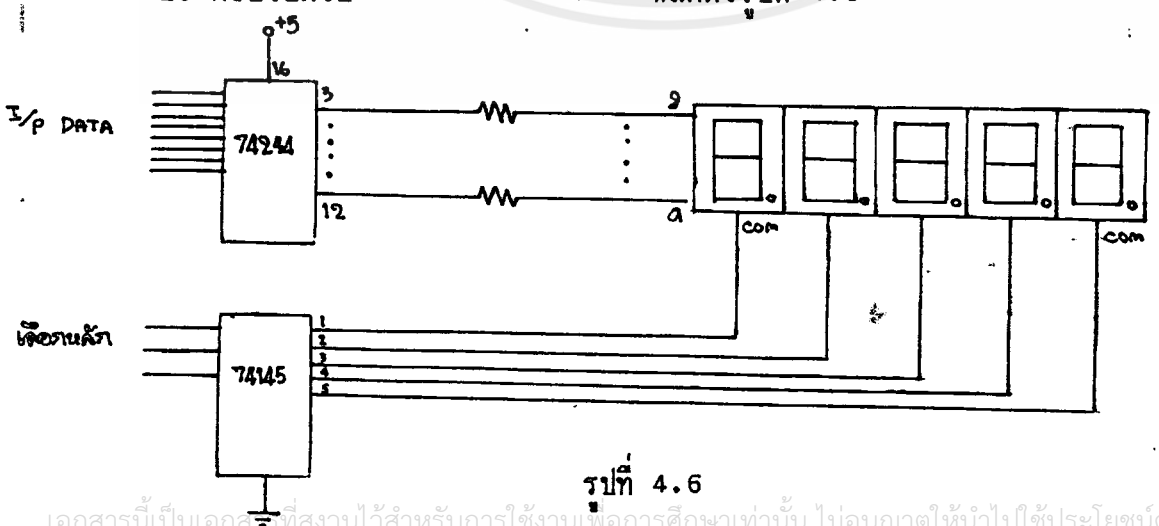
นำค่า Vx ที่ได้แทนลงใน (4.5)

$$Io = \{Vo-[(R3+R4)/R3].[R1.Vo/(R1+R2)]-R4Vi/R3\}/Rx$$

ดังนั้นถ้าปรับกระแสเอาท์พุทให้ได้ 4 mA เมื่อ Vi= 0 ให้ลด R4 และ R1 ถ้าต้องการปรับกระแสเอาท์พุทให้ได้ 20 mA เมื่อ Vi = 10 V ให้ปรับ Rx

<u>วงจรส่วนแสดงผล</u>

ประกอบไปด้วย LED 7 SEGMENT 5 หลักดังรูปที่ 4.6

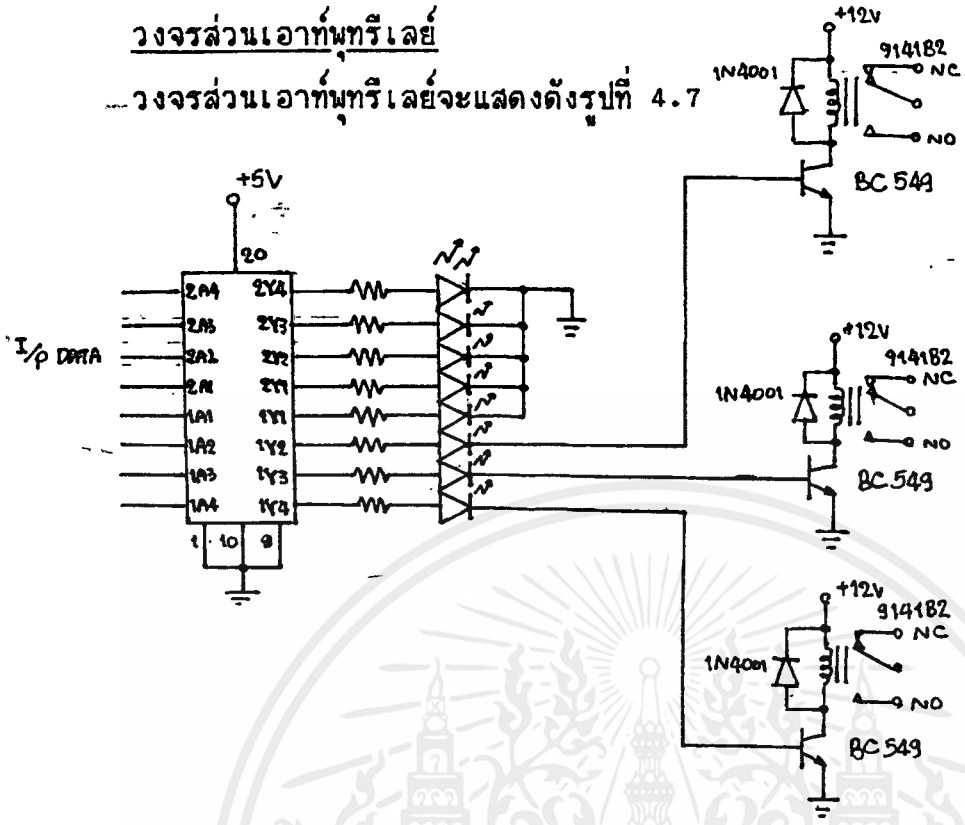


รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรส่วนเอาท์พุทรีเลย์

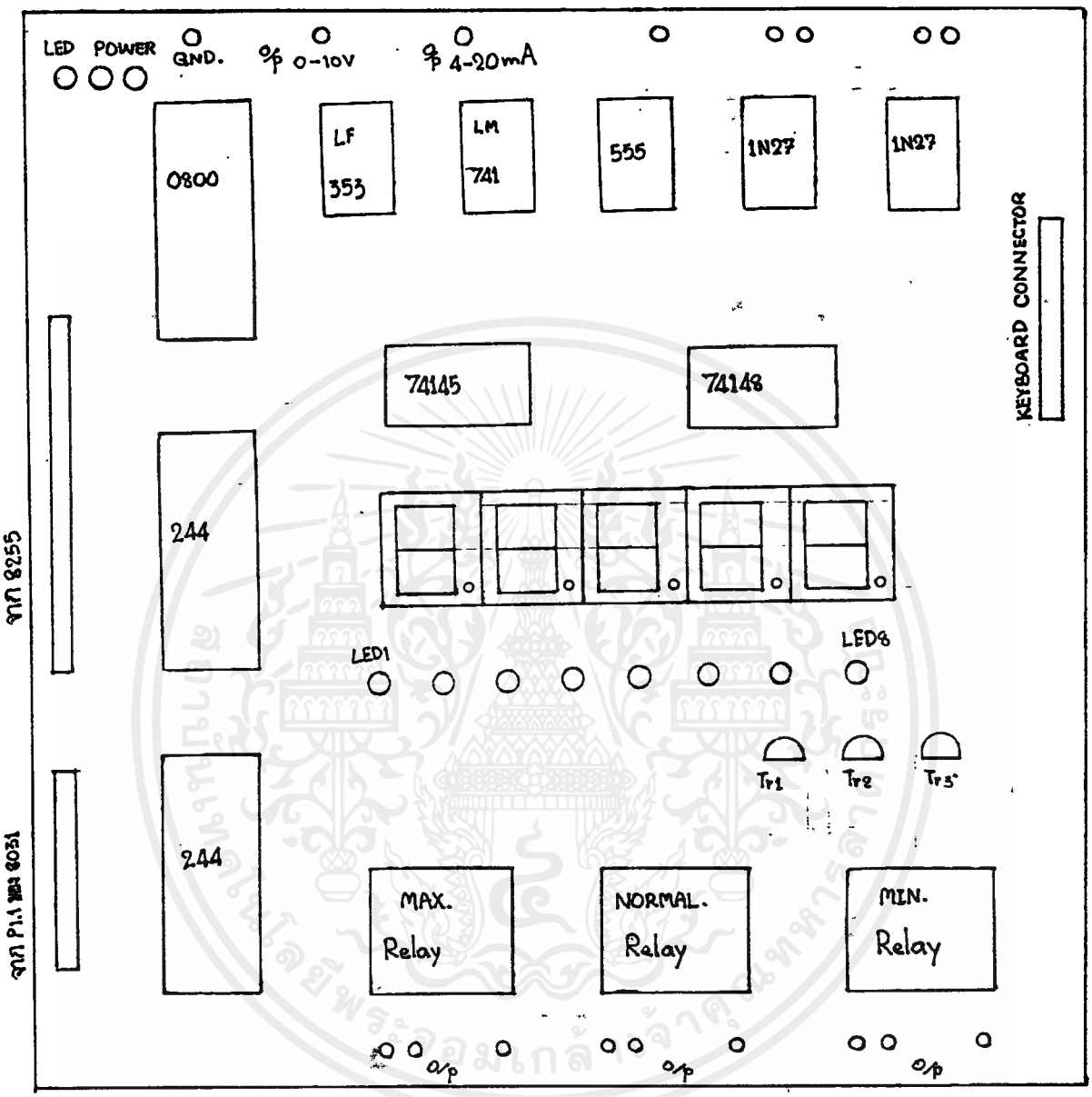
วงจรส่วนเอาท์พุทรีเลย์จะแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ดอินพุทเอาท์พุท



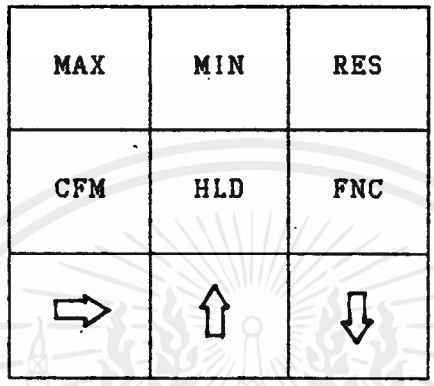
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การใช้งานเครื่อง

การจัดวางคีย์บอร์ด

คีย์บอร์ดทั้ง 9 คีย์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องได้ โดยมีการจัดวางคีย์ดังนี้



คีย์บอร์ดทั้ง 9 คีย์มีหน้าที่การใช้งานดังต่อไปนี้

MAX = Maximum key

เป็นคีย์ที่ใช้ตรวจดูค่าสูงสุดขณะที่กำลังทำงานตามฟังก์ชั่น และสามารถตั้งค่าสูงสุดของการวัดได้โดยจะตั้งก่อนที่จะเข้าทำงานตามฟังก์ชั่น

MIN = Minimum key

เป็นคีย์ที่ใช้ตรวจดูค่าต่ำสุดขณะที่กำลังทำงานตามฟังก์ชั่น และสามารถตั้งค่าต่ำสุดของการวัดได้โดยจะตั้งก่อนที่จะเข้าทำงานตามฟังก์ชั่น

RES = Reset key

เป็นคีย์ที่ใช้รีเซ็ทระบบเมื่อเริ่มการทำงานใหม่ ในการรีเซ็ททุกครั้งผู้ใช้ควรย้อนกลับมาตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่ เพราะหลังจากการรีเซ็ททุกครั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของทุกฟังก์ชั่นจะมีค่าดังนี้คือ

MAX = 99999

MIN = 00000

Prescale = 00001

CFM = Confirm

เป็นคีย์ที่ใช้เพื่อเป็นการยืนยันสภาพการทำงานหรือการเขียนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ว่าถูกต้องแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HLD = Hold key

เป็นคีย์ที่ใช้ดูค่าผลลัพธ์ที่แสดงบนจอภาพ 7 Segment ถ้าหากว่าค่าที่กำลังวัดมีการเปลี่ยนแปลงไปมาอย่างรวดเร็ว การกดคีย์นี้จะใช้หยุดค่าที่แสดงให้ค้างอยู่บนจอภาพ

FNC = Function key

เป็นคีย์ที่ใช้ในการเลือกหน้าที่การใช้งานต่าง ๆ ซึ่งจะมีอยู่ 3 หน้าที่คือ

ฟังก์ชั่นที่ 1 เป็นการใช้วัดความเร็วรอบของมอเตอร์

ฟังก์ชั่นที่ 2 เป็นการนับชิ้นงานในกระบวนการผลิต

ฟังก์ชั่นที่ 3 เป็นเครื่องตั้งเวลาในการปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ซึ่งการใช้งานและการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในแต่ละฟังก์ชั่นดังจะกล่าวถึงต่อไปในภายหลัง

⇨ = **Right Arrow key**

เป็นคีย์ที่มีหน้าที่ 2 หน้าที่คือ

1. ใช้เมื่อเลือกฟังก์ชั่นได้ตามต้องการแล้ว ต้องการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ คือค่า Maximum ค่า Minimum และค่า Prescale

2. ใช้เพื่อเลือกหลักของตัวเลขที่ต้องการตั้งค่า เพราะค่าพารามิเตอร์แต่ละค่าจะมีอยู่ 5 หลักโดยเริ่มแรกจะต้องตั้งค่าตัวเลขที่หลักซ้ายสุดแล้วกดคีย์ จะเป็นการเลื่อนไปตั้งค่าของตัวเลขในหลักขวามือถัดไป

⇧ = **Increment key**

เป็นคีย์ที่ใช้ในการเพิ่มค่าตัวเลขในหลักต่าง ๆ ของพารามิเตอร์โดยจะทำการเพิ่มค่าตัวเลขขึ้นทีละ 1

⇩ = **Decrement key**

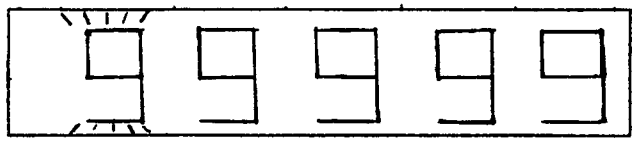
เป็นคีย์ที่ใช้ในการลดค่าตัวเลขในหลักต่าง ๆ ของพารามิเตอร์โดยจะทำการลดค่าตัวเลขลงทีละ 1

ทั้ง 2 คีย์นี้ต่างก็ใช้ในการตั้งค่าตัวเลขของพารามิเตอร์ โดยเมื่อเลือกหลักของตัวเลขแล้วต้องการให้หลักนั้นเป็นเลขอะไรก็ตั้งได้โดยใช้คีย์ และ

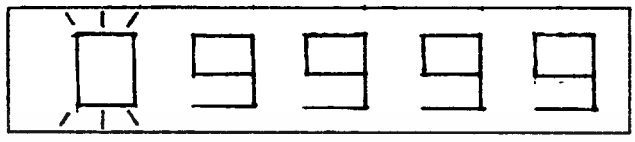
<u>การตั้งค่าพารามิเตอร์</u>

เมื่อมีการตั้งค่าพารามิเตอร์จะมีตัวเลขปรากฏออกมา 5 หลัก หลักที่เราจะตั้งจะมีการกระพริบ เช่นการตั้งค่า MAX เป็น 4321 ก็สามารถทำได้โดย

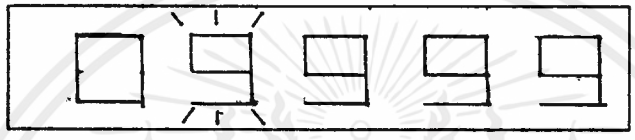
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



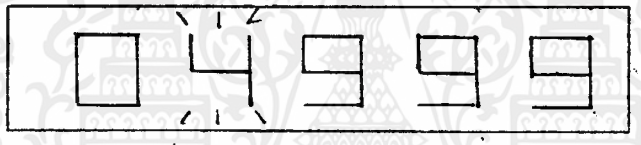
กดคีย์ ⇧ 1 ครั้งจะได้



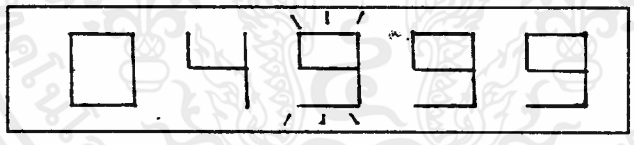
ทำการเลือกหลักทางขวามือต่อไปโดยกดคีย์ ⇨ จะได้



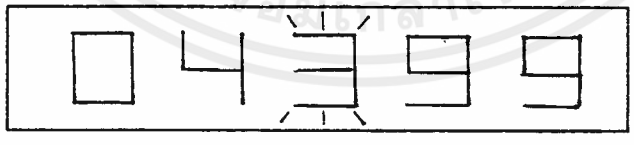
กดคีย์ ⇩ 5 ครั้งจะได้



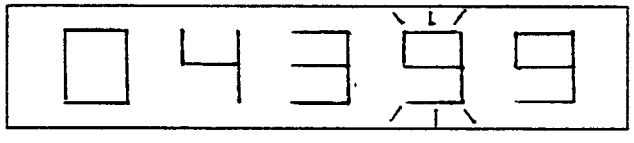
เลือกหลักต่อไปโดยการกดคีย์ ⇨ จะได้



กดคีย์ ⇧ 4 ครั้งจะได้

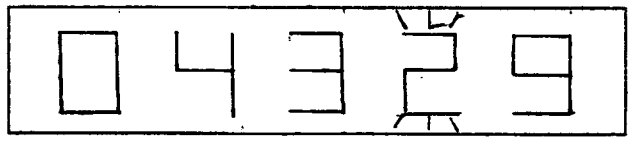


เลือกหลักต่อไปโดยการกดคีย์ ⇨ จะได้

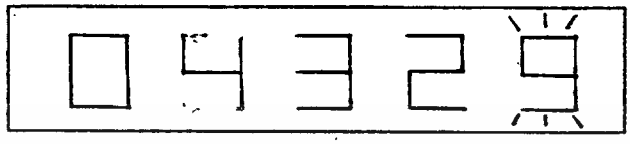


กดคีย์ ⇧ 3 ครั้งจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เลือกหลักต่อไปโดยการกดคีย์ ⇨ จะได้



กดคีย์ ⇧ 2 ครั้งจะได้

เมื่อตั้งค่าเสร็จแล้วถ้าต้องการย้อนกลับไปแก้ไขใหม่ ก็ให้กดคีย์ ⇨ อีกครั้ง การกระพริบที่ตัวเลขหลักสุดท้ายจะเปลี่ยนไปโดยจะกลับไปกระพริบที่หลักแรกทางซ้ายมืออีกครั้ง เราก็จะสามารถตั้งค่าต่าง ๆ ได้ใหม่ตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อตั้งค่าถูกต้องแล้วให้กดคีย์ CFM เพื่อเป็นการยืนยันค่าที่ตั้งใหม่ เพื่อเข้าสู่การตั้งค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปหรือเข้าสู่ฟังก์ชั่นการทำงานต่อไป

<u>การเข้าสู่ฟังก์ชั่นการทำงาน</u>

เมื่อเปิดเครื่องครั้งแรกหรือกดคีย์รีเซ็ท RES ที่จอภาพจะแสดงให้เห็นดังนี้

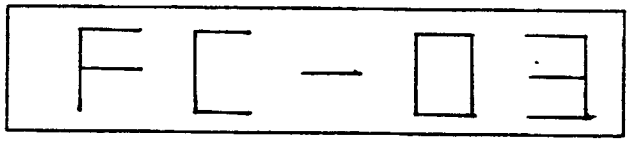
เป็นสัญญลักษณ์ของเครื่อง SAC (Speed to Analog Converter) เวอร์ชั่น 1.0

เมื่อแสดงเช่นนี้แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงานแล้ว ให้ผู้ใช้กดคีย์ FNC เพื่อเลือกฟังก์ชั่นการทำงานได้เลย

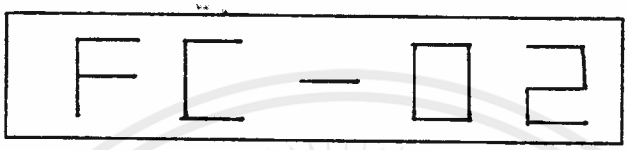
กด FNC ที่หน้าจอจะแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้งานฟังก์ชั่นใด ให้ใช้คีย์ ⇧ หรือ ⇩ เช่นกด ⇧ 2 ครั้ง จะได้



ถ้ากด ⇩ 1 ครั้งจะได้



เป็นต้น

ฟังก์ชั่นที่ 1

ฟังก์ชั่นที่ 1 เป็นการวัดความเร็วรอบของมอเตอร์มีหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อนาที (RPM) และจะให้เอาท์พุทสัมพันธ์กับค่าที่วัดได้คือ

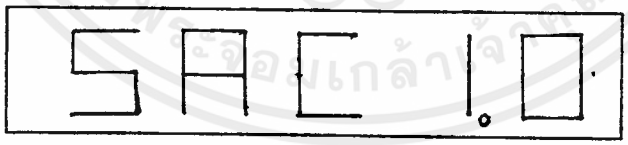
เอาท์พุท 10 V เมื่อความเร็วรอบที่วัดได้ 5000 รอบต่อนาที

เอาท์พุท 0 V เมื่อความเร็วรอบที่วัดได้ 0 รอบต่อนาที

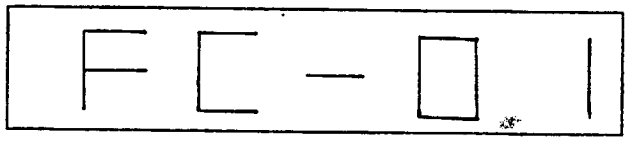
เอาท์พุท 20 mA เมื่อความเร็วรอบที่วัดได้ 5000 รอบต่อนาที

เอาท์พุท 4 mA เมื่อความเร็วรอบที่วัดได้ 0 รอบต่อนาที

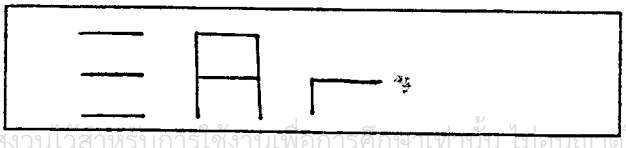
เมื่อเครื่องอยู่ในสภาวะดังนี้



เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชั่นให้กดคีย์ FNC หน้าจอจะแสดง

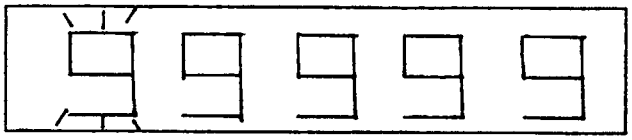


การตั้งค่าพารามิเตอร์ให้กดคีย์ ⇨ หน้าจอจะแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

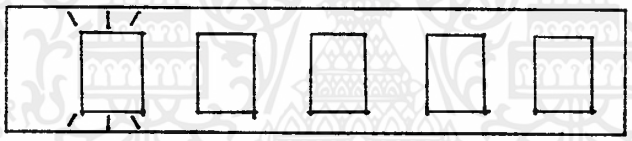
หมายถึงการตั้งค่า Maximum และหน้าจอจะปรากฏตัวเลขออกมาให้ตั้งค่าดังนี้



ป้อนค่าพารามิเตอร์ Maximum ตามวิธีการป้อนค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวมาแล้วหลังจากตั้งเสร็จแล้วให้กดคีย์ CFM ค่าที่ตั้งนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าจำนวนรอบที่วัดได้ ถ้าค่าที่วัดได้ต่ำกว่าค่า Maximum รีเลย์ MAX จะไม่ทำงานแต่ถ้าค่าที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่า Maximum ที่ตั้งไว้รีเลย์ MAX จะทำงาน

หลังจากกดคีย์ CFM แล้วหน้าจอจะปรากฏสัญลักษณ์ออกมาอีกคือ

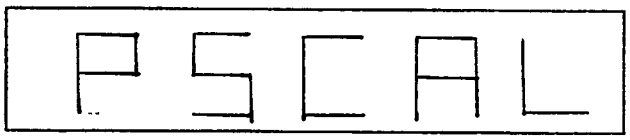
เป็นการบอกให้ป้อนค่าพารามิเตอร์ Minimum รอสักครู่จะปรากฏตัวเลขออกมาให้ตั้งค่า



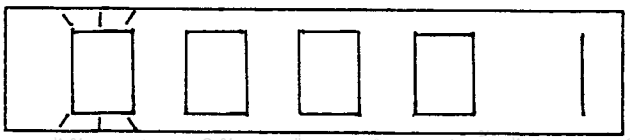
ป้อนค่าพารามิเตอร์ตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว เมื่อป้อนเสร็จกดคีย์ CFM ค่า Maximum ที่ป้อนเข้าไปนี้ จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าจำนวนรอบที่วัด ถ้าค่าที่วัดมากกว่าค่า Minimum รีเลย์ Min จะไม่ทำงาน แต่ถ้าค่าที่วัดได้น้อยกว่าค่า Minimum รีเลย์ Min จะทำงาน

<u>หมายเหตุ</u>ถ้าค่าที่วัดอยู่ในช่วงค่า MAX และค่า MIN รีเลย์ Normal จะทำงานนอกเหนือจากนี้รีเลย์ Normal จะไม่ทำงาน

เมื่อกดคีย์ CFM แล้วหน้าจอจะปรากฏสัญลักษณ์บอกมาอีกว่า



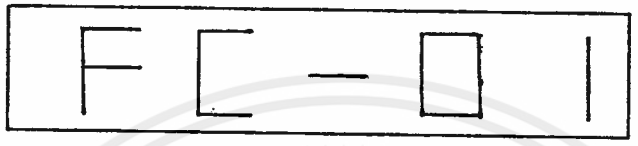
รอสักครู่จะปรากฏตัวเลขออกมาให้ตั้งค่าพารามิเตอร์



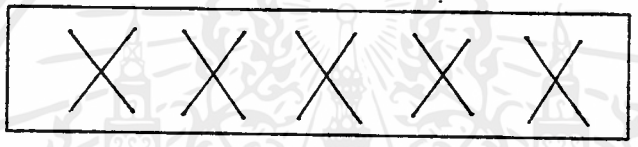
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดการตั้งค่า Prescale ตามวิธีการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวมาแล้ว ค่า Prescale ในกรณีการวัดจำนวนรอบนี้จะสัมพันธ์กับจำนวนรูบนตัว Optical Encoder ถ้าตั้งค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 00001 นั้นหมายถึงพัลซ์ที่อินพุท 1 พัลซ์จะหมายถึง 1 รอลในกรณีที่เราใช้ Optical Encoder ที่มีจำนวนรูบนแผ่น 100 รูต่อแผ่น จะให้พัลซ์ออกมา 100 พัลซ์ต่อรอบ ในกรณีนี้ก็จะต้องตั้งค่า Prescale = 00100 เป็นต้น

เมื่อตั้งค่า Prescale แล้วให้กดคีย์ CFM เครื่องจะแสดงดังนี้

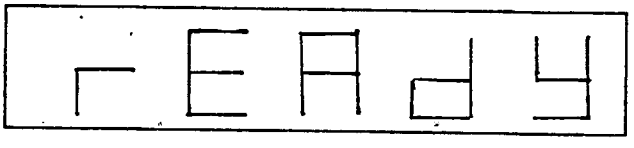


การเข้าสู่การทำงานฟังก์ชั่นที่ 1 ให้กดคีย์ CFM อีกครั้ง



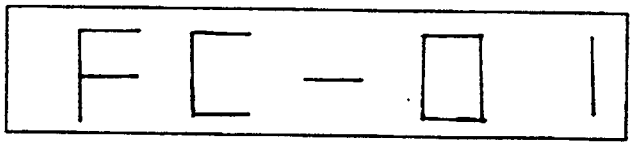
เครื่องจะทำงานวัดจำนวนรอบมาแสดงบนจอ พร้อมทั้งให้ค่าเอาท์พุทออกไปเป็นแรงดันและกระแสที่สัมพันธ์กับค่าที่วัดขณะที่เครื่องกำลังวัดอยู่หากผู้ใช้ต้องการ HOLD ค่าที่วัดก็ให้กดคีย์ HLD ก็จะมี HOLD LED สว่างขึ้นมา ส่วนการปล่อย HOLD ก็ทำได้โดยการกดคีย์ HLD อีกครั้ง HOLD LED จะดับหรือผู้ใช้ต้องการดูค่า Maximum ก็กดคีย์ MAX Maximum LED จะสว่างถ้าต้องการยกเลิก MAX ก็ให้กดคีย์ MAX อีกครั้ง MAX LED จะดับ หรือเมื่อผู้ใช้ต้องการดูค่า Minimum ก็กดคีย์ MIN MIN LED จะสว่าง ถ้าต้องการยกเลิก MIN ก็ให้กดคีย์ MIN อีกครั้ง MIN LED จะดับ

เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากฟังก์ชั่นการทำงานโดยไม่ต้องการกดคีย์รีเซ็ท เครื่อง SAC อนุญาตให้ผู้ใช้ออกมาได้โดยที่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ไม่ถูกรีเซ็ทแล้วต้องมาตั้งใหม่ คือขณะที่เครื่องกำลังทำงานตามฟังก์ชั่นถ้าต้องการออกจากฟังก์ชั่นชั่วคราวเพื่อตั้งค่าพารามิเตอร์บางอย่างใหม่หรือไม่ก็ตาม สามารถทำได้โดยการกดคีย์ ⇨ เครื่องจะแสดงว่า



ถ้าผู้ใช้พร้อมจะออกก็กดคีย์ CFM เครื่องจะออกมาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โดยที่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ถ้าหน้าจอขึ้นคำว่า ready แล้วผู้ใช้เปลี่ยนใจไม่ต้องการออกมาก็ให้กดคีย์ใด ๆ ก็ได้ยกเว้นคีย์ RES และ CFM เครื่องจะย้อนกลับไปทำงานต่อ

การใช้งานฟังก์ชั่นที่ 2

ฟังก์ชั่นที่ 2 เป็นการนับชิ้นงานในกระบวนการผลิต สามารถวัดแบบเป็นชิ้นหรือวัดแบบเป็นชุดได้ โดยจะให้เอาท์พุทสัมพันธ์กับค่าที่นับได้คือ

เอาท์พุท 10 V เมื่อค่าที่นับได้ถึงค่า Maximum ที่ตั้งไว้

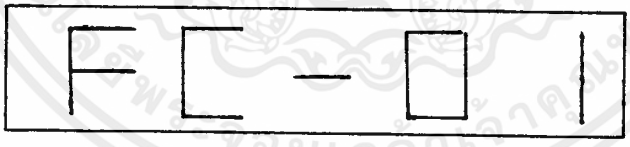
เอาท์พุท 0 V เมื่อค่าที่นับได้มีค่าเป็น 0

เอาท์พุท 20 mA เมื่อค่าที่นับได้ถึงค่า Maximum ที่ตั้งไว้

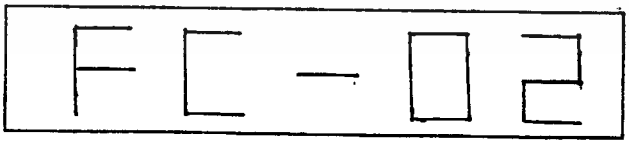
เอาท์พุท 0 mA เมื่อค่าที่นับได้มีค่าเป็น 0

เมื่อเครื่องอยู่ในสภาวะดังนี้

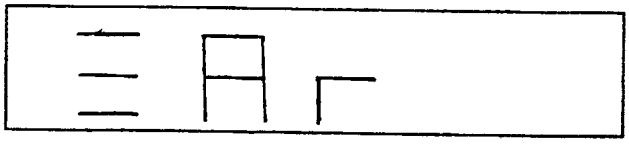
เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชั่นให้กดคีย์ FNC หน้าจอจะแสดง



กดคีย์ ⇧ 1 ครั้งหน้าจอจะปรากฏเป็น

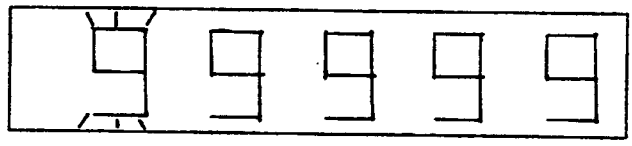


ตั้งค่าพารามิเตอร์กดคีย์ ⇨ หน่วยจอจะแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายถึงการตั้งค่า Maximum ที่จะนับ รอสักครู่หน้าจอจะปรากฏตัวเลขออกมาให้ตั้งค่าดังต่อไปนี้



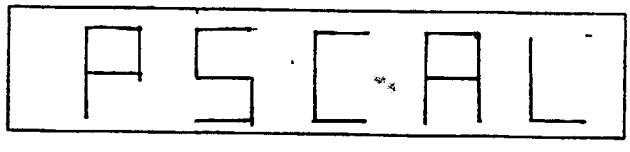
ป้อนค่าพารามิเตอร์ Maximum ตามวิธีการป้อนค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวมาแล้ว หลังจากตั้งเสร็จแล้วให้กดคีย์ CFM ค่า Maximum ที่ตั้งจะถูกจำไปเปรียบเทียบและเป็นค่าอ้างอิงสูงสุดที่นับ โดยถ้าค่าที่นับได้ต่ำกว่าค่า MAX รีเลย์ MAX จะไม่ทำงานแต่ถ้าค่าที่นับได้เท่ากับหรือมากกว่าค่า Maximum รีเลย์ MAX จะทำงาน หลังจากกดคีย์ CFM แล้ว หน้าจอจะปรากฏสัญลักษณ์ออกมาอีกดังนี้

เป็นการบอกให้ผู้ใช้ตั้งค่าพารามิเตอร์ Minimum รอสักครู่จะปรากฏตัวเลขออกมาให้ผู้ใช้ตั้งค่า

ป้อนค่าพารามิเตอร์ตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว เมื่อป้อนเสร็จให้กดคีย์ CFM ค่า Minimum ที่ป้อนเข้าไปนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่นับได้ ถ้าค่าที่นับได้มากกว่าค่า Minimum รีเลย์ MIN จะไม่ทำงานแต่ถ้าค่าที่นับได้น้อยกว่าค่า Minimum รีเลย์ MIN จะทำงาน

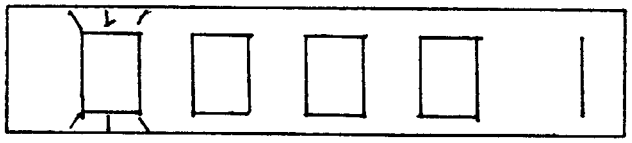
<u>หมายเหตุ</u> ถ้าค่าที่นับอยู่ในช่วงค่า MAX และ MIN รีเลย์ Normal จะทำงานนอกเหนือจากนี้รีเลย์ Normal จะไม่ทำงาน

เมื่อกดคีย์ CFM แล้วหน้าจอจะปรากฏออกมาเป็น



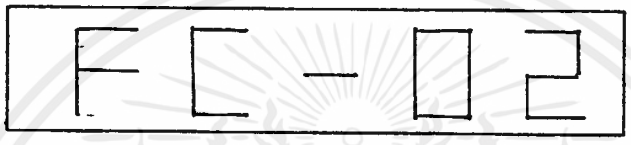
รอสักครู่จะปรากฏตัวเลขออกมาให้ตั้งค่าพารามิเตอร์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จัดการตั้งค่า Prescale ตามวิธีที่กล่าวมาแล้ว การตั้งค่า Prescale นี้ถ้าค่า Prescale เท่ากับ 00001 จะหมายถึงการนับจะนับเพิ่มหนึ่งเมื่อชิ้นงานผ่านมา 1 ชิ้นถ้าต้องการนับเป็นชุดเช่น ชุดละ 5 ชิ้นงาน ให้ตั้งค่า Prescale เป็น 00005 ถ้าต้องการนับเป็นชุด ๆ ละ 10 ชิ้น ก็ให้ตั้งค่า Prescale เป็น 00010 เป็นต้น

เมื่อตั้งค่า Prescale เสร็จแล้วให้กดคีย์ CFM เครื่องจะแสดง

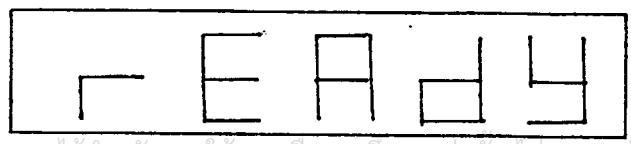


การเข้าสู่การทำงานฟังก์ชั่นที่ 2 ให้กดคีย์ CFM อีกครั้ง

เมื่อมีการนับตัวเลขจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ พร้อมทั้งให้ค่าเอาท์พุทแรงดันและกระแสสัมพันธ์กับค่าที่นับได้

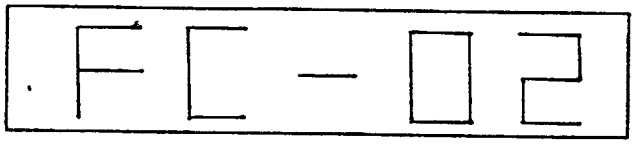
ขณะที่เครื่องกำลังนับอยู่นั้น หากผู้ใช้ต้องการ HOLD ค่าที่นับให้กดคีย์ HLD ตัว HOLD LED จะสว่างการยกเลิก Hold ให้กดคีย์ HLD อีกครั้งตัว HOLD LED จะดับ หรือผู้ใช้ต้องการดูค่า Maximum ก็กดคีย์ MAX ตัว MAX LED จะสว่างและค่า MAX จะปรากฏให้เห็น การยกเลิกก็ให้กดคีย์ MAX อีกครั้ง เครื่องจะกลับเข้าไปทำงานต่อและ MAX LED จะดับหรือผู้ใช้ต้องการดูค่า Minimum ก็กดคีย์ MIN ตัว MIN LED จะสว่างและค่า MIN จะปรากฏให้เห็น การยกเลิกก็ให้กดคีย์ อีกครั้งเครื่องจะกลับเข้าไปทำงานต่อและ MIN LED จะดับ

<u>หมายเหตุ</u> ขณะที่กดคีย์ MAX,MIN หรือ HOLD เครื่องก็ยังคงทำงานอยู่ตามปกติ เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากฟังก์ชั่น โดยไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ เหมือนการกดคีย์รีเซ็ทให้กดคีย์ ⟹ หน้าจอจะแสดงคำว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่ต้องการออกให้กดคีย์ใด ๆ อีก ยกเว้น คีย์ RES และ CFM
ถ้ากดคีย์ CFM เครื่องจะออกมาอยู่ที่



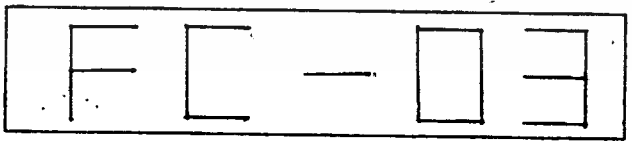
แต่ถ้ากดคีย์รีเซ็ท เครื่องจะออกมาที่

การใช้งานฟังก์ชั่นที่ 3

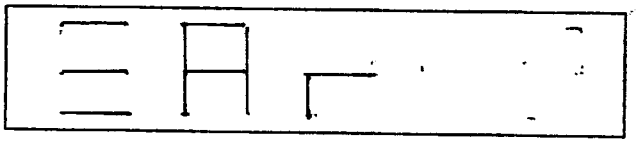
ในฟังก์ชั่นที่ 2 เป็นการทำงานเป็นตัวตั้งเวลา โดยการป้อนค่าเวลาปัจจุบัน เวลาที่จะเปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยผ่านหน้าสัมผัสของรีเลย์ทั้งสามตัว เมื่อเครื่องอยู่ในสภาวะดังนี้

เข้าสู่ฟังก์ชั่นการทำงานกดคีย์ FNC หน้าจอจะแสดง

กดคีย์ ⇧ 2 ครั้ง หน้าจอจะปรากฏเป็น

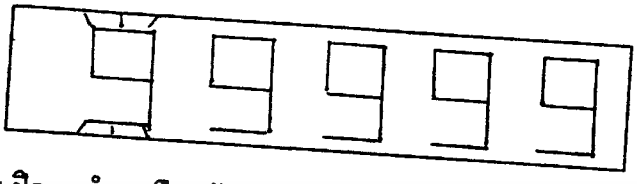


การตั้งค่าเวลากดคีย์ ⇨ หน้าจอจะแสดง

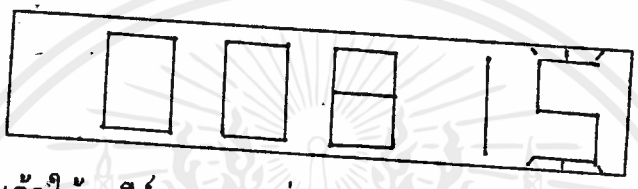


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายถึงให้ตั้งเวลาที่จะเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าคือให้รีเลย์ทั้งสามตัวทำงานรอสักครู่หน้าจอจะปรากฏตัวเลขออกมาให้ตั้งค่าดังนี้

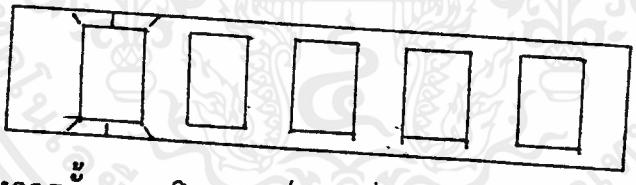


การตั้งเวลาเปิดจะทำเหมือนกับการป้อนค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชั่นที่ 1 และฟังก์ชั่นที่ 2 ทุกประการ เช่นต้องการตั้งเวลาเปิด 8.15 น. ก็ให้ตั้งค่าเป็น

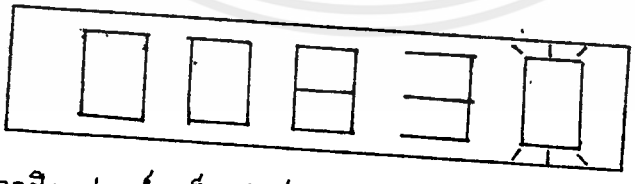


เมื่อตั้งเสร็จแล้วให้กดคีย์ CFM เครื่องจะรับค่าแล้วหน้าจอจะแสดง

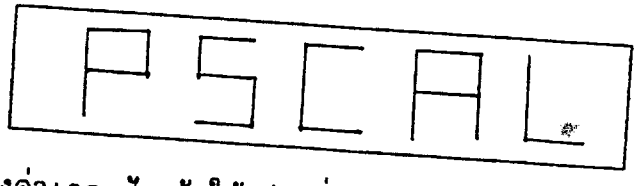
บอกให้ผู้ใช้ตั้งค่าเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ผ่านรีเลย์ทั้งสามตัวรอสักครู่เครื่องจะแสดง



สมมติผู้ใช้ต้องการตั้งเวลาปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เวลา 8.30 น. ก็ให้ตั้งพารามิเตอร์ตามวิธีที่ผ่านมาให้ได้ค่า

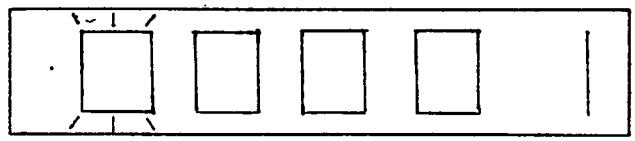


เมื่อตั้งค่าเวลาปิดอุปกรณ์เสร็จแล้วก็ให้กดคีย์ CFM เครื่องจะรับค่าและจะแสดง

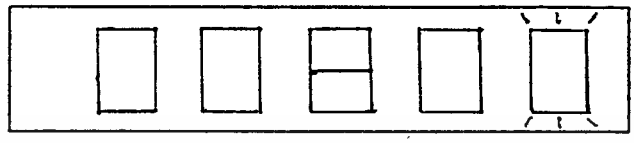


บอกให้ผู้ใช้ตั้งค่าเวลาปัจจุบันให้แก่เครื่อง รอสักครู่หน้าจอเครื่องจะแสดงความพร้อมในการรับค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

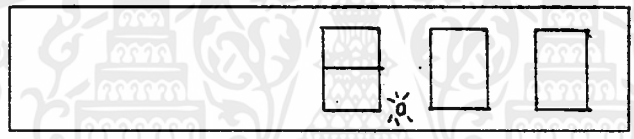


สมมติเวลาปัจจุบันคือ 8.00 น. ก็ให้ตั้งค่าตามวิธีที่ผ่านมาดังนี้



เสร็จแล้วกดคีย์ CFM เครื่องจะกลับเข้าสู่หน้าจอดังนี้

การเข้าสู่การทำงานก็ให้กดคีย์ CFM อีกครั้ง



เครื่องจะทำงานไปเรื่อย ๆ โดยที่หน้าจอจะเป็นเสมือนนาฬิกาดิจิตอลจนถึงเวลา 8.15 น. รีเลย์ทั้งสามตัวก็จะทำงาน พอถึงเวลา 8.30 น. รีเลย์จะหยุดทำงาน การออกจากการทำงานฟังก์ชั่นนี้ ทำได้โดยการกดคีย์รีเซ็ทเท่านั้น

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเวลาของเครื่องจะมีความผิดพลาดอยู่บ้างเพราะไม่ใช่ REAL TIME CLOCK

นอกเหนือจาทั้งสามฟังก์ชั่นที่กล่าว เครื่องยังได้สร้างเมนูรองรับไว้ในอนาคตให้สามารถเลือกได้ถึง 12 ฟังก์ชั่น ดังนั้นตอนนี้เมื่อไม่มีการทำงานของฟังก์ชั่น 4-12 ได้ เครื่องจะตัดเข้าสู่ฟังก์ชั่นที่ 3 โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวัด

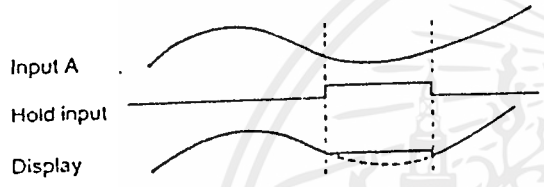
1. วัดความเร็วการหมุน เช่น ความเร็วของมอเตอร์ ความเร็วของการม้วน ฯลฯ

ความเร็ว (rpm) = ส่วนกลับของคาบเวลาคูณด้วย 60 ดังรูปที่ 3.8

speed = 1/T = 60

Operating Mode : Rotational/Circumferential Speed

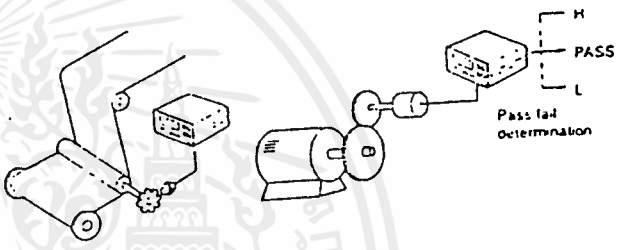
The inverse (1/T) of the input cycle (T) is multiplied by 60 and displayed as a rotational speed (rpm).



Application Example

Measuring Roller Winding Speed

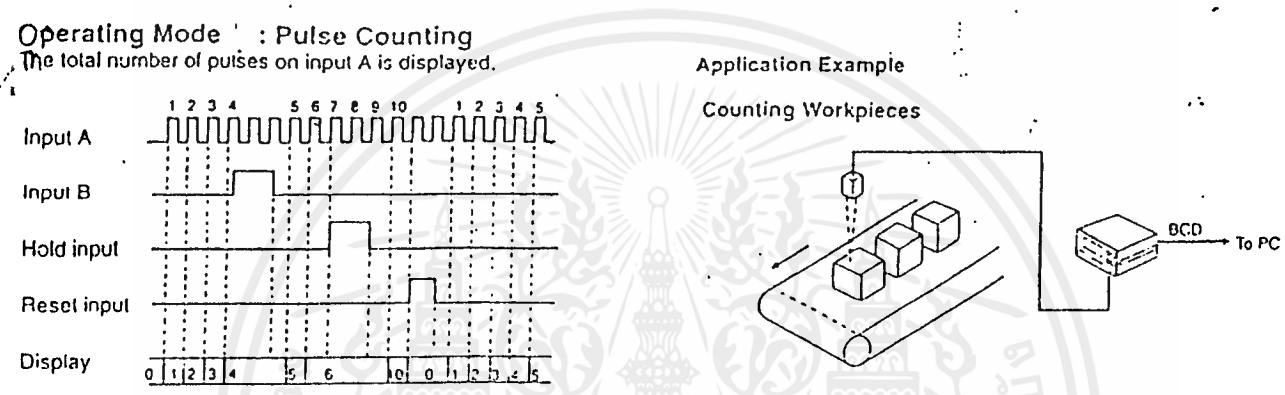
Measuring Motor Speed (for Product Testing)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนับจำนวนวัตถุ

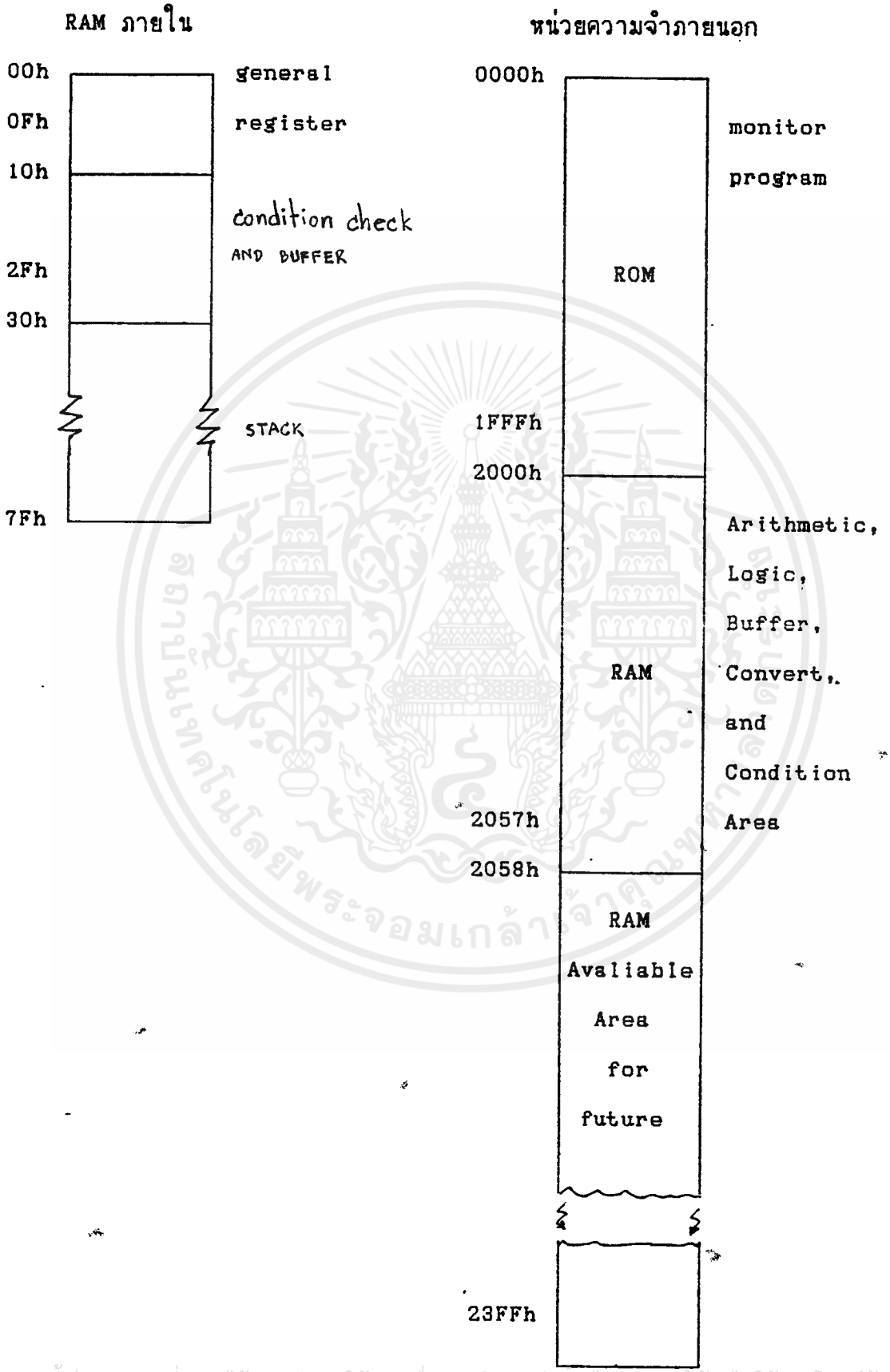
จำนวนการนับจะ เพิ่มขึ้นทีละ 1 ตามจำนวนพัลซ์ที่ เข้ามาดังรูป 3.10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

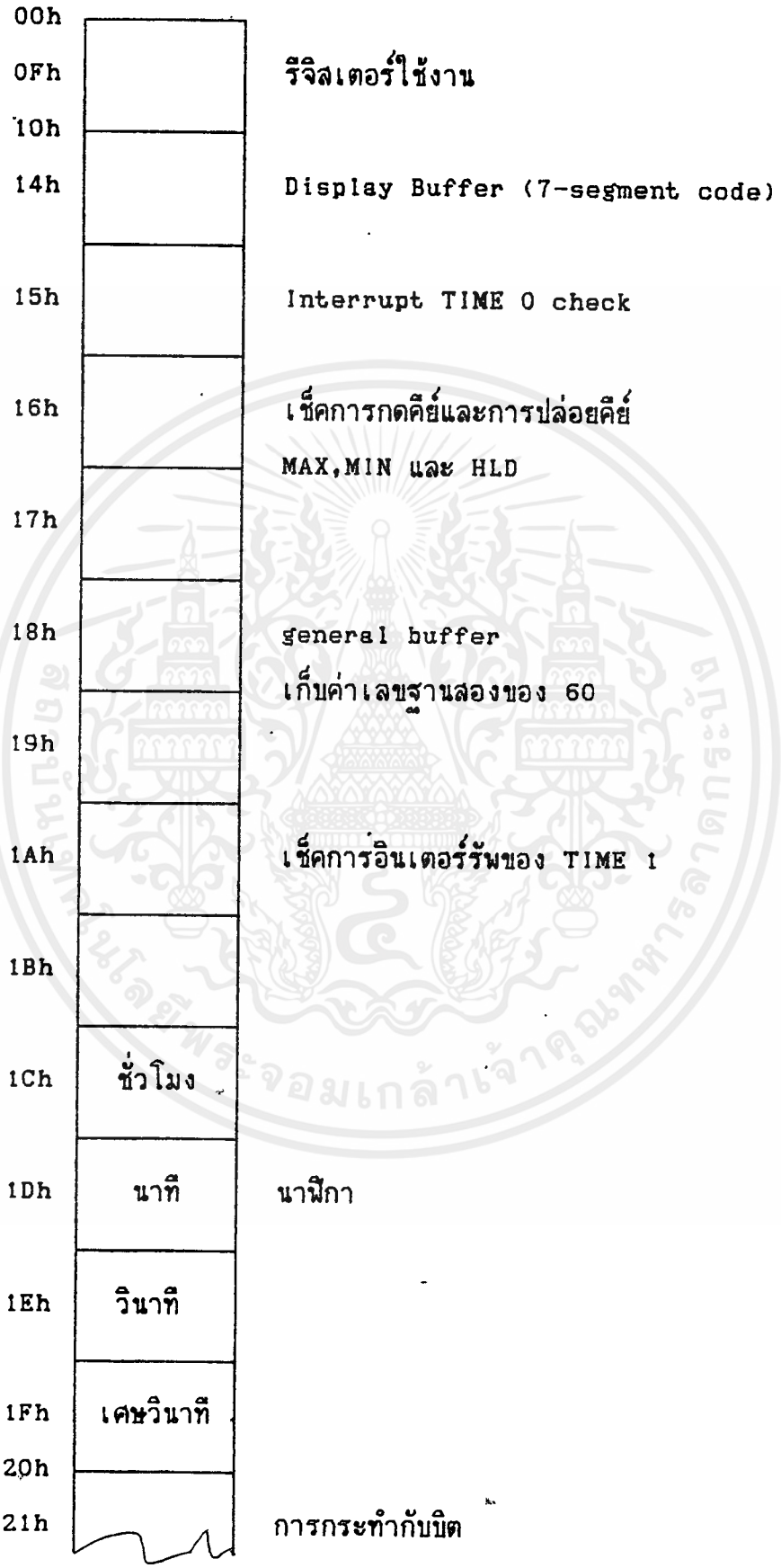
ภาคผนวก

การจัดการหน่วยความจำ

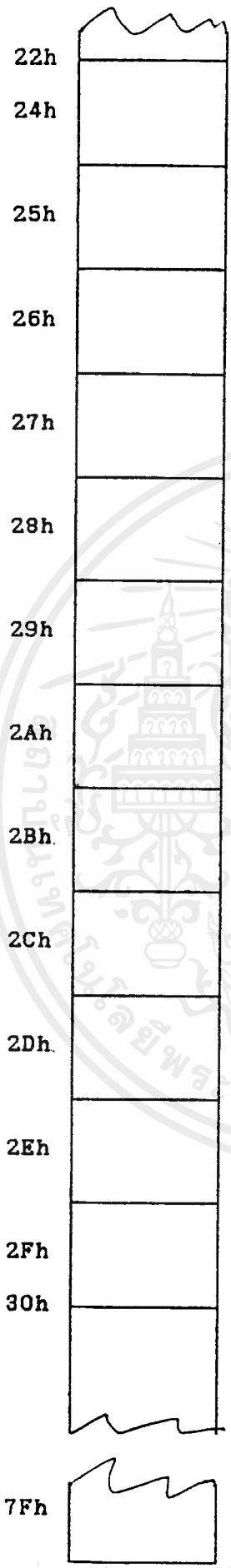


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การจัดการหน่วยความจำภายใน CPU

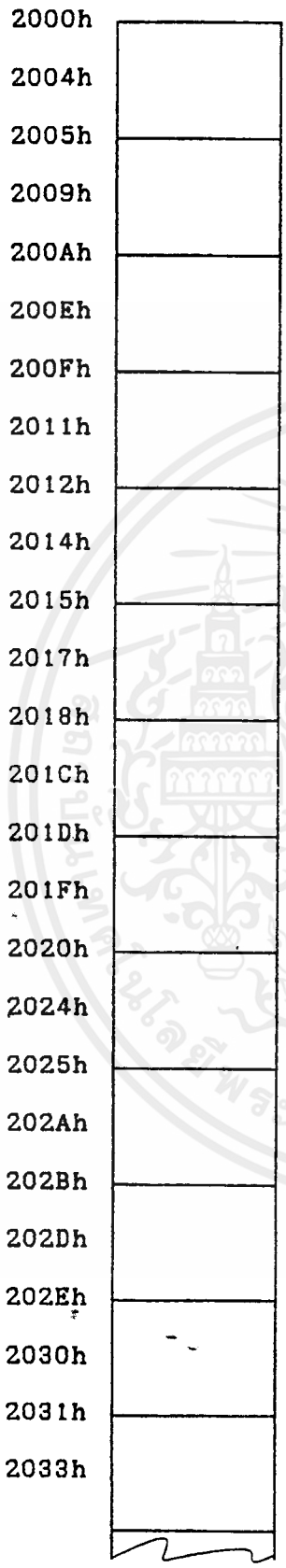


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

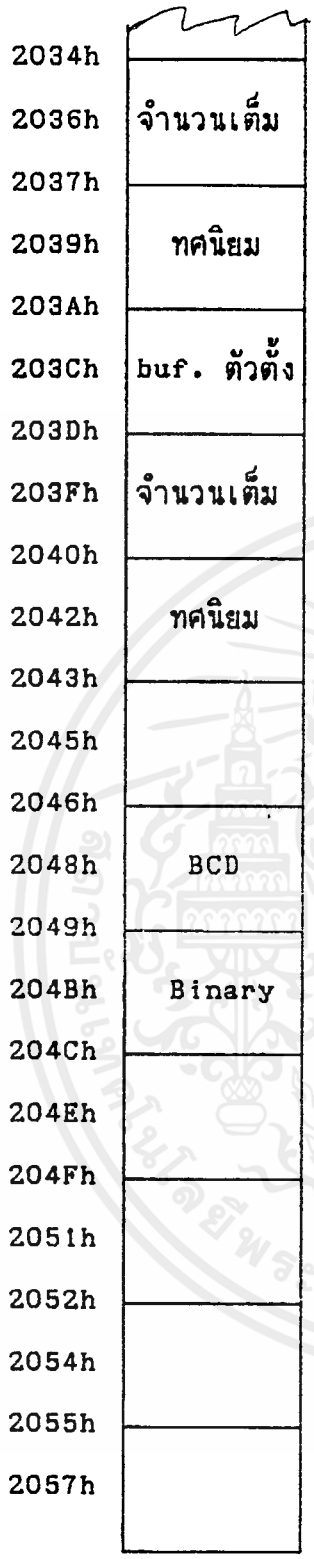


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจัดการหน่วยความจำ RAM ภายนอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

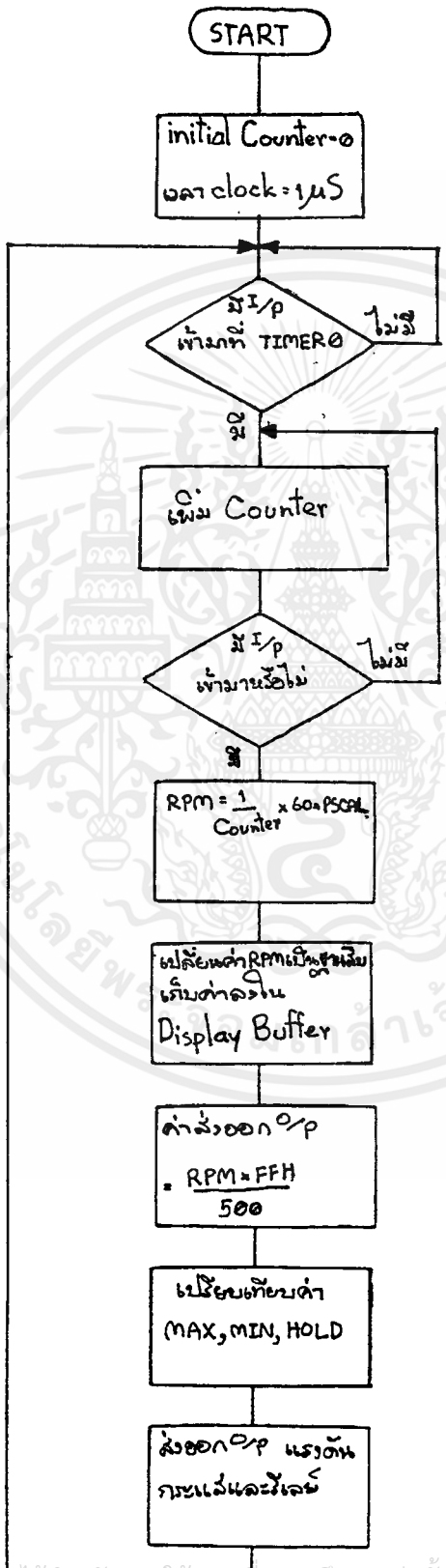


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

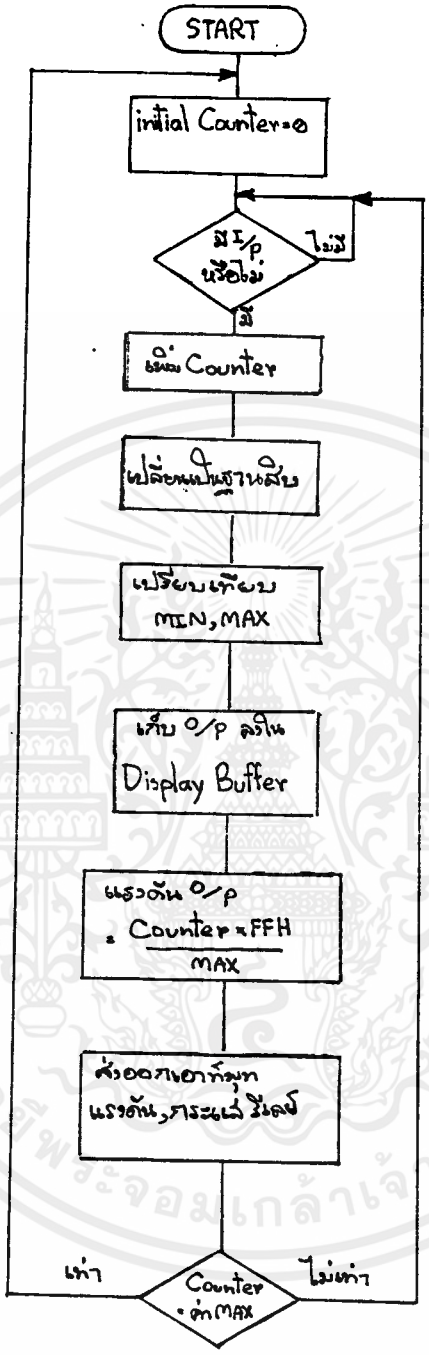
Operation Algolithm

ฟังก์ชั่นที่ 1 การหาค่า RPM



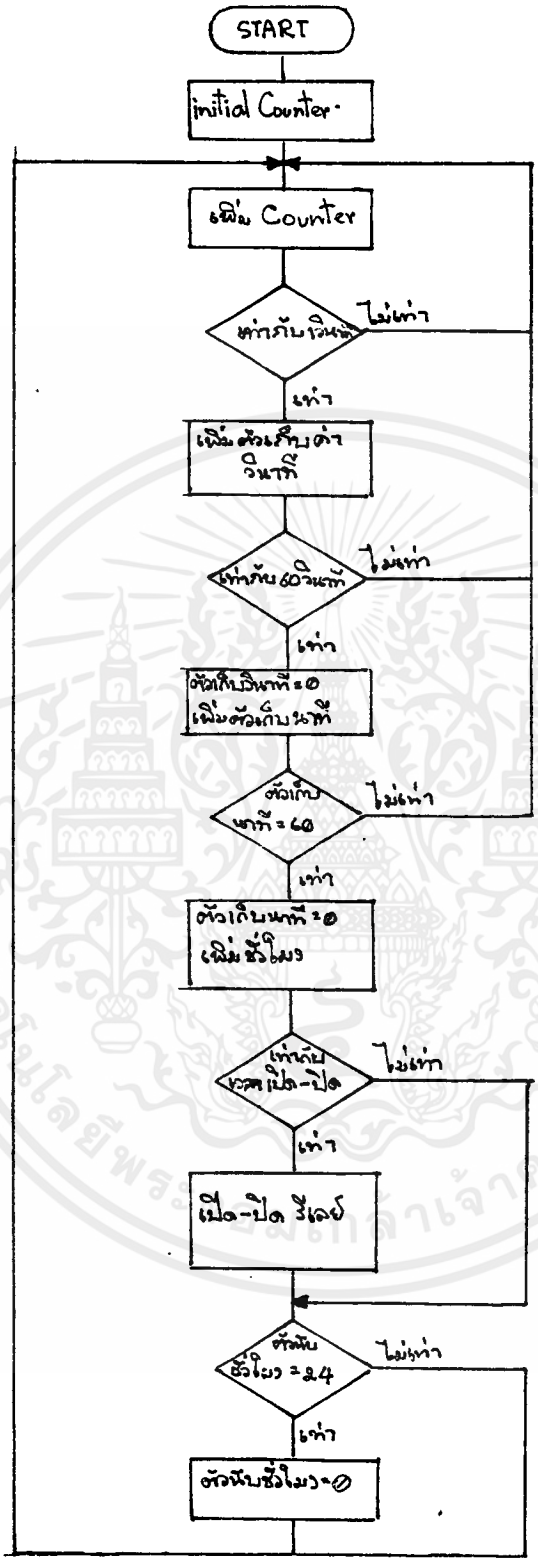
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นที่ 2 การนับชิ้นงาน

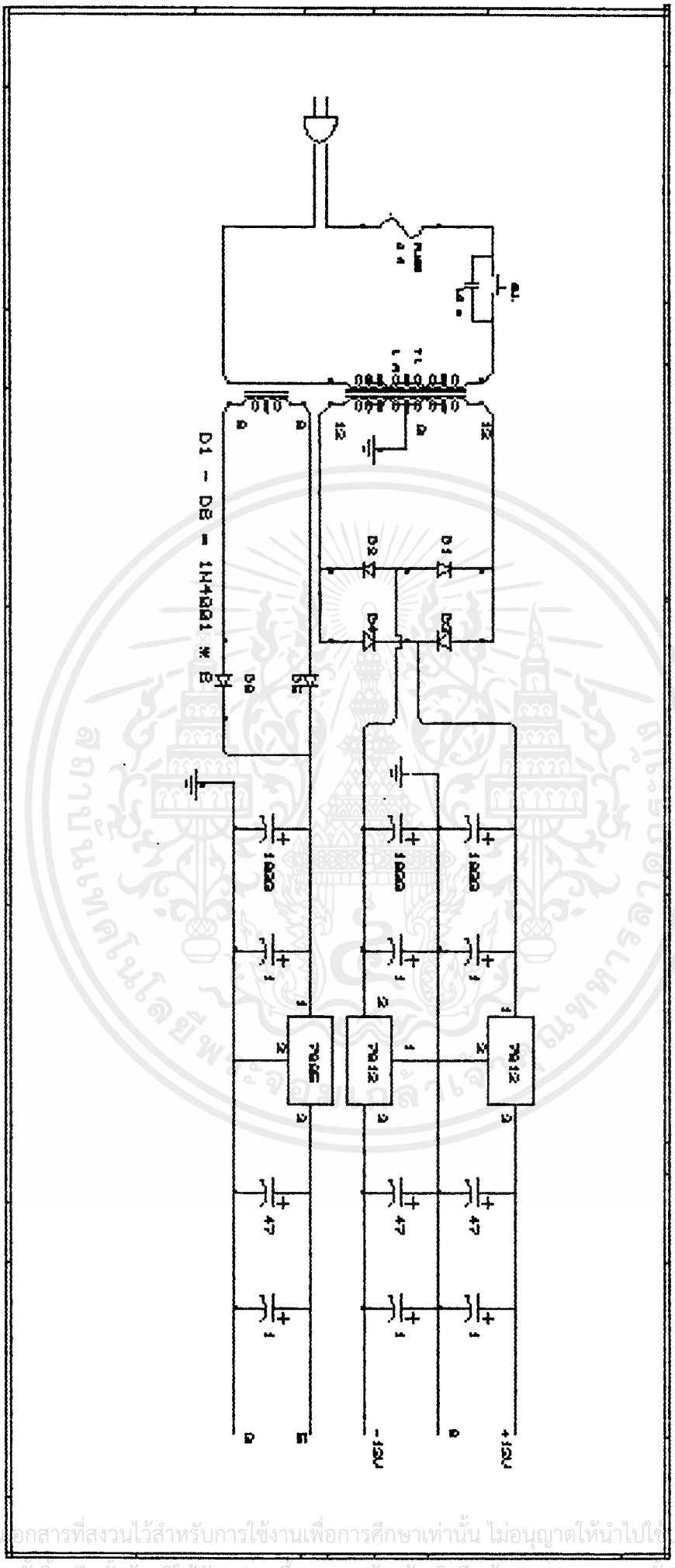


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

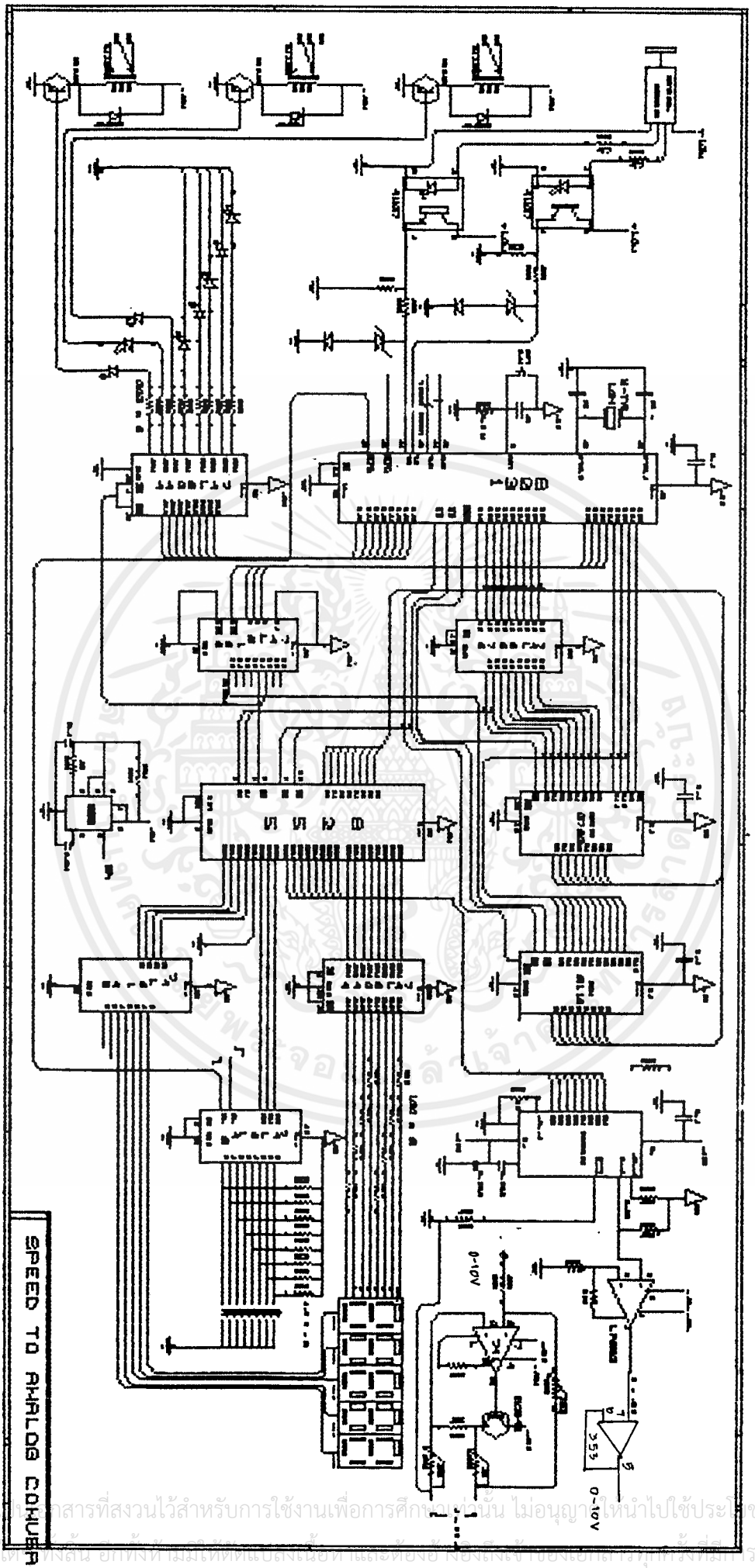
ฟังก์ชั่นที่ 3 Counter



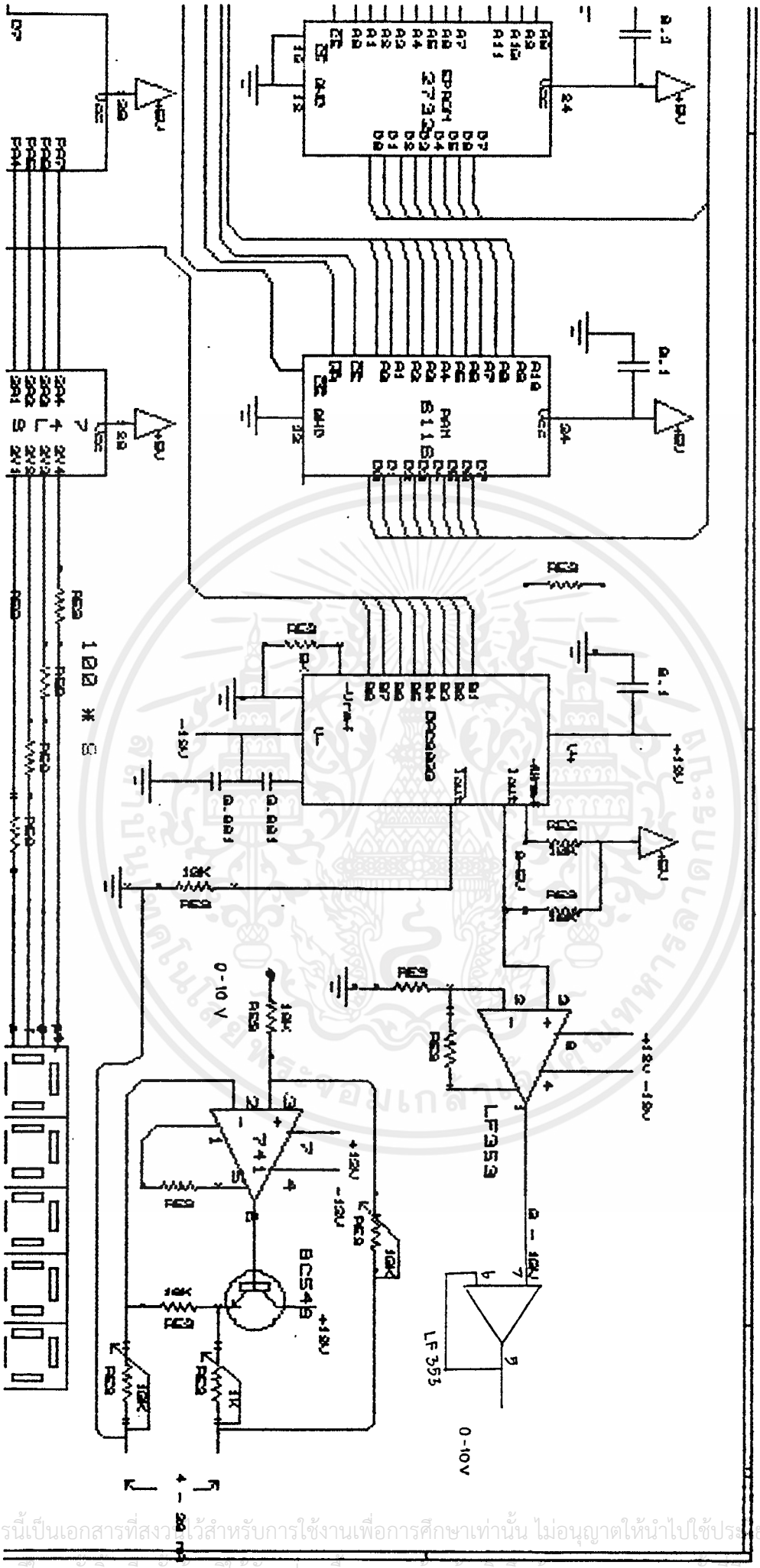
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



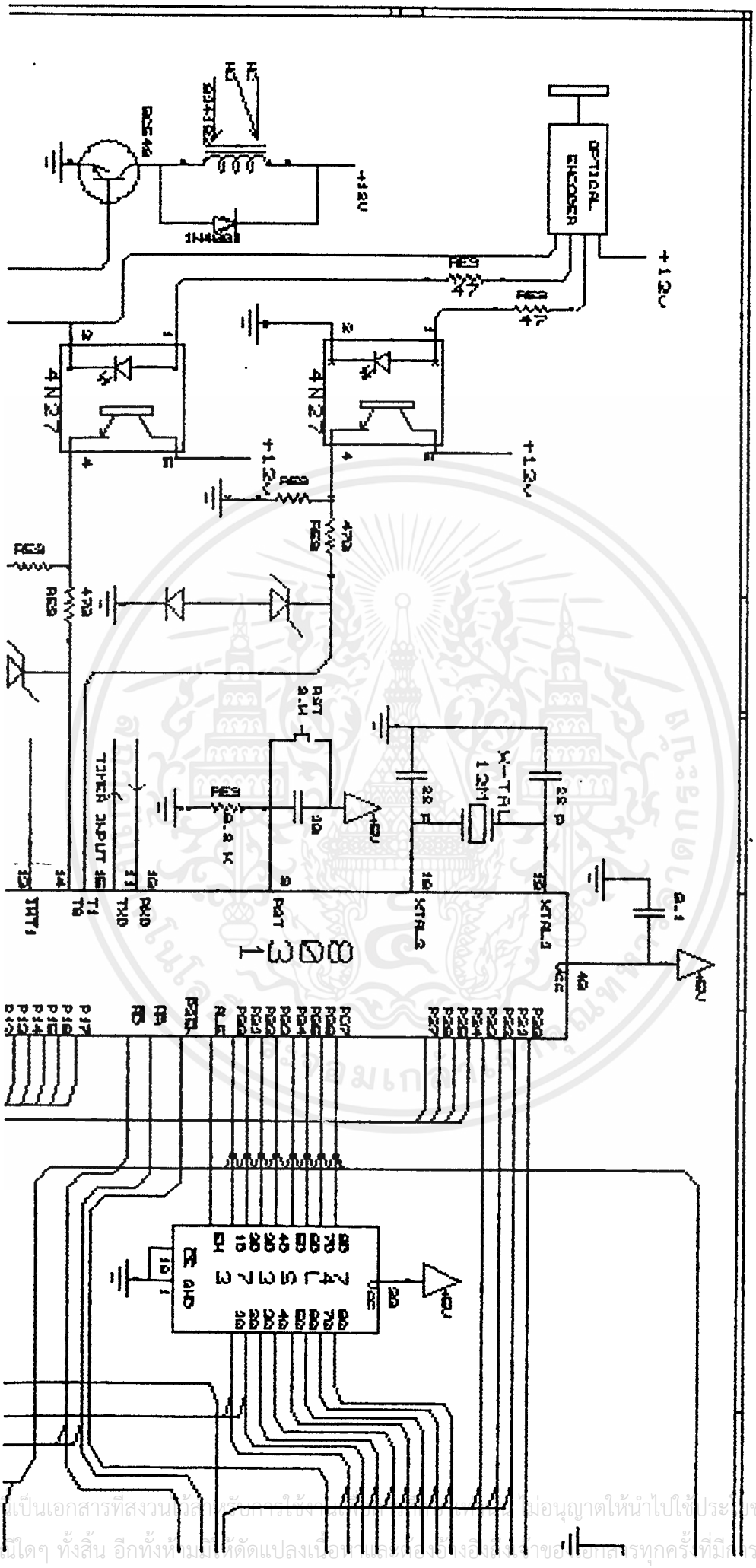
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



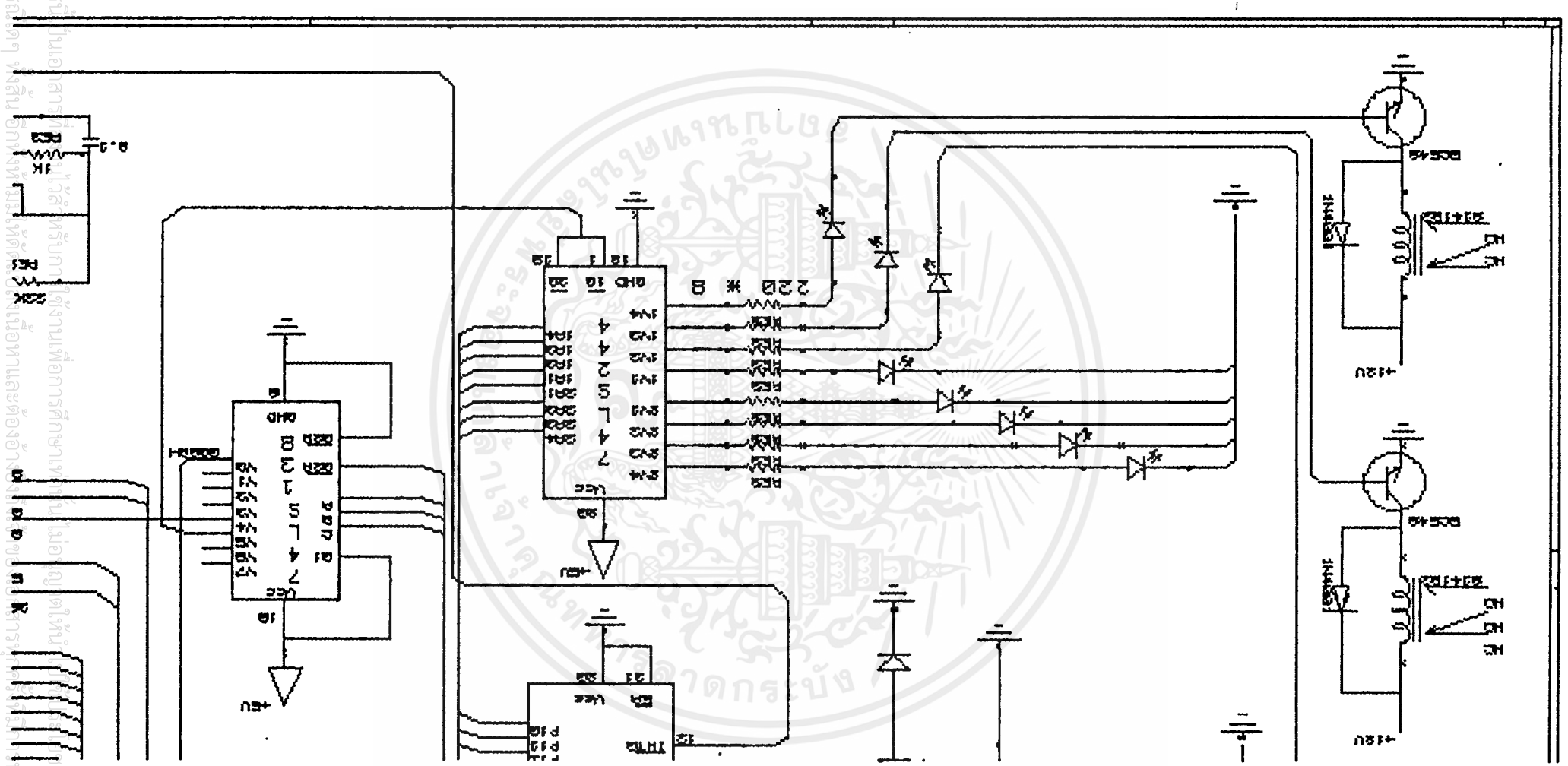
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



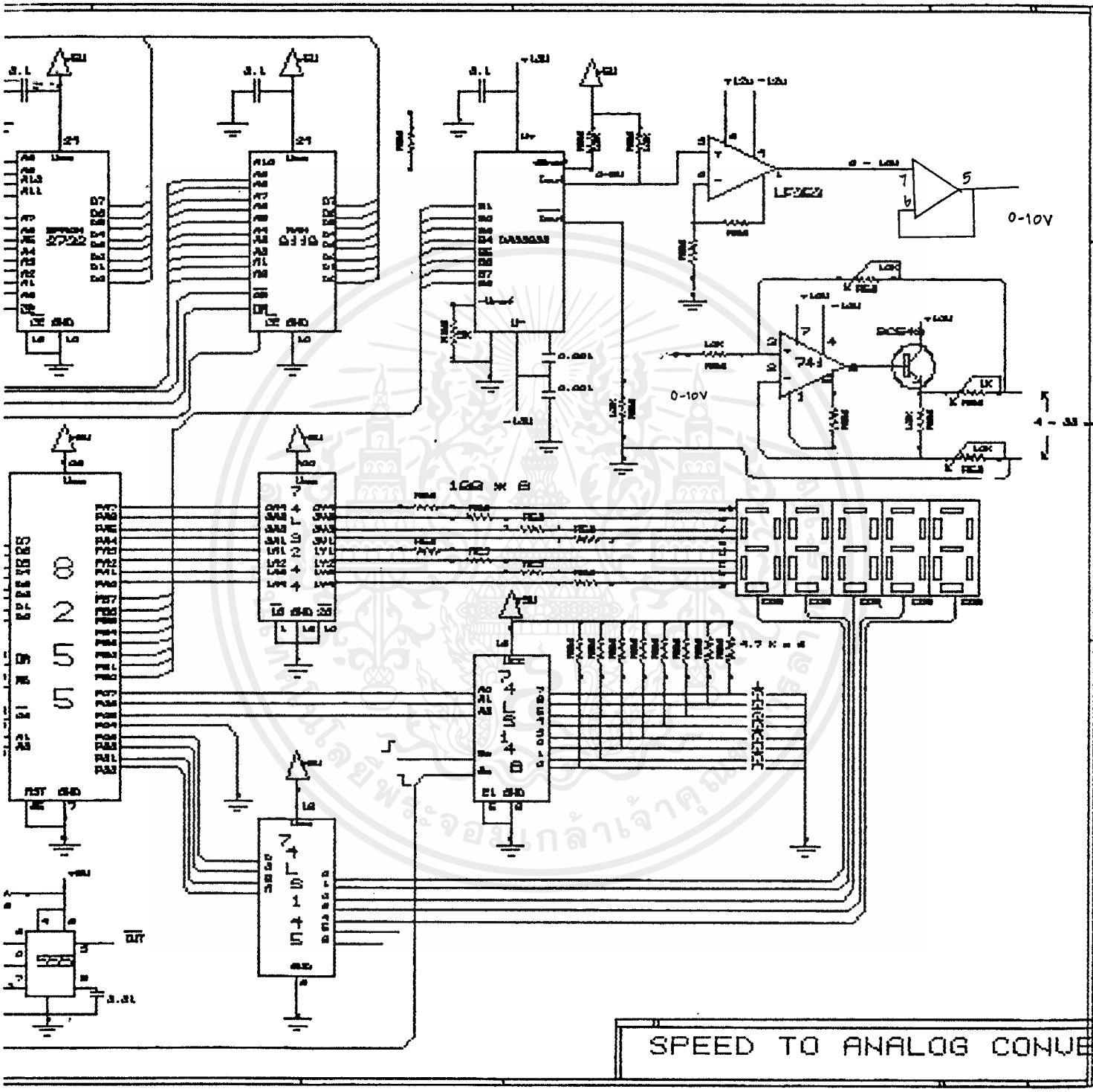
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



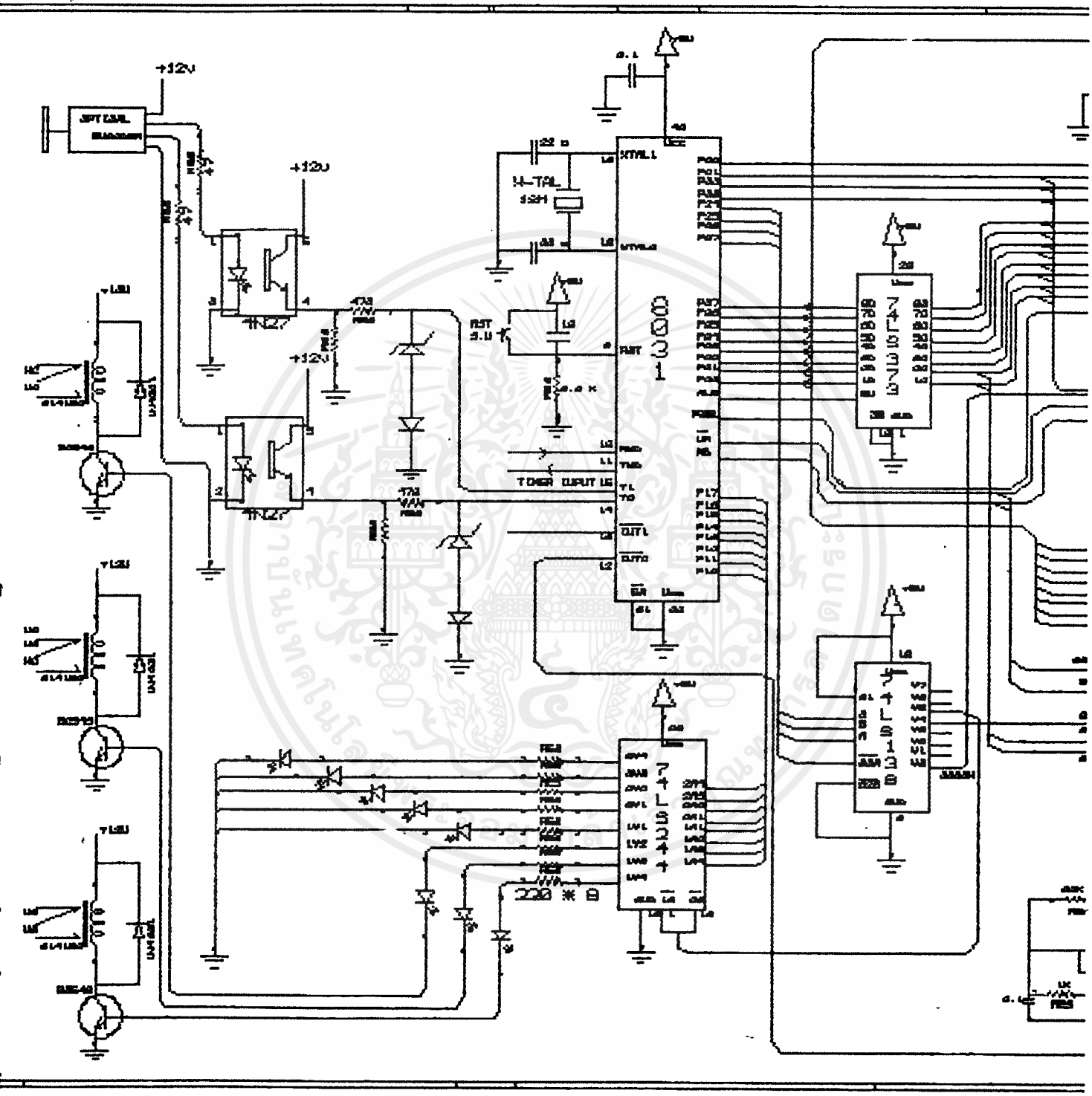
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        1       ;               ********************************
                        2       ;   SPEED TO ANALOG CONVERTER
                        3       ;PROJECT OF INDUSTRIAL COMPUTER TECHNOLOGY BACHELOR
                        4       ;               DEGREE
                        5       ;FACULTY OF ENGINEERING
                        6       ;               KING'S MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY
                        7       ;               LADKRABANG
                        8       ;POWERED BY Mr.OPHART  PHONPALAT
                        9       ;               JANUARY  1993
                       10       ;               ********************************
0000                   11               ORG    0000H
E0E0=                  12       PORT0   EQU    0E0E0H
E0E1=                  13       PORT1   EQU    0E0E1H
E0E2=                  14       PORT2   EQU    0E0E2H
E0E3=                  15       PORT3   EQU    0E0E3H
2000=                  16       RAM     EQU    2000H
0000 012B              17               AJMP   START
                       18       ;*********************************
                       19       ; KEYBOARD INTERUPT SUBROUTINE
                       20       ;*********************************
0003                   21               ORG    0003H
0003 75A800            22       INTER0: MOV    IE,#00H
0006 C0D0              23               PUSH   PSW
0008 0200F2            24               LJMP   SCNKY
                       25       ;*********************************
                       26       ;   TIMER0 INTERUPT SUBROUTINE
                       27       ;*********************************
000B                   28               ORG    000BH
000B C28E              29       TIM0:   CLR    TR1
000D 0515              30               INC    15H
000F 0209E7            31               LJMP   TOSUB
                       32       ;*********************************
                       33       ; EX1 INTERUPT SUBROUTINE
                       34       ;*********************************
0013                   35               ORG    0013H
0013 E525              36       EXT1:   MOV    A,25H
0015 F4                37               CPL    A
0016 F525              38               MOV    25H,A
0018 32                39               RETI
                       40       ;*********************************
                       41       ; TIMER1 INTERUPT SUBROUTINE
                       42       ;*********************************
001B                   43               ORG    001BH
001B 051A              44       TIM1:   INC    1AH
001D D28E              45               SETB   TR1
001F D28C              46               SETB   TR0
0021 32                47               RETI
                       48       ;*********************************
                       49       ;   START  PROGRAM
                       50       ;*********************************
002B                   51               ORG    002BH
002B 75D000            52       START:  MOV    PSW,#00H
002E 75A881            53               MOV    IE,#81H         ;set interupt
0031 D288              54               SETB   IT0
0033 758131            55               MOV    SP,#31H         ;define stack
0036 90E0E3            56               MOV    DPTR,#PORT3
0039 7488              57               MOV    A,#88H          ;initial 8255
003B F0                58               MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
003C 7400        59                MOV   A,#00H
003E F8          60                MOV   R0,A
003F 7D7F        61                MOV   R5,#7FH
0041 F6          62        FFH:    MOV   @R0,A
0042 08          63                INC   R0
0043 DDFC        64                DJNZ  R5,FFH
0045 759000      65                MOV   P1,#00H
0048 7B00        66                MOV   R3,#00H
004A 7C00        67                MOV   R4,#00H          ;DEFINE SHELL
004C 751500      68                MOV   15H,#00H
004F 751A00      69                MOV   1AH,#00
0052 751600      70                MOV   16H,#00
0055 751700      71                MOV   17H,#00
0058 751800      72                MOV   18H,#00
005B 752400      73                MOV   24H,#00H
005E 752500      74                MOV   25H,#00H
0061 752900      75                MOV   29H,#00H
0064 752B01      76                MOV   2BH,#01H         ;TELL WITHIN SHELL
0067 752D00      77                MOV   2DH,#00H         ;TELL UP-DOWN
006A 752C01      78                MOV   2CH,#01H         ;UP-DOWN
006D 752E00      79                MOV   2EH,#00H         ;CODE OF
0070 752F00      80                MOV   2FH,#00H         ;UU-DOWN DISPLAY
0073 75106D      81                MOV   10H,#6DH
0076 751177      82                MOV   11H,#77H
0079 751239      83                MOV   12H,#39H         ;DISPLAY BUFFER
007C 751386      84                MOV   13H,#86H         ;CODE
007F 75143F      85                MOV   14H,#3FH
0082 902000      86                MOV   DPTR,#2000H
0085 7400        87                MOV   A,#00H
0087 7D00        88                MOV   R5,#00H
0089 11A0        89                ACALL FILL0
008B 7409        90                MOV   A,#09H
008D 90200F      91                MOV   DPTR,#200FH
0090 F0          92                MOVX  @DPTR,A
0091 A3          93                INC   DPTR
0092 7499        94                MOV   A,#99H
0094 7D02        95                MOV   R5,#02H
0096 11A0        96                ACALL FILL0
0098 7401        97                MOV   A,#01H
009A 902017      98                MOV   DPTR,#2017H
009D F0          99                MOVX  @DPTR,A
009E 01CC       100                AJMP  MAIN1
00A0 F0         101        FILL0:  MOVX  @DPTR,A
00A1 1D         102                DEC   R5
00A2 A3         103                INC   DPTR
00A3 BD00FA     104                CJNE  R5,#00H,FILL0
00A6 22         105                RET
                106        ;**********************************
                107        ; DISPLAY  ROUTINE  PROGRAM
                108        ;**********************************
00A7 C0D0       109        DISP:   PUSH  PSW
00A9 75D000     110                MOV   PSW,#00H
00AC 7D00       111                MOV   R5,#00H
00AE 7910       112                MOV   R1,#10H
00B0 ED         113        DISP1:  MOV   A,R5
00B1 75A0E0     114                MOV   P2,#0E0H
00B4 78E2       115                MOV   R0,#0E2H
00B6 F2         116                MOVX  @R0,A            ;select collumb
00B7 E7         117                MOV   A,@R1            ;data
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
00B8 75A0E0      118                MOV   P2,#0E0H
00BB 78E0        119                MOV   R0,#0E0H
00BD F2          120                MOVX  @R0,A        ;send data
00BE 1200E9      121                LCALL DELAY
00C1 7400        122                MOV   A,#00H
00C3 F2          123                MOVX  @R0,A
00C4 09          124                INC   R1
00C5 0D          125                INC   R5
00C6 BD05E7      126                CJNE  R5,#05H,DISP1
00C9 D0D0        127                POP   PSW
00CB 22          128                RET
                 129          ;*********************************
                 130          ;   MAIN PROGRAM  LEVEL 1
                 131          ;*********************************
00CC BC0103      132          MAIN1:  CJNE  R4,#01H,BRG4
00CF 02021D      133                  LJMP  SHEL1
00D2 BC4003      134          BRG4:   CJNE  R4,#40H,BRGA
00D5 0203AE      135                  LJMP  SHEL2
00D8 11A7        136          BRGA:   ACALL DISP
00DA E529        137                  MOV   A,29H
00DC B4CCED      138                  CJNE  A,#0CCH,MAIN1
00DF 12011A      139                  LCALL KFNC
00E2 7A00        140                  MOV   R2,#00H
00E4 752900      141                  MOV   29H,#00H
00E7 01CC        142                  AJMP  MAIN1
                 143          ;*********************************
                 144          ;DELAY  SUBROUTINE
                 145          ;*********************************
00E9 7F05        146          DELAY:  MOV   R7,#05H
00EB 7E97        147          DELAY1: MOV   R6,#97H
00ED DEFE        148                  DJNZ  R6,$
00EF DFFA        149                  DJNZ  R7,DELAY1
00F1 22          150                  RET
                 151          ;*******************************
                 152          ;   SCAN KEYBOARD SUBROUTINE
                 153          ;*******************************
00F2 75D000      154          SCNKY:  MOV   PSW,#00
00F5 75A0E0      155                  MOV   P2,#0E0H
00F8 78E2        156                  MOV   R0,#0E2H
00FA E2          157                  MOVX  A,@R0
00FB 441F        158                  ORL   A,#00011111B
00FD FA          159                  MOV   R2,A
00FE 8A2A        160                  MOV   2AH,R2
0100 7F6F        161                  MOV   R7,#6FH
0102 1200EB      162                  LCALL DELAY1
0105 E2          163                  MOVX  A,@R0
0106 441F        164                  ORL   A,#00011111B
0108 B52A0B      165                  CJNE  A,2AH,BA
010B 7529CC      166          BACC:   MOV   29H,#0CCH
010E 75A881      167                  MOV   IE,#81H
0111 D288        168                  SETB  IT0
0113 D0D0        169                  POP   PSW
0115 32          170                  RETI
0116 7A00        171          BA:     MOV   R2,#00H
0118 2108        172                  AJMP  BACC
                 173          ;*******************************
                 174          ;  SHELL#0  STRUCTURE
                 175          ;*******************************
011A BAFF1C      176          KFNC:   CJNE  R2,#0FFH,UP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
011D 751071     177     FINS1:  MOV   10H,#71H      ;DATA=FC-
0120 751139     178             MOV   11H,#39H
0123 751240     179             MOV   12H,#40H
0126 752D01     180             MOV   2DH,#01H      ;SELECTED FUNCTION
0129 E52C       181             MOV   A,2CH
012B 31CF       182     UPDWN:  ACALL LOOKO         ;LOOK UP FOR SHELLO
012D 852E13     183             MOV   13H,2EH       ;VALUE FROM
0130 852F14     184             MOV   14H,2FH       ;BUFFER FUNCTION
0133 75A881     185     BACK:   MOV   IE,#81H
0136 D288       186             SETB  IT0
0138 32         187             RETI
0139 7401       188     UP:     MOV   A,#01H        ;COUNTUP FUNCTION
013B B52DF5     189             CJNE  A,2DH,BACK
013E BA7F11     190             CJNE  R2,#7FH,DOWN
0141 E52C       191             MOV   A,2CH
0143 C3         192             CLR   C
0144 2401       193             ADD   A,#01         ;INCREMENT FUNCTION
0146 D4         194             DA    A             ;DECIMAL ADJUST
0147 F52C       195             MOV   2CH,A         ;HOLD FUNCTION NUMBER
0149 B413DF     196             CJNE  A,#13H,UPDWN
014C 7401       197             MOV   A,#01H
014E F52C       198             MOV   2CH,A
0150 212B       199             AJMP  UPDWN
0152 BADF13     200     DOWN:   CJNE  R2,#0DFH,SFTLVL;COUNTDOWN FUNCTION
0155 E52C       201             MOV   A,2CH
0157 C3         202             CLR   C
0158 2499       203             ADD   A,#99H          ;DECREMENT FUNCTION
015A D4         204             DA    A               ;DECIMAL ADJUST
015B F52C       205             MOV   2CH,A
015D B40004     206             CJNE  A,#00H,BRG2
0160 7412       207             MOV   A,#12H
0162 F52C       208             MOV   2CH,A           ;HOLD FUNCTION NUMBER
0164 212B       209     BRG2:   AJMP  UPDWN
0166 2133       210     BRG3:   AJMP  BACK
0168 BA3F04     211     SFTLVL: CJNE  R2,#3FH,SFTSHL
016B 7C40       212             MOV   R4,#40H
016D 2133       213             AJMP  BACK
016F BA1FF4     214     SFTSHL: CJNE  R2,#01FH,BRG3   ;CHECK FOR
0172 7C01       215             MOV   R4,#01H
0174 752D02     216             MOV   2DH,#02H ;ENTER TO SHELL1
0177 32         217             RETI
                218     ;*****************************
                219     ;  SHELL#1  STRUCTURE
                220     ;*****************************
0178 BA3F04     221     SCNK11: CJNE  R2,#3FH,SFTCMN
017B 7C12       222             MOV   R4,#12H
017D 218D       223             AJMP  BACC2
017F BA1F03     224     SFTCMN: CJNE  R2,#1FH,CHKUD
0182 0B         225             INC   R3
0183 218D       226             AJMP  BACC2
0185 780F       227     CHKUD:  MOV   R0,#0FH
0187 75A020     228             MOV   P2,#20H
018A 120353     229             LCALL INCDEC          ;JUMP TO ENTER
018D 75D000     230     BACC2:  MOV   PSW,#00H        ;MAXIMUM PARAMETER
0190 7A00       231             MOV   R2,#00H
0192 020272     232             LJMP  SHLB
                233     ;-------------------------------
0195 BA3F04     234     SCNK13: CJNE  R2,#3FH,STCMN3
0198 7C14       235             MOV   R4,#14H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
019A 21AA          236              AJMP   BACC3
019C BA1F03        237      STCMN3: CJNE   R2,#1FH,CHKUD3
019F 0B            238              INC    R3
01A0 21AA          239              AJMP   BACC3
01A2 7812          240      CHKUD3: MOV    R0,#12H
01A4 75A020        241              MOV    P2,#20H
01A7 120353        242              LCALL  INCDEC          ;JUMP TO ENTER
01AA 75D000        243      BACC3:  MOV    PSW,#00H       ;MINIMUM PARAMETER
01AD 7A00          244              MOV    R2,#00H
01AF 0202CC        245              LJMP   SHLC
                   246      ;-------------------------------
01B2 BA3F04        247      SCNK15: CJNE   R2,#3FH,STCMN5
01B5 7C00          248              MOV    R4,#00H
01B7 21C7          249              AJMP   BACK2
01B9 BA1F03        250      STCMN5: CJNE   R2,#1FH,CHKUD5
01BC 0B            251              INC    R3
01BD 21C7          252              AJMP   BACK2
01BF 7815          253      CHKUD5: MOV    R0,#15H
01C1 75A020        254              MOV    P2,#20H
01C4 120353        255              LCALL  INCDEC          ;JUMP TO ENTER
01C7 75D000        256      BACK2:  MOV    PSW,#00H       ;PRESCALE PARAMETER
01CA 7A00          257              MOV    R2,#00H
01CC 020326        258              LJMP   SHLD
                   259      ;*********************************
                   260      ;LOOK UP OF SHELLO
                   261      ;*********************************
01CF FA            262      LOOK0:  MOV    R2,A
01D0 540F          263              ANL    A,#00001111B
01D2 31DF          264              ACALL  TABLE
01D4 F52F          265              MOV    2FH,A
01D6 EA            266              MOV    A,R2
01D7 C4            267              SWAP   A
01D8 540F          268              ANL    A,#00001111B
01DA 31DF          269              ACALL  TABLE
01DC F52E          270              MOV    2EH,A
01DE 22            271              RET
                   272      ;*********************************
                   273      ;       TABLE OF CODE
                   274      ;*********************************
01DF 04            275      TABLE:  INC    A
01E0 83            276              MOVC   A,@A+PC
01E1 22            277              RET
01E2 3F065B4F      278              DB     3FH,06H,5BH,4FH
01E6 666D7D07      279              DB     66H,6DH,7DH,07H
01EA 7F6F777C      280              DB     7FH,6FH,77H,7CH
01EE 395E7971      281              DB     39H,5EH,79H,71H
01F2 75A020        282      LOOK1:  MOV    P2,#20H
01F5 E2            283              MOVX   A,@R0
01F6 540F          284              ANL    A,#00001111B
01F8 31DF          285              ACALL  TABLE
01FA F0            286              MOVX   @DPTR,A
01FB 08            287              INC    R0
01FC 5102          288              ACALL  SECON
01FE 08            289              INC    R0
01FF 5102          290              ACALL  SECON
0201 22            291              RET
0202 A3            292      SECON:  INC    DPTR
0203 E2            293              MOVX   A,@R0
0204 FA            294              MOV    R2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0205 C4          295                SWAP   A
0206 540F        296                ANL    A,#00001111B
0208 31DF        297                ACALL  TABLE
020A F0          298                MOVX   @DPTR,A
020B A3          299                INC    DPTR
020C EA          300                MOV    A,R2
020D 540F        301                ANL    A,#00001111B
020F 31DF        302                ACALL  TABLE
0211 F0          303                MOVX   @DPTR,A
0212 22          304                RET
0213 7910        305          TRANS: MOV    R1,#10H
0215 E0          306          RECUR: MOVX   A,@DPTR
0216 F7          307                 MOV    @R1,A
0217 09          308                 INC    R1
0218 A3          309                 INC    DPTR
0219 B915F9      310                 CJNE   R1,#15H,RECUR
021C 22          311                 RET
                 312           ;*******************************
                 313           ;  SHELL#1  LEVEL
                 314           ;*******************************
021D 75A800      315           SHEL1: MOV    IE,#00H
0220 751049      316                  MOV    10H,#49H
0223 751177      317                  MOV    11H,#77H
0226 751270      318                  MOV    12H,#70H
0229 751300      319                  MOV    13H,#00H
022C 751400      320                  MOV    14H,#00H
022F 752840      321                  MOV    28H,#40H
0232 752500      322                  MOV    25H,#00H
0235 1200A7      323           LOP1:  LCALL  DISP
0238 0528        324                  INC    28H
023A E528        325                  MOV    A,28H
023C B400F6      326                  CJNE   A,#00H,LOP1
023F 7B00        327                  MOV    R3,#00H
0241 7C11        328                  MOV    R4,#11H
0243 BC1131      329           SHELA: CJNE   R4,#11H,SHELI
0246 E525        330                  MOV    A,25H
0248 B4FF07      331                  CJNE   A,#0FFH,BRG8
024B 780F        332                  MOV    R0,#0FH
024D 120336      333                  LCALL  CHKCMN
0250 4160        334                  AJMP   BRG9
0252 780F        335           BRG8:  MOV    R0,#0FH
0254 902000      336                  MOV    DPTR,#2000H
0257 1201F2      337                  LCALL  LOOK1
025A 902000      338                  MOV    DPTR,#2000H
025D 120213      339                  LCALL  TRANS
0260 1200A7      340           BRG9:  LCALL  DISP
0263 75A885      341                  MOV    IE,#85H
0266 D288        342                  SETB   IT0
0268 D28A        343                  SETB   IT1
026A E529        344                  MOV    A,29H
026C B4CCD4      345                  CJNE   A,#0CCH,SHELA
026F 020178      346                  LJMP   SCNK11
0272 752900      347           SHLB:  MOV    29H,#00H
0275 4143        348           BRG6:  AJMP   SHELA
0277 75A800      349           SHELI: MOV    IE,#00H
027A 751049      350                  MOV    10H,#49H
027D 751104      351                  MOV    11H,#04H
0280 751254      352                  MOV    12H,#54H
0283 751300      353                  MOV    13H,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0286 751400      354                MOV   14H,#00H
0289 752840      355                MOV   28H,#40H
028C 752500      356                MOV   25H,#00H
028F 1200A7      357        LOP:    LCALL DISP
0292 0528        358                INC   28H
0294 E528        359                MOV   A,28H
0296 B400F6      360                CJNE  A,#00H,LOP
0299 7B00        361                MOV   R3,#00H
029B 7C13        362                MOV   R4,#13H
029D BC1331      363        SHELJ:  CJNE  R4,#13H,SHELP
02A0 E525        364                MOV   A,25H
02A2 B4FF07      365                CJNE  A,#0FFH,BRG10
02A5 7812        366                MOV   R0,#12H
02A7 120336      367                LCALL CHKCMN
02AA 41BA        368                AJMP  BRG11
02AC 7812        369        BRG10:  MOV   R0,#12H
02AE 902005      370                MOV   DPTR,#2005H
02B1 1201F2      371                LCALL LOOK1
02B4 902005      372                MOV   DPTR,#2005H
02B7 120213      373                LCALL TRANS
02BA 1200A7      374        BRG11:  LCALL DISP
02BD 75A885      375                MOV   IE,#85H
02C0 D288        376                SETB  IT0
02C2 D28A        377                SETB  IT1
02C4 E529        378                MOV   A,29H
02C6 B4CCD4      379                CJNE  A,#0CCH,SHELJ
02C9 020195      380                LJMP  SCNK13
02CC 751D00      381        SHLC:   MOV   29,#00H
02CF 419D        382                AJMP  SHELJ
02D1 75A800      383        SHELP:  MOV   IE,#00H
02D4 751073      384                MOV   10H,#73H
02D7 75116D      385                MOV   11H,#6DH
02DA 751239      386                MOV   12H,#39H
02DD 751377      387                MOV   13H,#77H
02E0 751438      388                MOV   14H,#38H
02E3 752840      389                MOV   28H,#40H
02E6 751900      390                MOV   25,#00H
02E9 1200A7      391        LOP2:   LCALL DISP
02EC 0528        392                INC   28H                ;DELAY MENU
02EE E528        393                MOV   A,28H
02F0 B400F6      394                CJNE  A,#00H,LOP2
02F3 7B00        395                MOV   R3,#00H
02F5 7C15        396                MOV   R4,#15H
02F7 BC1531      397        SHELQ:  CJNE  R4,#15H,WAVE
02FA E525        398                MOV   A,25H
02FC B4FF07      399                CJNE  A,#0FFH,BRG12
02FF 7815        400                MOV   R0,#15H
0301 120336      401                LCALL CHKCMN
0304 6114        402                AJMP  BRG13
0306 7815        403        BRG12:  MOV   R0,#15H
0308 90200A      404                MOV   DPTR,#200AH
030B 1201F2      405                LCALL LOOK1
030E 90200A      406                MOV   DPTR,#200AH
0311 120213      407                LCALL TRANS
0314 1200A7      408        BRG13:  LCALL DISP
0317 75A885      409                MOV   IE,#85H
031A D288        410                SETB  IT0
031C D28A        411                SETB  IT1
031E E529        412                MOV   A,29H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0320 B4CCD4     413                 CJNE  A,#0CCH,SHELQ
0323 0201B2     414                 LJMP  SCNK15
0326 752900     415         SHLD:   MOV   29H,#00H
0329 41F7       416                 AJMP  SHELQ
032B 12011D     417         WAVE:   LCALL FINS1
032E 75A881     418                 MOV   IE,#81H
0331 D288       419                 SETB  IT0
0333 0200GC     420                 LJMP  MAIN1
                421         ;*********************************
                422         ;   CHECK COLLUMN  SUBROUTINE
                423         ;*********************************
0336 902018     424         CHKCMN: MOV   DPTR,#2018H
0339 1201F2     425                 LCALL LOOK1
033C 902018     426                 MOV   DPTR,#2018H
033F BB0502     427                 CJNE  R3,#05H,CMNO
0342 7B00       428                 MOV   R3,#00H
0344 EB         429         CMNO:   MOV   A,R3
0345 2582       430                 ADD   A,DPL
0347 F582       431                 MOV   DPL,A
0349 7400       432                 MOV   A,#00H
034B F0         433                 MOVX  @DPTR,A
034C 902018     434                 MOV   DPTR,#2018H
034F 120213     435                 LCALL TRANS
0352 22         436                 RET
                437         ;*********************************
                438         ;  INCREMENT & DECREMENT
                439         ;  PARAMETER   SUBROUTINE
                440         ;*********************************
0353 BB0005     441         INCDEC: CJNE  R3,#00H,COL1
0356 E2         442                 MOVX  A,@R0
0357 7197       443                 ACALL ID
0359 F2         444                 MOVX  @R0,A
035A 22         445                 RET
035B 08         446         COL1:   INC   R0
035C E2         447                 MOVX  A,@R0
035D F526       448                 MOV   26H,A
035F BB010B     449                 CJNE  R3,#01H,COL2
0362 C4         450                 SWAP  A
0363 7197       451                 ACALL ID
0365 C4         452                 SWAP  A
0366 53260F     453                 ANL   26H,#0FH
0369 4526       454                 ORL   A,26H
036B F2         455                 MOVX  @R0,A
036C 22         456                 RET
036D BB0209     457         COL2:   CJNE  R3,#02H,COL3
0370 7197       458                 ACALL ID
0372 5326F0     459                 ANL   26H,#0F0H
0375 4526       460                 ORL   A,26H
0377 F2         461                 MOVX  @R0,A
0378 22         462                 RET
0379 08         463         COL3:   INC   R0
037A E2         464                 MOVX  A,@R0
037B F526       465                 MOV   26H,A
037D BB030B     466                 CJNE  R3,#03H,COL4
0380 C4         467                 SWAP  A
0381 7197       468                 ACALL ID
0383 C4         469                 SWAP  A
0384 53260F     470                 ANL   26H,#0FH
0387 4526       471                 ORL   A,26H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0389 F2          472                MOVX  @R0,A
038A 22          473                RET
038B BB0408      474        COL4:   CJNE  R3,#04H,TURN
038E 7197        475                ACALL ID
0390 5326F0      476                ANL   26H,#0F0H
0393 4526        477                ORL   A,26H
0395 F2          478                MOVX  @R0,A
0396 22          479        TURN:   RET
0397 540F        480        ID:     ANL   A,#0FH
0399 BA7F08      481                CJNE  R2,#7FH,DECC
039C 04          482                INC   A
039D B40A0D      483                CJNE  A,#0AH,TURN1
03A0 7400        484                MOV   A,#00H
03A2 61AD        485                AJMP  TURN1
03A4 BADF06      486        DECC:   CJNE  R2,#0DFH,TURN1
03A7 14          487                DEC   A
03A8 B4FF02      488                CJNE  A,#0FFH,TURN1
03AB 7409        489                MOV   A,#09H
03AD 22          490        TURN1:  RET
                 491        ;*********************************
                 492        ;    LEVEL#2 PROGRAM
                 493        ;*********************************
03AE 75A881      494        SHEL2:  MOV   IE,#81H
03B1 D288        495                SETB  IT0
03B3 752400      496                MOV   24H,#00H
03B6 E52C        497                MOV   A,2CH
03B8 B40103      498                CJNE  A,#01H,BRG20
03BB 0203CD      499                LJMP  FC01
03BE B40203      500        BRG20:  CJNE  A,#02H,BRG21
03C1 020566      501                LJMP  FC02
03C4 B40303      502        BRG21:  CJNE  A,#03H,BRG22
03C7 0206A8      503                LJMP  FC03
03CA 0206A8      504        BRG22:  LJMP  FC03
                 505        ;*********************************
                 506        ;    FUNCTION  # 01
                 507        ;*********************************
03CD 75193C      508        FC01:   MOV   19H,#3CH
03D0 902053      509                MOV   DPTR,#2053H
03D3 7413        510                MOV   A,#13H
03D5 F0          511                MOVX  @DPTR,A
03D6 A3          512                INC   DPTR
03D7 7488        513                MOV   A,#88H
03D9 F0          514                MOVX  @DPTR,A
03DA 7815        515                MOV   R0,#15H
03DC 7946        516                MOV   R1,#46H
03DE 7E03        517                MOV   R6,#03H
03E0 1208C3      518                LCALL MOVBLK
03E3 120955      519                LCALL BCD2BIN
03E6 7849        520                MOV   R0,#49H
03E8 7955        521                MOV   R1,#55H
03EA 7E03        522                MOV   R6,#03H
03EC 1208C3      523                LCALL MOVBLK
                 524        ;         LCALL PRESCAL
03EF 75A88B      525                MOV   IE,#8BH
03F2 85A81B      526                MOV   1BH,IE
                 527        ;         LCALL SUBSCAL
03F5 758915      528                MOV   TMOD,#15H
03F8 758CFF      529                MOV   TH0,#0FFH
03FB 758AFF      530                MOV   TL0,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
03FE 758D00      531                MOV   TH1,#00H
0401 758B00      532                MOV   TL1,#00H
0404 751A00      533                MOV   1AH,#00
0407 D28C        534                SETB  TR0
0409 D28E        535                SETB  TR1
040B E516        536        FC01Z:  MOV   A,16H
040D B4CC05      537                CJNE  A,#0CCH,UNHLD6
0410 7517CC      538                MOV   17H,#0CCH
0413 8133        539                AJMP  HLD1
0415 B4DD05      540        UNHLD6: CJNE  A,#0DDH,UNHLD7
0418 7517DD      541                MOV   17H,#0DDH
041B 8133        542                AJMP  HLD1
041D B4BB05      543        UNHLD7: CJNE  A,#0BBH,UNHLD8
0420 7517BB      544                MOV   17H,#0BBH
0423 8133        545                AJMP  HLD1
0425 902020      546        UNHLD8: MOV   DPTR,#2020H
0428 784C        547                MOV   R0,#4CH
042A 1201F2      548                LCALL LOOK1
042D 902020      549                MOV   DPTR,#2020H
0430 120213      550                LCALL TRANS
0433 120835      551        HLD1:   LCALL CKZERO
0436 1200A7      552                LCALL DISP
0439 E515        553                MOV   A,15H
043B 813F        554                AJMP  POK1
043D A134        555        POK2:   AJMP  JUMO11
043F B401FB      556        POK1:   CJNE  A,#01H,POK2
0442 C28C        557                CLR   TR0
0444 1209D0      558                LCALL MOVRST
0447 C0D0        559                PUSH  PSW
0449 75D008      560                MOV   PSW,#08H
044C 7825        561                MOV   R0,#25H
044E 7E1E        562                MOV   R6,#30
0450 1208CD      563                LCALL CLRRST
0453 90203D      564                MOV   DPTR,#203DH
0456 740F        565                MOV   A,#0FH
0458 F0          566                MOVX  @DPTR,A
0459 A3          567                INC   DPTR
045A 7442        568                MOV   A,#42H
045C F0          569                MOVX  @DPTR,A
045D A3          570                INC   DPTR
045E 7440        571                MOV   A,#40H
0460 F0          572                MOVX  @DPTR,A
0461 120925      573                LCALL DIVIDE
0464 D0D0        574                POP   PSW
0466 1200A7      575                LCALL DISP
0469 C0D0        576                PUSH  PSW
046B 75D008      577                MOV   PSW,#08H
046E 7835        578                MOV   R0,#35H   ;
0470 792E        579                MOV   R1,#2EH
0472 7E03        580                MOV   R6,#03H
0474 1208C3      581                LCALL MOVBLK
0477 902033      582                MOV   DPTR,#2033H
047A E519        583                MOV   A,19H
047C F0          584                MOVX  @DPTR,A
047D 1208F0      585                LCALL MUL3UB
0480 D0D0        586                POP   PSW
0482 1200A7      587                LCALL DISP
0485 C0D0        588                PUSH  PSW
                 589        ;         MOV   R0,#27H ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        590          ;          MOV   R1,#1DH
                        591          ;          MOV   R6,#03H
                        592          ;          LCALL MOVBLK
                        593          ;          MOV   R0,#27H ;
                        594          ;          MOV   R1,#4FH
                        595          ;          MOV   R6,#03H
0487 7834               596          HHFF:   MOV   R0,#34H
0489 7E12               597                  MOV   R6,#18
048B 1208CD             598                  LCALL CLRRST
048E 7827               599                  MOV   R0,#27H
0490 793D               600                  MOV   R1,#3DH
0492 7E03               601                  MOV   R6,#03H
0494 1208C3             602                  LCALL MOVBLK
0497 7855               603                  MOV   R0,#55H
0499 7943               604                  MOV   R1,#43H
049B 7E03               605                  MOV   R6,#03H
049D 1208C3             606                  LCALL MOVBLK
04A0 120925             607                  LCALL DIVIDE
04A3 7834               608                  MOV   R0,#34H
04A5 791D               609                  MOV   R1,#1DH
04A7 7E03               610                  MOV   R6,#03H
04A9 1208C3             611                  LCALL MOVBLK
04AC D0D0               612                  POP   PSW
04AE 1200A7             613                  LCALL DISP
04B1 C0D0               614                  PUSH  PSW
04B3 7834               615                  MOV   R0,#34H
04B5 794F               616                  MOV   R1,#4FH
04B7 7E03               617                  MOV   R6,#03H
04B9 1208C3             618                  LCALL MOVBLK
04BC 120982             619                  LCALL BIN2BCD
04BF D0D0               620                  POP   PSW
04C1 794C               621                  MOV   R1,#4CH
04C3 7812               622                  MOV   R0,#12H
04C5 120857             623                  LCALL CMIN
04C8 1200A7             624                  LCALL DISP
04CB 794C               625                  MOV   R1,#4CH
04CD 780F               626                  MOV   R0,#0FH
04CF 12088E             627                  LCALL CMAX
04D2 1200A7             628                  LCALL DISP
04D5 C0D0               629                  PUSH  PSW
04D7 75D008             630                  MOV   PSW,#08H
04DA 7825               631                  MOV   R0,#25H
04DC 7E21               632                  MOV   R6,#33
04DE 1208CD             633                  LCALL CLRRST
04E1 781D               634                  MOV   R0,#1DH
04E3 793D               635                  MOV   R1,#3DH
04E5 7E03               636                  MOV   R6,#03H
04E7 1208C3             637                  LCALL MOVBLK
04EA D0D0               638                  POP   PSW
04EC 1200A7             639                  LCALL DISP
04EF C0D0               640                  PUSH  PSW
04F1 75D008             641                  MOV   PSW,#08H
04F4 7852               642                  MOV   R0,#52H
04F6 7943               643                  MOV   R1,#43H
04F8 7E03               644                  MOV   R6,#03H
04FA 1208C3             645                  LCALL MOVBLK
04FD 120925             646                  LCALL DIVIDE
0500 7837               647                  MOV   R0,#37H
0502 792E               648                  MOV   R1,#2EH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0504 7E03       649                 MOV   R6,#03H
0506 1208C3     650                 LCALL MOVBLK
0509 D0D0       651                 POP   PSW
050B 1200A7     652                 LCALL DISP
050E C0D0       653                 PUSH  PSW
0510 75D008     654                 MOV   PSW,#08H
0513 902033     655                 MOV   DPTR,#2033H
0516 74FF       656                 MOV   A,#0FFH
0518 F0         657                 MOVX  @DPTR,A
0519 1208F0     658                 LCALL MULSUB
051C 902027     659                 MOV   DPTR,#2027H
051F E0         660                 MOVX  A,@DPTR
0520 90E0E1     661                 MOV   DPTR,#0E0E1H
0523 F0         662                 MOVX  @DPTR,A
0524 75A88B     663                 MOV   IE,#8BH
0527 758915     664                 MOV   TMOD,#15H
                665         ;         LCALL SUBSCAL
052A 758CFF     666                 MOV   TH0,#0FFH
052D 758AFF     667                 MOV   TL0,#0FFH
0530 D28C       668                 SETB  TR0
0532 D0D0       669                 POP   PSW
0534 1200A7     670         JUM011: LCALL DISP
0537 E51A       671                 MOV   A,1AH
0539 B4FF0D     672                 CJNE  A,#0FFH,JUM
053C 784C       673                 MOV   R0,#4CH
053E AE03       674                 MOV   R6,3
0540 1208CD     675                 LCALL CLRRST
0543 90E0E1     676                 MOV   DPTR,#0E0E1H
0546 7400       677                 MOV   A,#00H
0548 F0         678                 MOVX  @DPTR,A
0549 E529       679         JUM:    MOV   A,29H
054B B4CC16     680                 CJNE  A,#0CCH,BRG011
054E 12076C     681                 LCALL CHK201
0551 BC0010     682                 CJNE  R4,#00H,BRG011
0554 90201D     683                 MOV   DPTR,#201DH
0557 7400       684                 MOV   A,#00H
0559 7D03       685                 MOV   R5,#03H
055B 1200A0     686                 LCALL FILL0
055E 12011D     687                 LCALL FINS1
0561 0200CC     688                 LJMP  MAIN1
0564 810B       689         BRG011: AJMP  FC01Z
                690         ;*********************************
                691         ;   FUNCTION  # 02
                692         ;*********************************
0566 7815       693         FC02:   MOV   R0,#15H
0568 7946       694                 MOV   R1,#46H
056A 7E03       695                 MOV   R6,#03H
056C 1208C3     696                 LCALL MOVBLK
056F 120955     697                 LCALL BCD2BIN
0572 7849       698                 MOV   R0,#49H
0574 7955       699                 MOV   R1,#55H
0576 7E03       700                 MOV   R6,#03H
0578 1208C3     701                 LCALL MOVBLK
057B 1209AB     702                 LCALL PRESCAL
057E 75A883     703                 MOV   IE,#83H
0581 85A81B     704                 MOV   1BH,IE
0584 1209BD     705                 LCALL SUBSCAL
0587 758905     706                 MOV   TMOD,#05H
058A 902058     707                 MOV   DPTR,#2058H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
058D E58A       708                 MOV   A,TL0
058F F0         709                 MOVX  @DPTR,A
0590 D28C       710                 SETB  TR0
0592 E516       711         FC02Z:  MOV   A,16H
0594 B4CC05     712                 CJNE  A,#0CCH,UNHLD1
0597 7517CC     713                 MOV   17H,#0CCH
059A A1BA       714                 AJMP  HLD
059C B4DD05     715         UNHLD1: CJNE  A,#0DDH,UNHLD2
059F 7517DD     716                 MOV   17H,#0DDH
05A2 A1BA       717                 AJMP  HLD
05A4 B4BB05     718         UNHLD2: CJNE  A,#0BBH,UNHLD
05A7 7517BB     719                 MOV   17H,#0BBH
05AA A1BA       720                 AJMP  HLD
05AC 902020     721         UNHLD:  MOV   DPTR,#2020H
05AF 784C       722                 MOV   R0,#4CH
05B1 1201F2     723                 LCALL LOOK1
05B4 902020     724                 MOV   DPTR,#2020H
05B7 120213     725                 LCALL TRANS
05BA 120835     726         HLD:    LCALL CKZERO
05BD 1200A7     727                 LCALL DISP
05C0 75A883     728                 MOV   IE,#83H
05C3 D28C       729                 SETB  TR0
05C5 E58A       730                 MOV   A,TL0
05C7 F530       731                 MOV   30H,A
05C9 902058     732                 MOV   DPTR,#2058H
05CC E0         733                 MOVX  A,@DPTR
05CD B53002     734                 CJNE  A,30H,XYZB
05D0 A1DC       735                 AJMP  XYZA
05D2 D297       736         XYZB:   SETB  P1.7
05D4 E530       737                 MOV   A,30H
05D6 F0         738                 MOVX  @DPTR,A
05D7 1200A7     739                 LCALL DISP
05DA C297       740                 CLR   P1.7
05DC A1E0       741         XYZA:   AJMP  XYZ4
05DE C188       742         XYZ5:   AJMP  JUMO21
05E0 E515       743         XYZ4:   MOV   A,15H
05E2 B401F9     744                 CJNE  A,#01H,XYZ5
05E5 C28C       745                 CLR   TR0
05E7 D296       746                 SETB  P1.6
05E9 120842     747                 LCALL ADD1
05EC 751500     748                 MOV   15H,#00H
05EF 75A883     749                 MOV   IE,#83H
05F2 1209BD     750                 LCALL SUBSCAL
05F5 758905     751                 MOV   TMOD,#05H
05F8 781D       752                 MOV   R0,#1DH
05FA 794F       753                 MOV   R1,#4FH
05FC 7E03       754                 MOV   R6,#03H
05FE 1208C3     755                 LCALL MOVBLK
0601 120982     756                 LCALL BIN2BCD
0604 1200A7     757                 LCALL DISP
0607 794C       758                 MOV   R1,#4CH
0609 7812       759                 MOV   R0,#12H
060B 120857     760                 LCALL CMIN
060E 1200A7     761                 LCALL DISP
0611 794C       762                 MOV   R1,#4CH
0613 780F       763                 MOV   R0,#0FH
0615 12088E     764                 LCALL CMAX
0618 1200A7     765                 LCALL DISP
061B E51A       766                 MOV   A,1AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
061D B5FF07     767             CJNE  A,0FFH,00P0
0620 781D       768             MOV   R0,#1DH
0622 7E03       769             MOV   R6,#03H
0624 1208CD     770             LCALL CLRRST
0627 C0D0       771     00P0:   PUSH  PSW
0629 75D008     772             MOV   PSW,#08H
062C 7825       773             MOV   R0,#25H
062E 7E21       774             MOV   R6,#33
0630 1208CD     775             LCALL CLRRST
0633 781D       776             MOV   R0,#1DH
0635 793D       777             MOV   R1,#3DH
0637 7E03       778             MOV   R6,#03H
0639 1208C3     779             LCALL MOVBLK
063C 780F       780             MOV   R0,#0FH
063E 7946       781             MOV   R1,#46H
0640 7E03       782             MOV   R6,#03H
0642 1208C3     783             LCALL MOVBLK
0645 120955     784             LCALL BCD2BIN
0648 D0D0       785             POP   PSW
064A 1200A7     786             LCALL DISP
064D C0D0       787             PUSH  PSW
064F 75D008     788             MOV   PSW,#08H
0652 7849       789             MOV   R0,#49H
0654 7943       790             MOV   R1,#43H
0656 7E03       791             MOV   R6,#03H
0658 1208C3     792             LCALL MOVBLK
065B 120925     793             LCALL DIVIDE
065E 7837       794             MOV   R0,#37H
0660 792E       795             MOV   R1,#2EH
0662 7E03       796             MOV   R6,#03H
0664 1208C3     797             LCALL MOVBLK
0667 D0D0       798             POP   PSW
0669 1200A7     799             LCALL DISP
066C C0D0       800             PUSH  PSW
066E 75D008     801             MOV   PSW,#08H
0671 902033     802             MOV   DPTR,#2033H
0674 74FF       803             MOV   A,#0FFH
0676 F0         804             MOVX  @DPTR,A
0677 1208F0     805             LCALL MULSUB
067A 902027     806             MOV   DPTR,#2027H
067D E0         807             MOVX  A,@DPTR
067E 90E0E1     808             MOV   DPTR,#0E0E1H
0681 F0         809             MOVX  @DPTR,A
0682 D0D0       810             POP   PSW
0684 C296       811             CLR   P1.6
0686 D28C       812             SETB  TR0
0688 1200A7     813     JUM021: LCALL DISP
068B E529       814             MOV   A,29H
068D B4CC16     815             CJNE  A,#0CCH,BRG012
0690 12076C     816             LCALL CHK201
0693 BC0010     817             CJNE  R4,#00H,BRG012
0696 90201D     818             MOV   DPTR,#201DH
0699 7400       819             MOV   A,#00H
069B 7D03       820             MOV   R5,#03H
069D 1200A0     821             LCALL FILL0
06A0 12011D     822             LCALL FINS1
06A3 0200CC     823             LJMP  MAIN1
06A6 A192       824     BRG012: AJMP  FC02Z
                825     ;*********************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        826         ;    FUNCTION  # 03
                        827         ;*******************************
06A8 781D               828         FC03:    MOV    R0,#1DH
06AA 7E03               829                  MOV    R6,#03H
06AC 1208CD             830                  LCALL  CLRRST
06AF 751A00             831                  MOV    1AH,#00
06B2 751C00             832                  MOV    1CH,#00
06B5 751D00             833                  MOV    1DH,#00
06B8 751E00             834                  MOV    1EH,#00
06BB 751F00             835                  MOV    1FH,#00
06BE 902016             836                  MOV    DPTR,#2016H
06C1 E0                 837                  MOVX   A,@DPTR
06C2 F51C               838                  MOV    1CH,A
06C4 A3                 839                  INC    DPTR
06C5 E0                 840                  MOVX   A,@DPTR
06C6 F51D               841                  MOV    1DH,A
06C8 75A888             842                  MOV    IE,#88H
06CB 85A81B             843                  MOV    1BH,IE
06CE 758910             844                  MOV    TMOD,#10H
06D1 758D0A             845                  MOV    TH1,#0ah
06D4 758B9A             846                  MOV    TL1,#9ah
06D7 D28E               847                  SETB   TR1
06D9 902020             848         FC03Z:   MOV    DPTR,#2020H
06DC 781D               849                  MOV    R0,#1DH
06DE 1201F2             850                  LCALL  LOOK1
06E1 902020             851                  MOV    DPTR,#2020H
06E4 120213             852                  LCALL  TRANS
06E7 751000             853                  MOV    10H,#00H
06EA E51F               854                  MOV    A,1FH
06EC B40802             855                  CJNE   A,#08h,TMJM6
06EF C1F3               856                  AJMP   TMJM9
06F1 4008               857         TMJM6:   JC     TMJM7
06F3 E512               858         TMJM9:   MOV    A,12H
06F5 547F               859                  ANL    A,#7FH
06F7 F512               860                  MOV    12H,A
06F9 E101               861                  AJMP   TMJM8
06FB E512               862         TMJM7:   MOV    A,12H
06FD 4480               863                  ORL    A,#80H
06FF F512               864                  MOV    12H,A
0701 1200A7             865         TMJM8:   LCALL  DISP
0704 E51A               866                  MOV    A,1AH
0706 B40115             867                  CJNE   A,#01h,TMJM1
0709 851BA8             868                  mov    ie,1bh
070C 758910             869                  mov    tmod,#10h
070F 758D0A             870                  mov    th1,#0ah
0712 758B9A             871                  mov    tl1,#9ah
0715 D28E               872                  setb   tr1
0717 D28C               873                  setb   tr0
0719 051F               874                  INC    1FH
071B 751A00             875                  MOV    1AH,#00H
071E E51F               876         TMJM1:   MOV    A,1FH
0720 B4100B             877                  CJNE   A,#10h,TMJM2
0723 751F00             878                  MOV    1FH,#00H
0726 7401               879                  MOV    A,#01H
0728 C3                 880                  CLR    C
0729 251E               881                  ADD    A,1EH
072B D4                 882                  DA     A
072C F51E               883                  MOV    1EH,A
072E                    884         TMJM2:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
072E E51E       885                 MOV   A,1EH
0730 B46023     886                 CJNE  A,#60H,TMJM5
0733 751E00     887                 MOV   1EH,#00H
0736 7401       888                 MOV   A,#01H
0738 C3         889                 CLR   C
0739 251D       890                 ADD   A,1DH
073B D4         891                 DA    A
073C F51D       892                 MOV   1DH,A
073E            893           TMJM3:
073E E51D       894                 MOV   A,1DH
0740 B46013     895                 CJNE  A,#60H,TMJM5
0743 751D00     896                 MOV   1DH,#00H
0746 7401       897                 MOV   A,#01H
0748 C3         898                 CLR   C
0749 251C       899                 ADD   A,1CH
074B D4         900                 DA    A
074C F51C       901                 MOV   1CH,A
074E E51C       902           TMJM4:  MOV   A,1CH
0750 B42403     903                 CJNE  A,#24H,TMJM5
0753 751C00     904                 MOV   1CH,#00H
0756 90201E     905           TMJM5:  MOV   DPTR,#201EH
0759 E51C       906                 MOV   A,1cH
075B F0         907                 MOVX  @DPTR,A
075C A3         908                 INC   DPTR
075D E51D       909                 MOV   A,1dH
075F F0         910                 MOVX  @DPTR,A
0760 1200A7     911                 LCALL DISP
0763 120A0D     912                 LCALL OPD
0766 120A20     913                 LCALL CLD
0769 0206D9     914           BRG013: LJMP  FC03Z
                915           ;*********************************
                916           ;    CHECK KEY PRESSED LEVEL # 2
                917           ;*********************************
076C C0D0       918           CHK201: PUSH  PSW
076E 75D000     919                 MOV   PSW,#00
0771 BA1F38     920                 CJNE  R2,#01FH,BRG421
0774 752900     921                 MOV   29H,#00H
0777 751050     922                 MOV   10H,#50H
077A 751179     923                 MOV   11H,#79H
077D 751277     924                 MOV   12H,#77H
0780 75135E     925                 MOV   13H,#5EH
0783 75146E     926                 MOV   14H,#6EH
0786 751600     927           WAIT1:  MOV   16H,#00
0789 751700     928                 MOV   17H,#00
078C 1200A7     929                 LCALL DISP
078F E529       930                 MOV   A,29H
0791 B4CCF2     931                 CJNE  A,#0CCH,WAIT1
0794 BA3F31     932                 CJNE  R2,#3FH,BRG422
0797 D0D0       933                 POP   PSW
0799 75D000     934                 MOV   PSW,#00H
079C C0D0       935                 PUSH  PSW
079E 7C00       936                 MOV   R4,#00H
07A0 751600     937                 MOV   16H,#00H
07A3 751700     938                 MOV   17H,#00H
07A6 759000     939                 MOV   P1,#00H
07A9 0207C8     940                 LJMP  BRG422
07AC BA9F26     941           BRG421: CJNE  R2,#9FH,BRG424
07AF E517       942                 MOV   A,17H
07B1 B4BB0B     943                 CJNE  A,#0BBH,BRG423
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
07B4 751700      944                MOV   17H,#00H
07B7 751600      945                MOV   16H,#00H
07BA C295        946                CLR   P1.5
07BC 0207C8      947                LJMP  BRG422
07BF D295        948        BRG423: SETB  P1.5
07C1 C294        949                CLR   P1.4
07C3 C296        950                CLR   P1.6
07C5 7516BB      951                MOV   16H,#0BBH
07C8 7A00        952        BRG422: MOV   R2,#00H
07CA 752900      953                MOV   29H,#00H
07CD D0D0        954                POP   PSW
07CF 851BA8      955                MOV   IE,1BH
07D2 D28C        956                SETB  TR0
07D4 22          957                RET
07D5 BA5F2D      958        BRG424: CJNE  R2,#5FH,BRG425
07D8 E517        959                MOV   A,17H
07DA B4CC0B      960                CJNE  A,#0CCH,BRG426
07DD 751700      961                MOV   17H,#00H
07E0 751600      962                MOV   16H,#00H
07E3 C296        963                CLR   P1.6
07E5 0207C8      964                LJMP  BRG422
07E8 75A020      965        BRG426: MOV   P2,#20H
07EB 780F        966                MOV   R0,#0FH
07ED 902000      967                MOV   DPTR,#2000H
07F0 1201F2      968                LCALL LOOK1
07F3 902000      969                MOV   DPTR,#2000H
07F6 120213      970                LCALL TRANS
07F9 D296        971                SETB  P1.6
07FB C294        972                CLR   P1.4
07FD C295        973                CLR   P1.5
07FF 7516CC      974                MOV   16H,#0CCH
0802 0207C8      975                LJMP  BRG422
0805 BABFC0      976        BRG425: CJNE  R2,#0BFH,BRG422
0808 E517        977                MOV   A,17H
080A B4DD0B      978                CJNE  A,#0DDH,BRG427
080D 751700      979                MOV   17H,#00H
0810 751600      980                MOV   16H,#00H
0813 C294        981                CLR   P1.4
0815 0207C8      982                LJMP  BRG422
0818 75A020      983        BRG427: MOV   P2,#20H
081B 7812        984                MOV   R0,#12H
081D 902005      985                MOV   DPTR,#2005H
0820 1201F2      986                LCALL LOOK1
0823 902005      987                MOV   DPTR,#2005H
0826 120213      988                LCALL TRANS
0829 D294        989                SETB  P1.4
082B C296        990                CLR   P1.6
082D C295        991                CLR   P1.5
082F 7516DD      992                MOV   16H,#0DDH
0832 0207C8      993                LJMP  BRG422
                 994        ;*********************************
                 995        ;  CHECK  ZERO SUBROUTINE
                 996        ;*********************************
0835 7810        997        CKZERO: MOV   R0,#10H
0837 7F04        998                MOV   R7,#04H
0839 B63F05      999        FZERO:  CJNE  @R0,#3FH,TURN51
083C 7600       1000                MOV   @R0,#00H
083E 08         1001                INC   R0
083F DFF8       1002                DJNZ  R7,FZERO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0841 22          1003        TURN51: RET
                 1004        ;*******************************
                 1005        ;  ADDITION #1 SUBROUTINE
                 1006        ;*******************************
0842 75A020      1007        ADD1:   MOV   P2,#20H
0845 791F        1008                MOV   R1,#1FH
0847 C3          1009                CLR   C
0848 E3          1010                MOVX  A,@R1
0849 2401        1011                ADD   A,#01H
084B F3          1012                MOVX  @R1,A
084C 19          1013                DEC   R1
084D E3          1014                MOVX  A,@R1
084E 3400        1015                ADDC  A,#00H
0850 F3          1016                MOVX  @R1,A
0851 19          1017                DEC   R1
0852 E3          1018                MOVX  A,@R1
0853 3400        1019                ADDC  A,#00H
0855 F3          1020                MOVX  @R1,A
0856 22          1021                RET
                 1022        ;*******************************
                 1023        ;  CHECK MINIMUM VALUES
                 1024        ;*******************************
0857 75A020      1025        CMIN:   MOV   P2,#20H
085A C3          1026                CLR   C
085B E3          1027                MOVX  A,@R1
085C 540F        1028                ANL   A,#0FH
085E F524        1029                MOV   24H,A
0860 E2          1030                MOVX  A,@R0
0861 540F        1031                ANL   A,#0FH
0863 B52402      1032                CJNE  A,24H,SORC1
0866 0177        1033                AJMP  CMNCL1
0868 4005        1034        SORC1:  JC    SSET1
086A D290        1035                SETB  P1.0
086C C291        1036                CLR   P1.1
086E 22          1037                RET
086F C290        1038        SSET1:  CLR   P1.0
0871 A292        1039                MOV   C,P1.2
0873 B3          1040                CPL   C
0874 9291        1041                MOV   P1.1,C
0876 22          1042                RET
0877 08          1043        CMNCL1: INC   R0
0878 09          1044                INC   R1
0879 C3          1045                CLR   C
087A E3          1046                MOVX  A,@R1
087B F524        1047                MOV   24H,A
087D E2          1048                MOVX  A,@R0
087E B524E7      1049                CJNE  A,24H,SORC1
0881 08          1050                INC   R0
0882 09          1051                INC   R1
0883 C3          1052                CLR   C
0884 E3          1053                MOVX  A,@R1
0885 F524        1054                MOV   24H,A
0887 E2          1055                MOVX  A,@R0
0888 B524DD      1056                CJNE  A,24H,SORC1
088B D290        1057                SETB  P1.0
088D 22          1058                RET
                 1059        ;*******************************
                 1060        ;  CHECK MAXIMUM VALUES
                 1061        ;*******************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
088E 75A020     1062        CMAX:   MOV   P2,#20H
0891 C3         1063                CLR   C
0892 E3         1064                MOVX  A,@R1
0893 540F       1065                ANL   A,#0FH
0895 F524       1066                MOV   24H,A
0897 E2         1067                MOVX  A,@R0
0898 540F       1068                ANL   A,#0FH
089A B52403     1069                CJNE  A,24H,SORC2
089D 0208AA     1070                LJMP  CMNCL2
08A0 4003       1071        SORC2:  JC    SSET2
08A2 C292       1072                CLR   P1.2
08A4 22         1073                RET
08A5 C291       1074        SSET2:  CLR   P1.1
08A7 D292       1075                SETB  P1.2
08A9 22         1076                RET
08AA 08         1077        CMNCL2: INC   R0
08AB 09         1078                INC   R1
08AC C3         1079                CLR   C
08AD E3         1080                MOVX  A,@R1
08AE F524       1081                MOV   24H,A
08B0 E2         1082                MOVX  A,@R0
08B1 B524EC     1083                CJNE  A,24H,SORC2
08B4 08         1084                INC   R0
08B5 09         1085                INC   R1
08B6 C3         1086                CLR   C
08B7 E3         1087                MOVX  A,@R1
08B8 F524       1088                MOV   24H,A
08BA E2         1089                MOVX  A,@R0
08BB B524E2     1090                CJNE  A,24H,SORC2
08BE D292       1091                SETB  P1.2
08C0 C291       1092                CLR   P1.1
08C2 22         1093                RET
                1094        ;*********************************
                1095        ;  MOVE DATA BLOCK SUBROUTINE
                1096        ;*********************************
08C3 75A020     1097        MOVBLK: MOV   P2,#20H
08C6 E2         1098        MVBK:   MOVX  A,@R0
08C7 F3         1099                MOVX  @R1,A
08C8 08         1100                INC   R0
08C9 09         1101                INC   R1
08CA DEFA       1102                DJNZ  R6,MVBK
08CC 22         1103                RET
                1104        ;*********************************
                1105        ;   CLEAR MEMORY SUBROUTINE
                1106        ;*********************************
08CD 75A020     1107        CLRRST: MOV   P2,#20H
08D0 7400       1108                MOV   A,#00H
08D2 F2         1109        FILL2:  MOVX  @R0,A
08D3 08         1110                INC   R0
08D4 DEFC       1111                DJNZ  R6,FILL2
08D6 22         1112                RET
                1113        ;*********************************
                1114        ;  RIGHT ROTATE SUBROUTINE
                1115        ;*********************************
08D7 E3         1116        RROTT:  MOVX  A,@R1
08D8 13         1117                RRC   A
08D9 F3         1118                MOVX  @R1,A
08DA 09         1119                INC   R1
08DB DEFA       1120                DJNZ  R6,RROTT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
08DD 22          1121                RET
                 1122          ;*******************************
                 1123          ;  LEFT ROTATE SUBROUTINE
                 1124          ;*******************************
08DE E2          1125          LROTT:  MOVX  A,@R0
08DF 33          1126                  RLC   A
08E0 F2          1127                  MOVX  @R0,A
08E1 18          1128                  DEC   R0
08E2 DEFA        1129                  DJNZ  R6,LROTT
08E4 22          1130                  RET
                 1131          ;*******************************
                 1132          ; ADDITION # 2 SUBROUTINE
                 1133          ;*******************************
08E5 E2          1134          ADD2:   MOVX  A,@R0
08E6 FF          1135                  MOV   R7,A
08E7 E0          1136                  MOVX  A,@DPTR
08E8 3F          1137                  ADDC  A,R7
08E9 F0          1138                  MOVX  @DPTR,A
08EA 18          1139                  DEC   R0
08EB 1582        1140                  DEC   DPL
08ED DEF6        1141                  DJNZ  R6,ADD2
08EF 22          1142                  RET
                 1143          ;*******************************
                 1144          ; 24 BIT MULTIPLICATION SUB
                 1145          ;*******************************
08F0 75A020      1146          MULSUB: MOV   P2,#20H
08F3 7D08        1147                  MOV   R5,#08H
08F5 7825        1148                  MOV   R0,#25H
08F7 7E09        1149                  MOV   R6,#09H
08F9 1208CD      1150                  LCALL CLRRST
08FC 7E03        1151          MULT:   MOV   R6,#03H
08FE 7931        1152                  MOV   R1,#31H
0900 C3          1153                  CLR   C
0901 1208D7      1154                  LCALL RROTT
0904 500A        1155                  JNC   NOADD
0906 7E06        1156                  MOV   R6,#06H
0908 7830        1157                  MOV   R0,#30H
090A 90202A      1158                  MOV   DPTR,#202AH
090D C3          1159                  CLR   C
090E 11E5        1160                  ACALL ADD2
0910 7830        1161          NOADD:  MOV   R0,#30H
0912 7E06        1162                  MOV   R6,#06H
0914 C3          1163                  CLR   C
0915 1208DE      1164                  LCALL LROTT
0918 DDE2        1165                  DJNZ  R5,MULT
091A 22          1166                  RET
                 1167          ;*******************************
                 1168          ; subtraction subroutine
                 1169          ;*******************************
091B E3          1170          SUB:    MOVX  A,@R1
091C FF          1171                  MOV   R7,A
091D E2          1172                  MOVX  A,@R0
091E 9F          1173                  SUBB  A,R7
091F F2          1174                  MOVX  @R0,A
0920 18          1175                  DEC   R0
0921 19          1176                  DEC   R1
0922 DEF7        1177                  DJNZ  R6,SUB
0924 22          1178                  RET
                 1179          ;*******************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        1180        ;  DIVISION   SUBROUTINE
                        1181        ;*******************************
0925 7D30               1182        DIVIDE: MOV   R5,#48
0927 75A020             1183                MOV   P2,#20H
092A 7842               1184        DIV1:   MOV   R0,#42H
092C 7E09               1185                MOV   R6,#09H
092E C3                 1186                CLR   C
092F 1208DE             1187                LCALL LROTT
0932 7E03               1188                MOV   R6,#03H
0934 783C               1189                MOV   R0,#3CH
0936 7945               1190                MOV   R1,#45H
0938 C3                 1191                CLR   C
0939 12091B             1192                LCALL SUB
093C 500C               1193                JNC   DIV2
093E 7E03               1194                MOV   R6,#03H
0940 7845               1195                MOV   R0,#45H
0942 90203C             1196                MOV   DPTR,#203CH
0945 C3                 1197                CLR   C
0946 1208E5             1198                LCALL ADD2
0949 D3                 1199                SETB  C
094A B3                 1200        DIV2:   CPL   C
094B 7839               1201                MOV   R0,#39H
094D 7E06               1202                MOV   R6,#06H
094F 1208DE             1203                LCALL LROTT
0952 DDD6               1204                DJNZ  R5,DIV1
0954 22                 1205                RET
                        1206        ;*******************************
                        1207        ;  BCD TO BINARY SUBROUTINE
                        1208        ;*******************************
0955 7D18               1209        BCD2BIN:MOV   R5,#24
0957 7E03               1210        ST:     MOV   R6,#03
0959 C3                 1211                CLR   C
095A 902046             1212                MOV   DPTR,#2046H
095D E0                 1213        COR0:   MOVX  A,@DPTR
095E 13                 1214                RRC   A
095F 9220               1215                MOV   20H,C
0961 A2E7               1216                MOV   C,ACC.7
0963 5003               1217                JNC   COR1
0965 C3                 1218                CLR   C
0966 9430               1219                SUBB  A,#30H
0968 A2E3               1220        COR1:   MOV   C,ACC.3
096A 5003               1221                JNC   COR2
096C C3                 1222                CLR   C
096D 9403               1223                SUBB  A,#03
096F F0                 1224        COR2:   MOVX  @DPTR,A
0970 0582               1225                INC   DPL
0972 A220               1226                MOV   C,20H
0974 DEE7               1227                DJNZ  R6,COR0
0976 7E03               1228                MOV   R6,#03H
0978 E0                 1229        SHR4:   MOVX  A,@DPTR
0979 13                 1230                RRC   A
097A F0                 1231                MOVX  @DPTR,A
097B 0582               1232                INC   DPL
097D DEF9               1233                DJNZ  R6,SHR4
097F DDD6               1234                DJNZ  R5,ST
0981 22                 1235                RET
                        1236        ;*******************************
                        1237        ;  BINARY TO BCD SUBROUTINE
                        1238        ;*******************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0982 90204C    1239     BIN2BCD:MOV   DPTR,#204CH
0985 7E03      1240             MOV   R6,#03H
0987 7400      1241             MOV   A,#00H
0989 F0        1242     WASH:   MOVX  @DPTR,A
098A 0582      1243             INC   DPL
098C DEFB      1244             DJNZ  R6,WASH
098E 7D18      1245             MOV   R5,#24
0990 902051    1246     LPP:    MOV   DPTR,#2051H
0993 7E03      1247             MOV   R6,#03
0995 C3        1248             CLR   C
0996 E0        1249     SHLZ:   MOVX  A,@DPTR
0997 33        1250             RLC   A
0998 F0        1251             MOVX  @DPTR,A
0999 1582      1252             DEC   DPL
099B DEF9      1253             DJNZ  R6,SHLZ
099D 7E03      1254             MOV   R6,#03
099F E0        1255     BCDADJ: MOVX  A,@DPTR
09A0 FF        1256             MOV   R7,A
09A1 3F        1257             ADDC  A,R7
09A2 D4        1258             DA    A
09A3 F0        1259             MOVX  @DPTR,A
09A4 1582      1260             DEC   DPL
09A6 DEF7      1261             DJNZ  R6,BCDADJ
09A8 DDE6      1262             DJNZ  R5,LPP
09AA 22        1263             RET
               1264     ;*********************************
               1265     ;   PRESCALE   SUBROUTINE
               1266     ;*********************************
09AB 75A020    1267     PRESCAL:MOV   P2,#20H
09AE 7857      1268             MOV   R0,#57H
09B0 E2        1269             MOVX  A,@R0
09B1 F4        1270             CPL   A
09B2 C3        1271             CLR   C
09B3 2401      1272             ADD   A,#01H
09B5 F2        1273             MOVX  @R0,A
09B6 18        1274             DEC   R0
09B7 E2        1275             MOVX  A,@R0
09B8 F4        1276             CPL   A
09B9 3400      1277             ADDC  A,#00H
09BB F2        1278             MOVX  @R0,A
09BC 22        1279             RET
               1280     ;*********************************
               1281     ;   SUBSCALE   SUBROUTINE
               1282     ;*********************************
09BD C083      1283     SUBSCAL:PUSH  DPH
09BF C082      1284             PUSH  DPL
09C1 902056    1285             MOV   DPTR,#2056H
09C4 E0        1286             MOVX  A,@DPTR
09C5 F58C      1287             MOV   TH0,A
09C7 A3        1288             INC   DPTR
09C8 E0        1289             MOVX  A,@DPTR
09C9 F58A      1290             MOV   TL0,A
09CB D082      1291             POP   DPL
09CD D083      1292             POP   DPH
09CF 22        1293             RET
               1294     ;*********************************
               1295     ;    MOVE RESULT OF TIME
               1296     ;*********************************
09D0 C083      1297     MOVRST: PUSH  DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
09D2 C082       1298            PUSH  DPL
09D4 902043     1299            MOV   DPTR,#2043H
09D7 E51A       1300            MOV   A,1AH
09D9 F0         1301            MOVX  @DPTR,A
09DA A3         1302            INC   DPTR
09DB E58D       1303            MOV   A,TH1
09DD F0         1304            MOVX  @DPTR,A
09DE A3         1305            INC   DPTR
09DF E58B       1306            MOV   A,TL1
09E1 F0         1307            MOVX  @DPTR,A
09E2 D082       1308            POP   DPL
09E4 D083       1309            POP   DPH
09E6 22         1310            RET
                1311    ;*********************************
                1312    ;   TIMER # 0 SUBROUNTNE
                1313    ;*********************************
09E7 C0D0       1314    TOSUB:  PUSH  PSW
09E9 E515       1315            MOV   A,15H
09EB B4021C     1316            CJNE  A,#02H,TURNZ
09EE 75A88B     1317            MOV   IE,#8BH
09F1 758915     1318            MOV   TMOD,#15H
09F4 758D00     1319            MOV   TH1,#00H
09F7 758B00     1320            MOV   TL1,#00H
09FA 751A00     1321            MOV   1AH,#00H
09FD D28E       1322            SETB  TR1
                1323    ;         ACALL SUBSCAL
09FF 758CFF     1324            MOV   TH0,#0FFH
0A02 758AFF     1325            MOV   TL0,#0FFH
0A05 751500     1326            MOV   15H,#00H
0A08 D28C       1327            SETB  TR0
0A0A D0D0       1328    TURNZ:  POP   PSW
0A0C 32         1329            RETI
                1330    ;*********************************
                1331    ;   OPEN ELECTRIC DEVICE
                1332    ;*********************************
0A0D 902010     1333    OPD:    MOV   DPTR,#2010H
0A10 E0         1334            MOVX  A,@DPTR
0A11 B51C0B     1335            CJNE  A,1CH,TURN0
0A14 A3         1336            INC   DPTR
0A15 E0         1337            MOVX  A,@DPTR
0A16 B51D06     1338            CJNE  A,1DH,TURN0
0A19 D290       1339            SETB  P1.0
0A1B D291       1340            SETB  P1.1
0A1D D292       1341            SETB  P1.2
0A1F 22         1342    TURN0:  RET
                1343    ;*********************************
                1344    ;   CLOSE ELECTRIC DEVICE
                1345    ;*********************************
0A20 902013     1346    CLD:    MOV   DPTR,#2013H
0A23 E0         1347            MOVX  A,@DPTR
0A24 B51C0B     1348            CJNE  A,1CH,TURNC
0A27 A3         1349            INC   DPTR
0A28 E0         1350            MOVX  A,@DPTR
0A29 B51D06     1351            CJNE  A,1DH,TURNC
0A2C C290       1352            CLR   P1.0
0A2E C291       1353            CLR   P1.1
0A30 C292       1354            CLR   P1.2
0A32 22         1355    TURNC:  RET
0000=           1356            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            add1 = 0842    1007   747
            add2 = 08E5    1134  1141  1160  1198
              ba = 0116     171   165
            bacc = 010B     166   172
           bacc2 = 018D     230   223   226
           bacc3 = 01AA     243   236   239
            back = 0133     185   189   210   213
           back2 = 01C7     256   249   252
         bcd2bin = 0955    1209   519   697   784
          bcdadj = 099F    1255  1261
         bin2bcd = 0982    1239   619   756
          brg011 = 0564     689   680   682
          brg012 = 06A6     824   815   817
          brg013 = 0769     914
           brg10 = 02AC     369   365
           brg11 = 02BA     374   368
           brg12 = 0306     403   399
           brg13 = 0314     408   402
            brg2 = 0164     209   206
           brg20 = 03BE     500   498
           brg21 = 03C4     502   500
           brg22 = 03CA     504   502
            brg3 = 0166     210   214
            brg4 = 00D2     134   132
          brg421 = 07AC     941   920
          brg422 = 07C8     952   932   940   947   964   975   976   982   993
          brg423 = 07BF     948   943
          brg424 = 07D5     958   941
          brg425 = 0805     976   958
          brg426 = 07E8     965   960
          brg427 = 0818     983   978
            brg6 = 0275     348
            brg8 = 0252     335   331
            brg9 = 0260     340   334
            brga = 00D8     136   134
          chk201 = 076C     918   681   816
          chkcmn = 0336     424   333   367   401
           chkud = 0185     227   224
          chkud3 = 01A2     240   237
          chkud5 = 01BF     253   250
          ckzero = 0835     997   551   726
             cld = 0A20    1346   913
          clrrst = 08CD    1107   563   598   633   675   770   775   830  1150
            cmax = 088E    1062   627   764
            cmin = 0857    1025   623   760
            cmn0 = 0344     429   427
          cmncl1 = 0877    1043  1033
          cmncl2 = 08AA    1077  1070
            col1 = 035B     446   441
            col2 = 036D     457   449
            col3 = 0379     463   457
            col4 = 038B     474   466
            cor0 = 095D    1213  1227
            cor1 = 0968    1220  1217
            cor2 = 096F    1224  1221
            decc = 03A4     486   481
           delay = 00E9     146   121
          delay1 = 00EB     147   149   162
            disp = 00A7     109   136   323   340   357   374   391   408   552   575
 587   613   624   628   639   652   670
                           727   739   757   761   765   786   799   813   865   911
 929
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          disp1 = 00B0     113   126
           div1 = 092A    1184  1204
           div2 = 094A    1200  1193
         divide = 0925    1182   573   607   646   793
           down = 0152     200   190
           ext1 = 0013      36
           fc01 = 03CD     508   499
          fc01z = 040B     536   689
           fc02 = 0566     693   501
          fc02z = 0592     711   824
           fc03 = 06A8     828   503   504
          fc03z = 06D9     848   914
            ffh = 0041      62    64
          fill0 = 00A0     101    89    96   104   686   821
          fill2 = 08D2    1109  1111
          fins1 = 011D     177   417   687   822
          fzero = 0839     999  1002
           hhff = 0487     596
            hld = 05BA     726   714   717   720
           hld1 = 0433     551   539   542   545
             id = 0397     480   443   451   458   468   475
         incdec = 0353     441   229   242   255
         inter0 = 0003      22
            jum = 0549     679   672
         jum011 = 0534     670   555
         jum021 = 0688     813   742
           kfnc = 011A     176   139
          look0 = 01CF     262   182
          look1 = 01F2     282   337   371   405   425   548   723   850   968   986
            lop = 028F     357   360
           lop1 = 0235     323   326
           lop2 = 02E9     391   394
            lpp = 0990    1246  1262
          lrott = 08DE    1125  1129  1164  1187  1203
          main1 = 00CC     132   100   138   142   420   688   823
         movblk = 08C3    1097   518   523   581   602   606   611   618   637   645
650   696   701   755   779   783   792
                         797
         movrst = 09D0    1297   558
         mulsub = 08F0    1146   585   658   805
           mult = 08FC    1151  1165
           mvbk = 08C6    1098  1102
          noadd = 0910    1161  1155
           oopo = 0627     771   767
            opd = 0A0D    1333   912
           pok1 = 043F     556   554
           pok2 = 043D     555   556
          port0 = E0E0      12
          port1 = E0E1      13
          port2 = E0E2      14
          port3 = E0E3      15    56
        prescal = 09AB    1267   702
            ram = 2000      16
          recur = 0215     306   310
          rrott = 08D7    1116  1120  1154
         scnk11 = 0178     221   346
         scnk13 = 0195     234   380
         scnk15 = 01B2     247   414
          scnky = 00F2     154    24
          secon = 0202     292   288   290
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sftcmn = 017F	224	221									
sftlvl = 0168	211	200									
sftshl = 016F	214	211									
shel1 = 021D	315	133									
shel2 = 03AE	494	135									
shela = 0243	329	345	348								
sheli = 0277	349	329									
shelj = 029D	363	379	382								
shelp = 02D1	383	363									
shelq = 02F7	397	413	416								
shlb = 0272	347	232									
shlc = 02CC	381	245									
shld = 0326	415	258									
shlz = 0996	1249	1253									
shr4 = 0978	1229	1233									
sorc1 = 0868	1034	1032	1049	1056							
sorc2 = 08A0	1071	1069	1083	1090							
sset1 = 086F	1038	1034									
sset2 = 08A5	1074	1071									
st = 0957	1210	1234									
start = 002B	52	17									
stcmn3 = 019C	237	234									
stcmn5 = 01B9	250	247									
sub = 091B	1170	1177	1192								
subscal = 09BD	1283	705	750								
t0sub = 09E7	1314	31									
table = 01DF	275	264	269	285	297	302					
tim0 = 000B	29										
tim1 = 001B	44										
tmjm1 = 071E	876	867									
tmjm2 = 072E	884	877									
tmjm3 = 073E	893										
tmjm4 = 074E	902										
tmjm5 = 0756	905	886	895	903							
tmjm6 = 06F1	857	855									
tmjm7 = 06FB	862	857									
tmjm8 = 0701	865	861									
tmjm9 = 06F3	858	856									
trans = 0213	305	339	373	407	435	550	725	852	970	988	
turn = 0396	479	474									
turn1 = 03AD	490	483	485	486	488						
turn51 = 0841	1003	999									
turnc = 0A32	1355	1348	1351								
turno = 0A1F	1342	1335	1338								
turnz = 0A0A	1328	1316									
unhld = 05AC	721	718									
unhld1 = 059C	715	712									
unhld2 = 05A4	718	715									
unhld6 = 0415	540	537									
unhld7 = 041D	543	540									
unhld8 = 0425	546	543									
up = 0139	168	176									
updwn = 012B	182	196	199	209							
wait1 = 0786	927	931									
wash = 0989	1242	1244									
wave = 032B	417	397									
xyz4 = 05E0	743	741									
xyz5 = 05DE	742	744									
xyza = 05DC	741	735									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

xyzb = 05D2 736 734

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณอาจารย์สุพรรณ กุลพานิชย์เป็นอย่างสูงในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาประจำกลุ่มปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้รายละเอียด ข้อมูลตลอดจนคำปรึกษารวมทั้งเครื่องต้นแบบที่นำไปศึกษาใช้งาน ซึ่งทำให้การสร้างและออกแบบเป็นไปได้ด้วยดีโดยตลอด ขอบใจเพื่อนร่วมห้องทุกคนที่มีส่วนในความสำเร็จนี้ ไม่ว่าจะเป็นความช่วยเหลือด้านเครื่องมือตลอดจนคำติชมทุกคำ

ขอบพระคุณอย่างยิ่งแด่อาจารย์ทุก ๆ คนที่เคยสอนและให้ความรู้มาตั้งแต่เริ่มต้นเข้าศึกษาไม่ว่าจะเป็นสถานศึกษาใด ๆ ซึ่งสอนความรู้ในวิชาการต่าง ๆ จนสามารถที่จะทำให้ปริญญานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้อย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1]. OMRON CORPERATION, Rotation/Pulse Intelligent Signal Processor Instruction Manual, 1990.

[2]. OMRON CORPERATION, Rotary Encoder Instruction Manual, 1990.

[3]. บริษัท อีทีที จำกัด, PC-SB31 USER MANUAL, กรุงเทพมหานคร.

[4]. บริษัท คิลารีเสิร์ช จำกัด, การพัฒนาระบบไมโครโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ PC/XT/AT, กรุงเทพมหานคร, 2533.

[5]. RAMAKANT GAYAKWAD and LEONARD SOKOLOFF, ANALOG AND DIGITAL CONTROL SYSTEM, New Jersey: Prentice-Hall,Inc., 1988.

[6]. Intel Corp., MICROPROCESSOR DATABOOK MCS-51 MICROCONTROLLER.

[7]. CARL HELMERS, ROBOTICS AGE IN THE BEGINNING, New Jersey: Hayden-Book Company,Inc., 1983.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้