



การเชื่อมโยงเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล  
SOUND LEVEL METER INTERFACE WITH PERSONAL COMPUTER



โดย  
นาย สุวิทย์ เกียรติศรีกุล  
นาย เอนก ขาวพรม

วัน เดือน ปี..... 19 ม.ค. 2539  
เลขทะเบียน..... 034985  
เลขเรียกหนังสือ..... T 271285 ค ๗

ปริญญานิพนธ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ลิขสิทธิ์จะอยู่ที่เจ้าของเอกสาร และสงวนไว้ว่าขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารนี้ที่ถือครองไว้ได้

**การเชื่อมโยงเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล**  
**SOUND LEVEL METER INTERFACE WITH PERSONAL COMPUTER**



**ปริญญาานิพนธ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**  
**สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ปีการศึกษา 2537**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง การเชื่อมโยงเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ผู้จัดทำ นาย สุวิทย์ เกียรติศรีกุล รหัส 35103043

นาย เอนก ขาวพรหม รหัส 35103048



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ. นิภา ลีลาวัจ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมโยงเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล  
SOUND LEVEL METER INTERFACE WITH PC

โดย นาย สุวิทย์ เกี้ยวศรีกุล  
นาย เอนก ขาวพรม  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. นิภา ลีลาธุจิ

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นนำเสนอการประยุกต์ นำไมโครโปรเซสเซอร์ มาใช้กับงานด้านการวัดระดับสัญญาณเสียง โดยการนำประโยชน์ของไมโครโปรเซสเซอร์ มาช่วยในการควบคุมการวัดทำงานด้านการบันทึกผล การแสดงผล การตั้งเวลาการวัดล่วงหน้า และส่งข้อมูลผลของการวัดติดต่อไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PERSONAL COMPUTER) เพื่อนำผลการวัดไปวิเคราะห์ใช้งานด้านการควบคุมระดับเสียงรบกวนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

**ABSTRACT**

This thesis ,for the remester, will be focussing on sound level measurement by the use of microprocessor for data record ,display and time recording datas who have been recorded will be send to another personal computer for thepropose of analysing the sound level datas later on.

## สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	เครื่องมือวัดระดับเสียง และการวัด	2
	เครื่องมือวัดระดับเสียง	2
	การวัด	5
บทที่ 3	DATALOCGER <sup>k</sup>	7
	ANALOG TO DIGITAL	7
	KEY BOARD	11
	RTC MSM 6242 B	12
	การอินเทอร์เฟส RS-232	16
	DOT MATRIX LCD MODULE	24
บทที่ 4	แนวทางการออกแบบและการใช้งาน	26
	ส่วนภาครับสัญญาณเสียง	29
	การทำงานของวงจรมอนิเตอร์ระดับสัญญาณเสียง	31
	ส่วนควบคุมการทำงาน	32
	การใช้งาน	32
บทที่ 5	ผลการทดลอง	34
บทที่ 6	สรุปและแนวทางการปรับปรุง	44

ภาคผนวก

FLOWCHART การทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมการทำงาน

DATA SHEET

บรรณานุกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ปัจจุบันมลภาวะของเสียงมีผลกระทบต่อมนุษย์อย่างมาก ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดระดับของเสียงที่ทำอันตรายต่อมนุษย์ไว้หลายระดับขึ้นอยู่กับ ระยะเวลาในการรับฟังนานเท่าไรที่จะทำให้เกิดอันตรายได้ จากการใช้เครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงแบบเดิมผู้ใช้ต้อง เฝ้ารอวัดตามเวลาที่กำหนดวัด ซึ่งในการวัดที่ต้องการวัดผลแบบสุ่มวัดต่อเนื่อง ที่ต้องการผลการวัดสุ่มต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ จะเป็นการยุ่งยากและเสียเวลา ดังนั้นจึงได้พัฒนาระบบการวัดระดับเสียงตามแบบที่มีอยู่เดิม เป็นเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงที่สามารถวัดระดับสัญญาณเสียงได้ ตามการตั้งช่วงเวลาในการวัดและบันทึก ผู้ใช้สามารถผู้ใช้กำหนดช่วงเวลาการวัดและบันทึกได้ ยังผลให้เกิดความสะดวกในการเก็บข้อมูล และสะดวกในการวัดไม่ต้องเฝ้ารอวัด ซึ่งโครงการเครื่องวัดระดับเสียง โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z 80 เป็นตัวควบคุม คุณสมบัติการทำงานของเครื่อง สามารถแสดงผลการวัดระดับเสียงรวมกันเป็นหน่วย dBA dBB dBC ตามการเลือกย่านการวัด โดยแสดงออกบนจอแสดงผล LCD สามารถการแสดงผลการวัดที่บันทึกเก็บจากการข้อมูลที่วัดและบันทึกไว้โดยสามารถเรียกข้อมูลที่เก็บไว้แล้วออกมาดูได้ และสามารถถ่ายโอนข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทาง PORT RS 232 เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและนำผลข้อมูลการวัดระดับสัญญาณไปใช้งานตามความต้องการต่อไป

## บทที่ 2

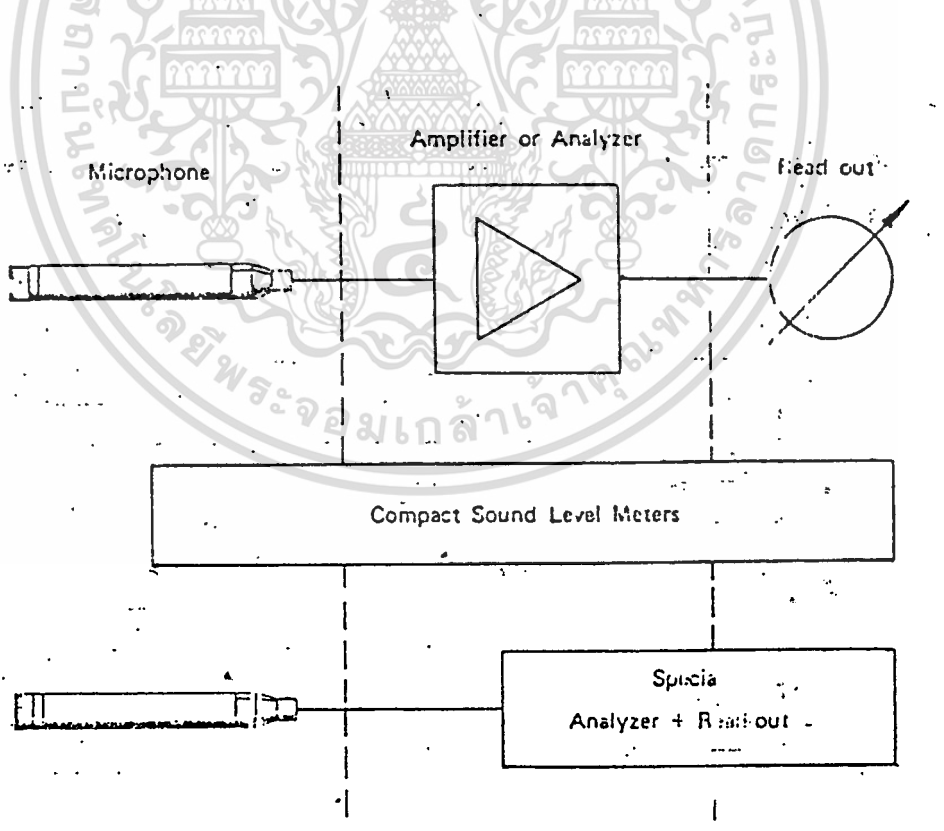
### เครื่องมือวัดระดับเสียง และการวัด

( INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT)

#### 2.1 เครื่องมือวัดระดับเสียง (SOUND LEVEL METER)

เครื่องมือที่ใช้วัดระดับเสียง คือ SOUND LEVEL METER ประกอบด้วยไมโครโฟน ระบบรับสัญญาณหลายทิศทาง (NONDIRECTIONAL MICROPHONE), ชุดปรับค่าความดังของเสียง, วงจรรขยาย, ชุดแสดงผล (INDICATING METER) และ ชุดปรับเปลี่ยนความถี่ (WEIGHTING NETWORK) ค่าของระดับเสียงที่อ่านได้จากมิเตอร์จะอยู่ในรูปของค่า RMS ที่ระดับเปรียบเทียบกับ  $2.0 \times 10^{-5} \text{ Nm}^2$  ดังนั้น เครื่องมือชนิดนี้จะไม่วัดค่าออกมาเป็นค่าสูงสุด (PEAK LEVEL)

มิเตอร์โดยทั่ว ๆ ไป จะตอบสนองกับ 2 ความเร็วคือ ความเร็วสูง (FAST) และความเร็วต่ำ (SLOW) ถ้าเสียงที่เราต้องการวัดมีระดับสูง ๆ ต่ำ ๆ ต้องปรับไปที่ FAST ส่วนเสียงที่มีความถี่คงที่ ควรปรับไปที่ SLOW



รูปที่ 2.1 SOUND LEVEL METER เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้จัดทำนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่ว ๆ ไปชุด WEIGHTING NETWORK จะมีอยู่ 3 ตำแหน่ง คือ A,B และ C ซึ่งคุณสมบัติของความถี่ที่ตอบสนองจะได้ดังรูป 2.1 ชุดทั้งสามจะเป็นตัวเลือกค่าประมาณกับหูมนุษย์ที่ระดับเสียงที่แตกต่างกัน หูมนุษย์จะไม่ไวต่อเสียงที่มีความถี่สูงมาก ๆ และความถี่ต่ำมาก ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีชุดช่วยปรับ

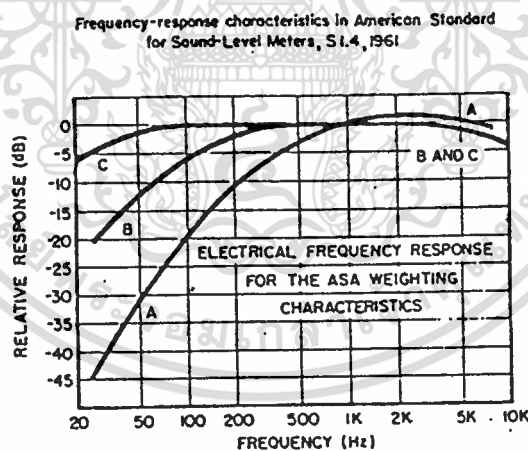
WEIGHTING NETWORK A จะใช้เมื่อเสียงต่ำกว่า 55 dB

WEIGHTING NETWORK B สำหรับเสียงระหว่าง 55 และ 85 dB

WEIGHTING NETWORK C สำหรับระดับเสียง ที่สูงกว่า 85 dB

ข้อแตกต่างที่สำคัญของค่าที่อ่านได้จาก สเกล A และ C ถ้าเป็น C NETWORK ค่าที่ได้จะเรียบ (FLAT) ค่าเสียงที่อ่านได้จะเรียกว่า SOUND PRESSURE LEVEL ส่วน A NETWORK เคอร์ฟ จะตกมากที่ความถี่ต่ำ ซึ่งจะคล้ายกับเสียงของหูมนุษย์ ค่าที่อ่านได้จะเรียกว่า SOUND LEVEL หรือเทียบกับ dBA การวัดระดับเสียง สามารถวัดได้ทั้งสเกล A หรือสเกล C การวัดที่สำคัญที่สุดคือ การวัดจาก SCALE A

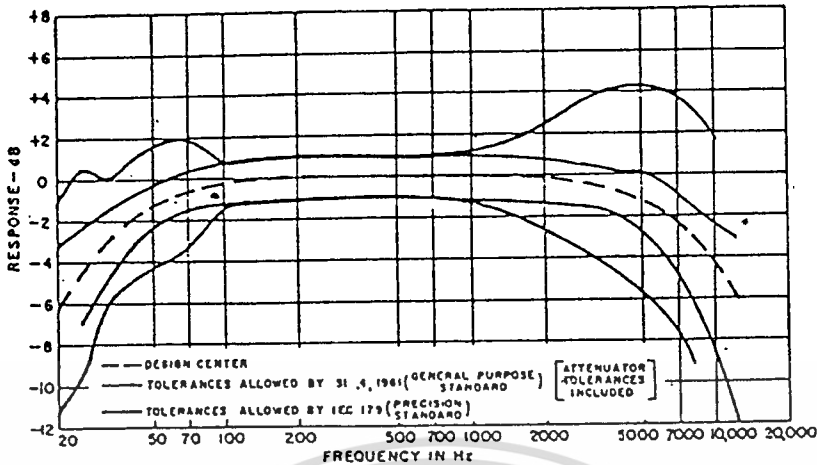
ถ้าเครื่องมือวัดระดับเสียงมีวงจรรายย ที่มีความถี่ตอบสนองเรียบตลอดย่านจาก 20-20,000 Hz เมื่อรวมกับการใช้ตำแหน่ง A, B และ C ค่าที่อ่านได้จะ ขึ้นอยู่กับ MICROPHONE ที่ใช้



รูปที่ 2.2 สเกลถ่วงสัญญาณแบบ A, B และ C

ปัจจุบันนี้มีมีเตอร์วัดระดับเสียงอยู่ 2 แบบ คือ AMERICAN STANDARD SPECIFICATION FOR GENERAL - PURPOSE SOUND LEVEL METERS, S 1- 4 - 1971 และ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION PUBLICATION 179, PRECISION SOUND LEVEL METER (IEC 179 - 1965)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การตอบสนองความถี่ของ WEIGHTING C

ในระบบ GENERAL PURPOSE และระบบ PRECISION STANDARDS สำหรับ C WEIGHTING จะมีอยู่ 2 จุด ที่เหมือนกันคือ ระหว่างความถี่ 100 และ 800 Hz ดังแสดงในรูป 2.2 ความถี่ที่ต่ำกว่า 100 Hz SPECIFICATION FOR GENERAL PURPOSE เคอร์ฟ จะได้น้อยกว่า SPECIFICATION ของ PRECISION และความถี่ที่สูงกว่า 800 Hz ระบบของ PRECISION จะโค้งกว่าด้วยซึ่ง เคอร์ฟของ GENERAL PURPOSE จะ แสดงแค่ความถี่ 10,000 Hz ส่วน PRECISION จะแสดงถึง 12,500 Hz

## 2.2 ไมโครโฟน (MICROPHONE)

ไมโครโฟนเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดชนิดนี้ เพราะว่าการวัด จะแน่นอนหรือไม่ขึ้นอยู่กับไมโครโฟน การที่จะเลือกใช้ไมโครโฟนชนิดใดต้องคำนึงถึง สิ่งต่อไปนี้ การตอบสนองต่อความถี่ (FREQUENCY RESPONSE) , ความไว (SENSITIVITY) , ทิศทางการรับเสียง (DIRECTIONALITY) มีไมโครโฟน อยู่ 3 ชนิด ควรจะใช้ได้ คือ

2.21 ไมโครโฟนแบบคริสตอล (CRYSTAL MICROPHONE) เป็นไมโครโฟนที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีความไวสูงมาก แต่ความถี่ตอบสนอง (FREQUENCY RESPONSE) ไม่ดีนัก ปัจจุบันไมโครโฟนแบบคริสตอล ได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเก่ามาก และมีความถี่ตอบสนอง (FREQUENCY RESPONSE) ดีขึ้น ไมโครโฟนชนิดนี้จะ ทำงานที่อุณหภูมิต่ำไม่เกิน 200 F

2.22 ไมโครโฟนแบบไดนามิกส์ (DYNAMIC MICROPHONE) ใช้ขดลวดเคลื่อนที่ (MOVING COIL) ทำสนามแม่เหล็กมีความถี่ตอบสนอง (FREQUENCY RESPONSE) ดี และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 180 F แต่มีข้อเสียคือ อาจเกิดการรบกวนของสนามแม่เหล็กจากภายนอกได้เมื่อใช้มอเตอร์ เชนเนอร์เรเตอร์ หรือทรานส์ฟอร์มเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.23 ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์(CONDENSER MICROPHONE) เป็นไมโครโฟนชนิดที่มีความถี่ตอบสนอง (FREQUENCY RESPONSE) ดีที่สุดในปัจจุบันนี้ ความถี่ตอบสนองได้ถึง 200,000 Hz แต่ข้อเสียคือ ราคาแพง และจำเป็นต้องใช้วงจร ขยายภาคแรกช่วย

### 2.3 ความไวของไมโครโฟน (MICROPHONE SENSITIVITY)

คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของไมโครโฟน คือความไวในการรับสัญญาณ ความไวของไมโครโฟนจะแสดงหน่วยเป็น dBV/u bar เมื่อ dBV คือ ค่าระดับแรงดันขา ออกเป็น dB เทียบกับ 1V ที่กำลังอัดของคลื่นเสียง 1u bar (หรือ 0.1 N/m<sup>2</sup>) ความไวของไมโครโฟนโดยทั่ว ๆ ไปจะอยู่ในย่าน -50 ถึง -125 dBV/Ubar ลักษณะโดยทั่วไปไมโครโฟนตัวใหญ่ ๆ จะมีความไวสูง แต่ความถี่ตอบสนอง (FREQUENCY RESPONSE) ต่ำ และไมโครโฟนแบบเล็ก ๆ จะมีความไวต่ำแต่ความถี่ตอบสนองสูง

ถ้ามิเตอร์ที่ใช้วัดระดับเสียงเป็นไมโครโฟนที่มีความไว -50 dBV/ubar ไมโครโฟนนี้จะใช้แทนความไว -60 dBV/u bar ได้

แรงดันที่แท้จริงที่ได้จากไมโครโฟนสามารถจะคำนวณได้จากความไวเป็น dBV/ubar

$$\text{dBV} = 20 \log E/1$$

$$\text{dBV}/20 = \log E/1$$

$$E = \text{antilog dBV}/20$$

เมื่อ E = แรงดันเป็นโวลท์ คิดจากกำลังอัด 1 u bar ดังนั้น

$$\text{SPL} = 20 \log P/0.0002$$

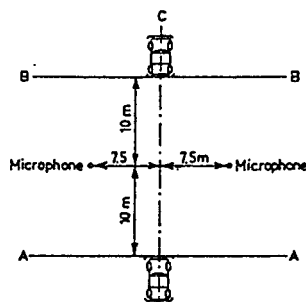
$$\text{SPL}/20 = \log P/0.0002$$

$$P = 0.0002 \text{ antilog SPL}/20$$

P = กำลังของเสียงสัมพันธ์กับค่า SPL ดังนั้น

$$E_{\text{out}} = \text{antilog dBV}/20 \times 2.0 \times 10^{-4} \text{ antilog SPL}/20 \dots\dots\dots(2.1)$$

$E_{\text{out}}$  = แรงดันขาออกมีหน่วยเป็นโวลท์สัมพันธ์กับค่า SPL (เป็นเดซิเบลเปรียบเทียบกับ 0.0002 u bar) เมื่อความไวของไมโครโฟน คือ dBV (เป็นเดซิเบลเปรียบเทียบกับ 1V/ubar)



จากรูป 2.4 แสดงการวัด SOUND PRESSURE LEVEL ของยวดยานที่ใช้ในการจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปนี้ตำแหน่งของไมโครโฟนจะวางให้สูงกว่า ระดับพื้นดิน 1.2 เมตร เมื่อ  
ด้านหน้าของยานพาหนะเข้ามาอยู่ในตำแหน่ง A - A หรือ B - B ยานพาหนะที่ จะถูกวัดจะต้องขับ  
ด้วยเกียร์ 2 หรือเกียร์ 3 ถ้ารถนั้นมีมากกว่า 4 เกียร์ที่ความเร็วรอบประมาณ 3/4 ของความเร็วสูงสุด  
ของเครื่องยนต์หรือประมาณ 50 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

จากตารางที่ 2.1 เป็นค่าสูงสุดของระดับเสียงรบกวน ที่เกิดจากยานพาหนะ ชนิดต่าง ๆ  
ของมาตรฐานสากลที่หลาย ๆ ประเทศในโลกยอมรับ

\*\*\*\*\*

- จักรยานติดเครื่องยนต์ (MOPEDS)	70 - 80 dB (A) -
- รถจักรยานยนต์ (MOTORCYCLES)	80 - 90 dB (A) -
- รถยนต์ส่วนตัว (PRIVATE CAR)	80 - 90 dB (A) -
- รถบรรทุกของหนัก (TRUCKS AND BUSES)	82 - 92 dB (A) -
- รถไถนา (TRACTORS)	85 - 95 dB (A) -
- รถจักร (LOCOMOTIVES)	89 - 92 dB (A) -
- ยานพาหนะอื่น ๆ หรือล้อเลื่อน (OTHER VEHICLES)	82 - 92 dB (A) -

\*\*\*\*\*

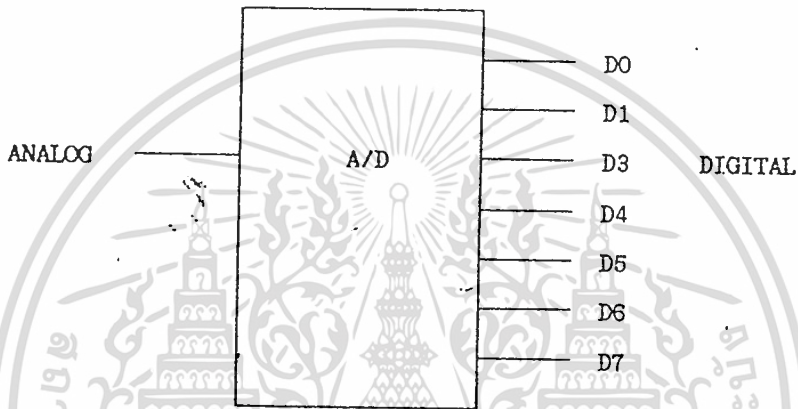
ตาราง ที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3 DATA LOGGER

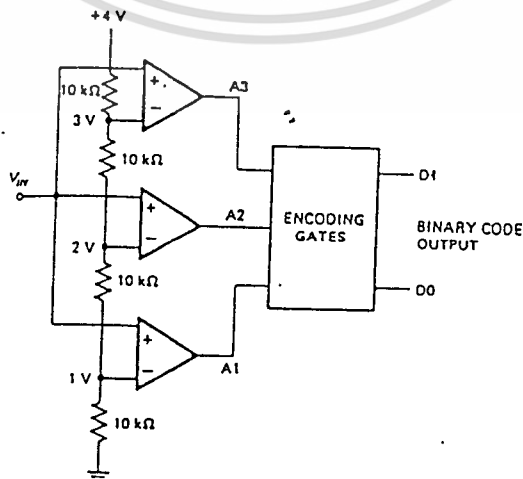
DATA LOGGER เป็นอุปกรณ์ รับค่า ระดับสัญญาณเสียง มาแปลงเป็นสัญญาณ Digital และนำมาบันทึกเก็บไว้ แบบ Digital มาเก็บไว้ใน MEMORY ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

#### 3.1 ANALOG TO DIGITAL



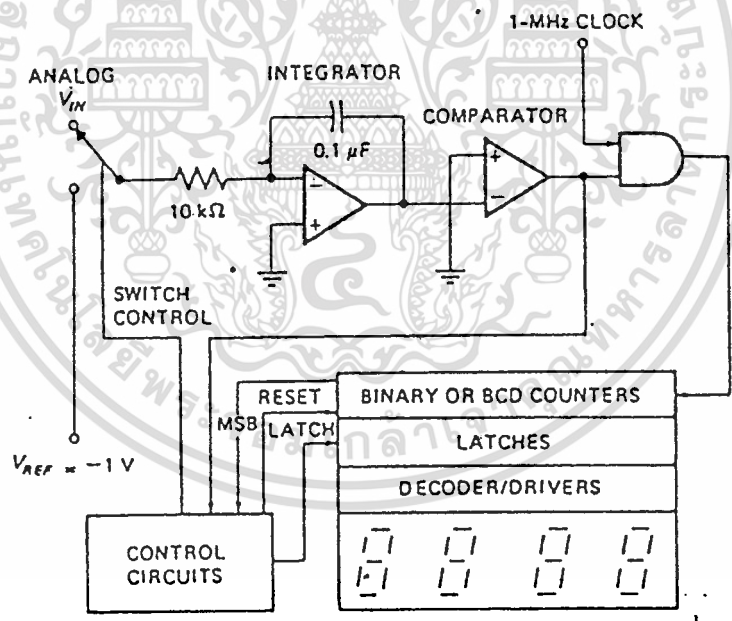
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรม ANALOG TO DIGITAL

#### 3.1.1 PARALLEL COMPARATOR A/D



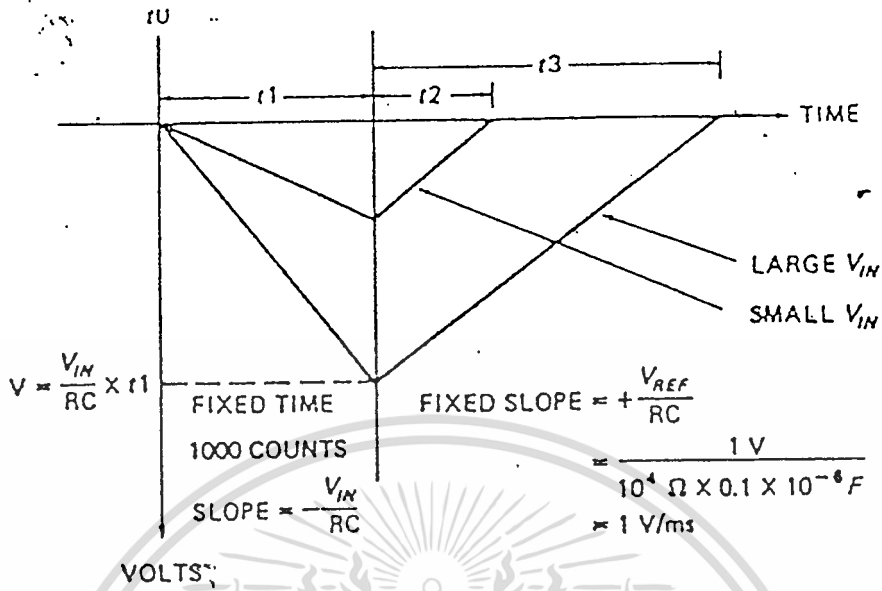
A/D แบบนี้ใช้หลักการของการเปรียบเทียบแบบขนาน โดยสัญญาณที่จะนำมาแปลงนั้นจะต่อขนานกับตัวเปรียบเทียบทุกตัว สัญญาณจะเข้าที่ขาบวก ส่วนขาลบ ของตัวเปรียบเทียบจะต่อกับ VOLTAGE อ้างอิงของแต่ละระดับ โดยได้มาจากการต่อ DIVIDER ของ R จากวงจรนี้ถ้าสัญญาณที่เข้ามามีค่ากับจุดเปรียบเทียบใด ๆ ก็จะทำให้ OUTPUT ของตัวเปรียบเทียบอันนั้นเป็น 1 เช่น ถ้าสัญญาณเข้ามา 2.6 V จะ ทำให้ A1 และ A2 มีค่าเป็น 1 OUTPUT A1, A2, A3 นี้ ไม่ได้อยู่ในรูปของ BINARY จึงจำเป็นต้องทำการแปลงโดยใช้วงจรทาง LOGIC ทั่ว ๆ ไปได้ จุดเด่น ของ A/D แบบนี้ก็คือสามารถทำการ CONVERT ได้เร็วมาก ซึ่งมีค่าทั่วไปอยู่ที่ 20 ns เท่านั้น แต่ข้อเสียก็คือจะต้องสิ้นเปลือง HARDWARE จำนวนมากแบบนี้ คือ A/D ขนาด 2 BIT เท่านั้น ซึ่งต้องใช้ตัวเปรียบเทียบถึง 3 ตัว เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้  $2^{n-1}$  โดย n คือ จำนวน BIT ที่ต้องการนั้น หมายความว่าถ้าเราต้องการ A/D ขนาด 8 BIT ก็จะต้องใช้ตัวเปรียบเทียบถึง 255 ตัว จึงทำให้ A/D ไม่ค่อยเป็นที่ นิยมนัก

DUAL-SLOPE A/D



A/D แบบนี้มักจะใช้กับ DIGITAL VOLTMETER เนื่องจากมีราคาถูกใน ขณะที่สามารถให้รายละเอียดได้ดี การทำงานเริ่มต้นด้วยการ RESET ตัว COUNTERS ให้มีค่าเป็น 0 และต่อสัญญาณ ANALOG (VIN) เข้ากับ INTEGRATOR เราสมมุติว่า VIN มีค่าเป็นบวก OUTPUT จาก INTEGRATOR จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 OUTPUT INTEGRATOR

เมื่อค่า OUTPUT จาก INTEGRATOR มีค่าเป็นลบจะทำให้ COMPUTER ทำงานส่งผลให้ AND GATE เปิด และจะทำให้สัญญาณ CLOCK สามารถผ่านไปยัง ระบบ COUNTER ได้ค่า OUTPUT จาก INTEGRATOR นี้ จะถูกกำหนด FIXED TIME จาก CONTROL CIRCUIT เมื่อถึงจุดนี้จะทำการ RESET COUNTER อีกครั้ง และต่อสัญญาณ INPUT ของ INTEGRATOR เข้ากับ  $V_{REF}$  ที่เป็นค่าลบ ซึ่งจะยังผลให้ OUTPUT ของ INTEGRATOR มี SLOPE ขึ้นเป็นบวกค่า SLOPE ตั้งแต่ขึ้นจนกระทั่งถึงค่า 0 นี้เอง ที่จะให้ COUNTER นับความถี่ได้และค่าที่ได้จะสัมพันธ์กับ  $V_{IN}$  เริ่มแรกที่วัดได้ A/D แบบนี้มักจะอยู่ในรูปของ IC สำเร็จรูป และใช้กับงานด้าน DIGITAL VOLT METER ซึ่งโดยทั่วไปจะมี CONVERSION TIME ประมาณ 300 ms

### 3.12 การทำงานของวงจร ANALOG TO DIGITAL CONVERTER ในโครงการ

ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณทางดิจิทัลซึ่ง ใช้ IC AD0804 (ADC 8 บิต) ซึ่งไอซี ADC นี้ สามารถรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกได้โดยตรงสูงถึง +5V ไอซี ADC จะรับสัญญาณเข้ามา เปรียบเทียบกับค่าแรงดันอ้างอิงของวงจร แล้วจึงเปลี่ยนค่าข้อมูลแบบดิจิทัล

ซึ่งความเร็วในการสุ่มขนาดสัญญาณ (SAMPLING RATE) สามารถกำหนดได้จากความถี่สัญญาณนาฬิกาของวงจร ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสามารถกำหนดได้โดย วงจร R2 และ C5 โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$F = 1/(1.1RC)$$

F คือ ค่าความถี่ของการสุ่มขนาดสัญญาณของไอซี

R คือ ค่าความต้านทานของ R2 ในวงจร

C คือ ค่าความจุของ C5 ในวงจร

ความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตของไอซี ADC

ดังได้กล่าวแล้วว่า ไอซี ADC จะใช้การเปรียบเทียบขนาดของสัญญาณอินพุตกับแรงดันอ้างอิงของวงจร แล้วจึงเปลี่ยนข้อมูลแบบดิจิตอล ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

- ถ้าค่าของขนาดสัญญาณอะนาลอกอินพุต เท่ากับขนาดของแรงดันอ้างอิง จะได้ข้อมูลมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของข้อมูลสูงสุด

- ถ้าขนาดของสัญญาณอะนาลอกอินพุตมีค่าเป็น ๒ เท่าของแรงดันอ้างอิง จะได้ข้อมูลมีค่าสูงสุด

ซึ่งขนาดของสัญญาณอินพุตของวงจรถูกกำหนดโดยค่าตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้คือ

แรงดันอ้างอิงของวงจร (Voltage Reference หรือ Vref/2)

แรงดันอ้างอิงของวงจรมีจะเป็นจุดอ้างอิงมาตรฐานของวงจร เป็นตัวกำหนดความเที่ยงตรงในการเปลี่ยนขนาดของสัญญาณอะนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งวงจรต้องการแรงดันอ้างอิงที่มีความเที่ยงตรงสูง เพราะถ้าหากแรงดันอ้างอิงของวงจรไม่มีความเที่ยงตรงแน่นอน มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว การทำงานของวงจรก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย นั่นก็คือ จะส่งผลให้ค่าสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่ได้ ก็จะเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามไปด้วย ถึงแม้ขนาดอินพุตมีขนาดคงที่ก็ตาม และแรงดันอ้างอิงของวงจรยังเป็นตัวกำหนดค่าสูงสุดของสัญญาณอินพุตบวกของวงจร โดยค่าสัญญาณของอินพุตบวกของวงจรจะถูกกำหนดให้มีค่าสูงสุดประมาณ 2 เท่า ของแรงดันอ้างอิง โดยมีจุดเริ่มต้นที่สัญญาณ อินพุตลบของวงจรเสมอ

สัญญาณอินพุตลบ ( Voltage Input - หรือ VI- )

แรงดันอินพุตลบนี้ เป็นตัวกำหนดค่าอินพุตด้านต่ำของวงจร หรือจุดเริ่มต้นของการตรวจรับสัญญาณอินพุต ของวงจรมันเองโดยสัญญาณอินพุตลบ นี้สามารถกำหนดได้ให้มีค่าไม่เกินแรงดันอ้างอิงสูงสุดของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอินพุทบวก( Voltage Input + หรือ VI + )

แรงดันอินพุทบวกนี้ ก็คือค่าแรงดันอินพุทของวงจรมันเอง ซึ่งต้องกำหนดให้มีขนาดสูงสุดไม่เกินกว่าค่าที่วงจร ADC (+5V)รับได้ซึ่งต้องเป็นแรงดันอยู่ในช่วงบวกเนื่องด้วย ไอซีไม่สามารถรับสัญญาณอินพุทที่มีค่าเป็นลบได้

ในการใช้งานจริงในโครงการ เราต้องการวัดแรงดัน ในแต่ละย่านเท่ากับ 0 - 10 dBV เมื่อเทียบเป็นแรงดัน ได้ 1 V - 3.16 V ดังนั้น จะต้องใช้แรงดันอ้างอิงของวงจร (Voltage Reference หรือ Vref/2) เท่ากับ 1.58 V โดยต่อ สัญญาณอินพุทลบ( Voltage Input - หรือ VI - ) เท่ากับ 0V

### 3.2 KEY BOARD

KEY BOARD นับเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องควบคุมในการทำงานต่าง ๆ ได้ โดย KEY BOARD จะประกอบ ด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

- ส่วนของ SWITCH KEY BOARD

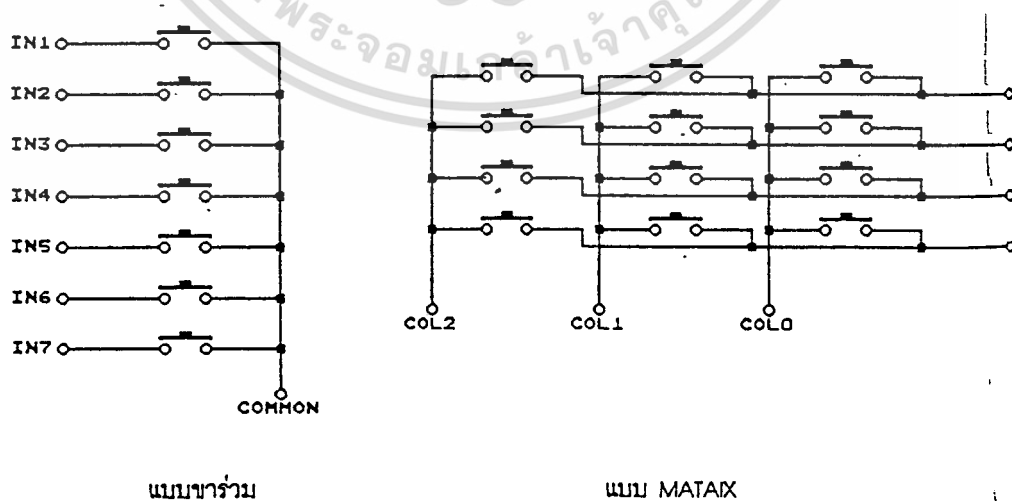
- ส่วนของวงจรเข้ารหัส KEY BOARD โดยส่วนนี้จะทำหน้าที่เข้ารหัส เพื่อรับรู้ตำแหน่งของ KEY และสามารถให้ค่า KEY ของแต่ละตัวเมื่อมีการกด KEY ที่เรียกว่ารหัส KEY (KEYCODE) ได้

- ส่วนของวงจรถอดรหัส KEY BOARD จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นรหัส KEY CODE ให้เป็นรหัสที่นำไปใช้งานได้ เช่น รหัส ASCII, รหัส BCD หรือรหัส HEX เป็นต้น

วงจร KEY BOARD แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

- แบบขาร่วม

- แบบ MATAIX

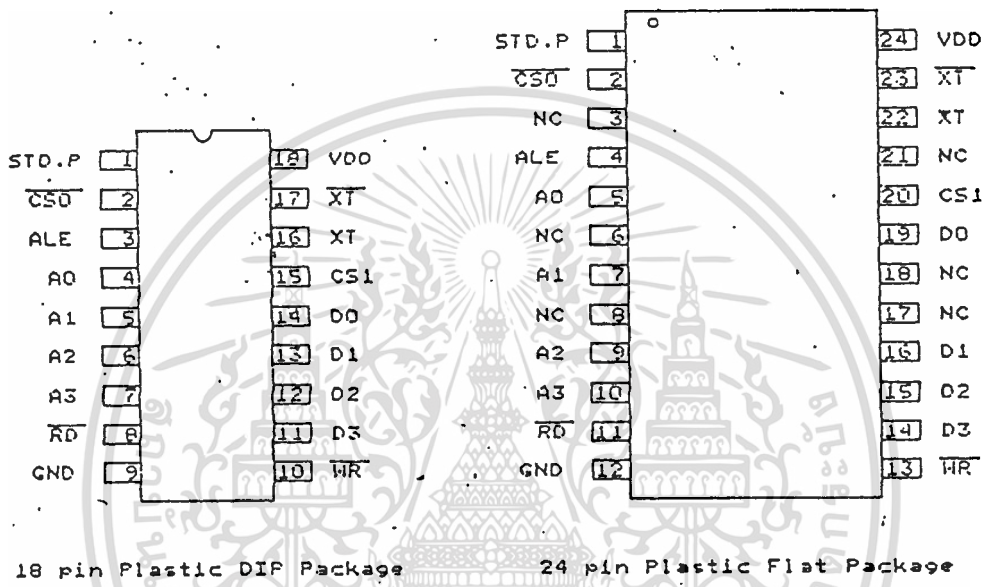


รูปที่ 3.4 การต่อ KEY BOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 RTC MSM 6242B

MSM 6242B เป็นไอซี REAL TIME CLOCK/CALENDAR ชนิด CMOS ใช้ต่อกับบัสของ MICROPROCESSOR/MICROCOMPUTER ได้โดยตรง มี ADDRESS BUS และ DATA BUS ขนาด 4 บิต มี CONTROL REGISTER ขนาด 4 บิต 3 ตัว คือ CD, CE, CF MSM 6242B โดยปกติ จะทำงานที่ 5V + 10% ที่ -30 ถึง 25° C มี PACKAGE 3 แบบ คือ 18 PIN PLASTIC DIP, 24 PIN PLASTIC FLAT PACKAGE และแบบ 12 PIN PLCC PACKAGE การจัดขาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการจัดขาต่าง ๆ

- AO-A3 : ADDRESS INPUT
- DO-D3 : DATA INPUT/OUTPUT
- CS0, CS1 CHIP SELECTS 0, 1
- RD : READ ENABLE
- WR : WRITE ENABLE
- ALE : ADDRESS LATCH ENABLE
- STD.P : STANDARD PULSE OUTPUT
- XT, XT : XTAL OSCILLATOR INPUT/OUTPUT
- VDD : +5V SUPPLY
- GND : GROUND

### การจัดการและหน้าที่ของขาต่าง ๆ

MSM 6242B ได้ถูกออกแบบมาให้อินเตอร์เฟสเข้ากับ CPU ในตระกูล 8085, MCS 48 และ Z80 ได้ด้วย สำหรับหน้าที่ของขาต่าง ๆ มีดังนี้

**D0-D3 (DATA BUS)** เป็นบัสข้อมูลอินพุท/เอาต์พุท สามารถต่อเข้ากับบัสของ MICROCONTROLLER ได้โดยตรงใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูลของรีจิสเตอร์ภายในที่เป็น นาฬิกา/ปฏิทิน และรีจิสเตอร์ควบคุมโดย D0 = LSB และ D3 = MSB

**A0-A3 (ADDRESS BUS)** เป็นบัสแอดเดรสสำหรับติดต่อกับรีจิสเตอร์ภายในของ RTC เพื่อที่จะเขียนหรืออ่านข้อมูลในตำแหน่งนั้น ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ดูได้ใน ตารางดังรูปที่ 2. A0-A3 จะใช้ร่วมกับ ALE สำหรับการอ้างตำแหน่งรีจิสเตอร์

**ALE (ADDRESS LATCH ENABLE)** เมื่อ CS0 = 0 และ ALE เปลี่ยนจากลอจิก "1" ไปเป็นลอจิก "0" แอดเดรสจะถูกแลตช์เอาไว้ภายในตัวของ RTC MICROCONTROLLER / MICRO PROCESSORS ที่มีขา ALE ของ MSM 6242B เข้ากับ VDD

**WR (WRITE ENABLE)** ใช้เขียนข้อมูลเข้าไปในรีจิสเตอร์ของ RTC แอคทีฟที่ลอจิก "0" โดยที่ CS1 = 1 และ CS0 = 0

**RD (READ ENABLE)** ใช้อ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ของ RTC แอคทีฟที่ลอจิก "0" โดยที่ CS1 = 1 และ CS0 = 0 และ RD กับ WR จะต้องไม่แอคทีฟพร้อมกัน

**CS0, CS1 (CHIP SELECTS 0, 1)** เป็น CHIP SELECT ทำหน้าที่ ENABLE/DISABLE การทำงานของ ALE, RD และ WR โดยที่ CS0 และ ALE จะ ทำงานร่วมกัน ส่วน CS1 กับ ALE จะทำงานแยกกัน

**STD\_P (STANDARD PULSE OUTPUT)** เป็นขาเอาต์พุทชนิด N-CH OPEN DRAIN ใช้ต่อเข้ากับขา INTERRUPT ของ CPU รายละเอียดของสัญญาณเอาต์พุทนี้ จะกล่าวถึงภายหลัง

**XT, XI (XTAL OSCILLATOR INPUT/OUTPUT)** ต่อเข้ากับตัวคริสตัล 32.768 KHz ถ้าต้องการป้อนความถี่จากภายนอก 32.768 KHz ทำได้โดยป้อนความถี่เข้าที่ขา

**XT** ถ้าความถี่มาจากเอาต์พุทของไอซี TTL ควรต่อ R PULL-UP ไว้ด้วยส่วนขา XT ควรปล่อยลอยไว้

**VDD** เป็นขา POWER SUPPLY +2 +6V

**GND** ขา GROUND

Address Input	Address Input				Register Name	Data				Count value	Discription
	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>		D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>		
0	0	0	0	0	S <sub>1</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	0 ~ 9	1-second digit register
1	0	0	0	1	S <sub>10</sub>	*	S <sub>10</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>10</sub>	0 ~ 5	10-second digit register
2	0	0	1	0	MI <sub>1</sub>	mi <sub>3</sub>	mi <sub>2</sub>	mi <sub>1</sub>	mi <sub>0</sub>	0 ~ 9	1-minute digit register
3	0	0	1	1	MI <sub>10</sub>	*	mi <sub>10</sub>	mi <sub>20</sub>	mi <sub>10</sub>	0 ~ 5	10-minute digit register
4	0	1	0	0	H <sub>1</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>0</sub>	0 ~ 9	1-hour digit register
5	0	1	0	1	H <sub>10</sub>	*	PM/AM	h <sub>20</sub>	h <sub>10</sub>	0 ~ 2 or 0~1	PM/AM, 10-hour digit register
6	0	1	1	0	D <sub>1</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>	0 ~ 9	1-day digit register
7	0	1	1	1	D <sub>10</sub>	*	*	d <sub>20</sub>	d <sub>10</sub>	0 ~ 3	10-day digit register
8	1	0	0	0	MO <sub>1</sub>	mo <sub>3</sub>	mo <sub>2</sub>	mo <sub>1</sub>	mo <sub>0</sub>	0 ~ 9	1-month digit register
9	1	0	0	1	MO <sub>10</sub>	*	*	*	mo <sub>10</sub>	0 ~ 1	10-month digit register
A	1	0	1	0	Y <sub>1</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>0</sub>	0 ~ 9	1-year digit register
B	1	0	1	1	Y <sub>10</sub>	y <sub>30</sub>	y <sub>20</sub>	y <sub>10</sub>	y <sub>0</sub>	0 ~ 9	10-year digit register
C	1	1	0	0	W	*	w <sub>2</sub>	w <sub>1</sub>	w <sub>0</sub>	0 ~ 5	Week register
D	1	1	0	1	C <sub>D</sub>	30sec. ADJ	IRQ	BUSY	HOLD	-	Control register D
E	1	1	1	0	C <sub>E</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	INTRPT /STND	MASK	-	Control register E
F	1	1	1	1	C <sub>F</sub>	TEST	24/12	STOP	REST	-	Control register F

ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่การใช้ของ REGISTER

Note 1) - Bit \* does not exist (unrecognized during a write and held at "0" during a read),

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER ต่าง ๆ

S1, S10, M1, M10, H1, H10, D1, D10, MO1, MO10, Y1, Y10, W

กลุ่มอักษรเหล่านี้เป็นชื่อย่อของรีจิสเตอร์ตามลำดับคือSECOND1, SECOND10, MINUTE1, MINUTE10, HOUR1, HOUR10, DAY1, DAY10, MONTH1, MONTH10, YEAR1, YEAR10 และ WEEK ในการกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์เหล่านี้จะต้องให้เป็นรหัส BCD ตัวอย่างเช่น รีจิสเตอร์ S1 (S8, S4, S2, S1) = 1001 ซึ่งจะหมายถึง 9 วินาที

PM/AM, h20, h10 ในโหมด 24 ชม. บิต PM/AM จะไม่ใช่ และบิตนี้จะอ่านได้เป็น "0" ตลอดในขณะที่อยู่ในโหมด 12 ชม. บิต h20 จะถูกเซตในการอ่าน ถ้าบิต h0 จะถูกเขียนด้วย "0" บิตนี้จะอ่านค่าได้เป็น "0" ตลอด ถ้าไม่มีการเขียน "1" เข้าไปที่บิตนี้

MSM 6242B ได้ถูกออกแบบมาสำหรับปีคริสต์ศักราชและยังสามารถจัดการเกี่ยวกับ ปีอธิกสุรทิน (LEAP YEAR) ได้อย่างอัตโนมัติ

ส่วนรีจิสเตอร์ W. สามารถมีข้อมูลได้ตั้งแต่ 0-6 ( ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลที่จะเป็นไปได้อีก)

ตารางที่ 3.2

W4	W2	W1	DAY OF WEEK
0	0	0	SUNDAY
0	0	1	MONDAY
0	1	0	TUESDAY
0	1	1	WEDNESDAY
1	0	0	THURSDAY
1	0	1	FRIDAY
1	1	0	SATURDAY

CD REGISTER (CONTROL D REGISTER)

- HOLD (DO) เมื่อเซตบิตนี้เป็น "1" สัญญาณCLOCK 1 Hzที่จะเข้ามาที่ S1 จะถูกหยุดไว้ ในเวลานี้เองบิต D1 (BUSY) ซึ่งเป็นบิตสถานะจะสามารถ อ่านได้ เมื่อ BUSY เท่ากับ "0" รีจิสเตอร์ S1 W สามารถอ่านหรือเขียนได้ถ้าในช่วงเวลานี้มีตัวทดเกิดขึ้นที่วงจรมบของS1จะมีผลทำให้ หลักหน่วยของวินาทีที่มีค่าเพิ่มขึ้นอีก 1 วินาที หลังจากที HOLD = 0 เมื่อ CS1 = 0 จะทำให้ HOLD = 0 โดยไม่สนใจสภาวะการณ์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

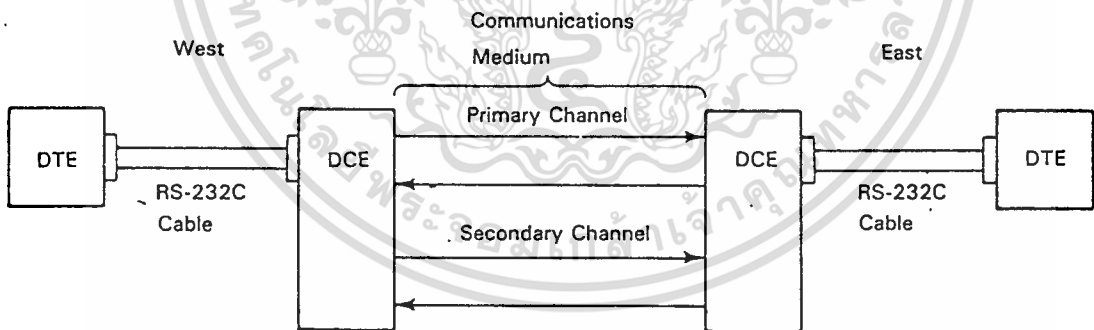
- BUSY (D1) เป็นบิตที่แสดงสถานะของการอินเตอร์เฟสกับ MICROCONTROLLER MICROPROCESSORS บิตนี้สามารถอ่านได้อย่างเดียวเท่านั้น เมื่อบิต BUSY = 0 หมายถึงพร้อมที่จะให้อ่านหรือเขียนกับรีจิสเตอร์ S1 W (ADDRESS 0 C)

### 3.4 อินเทอร์เฟซ RS -232

RS-232 เป็นหนึ่งในมาตรฐานไม่กี่มาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม การสื่อสารข้อมูล ทำให้ผู้ผลิตโมเด็มสร้างโมเด็มขึ้นมาด้วยมาตรฐานเดียวกันที่จะใช้ต่อกับอุปกรณ์ ปลายทาง อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าโมเด็มนั้นจะใช้มาตรฐานนี้ทุกเครื่อง

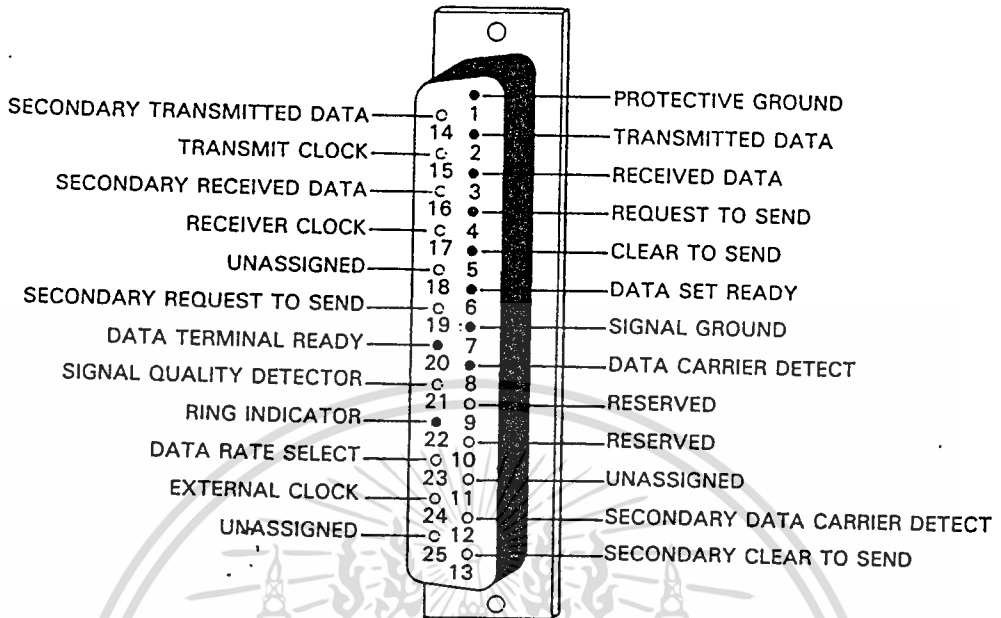
#### 3.4.1 แบบจำลองของวงจรการสื่อสารแบบ RS-232 C

ข้อกำหนดตาม RS-232 C นั้น บอกถึงการเดินสายในเคเบิลที่ต่อระหว่าง DTE กับ DCE (ตามรูป 3.6) เป็นเคเบิลที่ต่อกับปลั๊ก 25 ขา ที่เสียบเข้ากับคอนเนคเตอร์ "SERIAL PORT" ที่หลัง PC หรืออุปกรณ์ปลายทางต่าง ๆ ปลั๊กนี้มีลักษณะดังแสดงในรูป 3.7 ประการแรกข้อกำหนดกำหนดระดับ



รูป 3.6 แบบจำลองของวงจรการสื่อสารที่ใช้ RS -232 C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.7 RS -232 C Female Connector

โวลเตจ และคุณสมบัติทางไฟฟ้าอย่างอื่นของสายในเคเบิล พร้อมทั้งอธิบายหน้าที่ของมันซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป และเพื่อที่จะให้เข้าใจว่า DTE ควบคุมโมเด็มได้อย่างไร เราจำเป็นต้องเข้าใจแบบจำลอง หรือรูปแสดงแนวความคิดของตัวกลางการสื่อสารที่ใช้ในข้อกำหนด RS-232 C ด้วย แบบจำลองนี้มีดังแสดงในรูป 3.6 ต่อไปนี้ในหนังสือเล่มนี้เมื่อกล่าวถึงอุปกรณ์ที่อยู่ทางด้าน ซ้ายมือ และด้านขวามือของตัวกลางการสื่อสาร เราจะอ้างว่าเป็นอุปกรณ์ด้านตะวันตก และด้าน ตะวันออก ตามลำดับ

ตัวกลางการสื่อสาร ประกอบด้วย ช่องสัญญาณหลัก (PRIMARY CHANNEL) และ ช่องสัญญาณรอง (SECONDARY CHANNEL) ขอให้ผู้อ่านจงเข้าใจว่าช่องสัญญาณนั้นเป็นช่องทาง (PIPELINE) ที่สัญญาณไหลผ่านเท่านั้น ดังนั้นช่องสัญญาณหลักและช่องสัญญาณรองนั้นอาจจะมี อยู่ในสายคู่เดียวกัน หรือคนละคู่ก็ได้

เกี่ยวเนื่องกับช่องสัญญาณก็คือ แนวความคิดเรื่อง คลื่นพาห์ (CARRIER) คลื่นพาห์ คือ สัญญาณอนาล็อก (ปกติเป็นคลื่นรูปไซน์) ที่ความถี่ที่เหมาะสมที่จะเคลื่อนผ่านตัวกลางการสื่อสารได้

ตัวพาร์เป็นตัวบรรทุกข้อมูล ที่เรียกว่า มอดดูเลทข้อมูล เพื่อนำข้อมูลผ่านตัวกลางการสื่อสารไปสู่ จุดหมาย มีวิธีการมอดดูเลทหลายวิธี

ในแต่ละช่องสัญญาณ มีสัญญาณคลื่นพาร์ 2 สัญญาณ แต่ละสัญญาณใช้สำหรับการส่งแต่ละ ทิศทาง ถ้าคลื่นพาร์ทั้งสองสามารถใช้ได้พร้อมกัน ช่องสัญญาณก็จะเป็นชนิดฟูลดูเพล็กซ์ แต่ถ้าต้องใช้ สลับเวลากัน ช่องสัญญาณนั้นก็จะเป็นชนิด ฮาล์ฟดูเพล็กซ์

ช่องสัญญาณมีค่า ความจุ ซึ่งมีค่าเท่ากับ จำนวนบิตต่อวินาทีที่มากที่สุดที่ช่องสัญญาณยอมให้ผ่านตัวมันไปได้ ช่องสัญญาณรองไม่จำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลในทุกโมเด็ม แต่ถ้ามีอยู่แล้วค่าความจุ (ความเร็ว) ของมันจะน้อยกว่าค่าความจุของช่องสัญญาณหลัก เพราะถ้าไม่เป็นเช่นนั้นมันก็จะไม่มี แนว ความแตกต่างระหว่างช่องสัญญาณหลักกับช่องสัญญาณรอง ข้อกำหนด RS-232 C กำหนดว่ามัน ไม่สามารถจะประยุกต์ใช้ได้กับตัวกลางการสื่อสารที่มีค่าสูงกว่า 20,000 บิตต่อวินาที

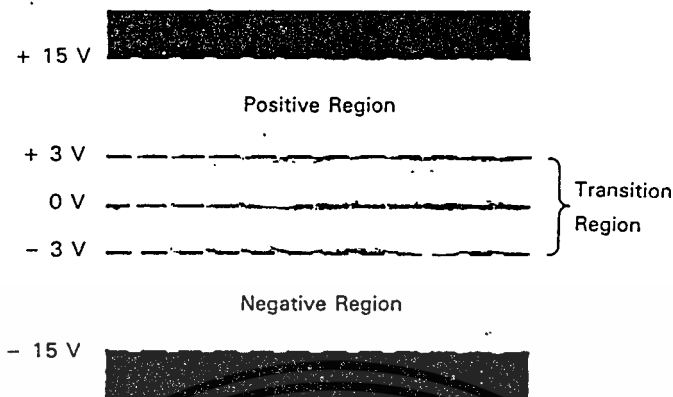
RS-232 C ปล่อยให้เลือกรูปแบบหลายอย่างไว้ให้ขึ้นกับผู้ออกแบบโมเด็มเอง เป็นต้นว่า

- ช่องสัญญาณจะเป็น ฮาล์ฟ หรือฟูลดูเพล็กซ์
- ตัวกลางการสื่อสารจะเป็นแบบสวิตซ์หรือแบบเช่าเฉพาะ
- ช่องสัญญาณจะเป็นแบบซิงโครนัสหรืออะซิงโครนัส
- ช่องสัญญาณรองจะมีหรือไม่

เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ผู้ออกแบบจะต้องการอย่างไรก็ได้ ผลก็คือ จำนวนของสายในเคเบิล RS-232 C ที่ใช้ควบคุม CDE จะถูกใช้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบ บางที่อาจจะไม่มีโมเด็มแบบหนึ่งแบบใดเลยก็ได้ที่ใช้สายครบหมดทุกสายตาม RS-232 C

### 3.42 ข้อกำหนดทางไฟฟ้า

มีรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าบนสายแต่ละสายในเคเบิล RS-232 C มากมาย แต่เพราะเราเกี่ยวข้องกับสัญญาณไบนารี ข้อจำกัดเกี่ยวกับโวลเตจจึงถูกกำหนดลงในสอง บริเวณ ดังแสดงในรูป 3.8 บริเวณบวก (POSITIVE REGION) อยู่ระหว่าง +3 โวลท์ DC ถึง +15 โวลท์ DC และบริเวณลบ (NEGATIVE REGION) อยู่ระหว่าง -3 โวลท์ DC ถึง -15 โวลท์ DC บริเวณระหว่าง -3 โวลท์ ถึง 3 โวลท์ถือเป็น บริเวณเปลี่ยนถ่ายสถานะ (TRANSITION REGION) มีข้อกำหนดให้ สัญญาณจะมีสถานะอยู่ในบริเวณนี้ได้ไม่เกิน 1 มิลลิวินาที ในบริเวณเปลี่ยนถ่ายสถานะนี้จะไม่มีการ กำหนด สถานภาพให้กับสัญญาณแต่อย่างใด



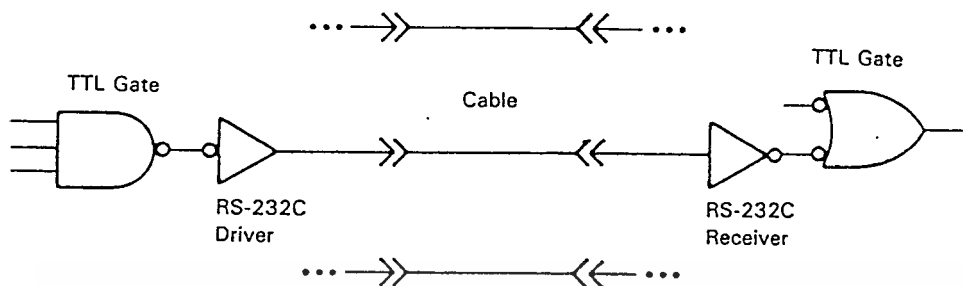
รูป 3.8 ระดับโวลเตจของสัญญาณที่ RS-232 C กำหนดใช้

บริเวณเหล่านี้ใช้เกี่ยวข้องกับสถานะไบนารีของสายสัญญาณในลักษณะที่เป็นเอกเทศ การแปลความหมายของระดับโวลเตจขึ้นอยู่กับหน้าที่ของสาย ซึ่งกำหนดแบ่งเป็นไปตามตาราง 3.3

ตาราง ที่ 3.3 หน้าที่ของสายและความหมายของโวลเตจที่กำหนดให้

WIRE FUNCTION	VOLTAGE LEVEL	
	Positive	Negative
Data	SPACE (0)	MARK (1)
Modem Control & Timing	On (asserted)	Off (negated)

เนื่องจากระดับโวลเตจดังกล่าวไม่พอเหมาะที่จะใช้ร่วมกับ TTL ดังนั้นอินเทอร์เฟซสัญญาณ RS-232 C จึงต้องการวงจรภาคขับและภาครับเป็นพิเศษดังแสดงในรูป 3.9 ภาคขับและภาครับนี้ สามารถหาได้ในรูป IC ตามท้องตลาดทั่วไป



รูป 3.9 วงจรอินเทอร์เฟซ RS-232 C

RS-232 C นั้นจำกัดค่าความจุไฟฟ้าของสายสัญญาณ (วัดเทียบกับกราวด์) อย่างมากที่สุดคือ 2500 PF สำหรับสายเคเบิลที่มีฉนวนและช่องว่างระหว่างสายอย่างสม่ำเสมอทั่วไป สายยาวประมาณ 50 ฟุต จะมีค่าความจุไฟฟ้าประมาณนั้น ดังนั้นถ้าไม่ใช่สายชนิดพิเศษแล้ว ระยะห่างมากที่สุดระหว่าง DTE และ DCE คือ 50 ฟุต หรือประมาณ 15 เมตร

### 3.43 ขาขั้วต่อ RS-232 C และหน้าที่

ตาราง 3.4 แสดงรายการขาขั้วต่อของ RS-232 C และชื่อสัญญาณที่ใช้ร่วมกับ ขาขั้วต่อนั้น คอลัมน์ขวามือสุดเป็นชื่อย่อที่ใช้เรียกขานนั้น ๆ ซึ่งให้อยู่ในหนังสือเล่มนี้ (ชื่อย่อนี้ยังไม่มี การกำหนดมาตรฐานใช้เรียกโดยสากล) ในหัวข้อนี้จะขอให้อธิบายเกี่ยวกับขาต่าง ๆ โดยจะจัดอธิบาย เป็นกลุ่มตามประเภทของสัญญาณและหน้าที่ของมันโดยย่อ

ขาที่ 1 และขาที่ 7 เป็นขากกราวด์ โดยขาที่ 1 เป็นกราวด์ของเครื่องเพื่อวัตถุประสงค์หลัก ในการป้องกันสัญญาณรบกวนโดยรอบ และลดการสอดแทรกของสัญญาณอื่นจะมีขึ้นได้ ขาที่ 7 เป็นขากกราวด์ ซึ่งใช้เพื่อต่อให้เกิดเส้นทางหรือจุดอ้างอิงร่วมกันของสัญญาณทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นข้อมูล, สัญญาณนาฬิกา หรือสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ขา 7 นั้น จำเป็นต้องต่อระหว่าง DTE และ DCE เพื่อให้เครื่องทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง การต่อกราวด์ขา 7 นี้ ควรระวังเรื่องความต่างศักย์อื่นเนื่อง มาจากความต้านทานของสายด้วย ถ้ากราวด์ไม่ดีมันก็จะเป็สาเหตุทำให้การรับข้อมูลมาตีความ ไม่ถูกต้องได้

ขาที่ 2 และขาที่ 3 เป็นขาสำหรับส่งและรับข้อมูลตามลำดับ คำว่าส่งหรือรับในที่นี้ให้ ยึดเอาตัว CPU หรือ DTE เป็นหลักกว่าเป็นผู้ส่งหรือผู้รับ ตามเกณฑ์ของ RS-232 C DTE จะส่ง ข้อมูลออกมาที่ขา 2 และรับข้อมูลจากขา 3

ขาที่ 4 และ 5 คือขา RTS และ CTS สัญญาณบนขา 4 นั้น DTE ใช้แสดงต่อ DCE เมื่อ ประสงค์จะส่งข้อมูล สัญญาณ RTS นี้เอาไว้เพื่อเปิดเครื่องโมเด็ม DTE จะไม่ส่งข้อมูลจนกระทั่งได้รับ สัญญาณ CTS บนขา 5 จาก DCE ซึ่ง CTS เป็นสัญญาณตอบรับจาก DCE ว่าตัว DCE นั้นพร้อมในการ สื่อสารแล้ว ในกรณีที่ DCE มีความพร้อม และเตรียมคลื่นพาห์ที่จะใช้ในการส่งข้อมูลอยู่แล้วก็ไม่มีความจำเป็นจะต้องหน่วงเวลาระหว่าง RTS และ CTS

ขาที่ 6 และ 20 เป็นขา DSR และ DTR สัญญาณ DSR นั้น DCE ใช้แจ้ง DTE ให้รู้ว่า โมเด็มได้เปิดเครื่องรออยู่แล้ว และก็ไม่ได้ปฏิบัติตัวอยู่ในโหมดทดลอง (TEST MODE) กล่าวคือ ชุดสื่อสาร (COMMUNICATION SET) นั้นเตรียมพร้อมอยู่แล้ว สัญญาณ DTR นั้นใช้เพื่อ DTE แจ้ง DCE ในการพร้อมที่จะตอบรับการสื่อสารที่จะมีผ่านโมเด็มเข้ามาแล้ว

Pin	Signal Name	Direction		Abbreviation
		DTE	DCE	
1	PROTECTIVE (FRAME) GROUND			
2	TRANSMIT DATA	→		XMT
3	RECEIVE		←	RCV
4	REQUEST TO SEND	→		RTS
5	CLEAR TO SEND		←	CTS
6	DATA SET READY	→		DSR
7	SIGNAL GROUND (COMMON RETURN)			GRD
8	CARRIER DETECT		←	CAR_DET
9	-			
10	-			
11	-			
12	SECONDARY CARRIER DETECT		←	SEC_CAR_DET
13	SECONDARY CLEAR TO SEND		←	SEC_CTS
14	SECONDARY TRANSMIT DATA	→		SEC_XMT
15	TRANSMIT CLOCK (DCE SOURCE)	→		XMT_CLK
16	SECONDARY RECEIVE DATA		←	SEC_RCV
17	RECEIVE CLOCK		←	RCV_CLK
18	-			
19	SECONDARY REQUEST TO SEND	→		SEC_RTS
20	DATA TERMINAL READY	→		DTR
21	SIGNAL QUALITY DETECTOR		←	SQD
22	RING INDICATOR		←	RI
23	DATA RATE SELECTOR	→		DR_SEL
24	TRANSMIT CLOCK (DTE SOURCE)	→		XMT_CLK
25	-			

ตาราง 3.4 การกำหนดขาของขั้วต่อ RS-232 C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาที่ 8 เป็นขาที่ใช้ในการตรวจจับการรับสัญญาณจากสาย บางครั้งอาจเรียกว่า DATA CARRIER DETECT แทนคำว่า CARRIER DETECT ที่ใช้ในตาราง 4 MODEM จะทำการยืนยันด้วยสัญญาณ CAR-DET ในเมื่อมันได้รับสัญญาณคลื่นพาหะที่มีระดับพอเพียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในกรับส่งข้อมูล DTE ส่วนใหญ่ต้องการสัญญาณนี้ ก่อนที่จะมีการยอมส่งหรือรับข้อมูล และด้วยเหตุนี้เอง ในการส่งข้อมูล ที่ไม่ผ่านโมเด็ม (การส่งข้อมูลโดยตรงระหว่าง DTE ต่อ DTE) ขาที่ 8 นั้นปกติจะถูกต่อโดยตรง กับขาที่ 20

ขาที่ 22 เป็นขา RI (RING INDICATOR) สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่ DCE บอก DTE ว่า มีการเรียกโทรศัพท์เข้ามาตามสายปกติ โมเด็มจะถูกออกแบบให้เสมือนต่อโดยตรงอยู่กับสายโทรศัพท์ ในกรณีที่โมเด็มเป็นแบบตอบรับอัตโนมัติ โมเด็มจะมีความสามารถในการตรวจรับ สัญญาณเรียกเข้ามาทางโทรศัพท์ได้ และจะส่งสัญญาณ RI สู่ DTE ในขณะที่มีสัญญาณเรียก (RINGING TONE) เข้ามา และโมเด็มจะทำการตอบรับโดยการจัดวงจรเสมือนมีการยกหูโทรศัพท์รับ เมื่อได้คำสั่งจาก DTE ซึ่งปกติ DTE จะสั่งให้โมเด็มตอบรับกำจัดเสียงรบกวนนั้นโดยใช้สัญญาณ DTR ส่งผ่านขาที่ 20 ปกติสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์เล็ก ๆ ตามท้องตลาด มักจะเกี่ยวข้ออยู่กับขาข้อต่อ 10 ขา ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นสำคัญ ขาอื่น ๆ นั้นจะมีความสำคัญรองลงไป

ขาที่ 15, 17, 21 และ 24 นั้นจะใช้เมื่อโมเด็มทำงานส่งแบบซิงโครนัส เพราะโมเด็ม ทางด้านส่งจะต้องส่งข้อมูลบางอย่าง (0 หรือ 1) ที่แต่ละช่วงเวลาบิต (BIT TIME) โมเด็มจะควบคุม จังหวะสัญญาณนาฬิกาจาก DTE และในทำนองเดียวกัน โมเด็มที่ทำหน้าที่รับก็จะต้องส่งบิตข้อมูลและ จังหวะสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมมาด้วยกันออกมาด้วย ขาที่ 15 และขาที่ 17 จะใช้ส่งของความต้องการเหล่านี้ และในกรณีที่สัญญาณควบคุมไม่ได้เกิดจากโมเด็มทางด้านเครื่องส่ง เช่น ในกรณีที่มีการมัลติเพล็กซ์รวมกับ สถานีอื่น จะใช้การควบคุมผ่านขาที่ 24 และสำหรับขาที่ 21 นั้น จะใช้เพื่อแสดงว่าคลื่นพาหะที่รับเข้ามานั้น มีคุณสมบัติเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว

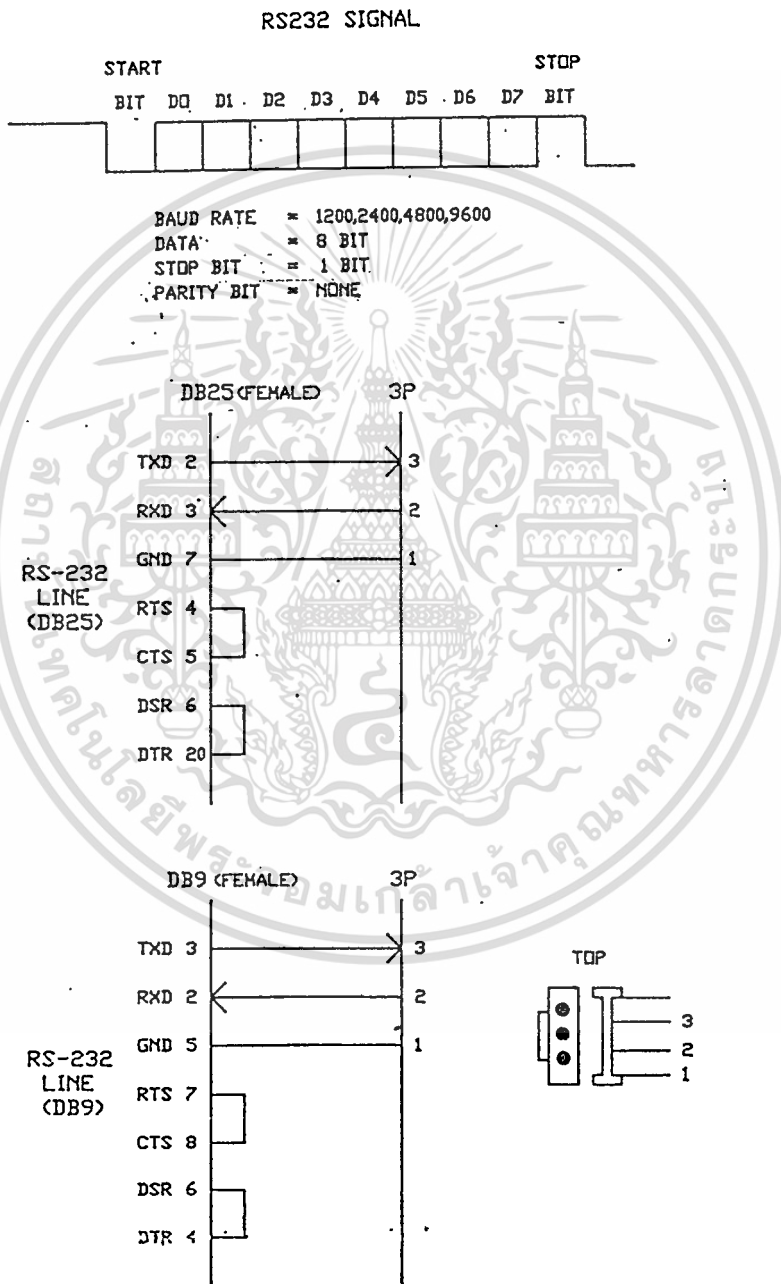
ขาที่ 23 ใช้เพื่อส่งสัญญาณเลือกอัตราการส่งสัญญาณข้อมูล ในกรณีที่โมเด็มเป็นแบบชนิดที่สามารถเปลี่ยนอัตราส่งข้อมูลได้ จะใช้ขาที่ 23 นี้เป็นตัวคอยควบคุม อัตราการส่งข้อมูลที่ใช้นั้นปกติ โมเด็ม ทางด้านส่งจะเป็นตัวเลือกอัตราการส่งข้อมูลนี้ และจะแจ้งให้ทั้ง DTE ด้านส่ง และโมเด็มด้านรับ ใ้บอก DTE ด้านรับอีกต่อหนึ่ง

ขาที่ 12, 13, 14, 16 และ 19 เป็นขาสัญญาณที่ใช้กับช่องสัญญาณรอง โมเด็มบางเครื่อง จะมีช่องสัญญาณใช้สองช่องคือ ช่องสัญญาณหลักและช่องสัญญาณรอง ขาสัญญาณทั้ง 5 ของช่องสัญญาณรองนั้น มีหน้าที่เหมือนกับหน้าที่ทางช่องสัญญาณหลัก ต่างกันแต่ว่าอัตราการส่งสัญญาณทางช่องสัญญาณรองนั้น ปกติ มันจะช้ากว่าอัตราการส่งของช่องสัญญาณหลัก และช่องสัญญาณรอง

นั่นจะมีทิศทางการส่งสัญญาณสวนกันกับ ทิศทางของช่องสัญญาณหลัก เกี่ยวกับช่องสัญญาณรอง  
นี่จะมีกล่าวถึงต่อไป

ลักษณะของข้อมูลี่ส่งผ่านอินเตอร์เฟส RS-232C นั้น เป็นการส่งแบบลำดับ อาจจะเป็นแบบ  
อะซิงโครนัส หรือแบบซิงโครนัสก็ได้ ขึ้นอยู่กับ DTE

สำหรับในโครงการนี้ ใช้การส่งข้อมูล โดยใช้ การเขียนโปรแกรมส่งผ่าน IC เบอร์ 8255 และ  
ใช้ IC เบอร์ MAX 232 เพิ่มระดับแรงดัน ให้ได้ตามข้อกำหนด การต่อสายทำได้ดังรูป 3.10



รูป 3.10 การเชื่อมโยงสาย RS 232 ในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 DOT MATRIX LCD MODULE

เราพอจะแบ่ง DOT MATRIX LCD MODULE นี้ออกได้เป็นพวก ๆ ดังนี้

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

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ แบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเอง กับแสงก็คือ ส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลึก
2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมขับผลึก LCD อีกทีหนึ่งโดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD MODULE เช่น HD44100H, MSM5259
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่าง ๆ เช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร เป็นต้น โดยมีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD44780 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่ เบอร์ IC HD61830 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODULE

ในการศึกษาการทำงานและใช้งาน LCD MODULE นั้นไม่ใช่เรื่องยากเลยถ้าเรา สามารถทำความเข้าใจในส่วนของ CONTROLLER ได้ก็เพียงพอแล้ว และโดยมาก LCD MODULE ในแต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัว CONTROLLER ที่มีหลักการทำงานเหมือน ๆ กันเป็น ส่วนใหญ่ และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัดก็มีหลักการทำงาน แบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น CONTROLLER LCD ก็คือ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้เป็นมาตรฐานให้กับ CONTROLLER LCD ตัวอื่น ๆ ด้วย

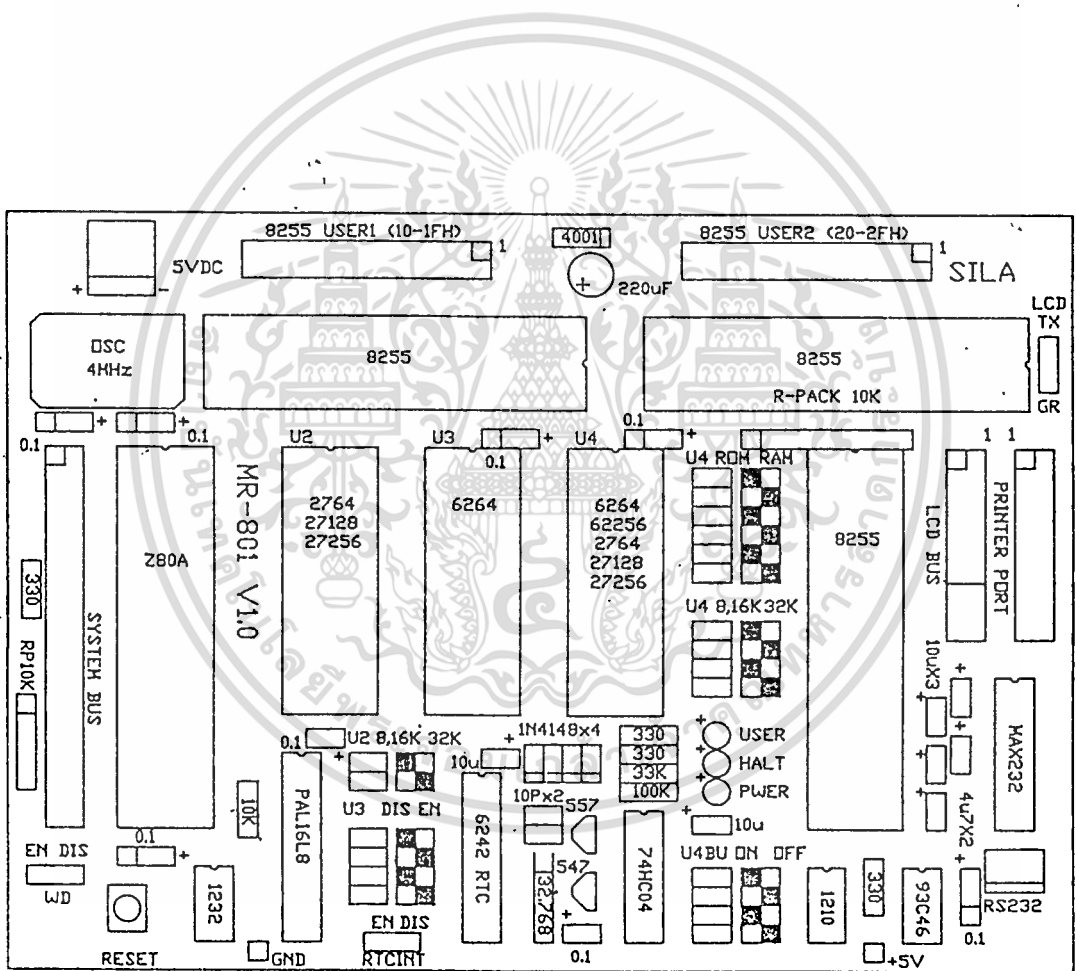
HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตัวมันเองสามารถต่อใช้งานแบบ 4 BIT หรือ 8 BIT ก็ได้ โดยถ้า เราต่อแบบ 4 BIT จะต่อใช้งานที่ DB7-DB4

รายละเอียดของคำสั่งควบคุม DOT MATRIX LCD MODULE ดูได้จาก ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 หน่วยควบคุมและประมวลผล

เนื่องจากโครงการนี้ต้องการที่จะนำ ไมโครโปรเซสเซอร์มาช่วยในการบันทึกผล ซึ่งไม่ต้องการความเร็วในการประมวลผลมากนัก โครงการนี้จึงได้เลือก บอร์ดควบคุม MR 801 ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งครอบคลุมความต้องการของโครงการ อีกทั้งเป็นการประหยัดกว่าการจัดทำขึ้นใหม่ สำหรับรายละเอียดต่าง ๆ ของบอร์ด แสดงไว้ที่ ภาค ผนวก



รูป ที่ 3.10 แสดง บอร์ด MR 801

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### แนวทางการออกแบบและการทำงาน

แนวความคิดนำไมโครโปรเซสเซอร์มาช่วยในการวัดระดับสัญญาณเสียง เกิดจากปัญหาในการวัดระดับสัญญาณเสียงรบกวนที่ต้องการหาค่าแบบเฉลี่ย ซึ่งต้องสุ่มวัดระดับสัญญาณเสียงกันอย่างต่อเนื่อง ทำให้เจ้าหน้าที่ผู้วัดต้องเฝ้ารอวัดกัน ทำให้ต้องเสียเวลาและเป็นการยุ่งยากเมื่อต้องวัดต่อเนื่องข้ามวันข้ามคืน ในการสร้างเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงในโครงการแบ่งส่วนการงานได้เป็นสองส่วนคือส่วนภาครับสัญญาณเสียง และส่วนภาคควบคุมการทำงาน ดังรูปที่ 4.1

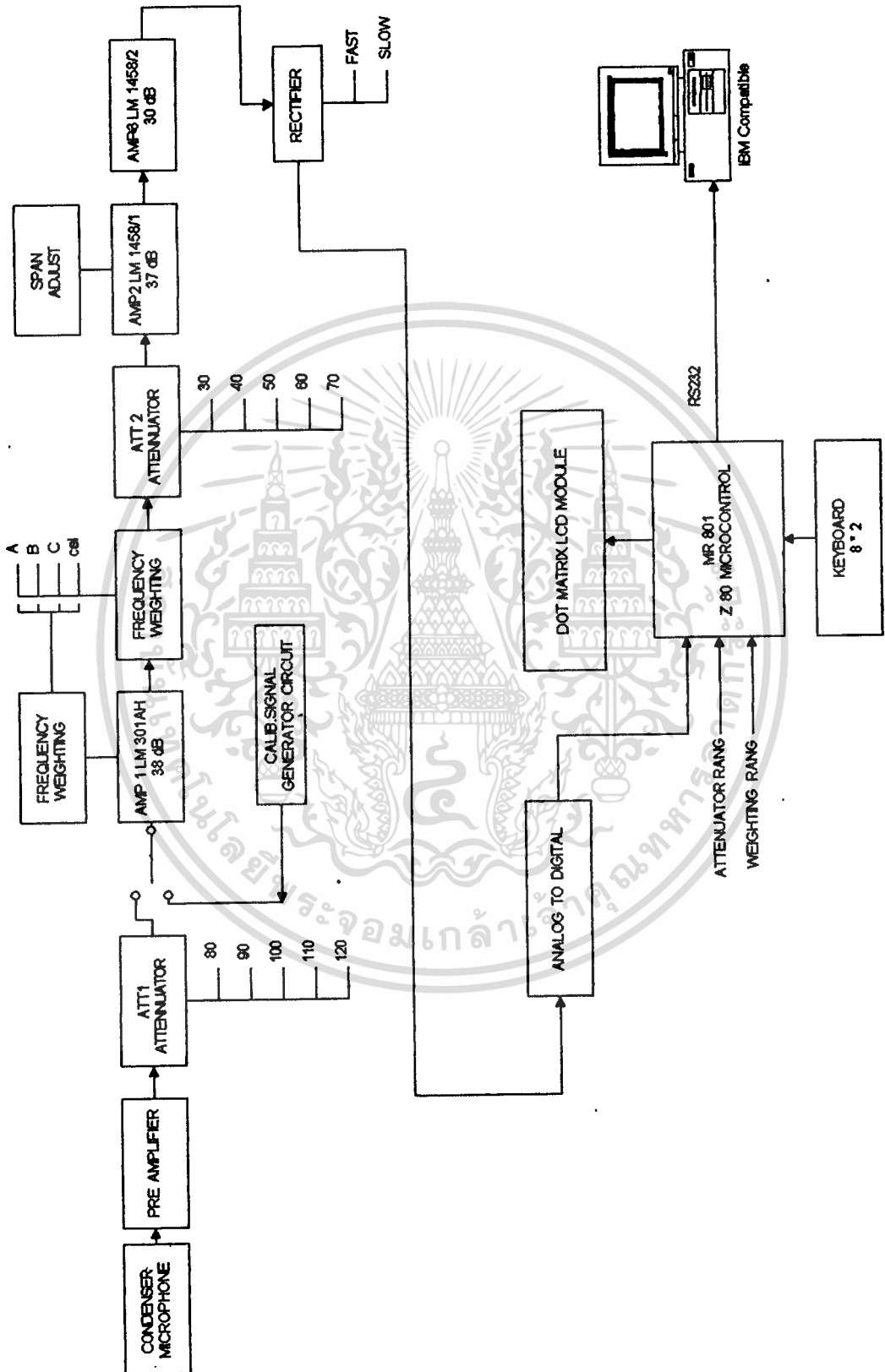
#### แนวทางการออกแบบ

ในการออกแบบเราต้องกำหนดคุณสมบัติของเครื่องตามความต้องการเพื่อกำหนดขอบเขตของงานให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ทำงาน

#### คุณสมบัติ

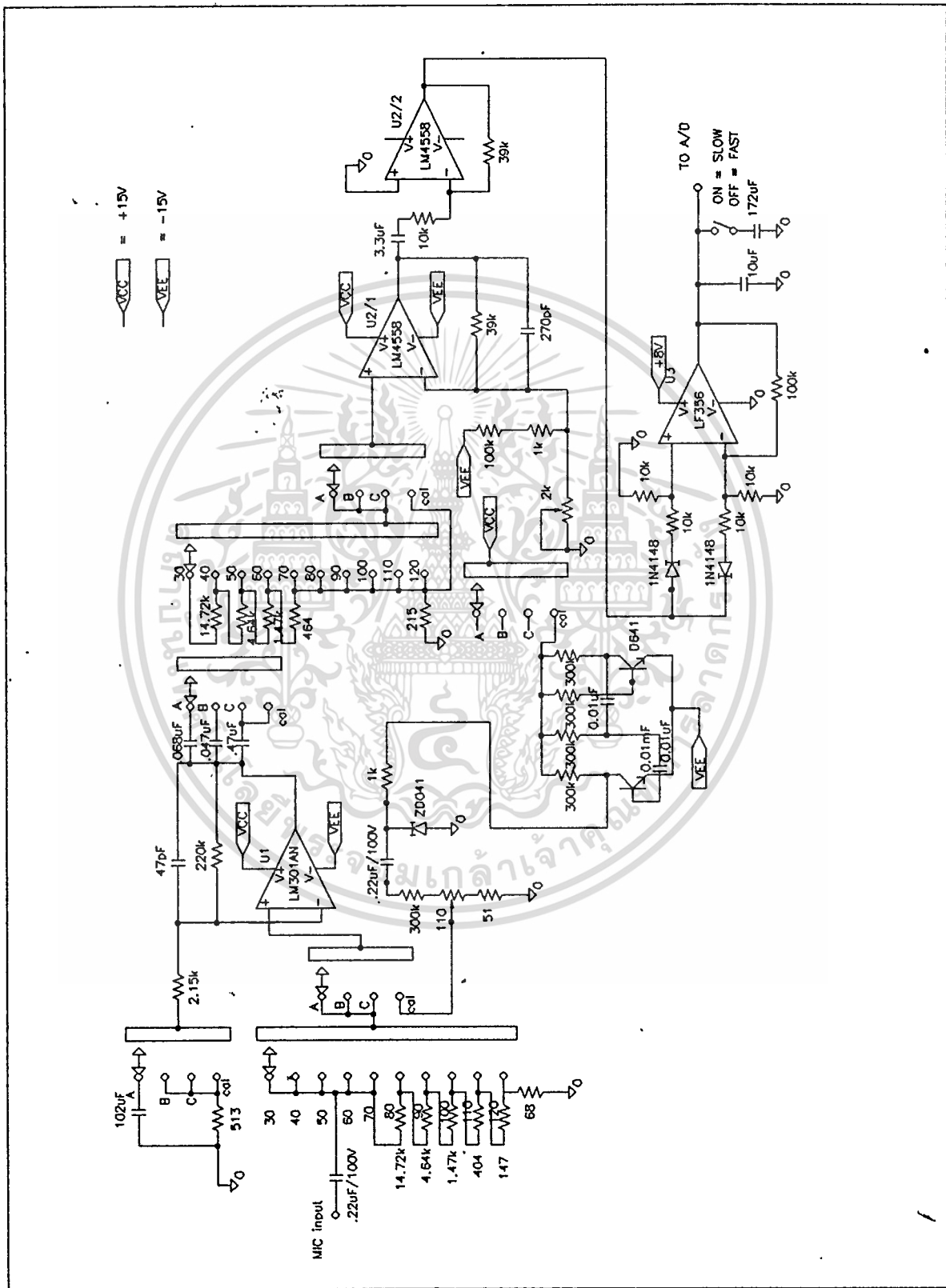
- แสดงผลการวัดมีหน่วยเป็น dBA dBB dBC ตามย่านการวัด โดยอ่านผลการวัดได้โดยตรง ไม่ต้องบวกกับค่าการลดทอนสัญญาณเสียง
- สามารถวัดระดับสัญญาณเสียงตามเวลาขณะปัจจุบันได้
- สามารถตั้งเวลาการวัดล่วงหน้า โดยกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการวัดตามความต้องการของผู้ใช้
- ขณะการวัดระดับสัญญาณเสียงจะแสดงเวลาขณะที่วัดและย่านการวัด
- สามารถส่งข้อมูลผลการวัดระดับสัญญาณเสียง นำไปเก็บบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ โดยข้อมูลผลของการวัดจะประกอบด้วย เวลาที่เริ่มต้นวัด ,เวลาที่สิ้นสุดในการวัด ,ช่วงระยะห่างในการวัดผลของการวัดระดับสัญญาณเสียง โดยจะแสดงเวลาขณะที่วัดด้วย และย่านที่ใช้ในการ WEIGHTING (A,B,C)
- สามารถแสดงผลการวัดอย่างคร่าว ๆ บนตัวเครื่องเอง โดยจะแสดงเพียงผลการวัดระดับสัญญาณเสียง และย่านในการ WEIGHTING (A,B,C)
- สามารถตั้งเวลา ให้กับ RTC ซึ่งเป็น ฐานเวลาให้กับเครื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงวงจรภาครับระดับสัญญาณเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

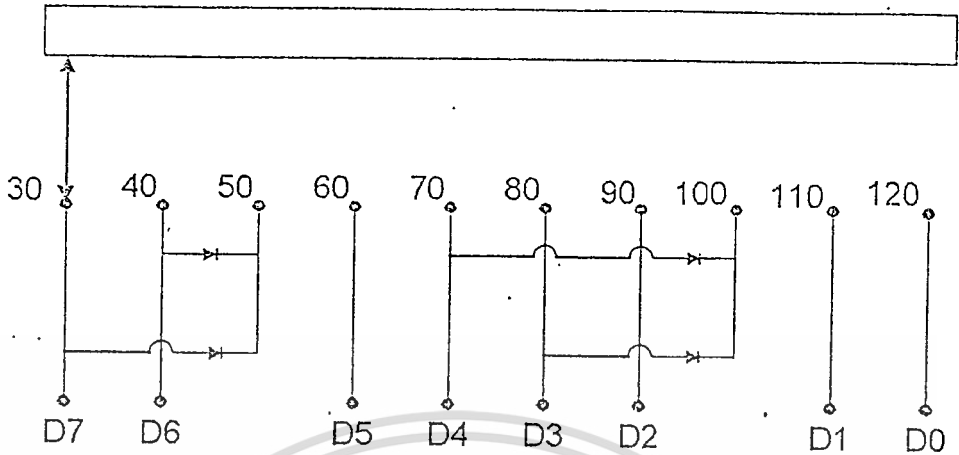
## 4.1 ส่วนภาครับสัญญาณเสียง

### 4.11 อัตราการขยายแรงดันและการลดทอนระดับสัญญาณเสียง

แนวคิดในการกำหนดอัตราการขยาย ในขั้นแรกเราจะกำหนดส่วนแสดงผลว่า มีย่านการวัด  $1\mu\text{bar}$  สูงสุดเท่ากับ 10 dB ซึ่งจะอธิบายวิธีการสร้างในภายหลัง เนื่องจาก ตามปกติทั่วไป ความไวของ CONDENSER MICROPHONE ต่อกำลังอัดของคลื่นเสียง  $1\mu\text{bar}$  จะอยู่ในย่าน - 0 ถึง -125 dBV/ $\mu\text{bar}$  เมื่อคิดแปลงหน่วยมาเป็นแรงดันจะได้ เท่ากับ 3.16mV ถึง 0.5623uV การที่ CONDENSER MICROPHONE บอกคุณสมบัติว่ามีความไวเป็น - 54 dBV/ $\mu\text{bar}$  แสดงว่า ที่ระดับดันเสียง  $1\mu\text{bar}$  OUTPUT ของ CONDENSER MICROPHONE มีค่าเท่ากับ - 54 dBV จากสูตรการหา dB SPL

$$\text{dB SPL} = 20 \log P/0.002\mu\text{bar}$$

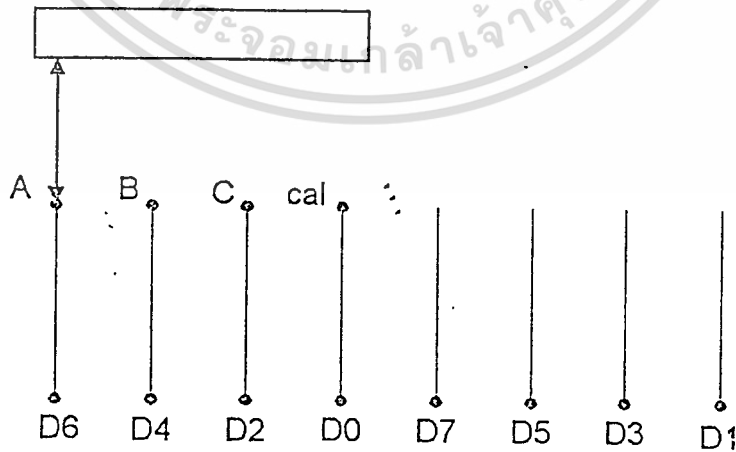
เมื่อนำค่า  $1\mu\text{bar}$  มาแปลงเป็น dB SPL จะได้เท่ากับ 54 dB SPL ถ้าเราเลือก CONDENSER MICROPHONE ที่มีคุณสมบัติมีความไวเท่ากับ - 54 dBV/ $\mu\text{bar}$  ที่ระดับสัญญาณเสียง  $1\mu\text{bar}$  หรือ 50 dB SPL จะเห็นเราต้องสร้างวงจรขยายที่มี อัตราการขยายเท่ากับ 108 เท่า จึงจะทำให้ได้ สัญญาณ OUTPUT 54 dB ซึ่งจากการกำหนดในตอนแรกว่าจะสร้างมิเตอร์ ในย่านวัดสูงสุด ได้ไม่เกิน 10 dB ดังนั้นเราต้องลดทอนระดับสัญญาณ 50 dB เพื่อที่จะทำให้มิเตอร์แสดงผลค่าได้ไม่เกิน ย่านการวัด ซึ่งเมื่อลดทอนระดับสัญญาณ แล้วมิเตอร์ที่ระดับ 4 dB ดังนั้นการอ่านค่าผลการวัดจึงเท่ากับ การอ่านค่าที่มิเตอร์บวกกับค่าการลดทอนของระดับสัญญาณ สำหรับการวัดระดับเสียงในระดับ 64 dB SPL โดยในช่วงจรชุดเดิมโดยมีการลดทอนสัญญาณ 50 dB จะเห็นว่า เมื่อสัญญาณถูกขยาย 108 dB จะได้ OUTPUT 14 dB ซึ่งจะเกินย่านการวัด ดังนั้นจะต้องมีวงจรลดทอนสัญญาณทุกย่านการวัด ตามรูปที่ 4.2 ในการต่อวงจรส่วนภาควัดระดับสัญญาณเข้ากับส่วนภาคควบคุมการทำงาน ยังมีส่วนที่ต้องเพิ่มเติมคือชุดสวิทซ์ที่ทำงานพร้อมกันไปด้วย การเลือกย่านการลดทอนสัญญาณ เพื่อที่จะบอก ตำแหน่งย่านการวัดให้กับ ส่วนภาคควบคุมการทำงาน ในโครงการนี้ต้องการให้มิเตอร์แสดงผลการวัดแบบอ่านได้เลย ไม่ต้องนำผลที่แสดงบนมิเตอร์ไปบวกกับย่านการลดทอนระดับสัญญาณอีก การต่อสวิทซ์เข้ากับ ส่วนภาคควบคุมการทำงาน แสดงไว้ตามรูป 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงการวงจรเชื่อมต่อสวิทซ์การลดทอนระดับสัญญาณเข้ากับภาคส่วนควบคุม

4.12 การต่อส่วนวงจร WEIGHTING A, B, C เข้ากับ ส่วนภาคควบคุมการทำงาน

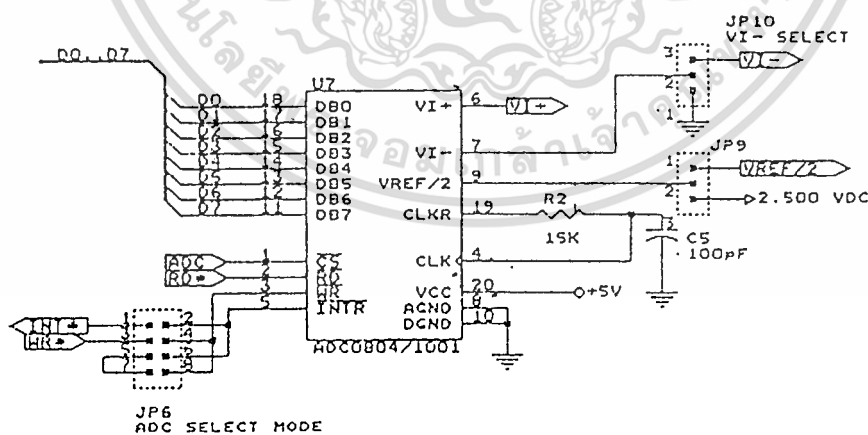
ในการวัดระดับสัญญาณเสียง จำเป็นต้อง WEIGHTING ระดับสัญญาณ ให้เหมาะสมกับระดับความดังของสัญญาณคลื่นเสียง เนื่องจากหูคนตอบสนองความถี่ในระดับความดังต่างๆกันของสัญญาณคลื่นเสียง ในแต่ละระดับความดังของสัญญาณคลื่นเสียงจะตอบสนองความถี่ไม่เหมือนกัน ดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 1 สำหรับในโครงการจำเป็นต้องเพิ่ม สวิทซ์อีกหนึ่งชุดโดยทำงานพร้อมกันกับการเลือก การ WEIGHTING เพื่อที่จะบอกให้ ส่วนภาคควบคุมการทำงานรู้ว่าการ WEIGHTING ทำงาน ที่ตำแหน่งไหน การต่อสวิทซ์การ WEIGHTING เข้ากับส่วนควบคุมแสดงตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการเชื่อมต่อสวิทซ์ WEIGHTING เข้ากับ ภาควงจรส่วนควบคุม

#### 4.13 การทำงานวงจรภาครับระดับสัญญาณเสียง

จาก วงจรตามรูปที่ 4.2 CONDENSER MICROPHONE จะรับระดับสัญญาณเสียงในรูปความกดดันบรรยากาศและแปลงเป็นสัญญาณเสียงในรูปสัญญาณไฟฟ้า และขยายระดับสัญญาณด้วย PRE AMPLIFIER โดยทั่วไปจะอยู่ประมาณ -50 dBV ถึง -110 dBV /1ubar สัญญาณ เสียงจะถูกส่งต่อไปที่ วงจร ลดทอนสัญญาณ ชุดแรก จะทำร่วมกันกับ วงจรลดทอนสัญญาณชุดที่สอง โดยชุดแรกจะเริ่มลดทอนสัญญาณเสียงเมื่อปรับย่านการลดทอนสัญญาณเสียงในตำแหน่ง ย่าน 80 ถึง 120 dB ส่วนในการปรับย่าน 30 ถึง 70 dB จะไม่มีผลในการลดทอน สัญญาณเสียงจะถูกส่งผ่านไปยัง วงจรขยายภาคที่หนึ่ง ที่มี IC LM 301AH มีอัตราขยาย 38 dB วงจรชุดนี้จะประกอบด้วยภาค WEIGHTING โดยสามารถเลือกย่านการ WEIGHTING A ,B ,C ได้โดยสวิทช์เลือกสามตัวที่ทำงานพร้อมกัน สัญญาณเสียงจะถูกส่งต่อไปยังภาคลดทอนสัญญาณ ชุดที่สอง ที่ทำหน้าที่ลดทอนสัญญาณทุกย่านการเลือก กล่าวคือ ในการเลือกย่านตำแหน่งลดทอน 30 dB จะลดทอน 30 dB และลดทอนเพิ่มขึ้นตามการเลือกขึ้นละ 10 dB จนถึงย่านตำแหน่ง 70 dB จะลดทอนเท่ากับ 70 dB เมื่อปรับเลือกย่านการลดทอนสูงขึ้นไปอีก ตั้งแต่ 80 dB ถึง 120 dB ก็ลดทอนคงที่ ที่ค่า 70 dB สัญญาณเสียงจะถูกส่งต่อไปยัง วงจรขยายภาคที่สอง ที่มี IC LM 1458 ซึ่งเป็น IC ที่มี OP AMP ในตัว 2 ตัว ตัวแรกมีอัตราขยาย เท่ากับ 24 ถึง 33 dB ขึ้นอยู่กับการปรับ SPAN ส่วน OP AMP ตัวที่สองจะมีอัตราขยาย เท่ากับ 30 dB จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งต่อไปยัง วงจรแปลงสัญญาณเสียงเป็น สัญญาณ RMS และจะได้ OUTPUT ส่งไปภาคส่วนควบคุม



รูปที่ 4.5 วงจร ANALOG TO DIGITAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 วงจร ANALOG TO DIGITAL จะรับสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูป RMS มาแปลงให้อยู่ในรูปของ DIGITAL และ ส่วนควบคุมจะอ่านนำเพื่อมาแสดงผลการวัดต่อไป

#### 4.2 ส่วนควบคุมการทำงาน

มีหน้าที่การทำงาน มิเตอร์ตัวหนึ่งที่สามารถทำงาน ตามที่เรากำหนดให้ทำตามคุณสมบัติที่กล่าวไปแล้ว โดยมีส่วนประกอบในการทำงาน ตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงานแสดงไว้ในภาคผนวก

##### 4.21 การใช้งาน

การใช้งานเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง เครื่องจะรอให้กดปุ่มสั่งงาน ซึ่งขณะนี้จะอยู่ในโหมดหลัก ปุ่มสั่งงานต่าง ๆ มีหน้าที่ดังนี้

- ปุ่ม PGM เป็นการเลือกเข้าสู่โหมดการวัดระดับสัญญาณเสียงแบบตั้งเวลาการวัดล่วงหน้า โดยจะกล่าวต่อไป
- ปุ่ม REAL เป็นการเลือกในการวัดระดับสัญญาณเสียงตามเวลาขณะปัจจุบัน เมื่อต้องการกลับโหมดหลักให้กดปุ่ม STOP/RETURN
- ปุ่ม SETTIME ใช้ในการตั้งเวลา, วันเดือนปี ให้เครื่องตรงตามเวลาที่เป็นจริง โดยจะกล่าวต่อไป
- ปุ่ม TO PC เป็นการส่งข้อมูลผลของการวัดระดับสัญญาณเสียงไปเก็บบน คอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคล เมื่อส่งข้อมูลครบจะกลับเข้าสู่โหมดหลักโดยอัตโนมัติ
- ปุ่ม RD/SHIFT เมื่อกดเริ่มการทำงานจากโหมดหลักจะทำงานในโหมด การอ่านผลการวัด ใช้ในการดูข้อมูลผลการวัดอย่างคร่าว ๆ โดยการทำงานร่วมกับปุ่ม INC และ DEC เมื่อต้องการกลับสู่โหมดหลักให้กดปุ่ม STOP/ENTER แต่ถ้ากดเมื่ออยู่ในโหมด PGM หรือ SET TIME
- ปุ่ม DISP /SHIFT จะทำหน้าที่เป็นการเลื่อนตำแหน่งการจัดตั้งค่า
- ปุ่ม INC และ DEC ใช้ในการเพิ่มค่าและลดค่าในการจัดตั้งค่า
- ปุ่ม STOP/ENTER ใช้ในการสั่งหยุดทำงานหรือตกลงการทำงาน
- ปุ่ม SET TIME ใช้ในการตั้งเวลา ซึ่งเป็นฐานเวลาจริงในตัวเครื่อง เมื่อเข้าสู่โหมด SET TIME จะมีปุ่มใช้งานรวมอยู่ 4 ปุ่ม ปุ่ม RD/SHIFT จะทำหน้าที่เลื่อนตำแหน่งการจัดตั้ง โดยจะมีลูกศรชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอกตำแหน่ง เมื่อ ต้องการเพิ่มค่าให้กดเป็น INC หากต้องการลดค่าให้กดปุ่ม DEC เมื่อจัดตั้งเสร็จ ให้กดปุ่ม STOP/ENTER

### การทำงานในโหมด PGM

เมื่อเข้าสู่โหมด PGM ผู้ใช้สามารถตั้งช่วงระยะเวลาในการวัด โดยมีช่วง 1-6 นาที โดยระยะห่างในการวัดจะส่งผลในการกำหนดอันสูงสุดในการวัด กล่าวคือ

- ถ้าตั้งระยะห่างการวัดเป็น 1 นาที จะใช้วัดได้สูงสุด 20 วัน
- ถ้าตั้งระยะห่างการวัดเป็น 2 นาที จะใช้วัดได้สูงสุด 40 วัน
- ถ้าตั้งระยะห่างการวัดเป็น 3 นาที จะใช้วัดได้สูงสุด 60 วัน
- ถ้าตั้งระยะห่างการวัดเป็น 4-6 นาที จะใช้วัดได้สูงสุด 90 วัน

เมื่อจัดตั้งระยะห่างในการวัดเสร็จกดปุ่ม ENTER จะเข้าสู่การตั้งเวลาเริ่มต้น การวัดในการจัดการตั้งเสร็จ จะทำเหมือน การ SET TIME เมื่อจัดตั้งเสร็จกดปุ่ม ENTER จะเข้าสู่การตั้งวันสูงสุดในการวัด การจัดตั้งใช้ปุ่ม INC และ DEC เช่นกัน เมื่อจัดตั้งจำนวนวันในการวัดเสร็จ กดปุ่ม ENTER จะเข้าสู่การจัดตั้งเวลาสิ้นสุดการในการทำงาน การจัดตั้งทำเหมือนการตั้ง SET TIME จัดตั้งเวลาสิ้นสุดเสร็จกดปุ่ม ENTER จะอยู่ในโหมด ADJ RANG ซึ่งใช้เพื่อตั้งย่านการวัด (WEIGHTING A, B, C) โดยการหมุน SELECTOR ตามต้องการ และปรับค่า ATTENUATION อยู่ในช่วงเหมาะสมในการวัด กล่าวคือ ผลการวัดจะต้องช่วงที่ไม่เป็น LOW หรือ OVER เมื่อจัดตั้งเสร็จกดปุ่ม ENTER โปรแกรมจะรอทำงานตามคำสั่งที่เราตั้งไว้ แต่ในกรณีต้องการแก้ไขให้กดปุ่ม STOP/ENTER อีกครั้งก็จะกลับเข้าสู่โหมดหลัก

PGM	REAL	SETTIME	TO PC
RD/SHIFT	INC	DEC	STOP/ENTER

รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่งปุ่มควบคุมการทำงาน

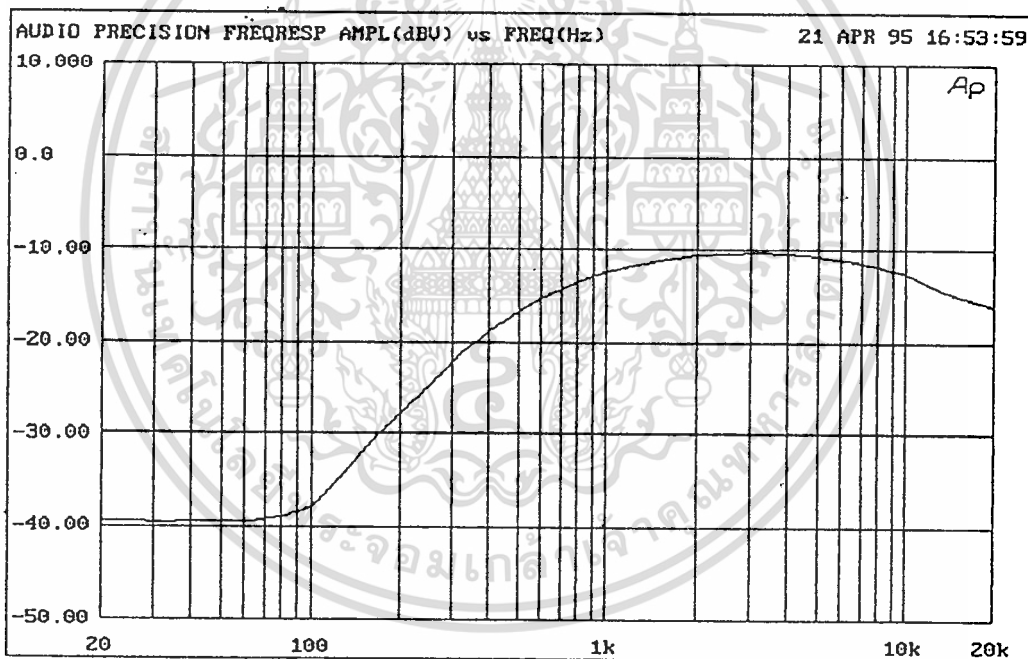
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5 ผลการทดลอง

ผลอัตราขยายและการตอบสนองความถี่

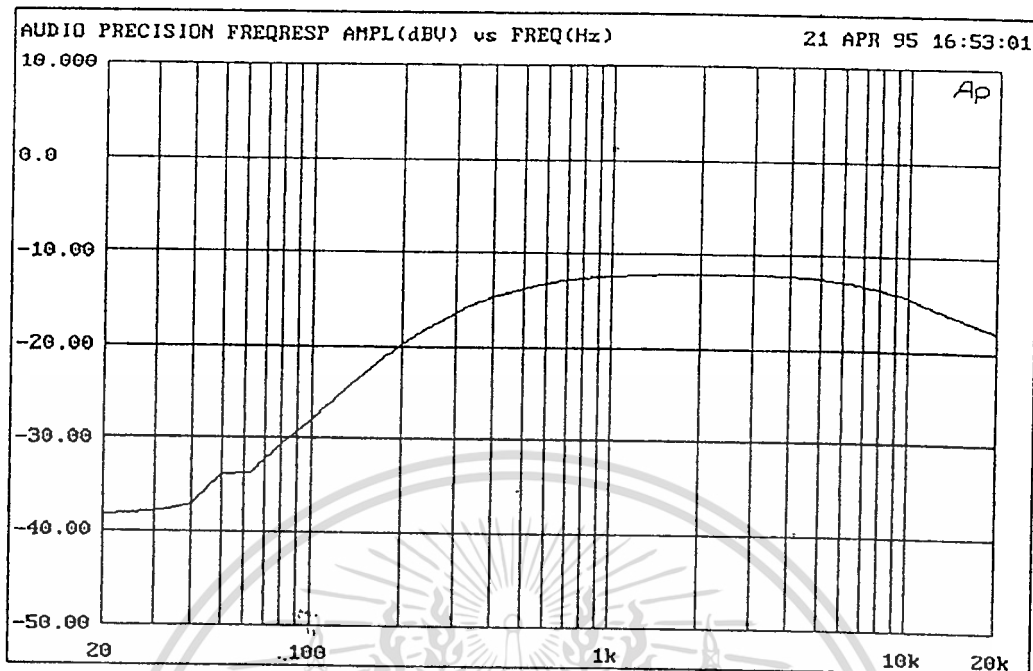
จากการทดลองวัดอัตราขยายสัญญาณ โดยการป้อนสัญญาณ SIN ความถี่ 1kHz ป้อนแรงดัน INPUT โดยที่ OUTPUT ไม่ถูกตัดยอด

- ภาค IC 301AH สามารถ รับสัญญาณ INPUT ได้สูงสุด 150 mV วัดสัญญาณ OUTPUT ได้ 14 V p-p ซึ่งจะได้อัตราขยาย ประมาณ 39 dB วงจรนี้ประกอบด้วย วงจร WEIGHTING A , B , C ซึ่งมีผลการตอบสนองความถี่ตามรูป 5.1

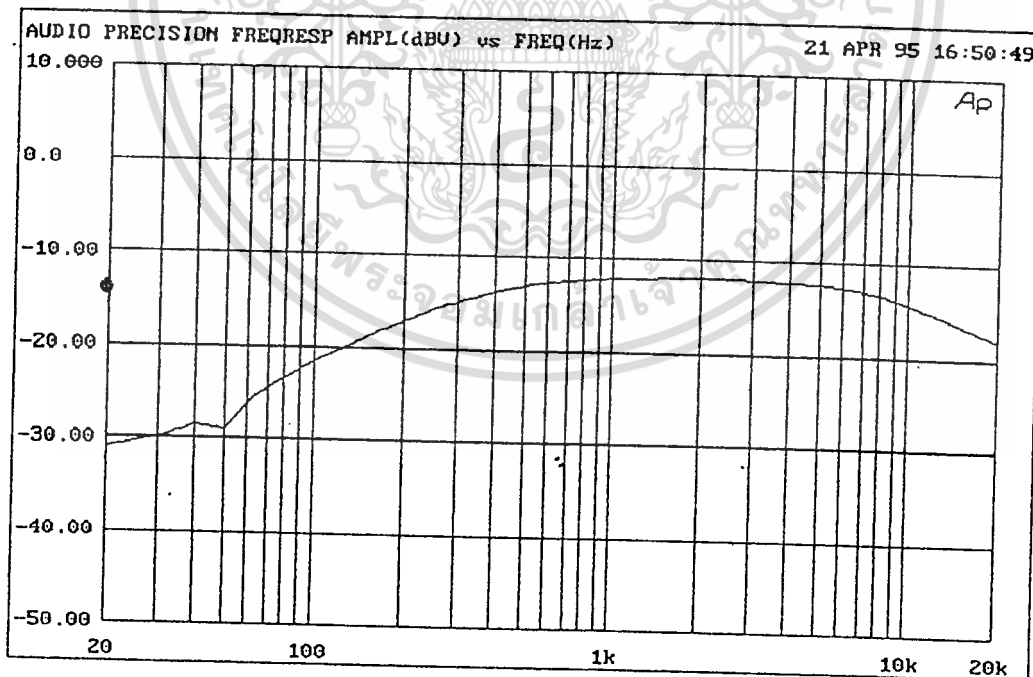


รูป 5.1 ( ก ) แสดงผลการตอบสนองความถี่ ในการ เลือก WEIGHTING A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



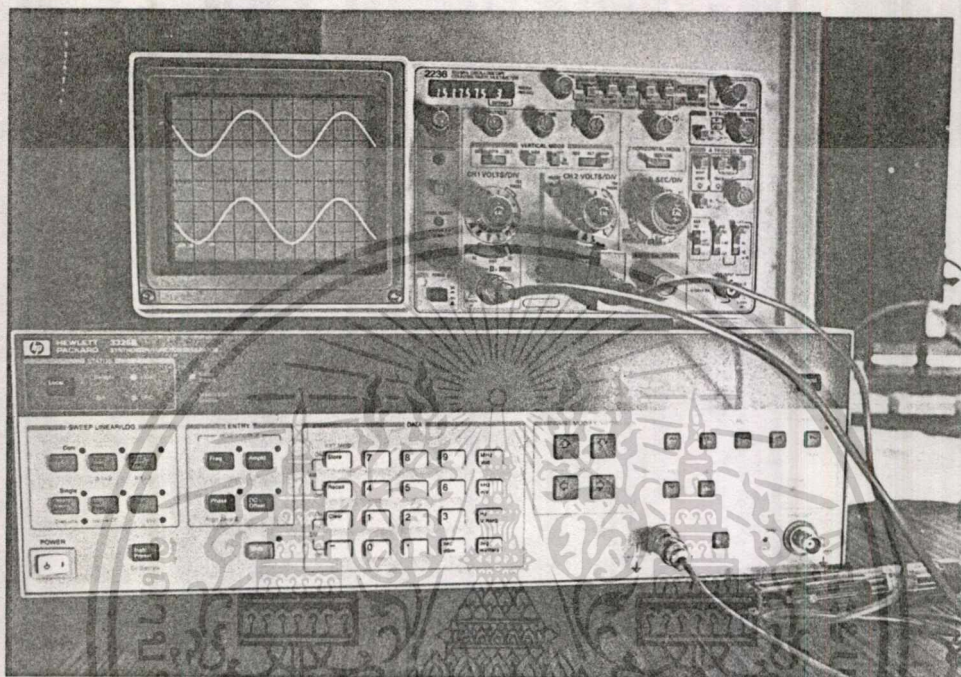
รูป 5.1 ( ข ) แสดงผลการตอบสนองความถี่ ในการ เลือก WEIGHTING B



รูป 5.1 ( ค ) แสดงผลการตอบสนองความถี่ ในการ เลือก WEIGHTING C

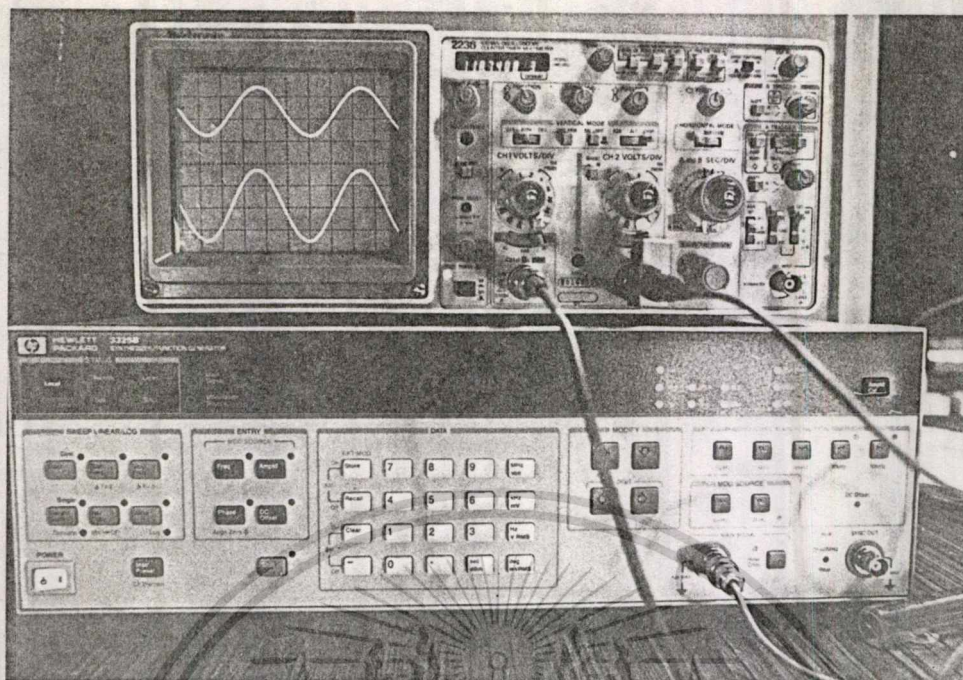
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- IC LM 1458 ภาค ที่ 1 สามารถ รับสัญญาณ INPUT ได้สูงสุด 0.3 - 0.82 V ขึ้นกับการปรับอัตราขยายวัดสัญญาณ OUTPUT ได้ 14 V p-p ซึ่งจะได้อัตราขยาย ประมาณ 24 - 33 dB เปลี่ยนแปลงตามการปรับ SPAN ตามรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงอัตราขยายของ IC LM 1458 OP AMP ที่ 1

- IC LM 1458 ภาค ที่ 2 สามารถ รับสัญญาณ INPUT ได้สูงสุด 0.43 V วัดสัญญาณ OUTPUT ได้ 14 V p-p ซึ่งจะได้อัตราขยาย ประมาณ 30 dB ตามรูปที่ 5.3

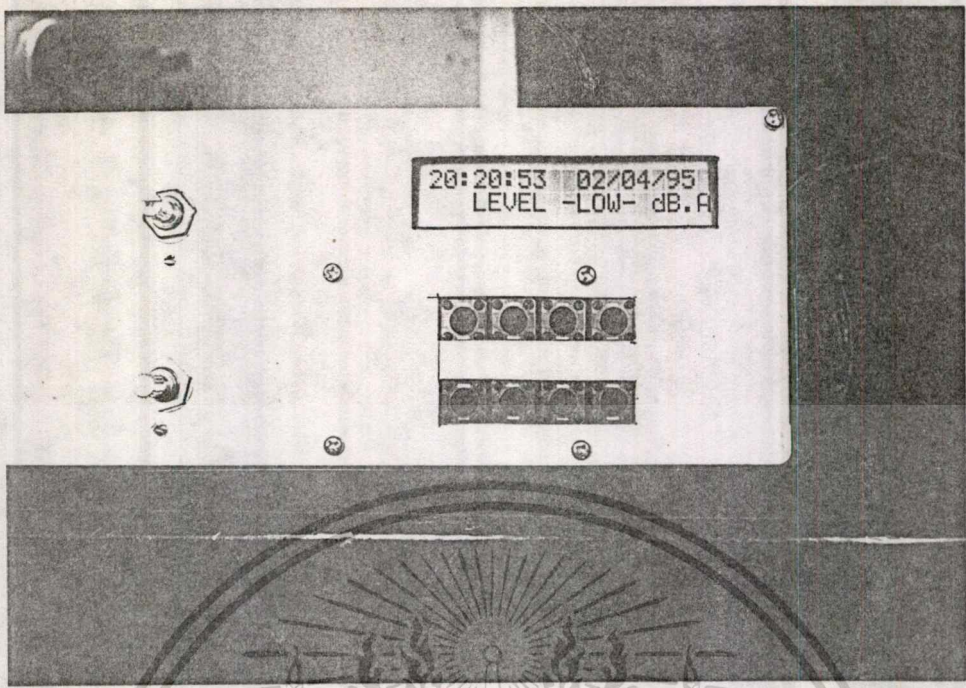


รูปที่ 5.3 แสดงอัตราการขยายของ IC LM 1458 OP AMP ที่ 2

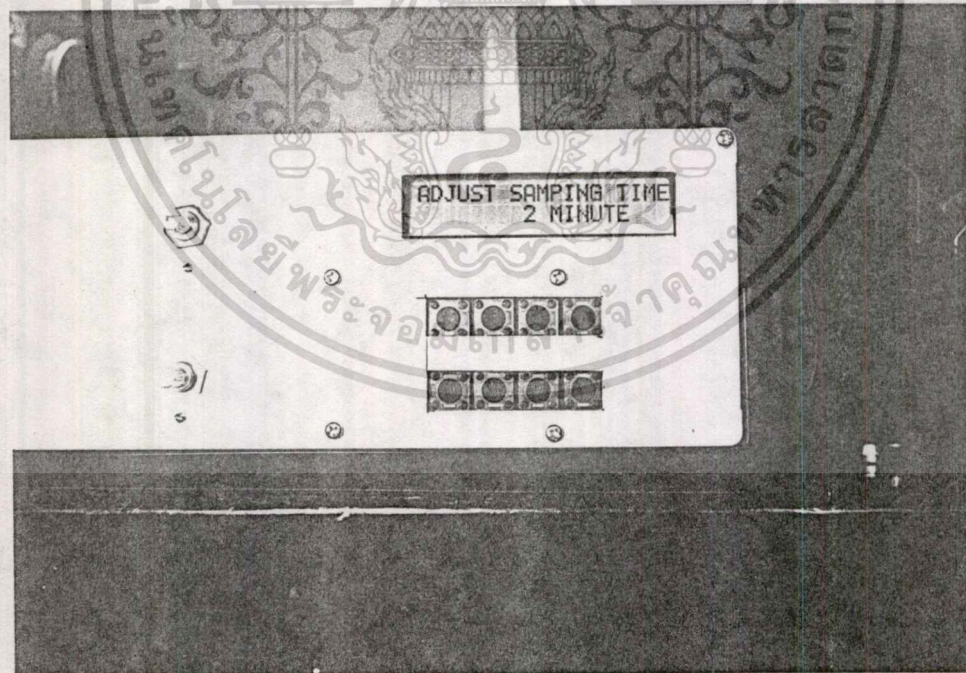
#### ผลการทำงานของโปรแกรม

- การทำงานในโหมดการตั้งเวลา ตั้งฐานเวลาให้กับเครื่อง ใช้งานได้เป็นปกติ
- การทำงานในโหมดการวัดตามเวลาปัจจุบัน ใช้งานได้เป็นปกติ ตามรูปที่ 5.4
- การทำงานในโหมดการวัดโดยการตั้งช่วงเวลาวัดล่วงหน้า ใช้งานได้เป็นปกติ ตามรูปที่ 5.5
- การทำงานในโหมดการแสดงผลการวัด บนตัวเครื่อง ใช้งานได้เป็นปกติ
- การทำงานในโหมดการส่งผลการวัด ไปเก็บบน เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถใช้งานได้

เป็นปกติ ดังตารางที่ 5.1

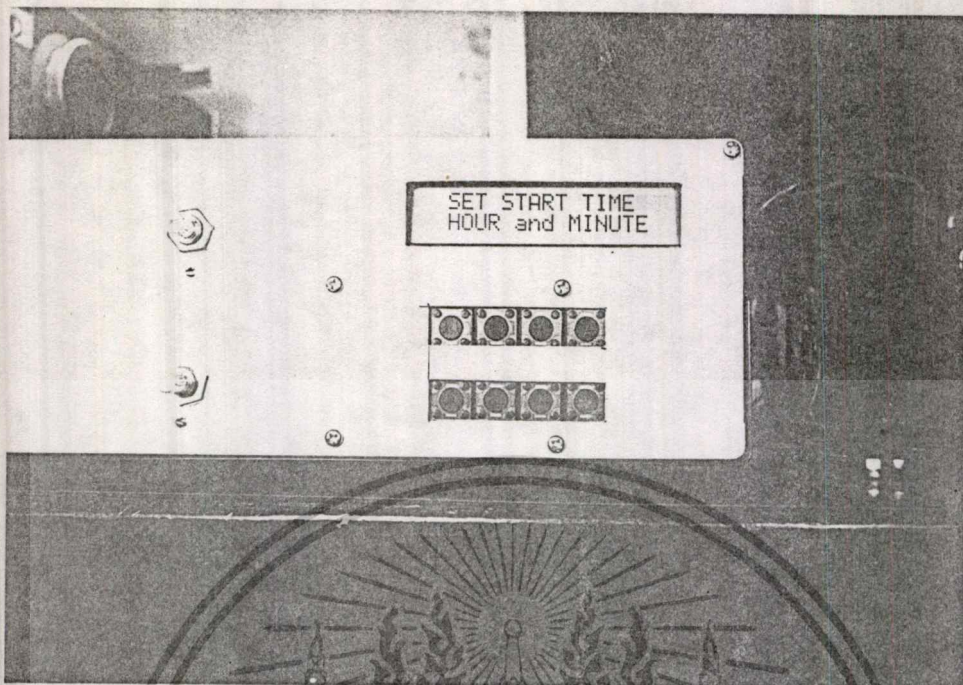


รูป 5.4 แสดงการทำงานของโปรแกรมในโหมดการวัดตามเวลาปัจจุบัน

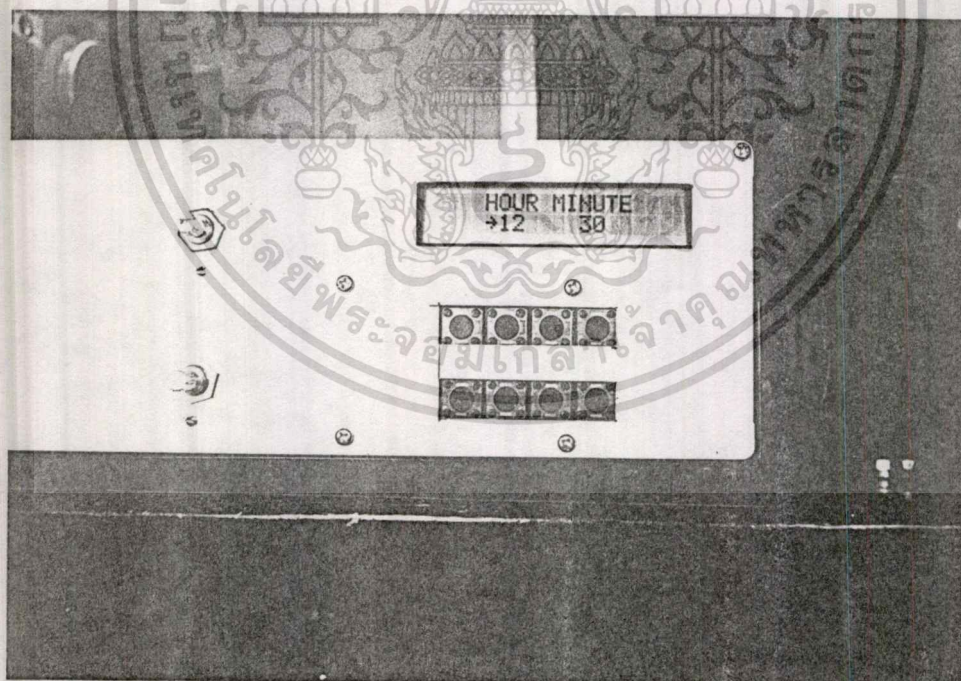


รูป 5.5 ( 1 ) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการตั้งช่วงห่างในการวัด ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลาการวัดล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

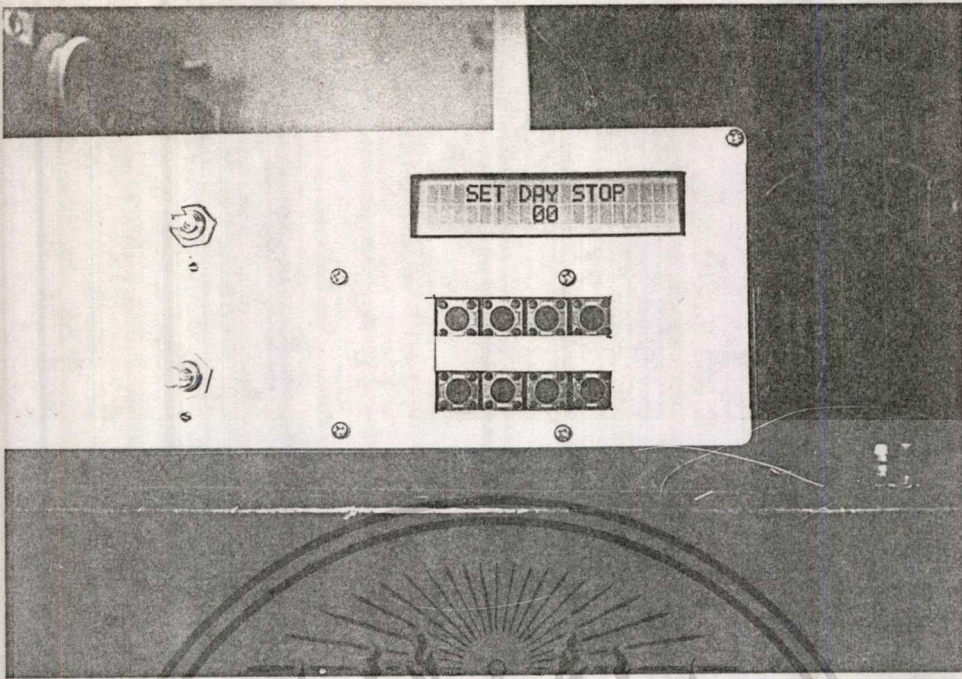


รูป 5.5 (2) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการตั้งเวลาการเริ่มวัดในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลาการวัดล่วงหน้า

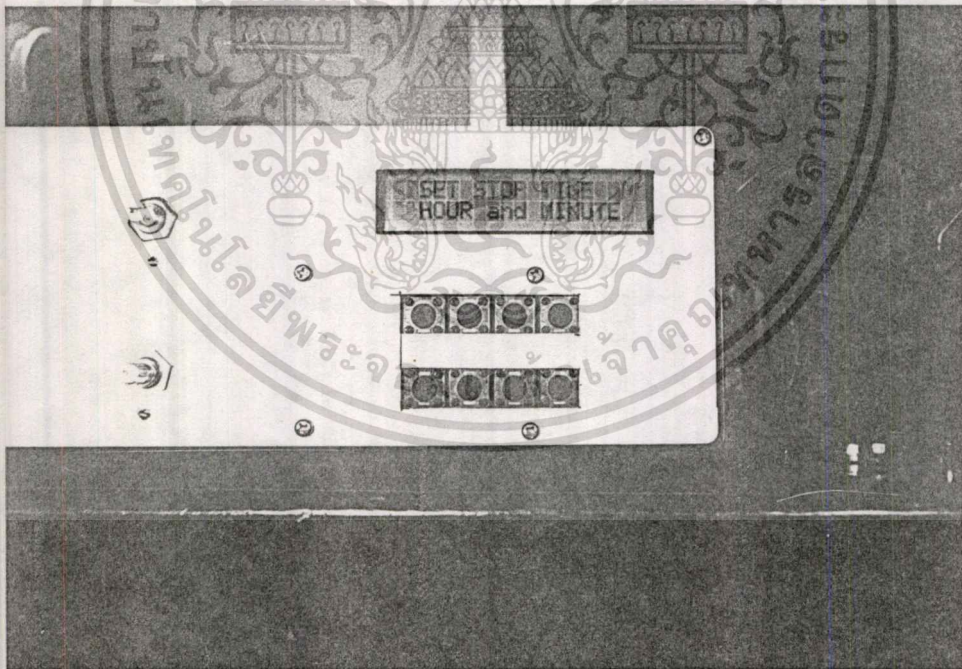


รูป 5.5 (3) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการตั้งเวลาการเริ่มวัดในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลาการวัดล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

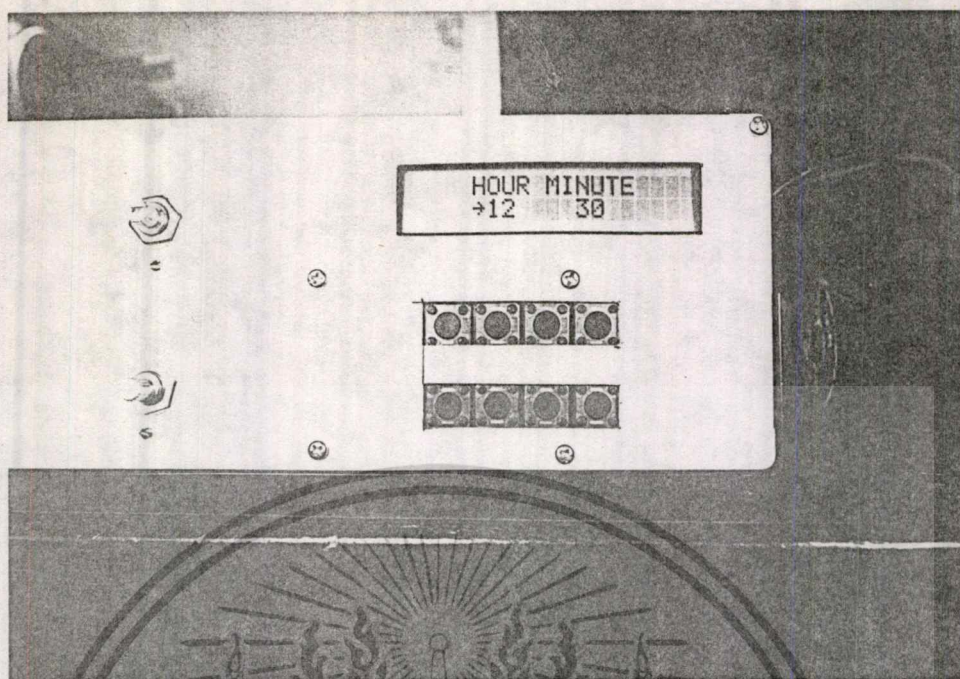


รูป 5.5 ( 4 ) แสดงการทำงานของโปรแกรมการตั้งจำนวนวันที่ใช้วัดในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลากการวัดล่วงหน้า

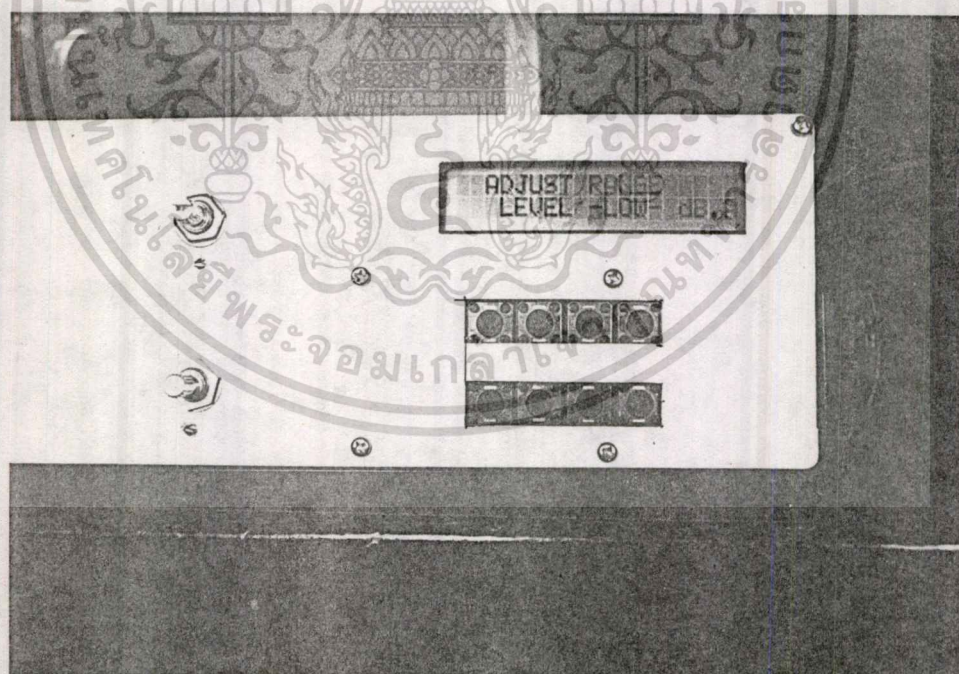


รูป 5.5 ( 5 ) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการตั้งเวลากการหยุดในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลากการวัดล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

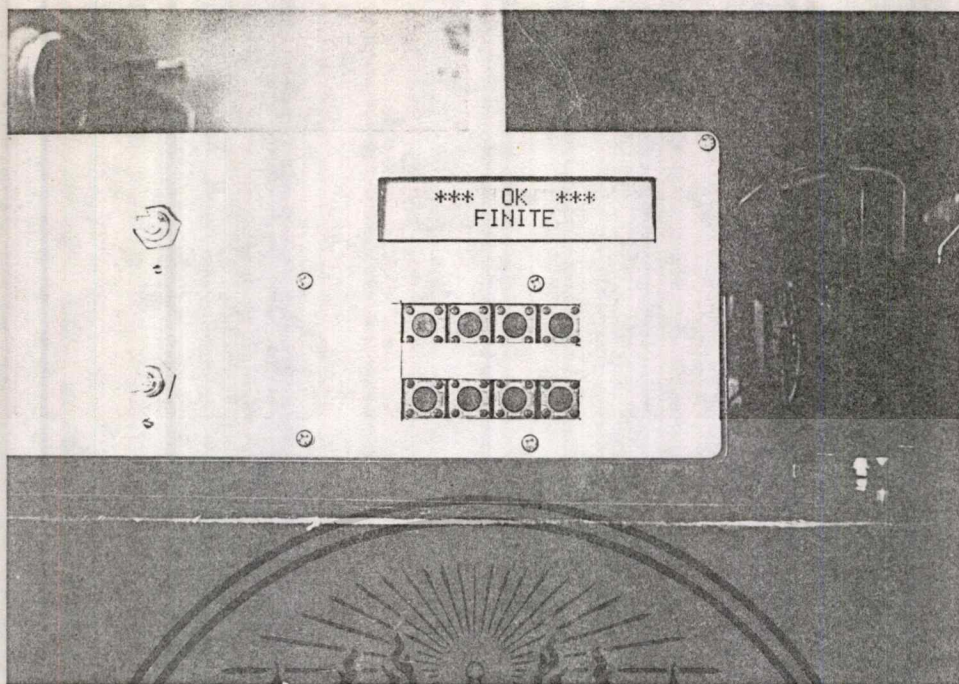


รูป 5.5 ( 6 ) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการตั้งเวลาการหยุดในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลาการวัดล่วงหน้า

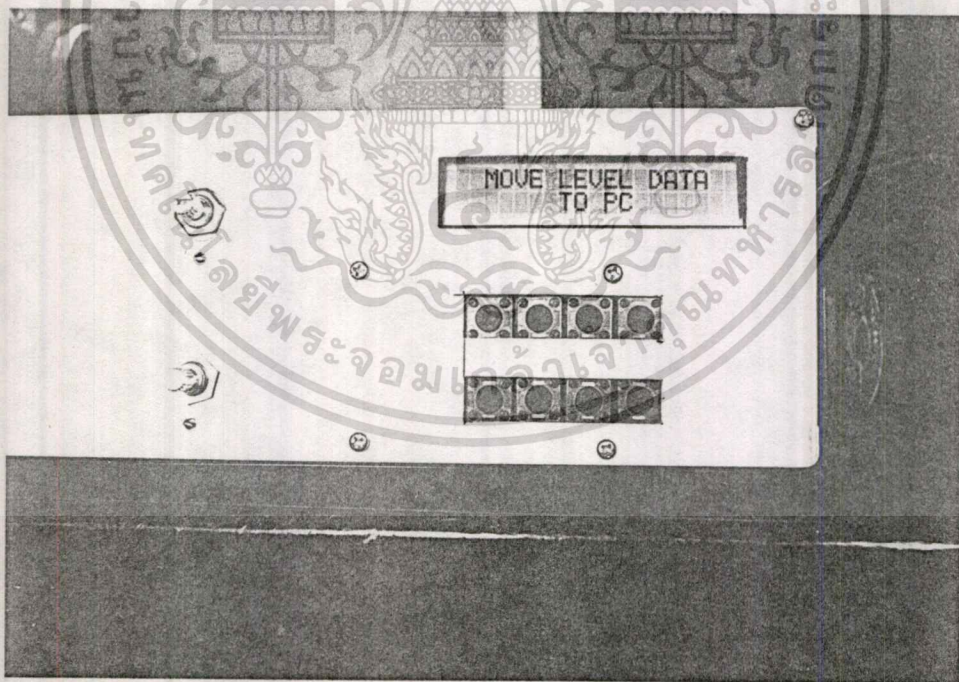


รูป 5.5 ( 7 ) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการตั้งเวลาการปรับย่านในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลาการวัดล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.5 ( 8 ) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการสิ้นสุดการทำงานในการวัด  
ในโหมดการวัดโดยตั้งช่วงเวลาการวัดล่วงหน้า



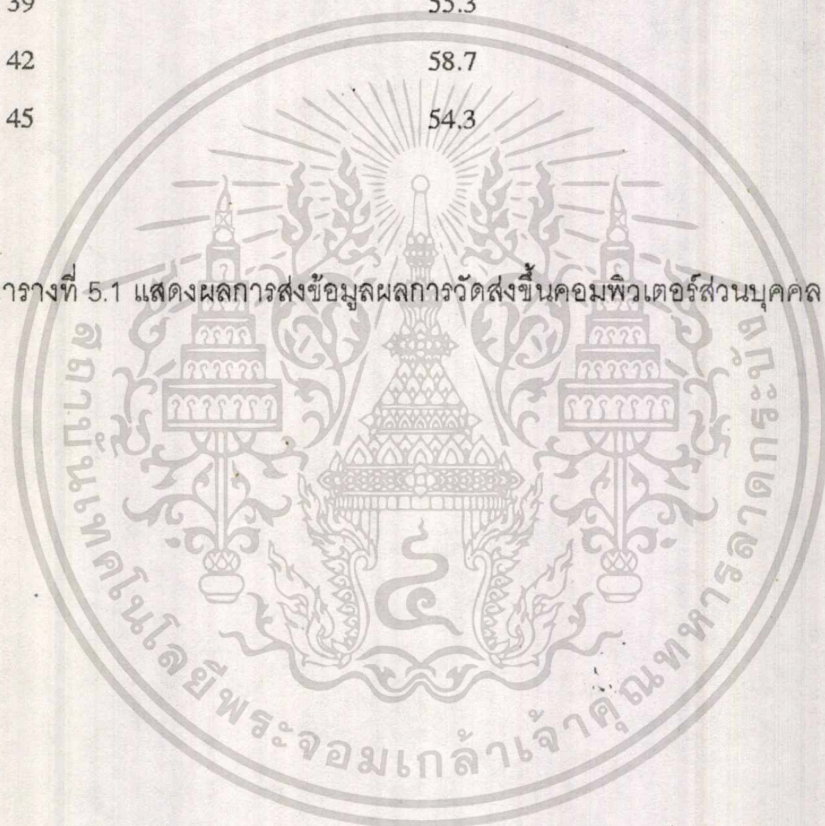
รูป 5.6 ( ๑ ) แสดงการแสดงผลของโปรแกรมการส่งข้อมูลผลการวัดขึ้นไปเก็บไว้บน  
คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## SOUND LEVEL METER RANGE

DATE	START TIME	STOP TIME	SAMPING(MIN)	WEIGHTING
17 04 95	12 30	12 45	03	dBA
MASUREMENT TIME	LEVEL (dBA)			
12 30	54.5			
12 33	54.0			
12 36	56.5			
12 39	55.3			
12 42	58.7			
12 45	54.3			

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการส่งข้อมูลผลการวัดเสียงขึ้นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปและแนวทางการปรับปรุง

จากผลการทดลองจะเห็นว่าในสภานภาครับระดับสัญญาณเสียงยังมีส่วนที่ควรปรับปรุงคือ

- การตอบสนองความถี่ของวงจรควรปรับปรุงให้มีค่าให้มีค่าใกล้เคียงค่ามาตรฐาน
- อัตราการขยายระดับสัญญาณควรปรับปรุงโดยปรับตาม CONDENSER MICRO PHONE

ที่ได้มาตรฐาน

- ควรปรับปรุงให้เครื่องมีขนาดเล็กลงและให้สามารถใช้กับ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงเพื่อให้สะดวกในการวัดนอกสถานที่

สภานภาควิชาควบคุมการทำงานมีส่วนที่ควรปรับปรุงคือ

- โหมดการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ควรจะติดต่อแบบสองทาง เพื่อให้สามารถควบคุมได้โดยตรงจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

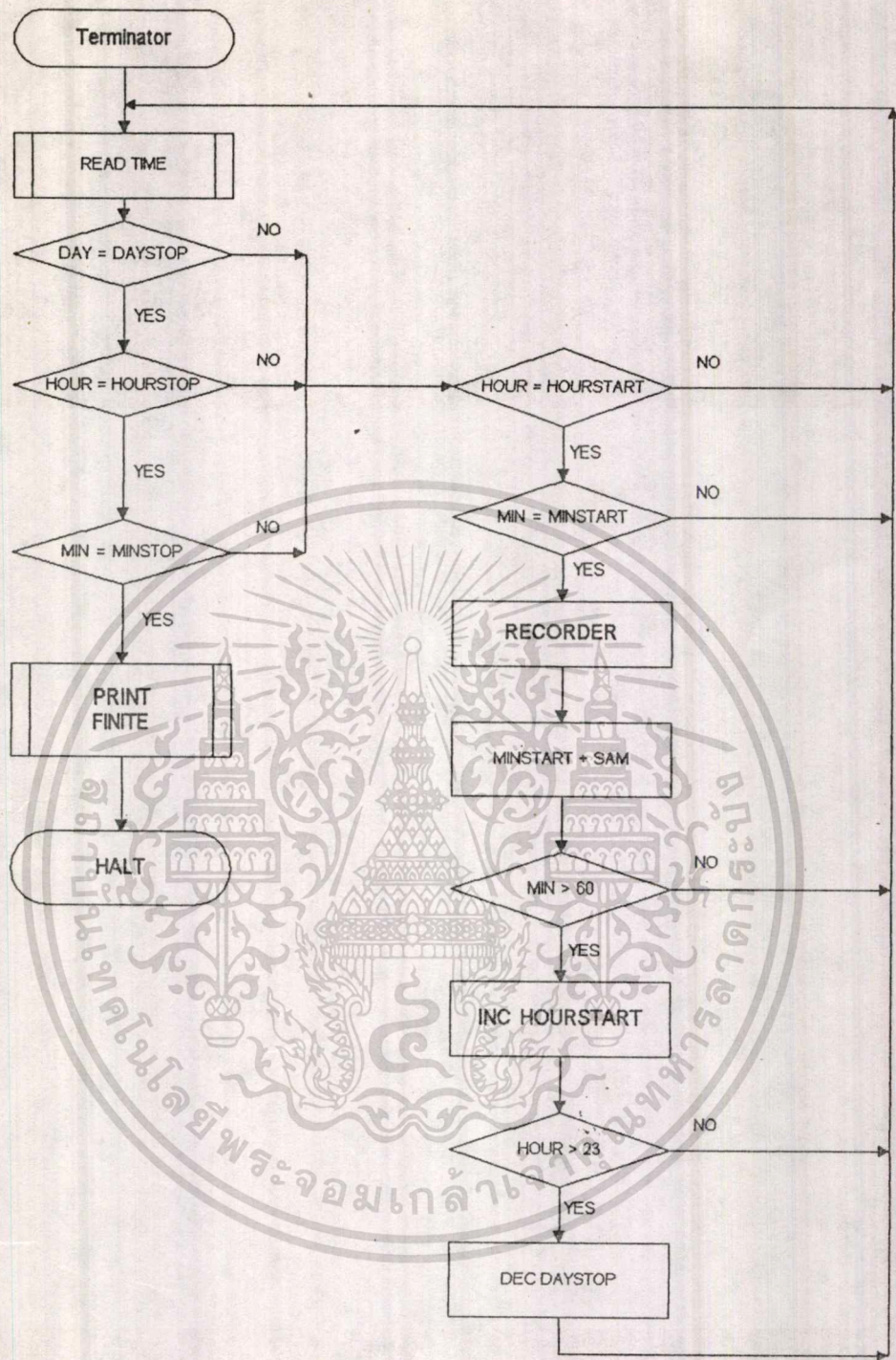
- ควรเพิ่มโหมดการพิมพ์ผลข้อมูลการวัดได้โดยตรงจากตัวเครื่องโดยไม่ต้องพิมพ์ผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

- ควรเพิ่มโหมดการปรับแต่งระดับสัญญาณ ( CALIBATE )

- ควรปรับปรุงโหมดการแสดงผลข้อมูลการวัดบนตัวเครื่องให้แสดงโดยสมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่วากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CPU "Z80.TBL"

HOF "INT8"

```
; *****
; * SOFTWARE " SOUND LEVEL METER " *
; * BY SUWIT KEAWSRIKUL *
; *
; * 8255-1 00H-03H (MAIN PORT) *
; * 8255-2 10H-13H (INPUT PORT) *
; * 8255-3 20H-23H (SPARE) *
; * LCD 01H *
; * DISPLAY LCD 20*2 *
; *****
;
;
; ***** VARIABLE SETUP *****
;
PORTA0 EQU 00H ;8255 LCD,TX,PRINTER PORT
PORTB0 EQU 01H
PORTC0 EQU 02H
PORTX EQU 03H
PORTA1 EQU 10H ;SW CHACK ATT
PORTB1 EQU 11H ;SW CHACK dB
PORTC1 EQU 12H ;KEY IN MIAN CONTROL
PORT1CO EQU 13H
RTCPOT EQU 30H ;RTC I/O ADDRESS
ADPORT EQU 08AH
dBUBUF EQU 801FH
dBUDATA EQU 8020H
HOURBUF EQU 8021H
MINBUF EQU 8022H
SECBUF EQU 8023H
WEEKBUF EQU 8024H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DAYBUF EQU 8025H
MONTBUF EQU 8026H
YEARBUF EQU 8027H
SAMBUF EQU 8028H
HOURST EQU 8029H
MINST EQU 802AH
DMAXBUF EQU 802BH
HRSTOP EQU 802CH
MINSP EQU 802DH
DDAYST EQU 802EH
DMONTST EQU 802FH
DYEARST EQU 8030H
DSAM EQU 8031H
DHRST EQU 8032H
DMINST EQU 8033H
DDAYSP EQU 8034H
DHRSP EQU 8035H
DMINSP EQU 8036H
RATT EQU 8037H
RdB EQU 8038H
DHRSTBUF EQU 8039H
DMSTBUF EQU 803AH
DDSPBUF EQU 803BH
DMSPBUF EQU 803CH
DdBU EQU 803DH
DMAXSP: EQU 803EH
MDATA EQU 8040H

```

```
;
```

```
ORG 0000H
```

```
;
```

```
START: LD HL,0 ; POWER ON DELAY
```

```
ST1: DEC HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD A,L
OR H
JR NZ,ST1
LD SP,801EH
LD A,9BH ; 8255 INIT ( A,B,C = INPUT PORT )
OUT (PORT1CO),A
LD A,89H
OUT (PORTX),A
CALL RTCINT
LD D,38H ;function set 38h
CALL LCDWI ;DL=1 8 bit,N=1 1/16 duty,F=0 5*7
;
LD D,0CH ;display on/off control
CALL LCDWI
;
LD D,06H ;entry mode set
CALL LCDWI
;
LD HL,TABLOGO
CALL LCDLD
CALL DELAYH
CALL DELAYH
LOOPST: LD HL,TALOGO1
CALL LCDLD
LD HL,dBUDATA
LD A,041H
LD (HL),A
JP KEYIN
;
; ***** SBYTE SUB *****
; SEND ONE BYTE TO RS232
; IN = D

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

; REG = A
;
SBYTE: PUSH DE
        CALL TXDLY
        IN  A,(PORTB0)    ;START BIT (0)
        RES 7,A
        OUT (PORTB0),A
        CALL TXDLY
        PUSH BC
        LD  B,8
SBYTE11: IN  A,(PORTB0)    ;8 BIT DATA LOOP
        AND 07FH
        RLA
        RRC D
        RRA
        OUT (PORTB0),A
        CALL TXDLY
        DJNZ SBYTE11
        POP BC
        IN  A,(PORTB0)
        SET 7,A
        OUT (PORTB0),A    ;STOP BIT (1) INVERSE
        CALL TXDLY
        POP DE
        RET
;
TXDLY: LD  A,14H          ;BAUD RATE DELAY (9600)
TXDLY1: DEC A
        JR  NZ,TXDLY1
        RET
;
; *****SBYTE1H SUB *****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;
;SBYTE1H:
;
; ***** SBYTEH SUB *****
; SEND ONE BYTE IN ASCII TO RS232
; IN = (HL) DATA
; OUT = ADE

```

```
SBYTEH: LD D,(HL)
```

```
LD A,D
```

```
CALL HTOA
```

```
CALL SBYTE
```

```
LD D,E
```

```
CALL SBYTE
```

```
RET
```

```

;
; ***** SBYTEW SUB *****

```

```
; SEND TWO BYTE IN ASCII TO RS232
```

```
; IN = DE DATA
```

```
; REG = ADE
```

```
;
```

```
SBYTEW: PUSH DE
```

```
CALL SBYTEH
```

```
POP DE
```

```
LD D,E
```

```
CALL SBYTEH
```

```
RET
```

```
;
```

```
; ***** SBLOCK SUB *****
```

```
; SEND BLOCK (END BLOCK BY 00H OR 0DH) TO RS232
```

```
; IN = HL START BLOCK
```

```
; REG = ADHL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;
SBLOCK: LD A,(HL)
        CP 0
        RET Z
        CP 0DH
        JR Z,SBLOCK1
        LD D,A
        CALL SBYTE
        INC HL
        JR SBLOCK

```

```

;
SBLOCK1: CALL SLF
        RET

```

```

; ***** S1B SUB *****
; SEND ONE BLANK TO RS232
; REG = AD
;

```

```

S1B: LD D,020H
      CALL SBYTE
      RET

```

```

; ***** SLF SUB. *****
; SEND CR LF TO RS232
; REG = AD
;

```

```

SLF: LD D,0DH
      CALL SBYTE
      LD D,0AH
      CALL SBYTE
      RET

```



```

;
; ***** LCDWI SUB *****
; LCD WRITE INSTRUCTION (RS=0)
; IN = D
; REG = AD
;
LCDWI:  IN  A,(PORTB0)
        RES  0,A          ;RS=0
        RES  1,A          ;R/W=0 (WRITE)
        OUT  (PORTB0),A
        LD   A,D
        OUT  (PORTA0),A   ;INSTRUCTION
;
        IN  A,(PORTB0)   ;OUT E HIGH PLUSE
        SET  2,A
        OUT  (PORTB0),A
        NOP
        NOP
        RES  2,A
        OUT  (PORTB0),A
;
        XOR  A           ;DELAY
LCDWI2:  DEC  A
        JR   NZ,LCDWI2
        RET

```

```

;
; ***** LCDWD SUB *****
; LCD WRITE DATA (RS=1)
; IN = D
; REG = AD
;

```

```

LCDWD:  IN  A,(PORTB0)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SET 0,A          ;RS=1
RES 1,A          ;R/W=0 (WRITE)
OUT (PORTB0),A
LD A,D
OUT (PORTA0),A   ;INSTRUCTION
;
IN A,(PORTB0)   ;OUT E HIGH PLUSE
SET 2,A
OUT (PORTB0),A
NOP
NOP
RES 2,A
OUT (PORTB0),A
;
XOR A           ;DELAY
LCDWD2: DEC A
JR NZ,LCDWD2
RET
;
;***** LCDLD SUB *****
; LCD LOAD LCDBUF TO LCD MODULE (DMC202)
; IN = LCDBUF=(HL)
; REG = ABDHL
;
LCDLD: LD D,80H          ;SET ADDRESS LINE 1
CALL LCDLDS
LD D,0C0H
CALL LCDLDS
RET
;
LCDLDS: CALL LCDWI      ;LOAD ONE LINE SUB
LD B,20

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก่ารนำไปใช้

```
LCDLDS1: LD D,(HL)
          CALL LCDWD
          INC HL
          DJNZ LCDLDS1
          RET
```

```
WR5CHA:  PUSH BC
          PUSH DE
          LD D,0CAH
          CALL LCDWI
          LD B,05
```

```
WR5L:    LD D,(HL)
          CALL LCDWD
          INC HL
          DJNZ WR5L
          POP DE
          POP BC
          RET
```

```
WRdBU:   LD D,0D3H
          CALL LCDWI
          LD HL,dBUBUF
          LD D,(HL)
          CALL LCDWD
          RET
```

```
WRHOUR1: LD D,081H
          CALL LCDWI
          LD HL,HOURLBUF
          LD A,(HL)
          CALL HTOA
          CALL LCDWD
          LD D,E
          CALL LCDWD
          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRMIN1: LD D,083H

CALL LCDWI

LD D,03AH

CALL LCDWD

LD HL,MINBUF

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

WRSEC1: LD D,086H

CALL LCDWI

LD D,03AH

CALL LCDWD

LD HL,SECBUF

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

WRDAY1: LD D,089H

CALL LCDWI

LD D,020H

CALL LCDWD

CALL LCDWD

LD HL,DAYBUF

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALL LCDWD

RET

WRMONT1: LD D,08DH

CALL LCDWI

LD D,02FH

CALL LCDWD

LD HL,MONTBUF

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

WRYEAR1: LD D,090H

CALL LCDWI

LD D,02FH

CALL LCDWD

LD HL,YEARBUF

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

WR\_L2\_C1: LD D,0C6H

CALL LCDWI

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WR\_L2\_C2: LD D,0C9H

CALL LCDWI

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

WR\_L2\_C3: LD D,0CCH

CALL LCDWI

LD A,(HL)

CALL HTOA

CALL LCDWD

LD D,E

CALL LCDWD

RET

WRdB: IN A,(PORTA1)

OR 0AAH

CP 0FBH

JR Z,dBA

CP 0FBH

JR Z,dBB

CP 0BFH

JR Z,dBC

LD A,020H

dBWRRET: LD HL,dBUBUF

LD (HL),A

CALL WRdBU

RET

dBA: LD A,041H

JP dBWRRET

dBB: LD A,042H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP dBWRRET
dBC: LD A,043H
JP dBWRRET
WRMAS: CALL RDTABLE
CALL WR5CHA
RET
WRSPACE: CALL S1B
DJNZ WRSPACE
RET
WRSCR5: PUSH BC
LD B,5
WRPC5: LD D,(HL)
CALL SBYTE
INC HL
DJNZ WRPC5
POP BC
RET
;
; ***** HTOA SUB *****
; HEX TO ASCII
; IN = A HEX
; OUT = DE ASCII (A=E)
; REG = ADE
; eg. 2A -> 32 41
;
HTOA: PUSH AF
AND 0F0H
RRCA
RRCA
RRCA
RRCA
CALL HTOAS

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LD D,A
POP AF
AND 0FH
CALL HTOAS
LD E,A
RET
```

```
;
HTOAS: AND 0FH
```

```
CP 0AH
```

```
JR NC,HTOAS1
```

```
OR 30H
```

```
RET
```

```
HTOAS1: SUB 9
```

```
OR 40H
```

```
RET
```

```
;
```

```
; ***** SWAP SUB *****
```

```
;SWAP 4 BIT ON A
```

```
;IN = A
```

```
;OUT = A
```

```
;REG = A
```

```
SWAP: RLCA
```

```
RLCA
```

```
RLCA
```

```
RLCA
```

```
RET
```

```
;
```

```
; ***** RTCINT SUB *****
```

```
; INITIAL 6242B OKI RTC
```

```
; REG = A
```

```
;
```

```
RTCINT: LD A,00000011B ;STOP=1,REST=1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OUT (RTCPOT+0FH),A
OR 00000100B ;24 HOUR
OUT (RTCPOT+0FH),A
LD A,00000100B ;SET STND 1 SEC
OUT (RTCPOT+0EH),A
LD A,00000000B ;HOLD=0
OUT (RTCPOT+0DH),A

```

;

```

IN A,(RTCPOT+0FH) ;STOP=0,REST=0
AND 00000100B
OUT (RTCPOT+0FH),A
RET

```

```

; ***** RDTIME SUB *****

```

```

; READ TIME FROM RTC
; OUT = CDE HOUR,MINUTE,SECOND
; REG = ABCDE

```

;

```

RDTIME: IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=1
SET 0,A
OUT (RTCPOT+0DH),A
IN A,(RTCPOT+0DH) ;READ BUSY
BIT 1,A
JR Z,RDTIME1
RES 0,A ;SET HOLD=0
OUT (RTCPOT+0DH),A
JR RDTIME

```

;

```

RDTIME1: IN A,(RTCPOT+0) ;SECOND
AND 0FH
LD B,A

```

```

IN A,(RTCPOT+1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 “ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้”

```
AND 07H
CALL SWAP
OR B
LD E,A
;
IN A,(RTCPOT+2) ;MINUTE
```

```
AND 0FH
LD B,A
IN A,(RTCPOT+3)
AND 07H
```

```
CALL SWAP
OR B
LD D,A
```

```
IN A,(RTCPOT+4) ;HOUR
AND 0FH
LD B,A
IN A,(RTCPOT+5)
AND 03H
```

```
CALL SWAP
OR B
LD C,A
```

```
IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=0
RES 0,A
OUT (RTCPOT+0DH),A
RET
```

```
; ***** WRTIME SUB *****
```

```
; WRITE TIME TO RTC
```

```
; IN = CDE HOUR,MINUTE,SECOND
```

```
; REG = A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;
WRTIME:  IN  A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=1

        SET  0,A

        OUT  (RTCPOT+0DH),A

        IN  A,(RTCPOT+0DH) ;READ BUSY

        BIT  1,A

        JR   Z,WRTIME1

        RES  0,A           ;SET HOLD=0

        OUT  (RTCPOT+0DH),A

        JR   WRTIME

```

```

;
WRTIME1: LD  A,E           ;SECOND

```

```

        AND  0FH

```

```

        OUT  (RTCPOT+0),A

```

```

        LD  A,E

```

```

        CALL SWAP

```

```

        AND  07H

```

```

        OUT  (RTCPOT+1),A

```

```

;
        LD  A,D           ;MINUTE

```

```

        AND  0FH

```

```

        OUT  (RTCPOT+2),A

```

```

        LD  A,D

```

```

        CALL SWAP

```

```

        AND  07H

```

```

        OUT  (RTCPOT+3),A

```

```

;
        LD  A,C           ;HOUR

```

```

        AND  0FH

```

```

        OUT  (RTCPOT+4),A

```

```

        LD  A,C

```

```

        CALL SWAP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

AND 03H
OUT (RTCPOT+5),A
;
IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=0
RES 0,A
OUT (RTCPOT+0DH),A
RET
;
;***** RDDATE SUB *****
; READ DATE FROM RTC
; OUT = BCDE WEEK, DAY, MONTH, YEAR
; REG = ABCDE
;
RDDATE: IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=1
SET 0,A
OUT (RTCPOT+0DH),A
IN A,(RTCPOT+0DH) ;READ BUSY
BIT 1,A
JR Z,RDDATE1
RES 0,A ;SET HOLD=0
OUT (RTCPOT+0DH),A
JR RDDATE
;
RDDATE1: IN A,(RTCPOT+6) ;DAY
AND 0FH
LD B,A
IN A,(RTCPOT+7)
AND 03H
CALL SWAP
OR B
LD C,A
;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IN A,(RTCPOT+8) ;MONTH
AND 0FH
LD B,A
IN A,(RTCPOT+9)
AND 01H
CALL SWAP
OR B
LD D,A
```

```
;
IN A,(RTCPOT+0AH) ;YEAR
```

```
AND 0FH
```

```
LD B,A
```

```
IN A,(RTCPOT+0BH)
```

```
AND 0FH
```

```
CALL SWAP
```

```
OR B
```

```
LD E,A
```

```
;
IN A,(RTCPOT+0CH) ;WEEK
```

```
AND 07H
```

```
LD B,A
```

```
;
IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=0
```

```
RES 0,A
```

```
OUT (RTCPOT+0DH),A
```

```
RET
```

```
; ***** WRDATE SUB *****
```

```
; WRITE DATE TO RTC
```

```
; IN = BCDE WEEK,DAY,MONTH,YEAR
```

```
; REG = A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRDATE: IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=1

SET 0,A

OUT (RTCPOT+0DH),A

IN A,(RTCPOT+0DH) ;READ BUSY

BIT 1,A

JR Z,WRDATE1

RES 0,A ;SET HOLD=0

OUT (RTCPOT+0DH),A

JR WRDATE

;

WRDATE1: LD A,C ;DAY

AND 0FH

OUT (RTCPOT+6),A

LD A,C

CALL SWAP

AND 03H

OUT (RTCPOT+7),A

;

LD A,D ;MONTH

AND 0FH

OUT (RTCPOT+8),A

LD A,D

CALL SWAP

AND 01H

OUT (RTCPOT+9),A

;

LD A,E ;YEAR

AND 0FH

OUT (RTCPOT+0AH),A

LD A,E

CALL SWAP

AND 0FH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUT (RTCPOT+0BH),A

;

LD A,B ;WEEK

AND 07H

OUT (RTCPOT+0CH),A

;

IN A,(RTCPOT+0DH) ;SET HOLD=0

RES 0,A

OUT (RTCPOT+0DH),A

RET

KEYIN: XOR A

KEYLOOP: IN A,(PORTC1)

LD D,A

CALL DELAY

IN A,(PORTC1)

CP D

JR NZ,KEYLOOP

LOOPKEY: IN A,(PORTC1)

CP D

JR Z,LOOPKEY

LD A,D

SELECT: CP 0FFH

JR Z,KEYIN

OR 01AH

CP 0FFH

JR Z,KEYIN

CP 07FH

JR Z,PMAS

CP 0DFH

JR Z,RMAS

CP 0BFH

JR Z,DISP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CP OFEH
JR Z,SETTIME
JP PCLINK
PMAS:    JP PGMAS
RMAS:    LD HL,RMASLO
CALL LCDLD
JP REALMAS
DISP:    LD HL,DISPLO
CALL LCDLD
JP dBSHOW
SETTIME: LD HL,TIMBLO
CALL LCDLD
LD HL,HOURLBUF
LD C,012H
LD (HL),C
LD HL,MINBUF
LD D,030H
LD (HL),D
LD HL,SECBUF
LD E,030H
LD (HL),E
CALL WRTIME
CALL RDTIME
LD HL,HOURLBUF
CALL WR_L2_C1
LD HL,MINBUF
CALL WR_L2_C2
LD HL,SECBUF
CALL WR_L2_C3
SETHOUR: LD D,0C5H
CALL LCDWI
LD D,07EH
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL LCDWD
IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0A5H
CP 0F7H
JR Z,HOUREXIT
CP 0BFH
JR Z,INCHOUR
CP 0FDH
JR Z,DECHOUR
CP 0BFH
JR Z,GO_SETMIN
JP SETHOUR
HOUREXIT: JP EXITTIME
GO_SETMIN: LD B,A
IN A,(PORTC1)
CP B
JR Z,GO_SETMIN
LD D,0C5H
CALL LCDWI
LD D,020H
CALL LCDWD
JP SETMIN
INCHOUR: LD HL,HOUREXIT
LD A,(HL)
CP 023H
JR Z,SETHOUR
ADD A,01
DAA
HOUREXIT: LD (HL),A
CALL WR_L2_C1
CALL DELAYH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP SETHOUR

DECHOUR: LD HL,HOURLBUF

LD A,(HL)

LD B,00

CP B

JR Z,SETHOUR

DEC A

DAA

JP HOURRET

SETMIN: LD D,0C8H

CALL LCDWI

LD D,07EH

CALL LCDWD

SETMINL: IN A,(PORTC1)

CALL DELAY

OR 0A5H

CP 0F7H

JR Z,MINEXIT

CP 0BFH

JR Z,INCMIN

CP 0FDH

JR Z,DECMIN

CP 0BFH

JR Z,GO\_SETSEC

JP SETMINL

GO\_SETSEC: LD B,A

IN A,(PORTC1)

CP B

JR Z,GO\_SETSEC

LD D,0C8H

CALL LCDWI

LD D,020H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL LCDWD
JP SETSEC
MINEXIT:  JP EXITTIME
INCMIN:  LD HL,MINBUF
          LD A,(HL)
          LD B,059H
          CP B
          JR Z,SETMINL
          ADD A,01
          DAA
MINRET:  LD (HL),A
          CALL WR_L2_C2
          CALL DELAYH
          JP SETMINL
DECMIN:  LD HL,MINBUF
          LD A,(HL)
          CP 00
          JR Z,SETMINL
          DEC A
          DAA
          JP MINRET
SETSEC:  LD D,0CBH
          CALL LCDWI
          LD D,07BH
          CALL LCDWD
SETSECL: IN A,(PORTC1)
          CALL DELAY
          OR 0A5H
          CP 0F7H
          JR Z,SECEXIT
          CP 0BFH
          JR Z,INCSEC

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CP 0FDH
JR Z,DECSEC
CP 0BFH
JR Z,GO_HOUR
JP SETSECL
SECEXIT: JP EXITTIME
GO_HOUR: LD B,A ; GOTO SET HOUR
IN A,(PORTC1)
CP B
JR Z,GO_HOUR
LD D,0CBH
CALL LCDWI
LD D,020H
CALL LCDWD
JP SETHOUR
INCSEC: LD HL,SECBUF
LD A,(HL)
LD B,059H
CP B
JR Z,SETSECL
ADD A,01
DAA
RETSEC: LD (HL),A
CALL WR_L2_C3
CALL DELAYH
JP SETSECL
S_SUINC: ADD A,006H
JP RETSEC
DECSEC: LD HL,SECBUF
LD A,(HL)
CP 00
JR Z,SETSECL
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OR 0A5H
CP 0F7H
JR Z,DAYEXIT
CP 0BFH
JR Z,INCDAY
CP 0FDH
JR Z,DECDAY
CP 0BFH
JR Z,GO_SETMONT
JP SETDAY
```

```
DAYEXIT: JP DATEEXIT
```

```
GO_SETMONT: LD B,A
```

```
IN A,(PORTC1)
```

```
CP B
```

```
JR Z,GO_SETMONT
```

```
LD D,0C5H
```

```
CALL LCDWI
```

```
LD D,020H
```

```
CALL LCDWD
```

```
JP SETMONT
```

```
INCDAY: LD HL,DAYBUF
```

```
LD A,(HL)
```

```
CP 031H
```

```
JR Z,SETDAY
```

```
ADD A,01
```

```
DAA
```

```
DAYRET: LD (HL),A
```

```
CALL WR_L2_C1
```

```
CALL DELAYH
```

```
JP SETDAY
```

```
DECDAY: LD HL,DAYBUF
```

```
LD A,(HL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DEC A
DAA
JP RETSEC
EXITTIME: LD B,A
IN A,(PORTC1)
CP B
JR Z,EXITTIME
LD HL,HOURLBUF
LD C,(HL)
LD HL,MINBUF
LD D,(HL)
LD HL,SECBUF
LD E,(HL)
CALL WRTIME
SETDATE: LD HL,LODATE
CALL LCDLD
SETDATE_L: CALL RDDATE
LD HL,DAYBUF
LD (HL),015H
CALL WR_L2_C1
LD HL,MONTBUF
LD (HL),006H
CALL WR_L2_C2
LD HL,YEARBUF
LD (HL),095H
CALL WR_L2_C3
SETDAY: LD D,0C5H
CALL LCDWI
LD D,07EH
CALL LCDWD
IN A,(PORTC1)
CALL DELAY

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CP 00
JR Z,SETDAY
DEC A
DAA
JP DAYRET
SETMONT: LD D,0C8H
CALL LCDWI
LD D,07EH
CALL LCDWD
SETMONT_L: IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0A5H
CP 0F7H
JR Z,MONTEXTIT
CP 0EFH
JR Z,INCMONT
CP 0FDH
JR Z,DECMONT
CP 0BFH
JR Z,GO_SETYEAR
JP SETMONT_L
GO_SETYEAR: LD B,A
IN A,(PORTC1)
CP B
JR Z,GO_SETYEAR
LD D,0C8H
CALL LCDWI
LD D,020H
CALL LCDWD
JP SETYEAR
MONTEXTIT: JP DATEEXIT
INCMONT: LD HL,MONTBUF
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,(HL)  
LD B,012H  
CP B  
JR Z,SETMONT  
ADD A,01  
DAA  
MONTRET: LD (HL),A  
CALL WR\_L2\_C2  
CALL DELAYH  
JP SETMONT\_L  
DECMONT: LD HL,MONTBUF  
LD A,(HL)  
CP 00  
JR Z,SETMONT\_L  
DEC A  
DAA  
JP MONTRET  
SETYEAR: LD D,0CBH  
CALL LCDWI  
LD D,07EH  
CALL LCDWD  
SETYEAR\_L: IN A,(PORTC1)  
CALL DELAY  
OR 0A5H  
CP 0F7H  
JR Z,YEAREXIT  
CP 0BFH  
JR Z,INCYEAR  
CP 0FDH  
JR Z,DECYEAR  
CP 0BFH  
JR Z,GO\_DAY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP SETYEAR\_L  
YEAREXIT: JP DATEEXIT  
GO\_DAY: LD B,A  
IN A,(PORTC1)  
CP B  
JR Z,GO\_DAY  
LD D,0CBH  
CALL LCDWI  
LD D,020H  
CALL LCDWD  
JP SETDAY  
INCYEAR: LD HL, YEARBUF  
LD A,(HL)  
CP 099H  
JR Z,SETYEAR\_L  
ADD A,01  
DAA  
YEARRET: LD (HL),A  
CALL WR\_L2\_C3  
CALL DELAYH  
JP SETYEAR\_L  
Y\_SUINC: ADD A,006H  
JP YEARRET  
DECYEAR: LD HL, YEARBUF  
LD A,(HL)  
CP 00  
JR Z,SETYEAR\_L  
DEC A  
DAA  
JP YEARRET  
DATEEXIT: LD HL, DAYBUF

LD C,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD HL,MONTBUF
LD D,(HL)
LD HL,YEARBUF
LD E,(HL)
CALL WRDATE
JP LOOPST
TRTC:   CALL RDTIME      ;READ TIME AND DATE TO LCD
LD HL,HOURLBUF
LD (HL),C
LD HL,MINBUF
LD (HL),D
LD HL,SECBUF
LD (HL),E
CALL WRHOUR1
CALL WRMIN1
CALL WRSEC1
CALL RDDATE
LD HL,DAYBUF
LD (HL),C
LD HL,MONTBUF
LD (HL),D
LD HL,YEARBUF
LD (HL),E
CALL WRDAY1
CALL WRMONT1
CALL WRYEAR1
RET
PGMMAS: LD HL,SAMLOGO
CALL LCDLD
CALL RDDATE
LD HL,DDAYST
LD (HL),C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD HL,DMONTST

LD (HL),D

LD HL,DYEARST

LD (HL),E

LD A,03

LD HL,SAMBUF

LD (HL),A

SETSAM: LD D,0C9H

CALL LCDWI

LD HL,SAMBUF

LD A,(HL)

ADD A,30H

LD D,A

CALL LCDWD

SAMLOOP: IN A,(PORTC1)

OR 0E5H

CP 0F7H

JR Z,SAMEXIT

CP 0EFH

JR Z,INCSAM

CP 0FDH

JR Z,DECSAM

JP SAMLOOP

SAMEXIT: LD HL,SAMBUF

LD A,(HL)

LD HL,DSAM

LD (HL),A

JP SETSTART

INCSAM: LD HL,SAMBUF

LD A,(HL)

CP 006H

JR Z,SAMLOOP

```

INC A
LD (HL),A
CALL DELAYH
JP SETSAM
DECSAM: LD HL,SAMBUF
LD A,(HL)
CP 01
JR Z,SAMLOOP
DEC A
LD (HL),A
CALL DELAYH
JP SETSAM
;
;***** SET START TIME *****
;
SETSTART: LD HL,STARTLO
CALL LCDLD
CALL DELAYH
CALL DELAYH
CALL DELAYH
LD HL,SETSTLO
CALL LCDLD
LD HL,HOURST
LD A,012H
LD (HL),A
CALL WR_L2_C1
LD HL,MINST
LD A,030H
LD (HL),A
CALL WR_L2_C3
HOURSTART: LD D,0C5H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD D,07EH
CALL LCDWD
LD HL,HOURLST
CALL WR_L2_C1
IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0A5H
CP 0F7H
JR Z,HRSTEXIT
CP 0BFH
JR Z,INCHRST
CP 0FDH
JR Z,DECHRST
CP 0BFH
JR Z,GO_MINST
JP HOURSTART
GO_MINST: LD B,A
IN A,(PORTC1)
CP B
JR Z,GO_MINST
LD D,0CBH
CALL LCDWI
LD D,07EH
CALL LCDWD
LD D,0C5H
CALL LCDWI
LD D,020H
CALL LCDWD
JP MINSTART
HRSTEXIT: LD HL,HOURLST
LD A,(HL)
LD HL,DHRST

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD (HL),A
LD HL,MINST
LD A,(HL)
LD HL,DMINST
LD (HL),A
JP DAYSTOP
INCHRST: LD HL,HOURLST
LD A,(HL)
CP 023H
JR Z,HOURLSTART
ADD A,01
DAA
HRRET: LD (HL),A
CALL DELAYH
JP HOURLSTART
DECHRST: LD HL,HOURLST
LD A,(HL)
CP 00
JR Z,HOURLSTART
DEC A
DAA
JP HRRET
MINSTART: LD HL,MINST
CALL WR_L2_C3
IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0A5H
CP 0F7H
JR Z,MINSTEXIT
CP 0EFH
JR Z,INCMINST

```



```

JR Z,DECMINST
CP 0BFH
JR Z,GO_HOURST
JP MINSTART
MINSTEXIT: LD HL,HOURLST
LD A,(HL)
LD HL,DHRST
LD (HL),A
LD HL,MINST
LD A,(HL)
LD HL,DMINST
LD (HL),A
JP DAYSTOP
GO_HOURST: LD B,A
IN A,(PORTC1)
CP B
JR Z,GO_HOURST
LD D,0CBH
CALL LCDWI
LD D,020H
CALL LCDWD
JP HOURSTART
INCMINST: LD HL,SAMBUF
LD D,(HL)
LD HL,MINST
LD A,(HL)
ADD A,D
DAA
SBC A,060H
JR NC,MINSTART
LD A,(HL)
ADD A,D

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DAA
MINSTRET: LD (HL),A
          CALL DELAYH
          JP MINSTART
M_INC_SU: ADD A,006H
          JP MINSTRET
DECMINST: LD HL,SAMBUF
          LD D,(HL)
          LD HL,MINST
          LD A,(HL)
          CP 00
          JR Z,MINSTART
          SUB D
          DAA
          JP MINSTRET
DAYSTOP: IN A,(PORTC1)
          LD B,A
DAYL:    IN A,(PORTC1)
          OR 0A5H
          CALL DELAY
          CP B
          JR Z,DAYL
          LD HL,LO_DSTOP
          CALL LCDLD
          LD HL,SAMBUF
          LD A,(HL)
          CP 01H
          JR Z,DAYMAX1
          CP 02H
          JR Z,DAYMAX2
          CP 03H
          JR Z,DAYMAX3

```



```

LD A,99H
JP DAYMAX
DAYMAX1: LD A,20H
JP DAYMAX
DAYMAX2: LD A,40H
JP DAYMAX
DAYMAX3: LD A,60H
DAYMAX: ADD A,01

LD HL,DMAXSP
LD (HL),A
LD HL,DMAXBUF
LD (HL),00
SET_DMAX: LD HL,DMAXBUF
CALL WR_L2_C2
IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0B5H
CP 0F7H
JR Z,D_M_EXIT
CP 0EFH
JR Z,D_M_INC
CP 0FDH
JR Z,D_M_DEC
JP SET_DMAX

D_M_EXIT: LD HL,DMAXBUF
LD A,(HL)
JP STOPTIME

D_M_INC: LD HL,DMAXSP
LD D,(HL)
LD HL,DMAXBUF
LD A,(HL)

```



เอกสารนี้เป็น **ADD A,01** วนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DAA
SBC A,D
JR NC,SET_DMAX
LD A,(HL)
ADD A,01
DAA
D_M_RET:  LD (HL),A
          CALL DELAYH
          JP SET_DMAX
D_M_DEC:  LD A,(HL)
          CP 00
          JR Z,SET_DMAX;
          DEC A
          DAA
          JP D_M_RET
STOPTIME: LD HL,TIMESTOP
          CALL LCDLD
          CALL DELAYH
          CALL DELAYH
          CALL DELAYH
          LD HL,SETSTLO
          CALL LCDLD
          LD HL,HRSTOP
          LD A,012H
          LD (HL),A
          CALL WR_L2_C1
          LD HL,MINSP
          LD A,030H
          LD (HL),A
          CALL WR_L2_C3
HOURSTOP: LD D,0C5H
          CALL LCDWI

```



LD D,07EH  
CALL LCDWD  
LD HL,HRSTOP  
CALL WR\_L2\_C1  
IN A,(PORTC1)  
CALL DELAY  
OR 0A5H  
CP 0F7H  
JR Z,HRSPEXIT

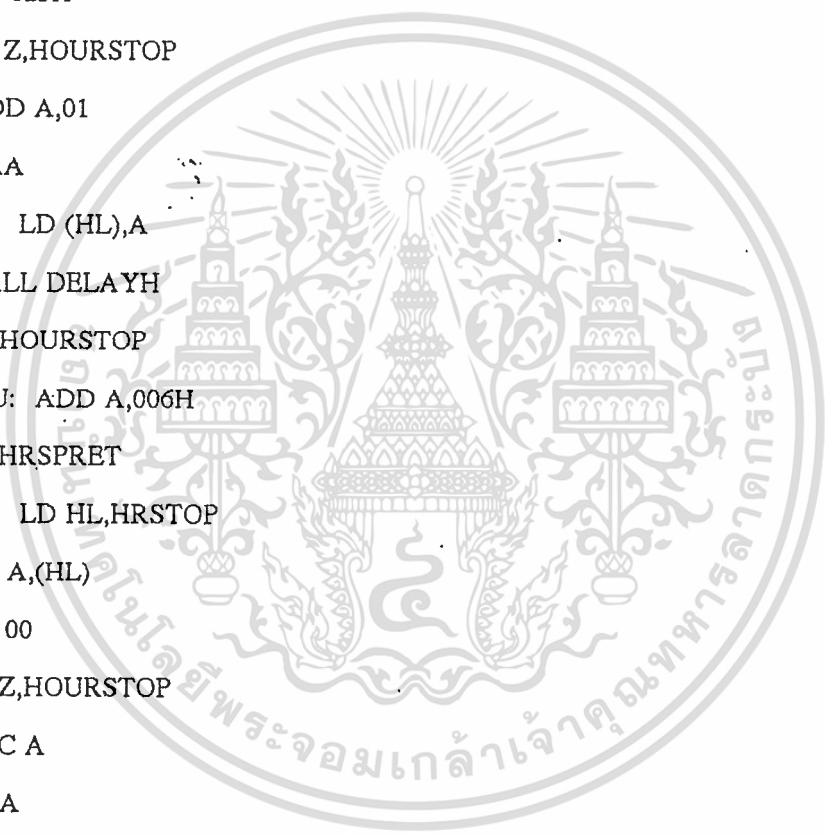
CP 0BFH  
JR Z,INCHRSP  
CP 0FDH  
JR Z,DECHRSP  
CP 0BFH  
JR Z,GO\_MINSP  
JP HOURSTOP

GO\_MINSP: LD B,A  
IN A,(PORTC1)  
CP B  
JR Z,GO\_MINSP  
LD D,0CBH  
CALL LCDWI  
LD D,07EH  
CALL LCDWD  
LD D,0C5H  
CALL LCDWI  
LD D,020H  
CALL LCDWD  
JP MINSTOP

HRSPEXIT: LD HL,HRSTOP  
LD A,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD (HL),A  
LD HL,MINSP  
LD A,(HL)  
LD HL,DMINSP  
LD (HL),A  
JP ADJMAS  
INCHRSP: LD HL,HRSTOP  
LD A,(HL)  
CP 023H  
JR Z,HOURSTOP  
ADD A,01  
DAA  
HRSPRET: LD (HL),A  
CALL DELAYH  
JP HOURSTOP  
H\_SPINC\_SU: ADD A,006H  
JP HRSPRET  
DECHRSP: LD HL,HRSTOP  
LD A,(HL)  
CP 00  
JR Z,HOURSTOP  
DEC A  
DAA  
JP HRSPRET  
MINSTOP: LD HL,MINSP  
CALL WR\_L2\_C3  
IN A,(PORTC1)  
CALL DELAY  
OR 0A5H  
CP 0F7H  
JR Z,MINSPEXIT  
CP 0EFH



JR Z,INCMINSP

CP 0FDH

JR Z,DECMINSP

CP 0BFH

JR Z,GO\_HOURS

JP MINSTOP

MINSPEXIT: LD HL,HRSTOP

LD A,(HL)

LD HL,DHRSP

LD (HL),A

LD HL,MINSP

LD A,(HL)

LD HL,DMINSP

LD (HL),A

JP ADJMAS

GO\_HOURS: LD B,A

IN A,(PORTC1)

CP B

JR Z,GO\_HOURS

LD D,0CBH

CALL LCDWI

LD D,020H

CALL LCDWD

JP HOURSTOP

INCMINSP: LD HL,SAMBUF

LD D,(HL)

LD HL,MINSP

LD A,(HL)

ADD A,D

DAA

SBC A,060H

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD A,(HL)
ADD A,D
DAA
MINSPRET: LD (HL),A
CALL DELAYH
JP MINSTOP
M_SPINC_SU: ADD A,006H
JP MINSPRET
DECMINSP: LD HL,SAMBUF
LD D,(HL)
LD HL,MINSP
LD A,(HL)
CP 00
JR Z,MINSTOP
SUB D
DAA
JP MINSPRET
ADJMAS: IN A,(PORTC1)
OR 0F7H
LD B,A
ADJMASL: IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0F7H
CP B
JR Z,ADJMASL
LD HL,ADJMLO
CALL LCDLD
IN A,(PORTB1)
CALL CATT
IN A,(ADPORT)
CALL WRMAS
CALL WRdB

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL DELAYH
IN A,(PORTC1)
OR 0F7H
CP 0F7H
JR NZ,ADJMÄSL
LD HL,dBUBUF
LD A,(HL)
LD HL,DdBU
LD (HL),A
IN A,(PORTA1)
LD HL,RATT
LD (HL),A
IN A,(PORTB1)
LD HL,RdB
LD (HL),A
LD IX,MDATA
IN A,(PORTC1)
OR 0F7H
LD B,A
MASURE:  IN A,(PORTC1)
CALL DELAY
OR 0F7H
CP B
JR Z,MASURE
SPCHACK:  IN A,(PORTB1)
CALL CATT
IN A,(ADPORT)
CALL WRMAS
CALL WRdB
CALL TRTC
CALL DELAYH

```



LD A,(HL)  
CP 00  
JR NZ,HRCHACK  
CALL RDTIME  
LD HL,HRSTOP  
LD A,(HL)  
CP C  
JR NZ,HRCHACK  
LD HL,MINSP  
LD A,(HL)  
CP D  
JR NZ,HRCHACK  
LD HL,FINLOGO  
CALL LCDLD  
HALT

HRCHACK: IN A,(PORTC1)

OR 0F7H  
CP 0F7H  
JR Z,MASSTOP  
CALL RDTIME  
LD HL,HOUST  
LD A,(HL)

CP C  
JR NZ,SPCHACK

CPMIN: IN A,(PORTC1)

OR 0F7H  
CP 0F7H  
JR Z,MASSTOP  
CALL RDTIME  
LD HL,MINST  
LD A,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JR NZ,SPCHACK  
IN A,(ADPORT)  
LD (IX+0),A  
INC IX  
LD HL,SAMBUF  
LD A,(HL)  
LD D,A  
LD HL,MINST  
LD A,(HL)  
ADD A,D  
DAA  
SBC A,060H  
JR NC,SETOVER  
LD A,(HL)  
ADD A,D  
DAA  
LD (HL),A  
JP SPCHACK  
SETOVER: LD D,(HL)  
LD HL,SAMBUF  
LD A,(HL)  
ADD A,D  
DAA  
SUB 060H  
LD HL,MINST  
LD (HL),A  
LD HL,HOUST  
LD A,(HL)  
ADD A,001H  
DAA  
SBC A,024H



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,(HL)  
ADD A,001H  
DAA  
LD (HL),A  
JP SPCHACK  
HROVER: LD (HL),00  
JP SPCHACK  
MASSTOP: JP LOOPST  
;  
PCLINK: LD HL,PCLOGO  
CALL LCDLD  
IN A,(PORTB0)  
SET 7,A  
OUT (PORTB0),A  
LD HL,TESTLO1  
CALL SBLOCK  
LD HL,MENULO  
CALL SBLOCK  
LD B,3  
CALL WRSPACE  
LD HL,DDAYST  
CALL SBYTEH  
CALL S1B  
LD HL,DMONTST  
CALL SBYTEH  
CALL S1B  
LD HL,DYEARST  
CALL SBYTEH  
LD B,6  
CALL WRSPACE  
LD HL,DHRST  
CALL SBYTEH

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALL S1B  
LD HL,DMINST  
CALL SBYTEH  
LD B,8  
CALL WRSPACE  
LD HL,DHRSP  
CALL SBYTEH  
CALL S1B  
LD HL,DMINSP  
CALL SBYTEH  
LD B,10  
CALL WRSPACE  
LD HL,DSAM  
CALL SBYTEH  
LD B,9  
CALL WRSPACE  
LD HL,dBLOGO  
CALL SBLOCK  
LD HL,DdBU  
LD D,(HL)  
CALL SBYTE  
CALL SLF  
LD HL,ITIMMAS  
CALL SBLOCK  
LD HL,DdBU  
LD D,(HL)  
CALL SBYTE  
LD D,029H  
CALL SBYTE  
CALL SLF  
LD HL,DMINSP  
LD D,(HL)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD HL,DSAM  
LD A,(HL)  
ADD A,D  
DAA  
LD HL,DMSPBUF  
LD (HL),A  
LD HL,DHRST  
LD A,(HL)  
LD HL,DHRSTBUF  
LD (HL),A  
LD HL,DMINST  
LD A,(HL)  
LD HL,DMSTBUF  
LD (HL),A  
LD HL,DDAYSP  
LD A,(HL)  
LD HL,DDSPBUF  
LD (HL),A  
LD IX,MDATA  
CSPWR: LD HL,DDSPBUF  
LD A,(HL)  
CP 0  
JR NZ,WRSCR  
LD HL,DHRSTBUF  
LD D,(HL)  
LD HL,DHRSP  
LD A,(HL)  
CP D  
JR NZ,WRSCR  
JP CMINSP  
WRSCR: CALL WRSCREEN  
JP CSPWR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRSCREEN: LD B,6

CALL WRSPACE

LD HL,DHRSTBUF

CALL SBYTEH

CALL S1B

LD HL,DMSTBUF

LD A,(HL)

CALL SBYTEH

LD HL,DSAM

LD D,(HL)

LD HL,DMSTBUF

LD A,(HL)

ADD A,D

DAA

SBC A,060H

JR NC,SETMINO

LD A,(HL)

ADD A,D

DAA

LD (HL),A

JP WRmB

SETMINO: LD (HL),00

LD HL,DHRSTBUF

LD A,(HL)

ADD A,001

DAA

SBC A,024H

JR NC,HRSTO

LD A,(HL)

ADD A,001

DAA

LD (HL),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JP WRMdB
HRSTO: LD (HL),00
LD HL,DDSPBUF
LD A,(HL)
SUB 01
LD (HL),A
```

```
WRMdB: LD B,14
CALL WRSPACE
LD A,(IX+0)
CALL RDTABLE
CALL WRSCR5
CALL SLF
RET
```

```
CMINSP: CALL WRSCREEN
LD HL,DMPSPBUF
LD D,(HL)
LD HL,DMSTBUF
LD A,(HL)
CP D
JR NZ,CMINSP
JP LOOPST
```

```
REALMAS: IN A,(PORTB1)
CALL CATT
IN A,(ADPORT)
CALL WRMAS
CALL WRdB
CALL TRTC
CALL DELAYH
IN A,(PORTC1)
OR 0F7H
CP 0F7H
JR NZ,REALMAS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP LOOPST

dBSHOW: LD HL,dBUDATA

LD (HL),A

CALL WRdBU

LD DE,MDATA

MANAL: LD HL,RATT

LD A,(HL)

CALL CATT

LD A,(DE)

CALL RDTABLE

CALL WR5CHA

CALL DELAYH

IN A,(PORTC1) ; FOR SELECT MODE DISPLAY ,INC,DEC,STOP

CALL DELAY

OR 0E5H

CP 0BFH

JR Z,dBINC

CP 0FDH

JR Z,dBDEC

CP 0F7H

JR Z,dBEXIT

JP MANAL

dBDEC: LD A,D

CP 080H

JR NZ,dBDEC1

LD A,E

CP 000H

JR Z,PASS

dBDEC1: DEC DE

PASS: JP MANAL

dBINC: INC DE

JP MANAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

dEXIT:    JP LOOPST
RDTABLE:  PUSH BC
          PUSH DE
          LD B,A
          CP 000H
          JR Z,EXIT
LOOPRD:   INC HL
          INC HL
          INC HL
          INC HL
          INC HL
          DJNZ LOOPRD
EXIT:     POP DE
          POP BC
          RET
CATT:    PUSH AF
          CP 07FH
          JR Z,TABLE1
          CP 0BFH
          JR Z,TABLE2
          CP 03FH
          JR Z,TABLE3
          CP 0DFH
          JR Z,TABLE4
          CP 0EFH
          JR Z,TABLE5
          CP 0F7H
          JR Z,TABLE6
          CP 0FBH
          JR Z,TABLE7
          CP 0E7H
          JR Z,TABLE8

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CP 0FDH

JR Z, TABLE9

LD HL, dBTABLE10

INTABLE: POP AF

RET

TABLE1: LD HL, dBTABLE1

JP INTABLE

TABLE2: LD HL, dBTABLE2

JP INTABLE

TABLE3: LD HL, dBTABLE3

JP INTABLE

TABLE4: LD HL, dBTABLE4

JP INTABLE

TABLE5: LD HL, dBTABLE5

JP INTABLE

TABLE6: LD HL, dBTABLE6

JP INTABLE

TABLE7: LD HL, dBTABLE7

JP INTABLE

TABLE8: LD HL, dBTABLE8

JP INTABLE

TABLE9: LD HL, dBTABLE9

JP INTABLE

;

;

;

; = DELAY TIME =

;

;

DELAY: PUSH BC

LD C, 15

LOOP\_D: LD B, 0F5H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DELAY1: DJNZ DELAY1

DEC C

JR NZ,LOOP\_D

POP BC

RET

DELAYH: PUSH AF

PUSH HL

LD HL,08FFFFH

LOOPH: DEC HL

LD A,L

OR H

NOP

NOP

NOP

NOP

NOP

NOP

JR NZ,LOOPH

POP HL

POP AF

RET

TABLOGO: DFB " \*\* SOUND \*\* "

DFB " LEVEL METER "

TALOGO1: DFB " PLEASE SELECT MODE "

DFB " PUSH KEYBOARD "

SAMLOGO: DFB " ADJUST SAMPING TIME"

DFB " MINUTE "

STARTLO: DFB " SET START TIME "

DFB " HOUR and MINUTE "

SETSTLO: DFB " HOUR MINUTE "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB " "

TIMESTOP: DFB " SET STOP TIME "

DFB " HOUR and MINUTE "

LO\_DSTOP: DFB " SET DAY STOP "

DFB " "

FINLOGO: DFB " \*\*\* OK \*\*\* "

DFB " FINITE "

RMASLO: DFB " "

DFB " LEVEL dB. "

DISPLO: DFB " SOUND RECORD "

DFB " LEVEL dB. "

ADJMLO: DFB " ADJUST RANGE "

DFB " LEVEL dB. "

TIMELO: DFB " TIME SETUP "

DFB " "

LODATE: DFB " DATE SETUP "

DFB " "

PCLOGO: DFB " MOVE LEVEL DATA "

DFB " TO PC "

TESTLO1: DFB " SOUND LEVEL METER RANGE",0DH

MENULO: DFB " DATE START TIME STOP TIME SAMPING(MIN)"

DFB " WEIGHTING",0DH

ITIMMAS: DFB " MASUREMENT TIME LEVEL (dB)",00H

dBLOGO: DFB "dB",00H

dBTABLE1: DFB "-LOW-- 8.1- 2.1 1.4 3.9 5:8 7.4 8.8 9.9 11.0"

DFB " 11.9 12.7 13.5 14.1 14.8 15.4 16.0 16.5 16.5 17.0"

DFB " 17.4 17.9 18.3 18.7 19.1 19.5 19.8 20.2 20.5 20.8"

DFB " 21.1 21.4 21.7 22.0 22.2 22.5 22.8 23.0 23.2 23.5"

DFB " 23.7 23.9 24.1 24.3 24.5 24.7 24.9 25.1 25.3 25.5"

DFB " 25.7 25.8 26.0 26.2 26.4 26.5 26.7 26.8 27.0 27.1"

DFB " 27.3 27.4 27.6 27.7 27.9 28.0 28.1 28.3 28.4 28.5"

DFB " 28.6 28.8 28.9 29.0 29.1 29.3 29.4 29.5 29.6 29.7"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB " 29.8 29.9 30.0 30.1 30.3 30.4 30.5 30.6 30.7 30.8"  
 DFB " 30.9 31.0 31.1 31.1 31.2 31.3 31.4 31.5 31.6 31.7"  
 DFB " 31.8 31.9 32.0 32.0 32.1 32.2 32.3 32.4 32.5 32.5"  
 DFB " 32.6 32.7 32.8 32.9 32.9 33.0 33.1 33.2 33.3 33.4"  
 DFB " 33.5 33.5 33.6 33.7 33.7 33.8 33.9 33.9 34.0 34.1"  
 DFB " 34.1 34.2 34.3 34.3 34.4 34.5 34.5 34.6 34.7 34.7"  
 DFB " 34.8 34.9 34.9 35.0 35.0 35.1 35.2 35.2 35.3 35.3"  
 DFB " 35.3 35.4 35.4 35.5 35.6 35.6 35.7 35.7 35.8 35.8"  
 DFB " 35.9 36.0 36.0 36.1 36.1 36.2 36.2 36.3 36.3 36.4"  
 DFB " 36.4 36.5 36.5 36.6 36.6 36.7 36.7 36.8 36.8 36.9"  
 DFB " 36.9 37.0 37.1 37.1 37.2 37.2 37.3 37.3 37.4 37.4"  
 DFB " 37.4 37.5 37.5 37.6 37.6 37.7 37.7 37.8 37.8 37.8"  
 DFB " 37.9 37.9 38.0 38.0 38.1 38.1 38.1 38.2 38.2 38.3"  
 DFB " 38.3 38.4 38.4 38.4 38.5 38.5 38.6 38.6 38.6 38.7"  
 DFB " 38.7 38.8 38.8 38.8 38.9 38.9 39.0 39.0 39.0 39.1"  
 DFB " 39.1 39.1 39.2 39.2 39.3 39.3 39.3 39.4 39.4 39.4"  
 DFB " 39.5 39.5 39.5 39.6 39.6 39.7 39.7 39.7 39.8 39.8"  
 DFB " 39.8 39.9 39.9 39.9 40.0 40.0"

dBTABLE2: DFB "-LOW- 1.9 7.9 11.4 13.9 15.8 17.4 18.8 19.9 21.0"

DFB " 21.9 22.7 23.5 24.1 24.8 25.4 26.0 26.5 27.0 27.4"  
 DFB " 27.9 28.3 28.7 29.1 29.5 29.8 30.2 30.5 30.8 31.1"  
 DFB " 31.4 31.7 32.0 32.2 32.5 32.8 33.0 33.2 33.5 33.7"  
 DFB " 33.9 34.1 34.3 34.5 34.7 34.9 35.1 35.3 35.5 35.7"  
 DFB " 35.8 36.0 36.2 36.4 36.5 36.7 36.8 37.0 37.1 37.3"  
 DFB " 37.4 37.6 37.7 37.9 38.0 38.1 38.3 38.4 38.5 38.6"  
 DFB " 38.8 38.9 39.0 39.1 39.3 39.4 39.5 39.6 39.7 39.8"  
 DFB " 39.9 40.0 40.1 40.3 40.4 40.5 40.6 40.7 40.8 40.9"  
 DFB " 41.0 41.1 41.1 41.2 41.3 41.4 41.5 41.6 41.7 41.8"  
 DFB " 41.9 42.0 42.0 42.1 42.2 42.3 42.4 42.5 42.5 42.6"  
 DFB " 42.7 42.8 42.9 42.9 43.0 43.1 43.2 43.2 43.3 43.4"  
 DFB " 43.5 43.5 43.6 43.7 43.7 43.8 43.9 43.9 44.0 44.1"  
 DFB " 44.1 44.2 44.3 44.3 44.4 44.5 44.5 44.6 44.7 44.7"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB " 44.8 44.9 44.9 45.0 45.0 45.1 45.2 45.2 45.3 45.3"  
 DFB " 45.4 45.4 45.5 45.6 45.6 45.7 45.7 45.8 45.8 45.9"  
 DFB " 46.0 46.0 46.1 46.1 46.2 46.2 46.3 46.3 46.4 46.4"  
 DFB " 46.5 46.5 46.6 46.6 46.7 46.7 46.8 46.8 46.9 46.9"  
 DFB " 47.0 47.0 47.1 47.1 47.2 47.2 47.3 47.3 47.4 47.4"  
 DFB " 47.4 47.5 47.5 47.6 47.6 47.7 47.7 47.8 47.8 47.8"  
 DFB " 47.9 47.9 48.0 48.0 48.1 48.1 48.1 48.2 48.2 48.3"  
 DFB " 48.3 48.4 48.4 48.4 48.5 48.5 48.6 48.6 48.6 48.7"  
 DFB " 48.7 48.8 48.8 48.8 48.9 48.9 49.0 49.0 49.0 49.1"  
 DFB " 49.1 49.1 49.2 49.2 49.3 49.3 49.3 49.4 49.4 49.4"  
 DFB " 49.5 49.5 49.5 49.6 49.6 49.7 49.7 49.7 49.8 49.8"  
 DFB " 49.8 49.9 49.9 49.9 50.0 OVER"

dBTABLE3: DFB "-LOW- 11.9 17.9 21.4 23.9 25.8 27.4 28.8 29.9 31.0"

DFB " 31.9 32.7 33.5 34.1 34.8 35.4 36.0 36.5 37.0 37.4"  
 DFB " 37.9 38.3 38.7 39.1 39.5 39.8 40.2 40.5 40.8 41.1"  
 DFB " 41.4 41.7 42.0 42.2 42.5 42.8 43.0 43.2 43.5 43.7"  
 DFB " 43.9 44.1 44.3 44.5 44.7 44.9 45.1 45.3 45.5 45.7"  
 DFB " 45.8 46.0 46.2 46.4 46.5 46.7 46.8 47.0 47.1 47.3"  
 DFB " 47.4 47.6 47.7 47.9 48.0 48.1 48.3 48.4 48.5 48.6"  
 DFB " 48.8 48.9 49.0 49.1 49.3 49.4 49.5 49.6 49.7 49.8"  
 DFB " 49.9 50.0 50.1 50.3 50.4 50.5 50.6 50.7 50.8 50.9"  
 DFB " 51.0 51.1 51.1 51.2 51.3 51.4 51.5 51.6 51.7 51.8"  
 DFB " 51.9 52.0 52.0 52.1 52.2 52.3 52.4 52.5 52.5 52.6"  
 DFB " 52.7 52.8 52.9 52.9 53.0 53.1 53.2 53.2 53.3 53.4"  
 DFB " 53.5 53.5 53.6 53.7 53.7 53.8 53.9 53.9 54.0 54.1"  
 DFB " 54.1 54.2 54.3 54.3 54.4 54.5 54.5 54.6 54.7 54.7"  
 DFB " 54.8 54.9 54.9 55.0 55.0 55.1 55.2 55.2 55.3 55.3"  
 DFB " 55.4 55.4 55.5 55.6 55.6 55.7 55.7 55.8 55.8 55.9"  
 DFB " 56.0 56.0 56.1 56.1 56.2 56.2 56.3 56.3 56.4 56.4"  
 DFB " 56.5 56.5 56.6 56.6 56.7 56.7 56.8 56.8 56.9 56.9"  
 DFB " 57.0 57.0 57.1 57.1 57.2 57.2 57.3 57.3 57.4 57.4"  
 DFB " 57.4 57.5 57.5 57.6 57.6 57.7 57.7 57.8 57.8 57.8"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB " 57.9 57.9 58.0 58.0 58.1 58.1 58.1 58.2 58.2 58.3"  
 DFB " 58.3 58.4 58.4 58.4 58.5 58.5 58.6 58.6 58.6 58.7"  
 DFB " 58.7 58.8 58.8 58.8 58.9 58.9 59.0 59.0 59.0 59.1"  
 DFB " 59.1 59.1 59.2 59.2 59.3 59.3 59.3 59.4 59.4 59.4"  
 DFB " 59.5 59.5 59.5 59.6 59.6 59.7 59.7 59.7 59.8 59.8"  
 DFB " 59.8 59.9 59.9 59.9 60.0 OVER"

dBTABLE4: DFB "-LOW- 21.9 27.9 31.4 33.9 35.8 37.4 38.8 39.9 41.0"

DFB " 41.9 42.7 43.5 44.1 44.8 45.4 46.0 46.5 47.0 47.4"  
 DFB " 47.9 48.3 48.7 49.1 49.5 49.8 50.2 50.5 50.8 51.1"  
 DFB " 51.4 51.7 52.0 52.2 52.5 52.8 53.0 53.2 53.5 53.7"  
 DFB " 53.9 54.1 54.3 54.5 54.7 54.9 55.1 55.3 55.5 55.7"  
 DFB " 55.8 56.0 56.2 56.4 56.5 56.7 56.8 57.0 57.1 57.3"  
 DFB " 57.4 57.6 57.7 57.9 58.0 58.1 58.3 58.4 58.5 58.6"  
 DFB " 58.8 58.9 59.0 59.1 59.3 59.4 59.5 59.6 59.7 59.8"  
 DFB " 59.9 60.0 60.1 60.3 60.4 60.5 60.6 60.7 60.8 60.9"  
 DFB " 61.0 61.1 61.1 61.2 61.3 61.4 61.5 61.6 61.7 61.8"  
 DFB " 61.9 62.0 62.0 62.1 62.2 62.3 62.4 62.5 62.5 62.6"  
 DFB " 62.7 62.8 62.9 62.9 63.0 63.1 63.2 63.2 63.3 63.4"  
 DFB " 63.5 63.5 63.6 63.7 63.7 63.8 63.9 63.9 64.0 64.1"  
 DFB " 64.1 64.2 64.3 64.3 64.4 64.5 64.5 64.6 64.7 64.7"  
 DFB " 64.8 64.9 64.9 65.0 65.0 65.1 65.2 65.2 65.3 65.3"  
 DFB " 65.4 65.4 65.5 65.6 65.6 65.7 65.7 65.8 65.8 65.9"  
 DFB " 66.0 66.0 66.1 66.1 66.2 66.2 66.3 66.3 66.4 66.4"  
 DFB " 66.5 66.5 66.6 66.6 66.7 66.7 66.8 66.8 66.9 66.9"  
 DFB " 67.0 67.0 67.1 67.1 67.2 67.2 67.3 67.3 67.4 67.4"  
 DFB " 67.4 67.5 67.5 67.6 67.6 67.7 67.7 67.8 67.8 67.8"  
 DFB " 67.9 67.9 68.0 68.0 68.1 68.1 68.1 68.2 68.2 68.3"  
 DFB " 68.3 68.4 68.4 68.4 68.5 68.5 68.6 68.6 68.8 68.7"  
 DFB " 68.7 68.8 68.8 68.8 68.9 68.9 69.0 69.0 69.0 69.1"  
 DFB " 69.1 69.1 69.2 69.2 69.3 69.3 69.3 69.4 69.4 69.4"  
 DFB " 69.5 69.5 69.5 69.6 69.6 69.7 69.7 69.7 69.8 69.8"  
 DFB " 69.8 69.9 69.9 69.9 70.0 OVER"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dBTABLE5: DFB "-LOW- 31.9 37.9 41.4 43.9 45.8 47.4 48.8 49.9 51.0"

DFB " 51.9 52.7 53.5 54.1 54.8 55.4 56.0 56.6 57.0 57.4"

DFB " 57.9 58.3 58.7 59.1 59.5 59.8 60.2 60.5 60.8 61.1"

DFB " 61.4 61.7 62.0 62.2 62.5 62.8 63.0 63.2 63.5 63.7"

DFB " 63.9 64.1 64.3 64.5 64.7 64.9 65.1 65.3 65.5 65.7"

DFB " 65.8 66.0 66.2 66.4 66.5 66.7 66.8 67.0 67.1 67.3"

DFB " 67.4 67.6 67.7 67.9 68.0 68.1 68.3 68.4 68.5 68.6"

DFB " 68.8 68.9 69.0 69.1 69.3 69.4 69.5 69.6 69.7 69.8"

DFB " 69.9 70.0 70.1 70.3 70.4 70.5 70.6 70.7 70.8 70.9"

DFB " 71.0 71.1 71.1 71.2 71.3 71.4 71.5 71.6 71.7 71.8"

DFB " 71.9 72.0 72.0 72.1 72.2 72.3 72.4 72.5 72.5 72.6"

DFB " 72.7 72.8 72.9 72.9 73.0 73.1 73.2 73.2 73.3 73.4"

DFB " 73.5 73.5 73.6 73.7 73.7 73.8 73.9 73.9 74.0 74.1"

DFB " 74.1 74.2 74.3 74.3 74.4 74.5 74.5 74.6 74.7 74.7"

DFB " 74.8 74.9 74.9 75.0 75.0 75.1 75.2 75.2 75.3 75.3"

DFB " 75.4 75.4 75.5 75.6 75.6 75.7 75.7 75.8 75.8 75.9"

DFB " 76.0 76.0 76.1 76.1 76.2 76.2 76.3 76.3 76.4 76.4"

DFB " 76.5 76.5 76.6 76.6 76.7 76.7 76.8 76.8 76.9 76.9"

DFB " 77.0 77.0 77.1 77.1 77.2 77.2 77.3 77.3 77.4 77.4"

DFB " 77.4 77.5 77.5 77.6 77.6 77.7 77.7 77.8 77.8 77.8"

DFB " 77.9 77.9 78.0 78.0 78.1 78.1 78.1 78.2 78.2 78.3"

DFB " 78.3 78.4 78.4 78.4 78.5 78.5 78.6 78.6 78.6 78.7"

DFB " 78.7 78.8 78.8 78.8 78.9 78.9 79.0 79.0 79.0 79.1"

DFB " 79.1 79.1 79.2 79.2 79.3 79.3 79.3 79.4 79.4 79.4"

DFB " 79.5 79.5 79.5 79.6 79.6 79.7 79.7 79.7 79.8 79.8"

DFB " 79.8 79.9 79.9 79.9 80.0 OVER"

dBTABLE6: DFB "-LOW- 41.9 47.9 51.4 53.9 55.8 57.4 58.8 59.9 61.0"

DFB " 61.9 62.7 63.5 64.1 64.8 65.4 66.0 66.5 67.0 67.4"

DFB " 67.9 68.3 68.7 69.1 69.5 69.8 70.2 70.5 70.8 71.1"

DFB " 71.4 71.4 71.7 72.0 72.2 72.5 72.8 73.0 73.2 73.5"

DFB " 73.9 74.1 74.3 74.5 74.7 74.9 75.1 75.3 75.5 75.7"

DFB " 75.8 76.0 76.2 76.4 76.5 76.7 76.8 77.0 77.1 77.3"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB " 77.4 77.6 77.7 77.9 78.0 78.1 78.3 78.4 78.5 78.6"  
 DFB " 78.8 78.9 79.0 79.1 79.3 79.4 79.5 79.6 79.7 79.8"  
 DFB " 79.9 80.0 80.1 80.3 80.4 80.5 80.6 80.7 80.8 80.9"  
 DFB " 81.0 81.1 81.1 81.2 81.3 81.4 81.5 81.6 81.7 81.8"  
 DFB " 81.9 82.0 82.0 82.1 82.2 82.3 82.4 82.5 82.5 82.6"  
 DFB " 82.7 82.8 82.9 82.9 83.0 83.1 83.2 83.2 83.3 83.4"  
 DFB " 83.5 83.5 83.6 83.7 83.7 83.8 83.9 83.9 84.0 84.1"  
 DFB " 84.1 84.2 84.3 84.3 84.4 84.5 84.5 84.6 84.7 84.7"  
 DFB " 84.8 84.9 84.9 85.0 85.0 85.1 85.2 85.2 85.3 85.3"  
 DFB " 85.4 85.4 85.5 85.6 85.6 85.7 85.7 85.8 85.8 85.9"  
 DFB " 86.0 86.0 86.1 86.1 86.2 86.2 86.3 86.3 86.4 86.4"  
 DFB " 86.5 86.5 86.6 86.6 86.7 86.7 86.8 86.8 86.9 86.9"  
 DFB " 87.0 87.0 87.1 87.1 87.2 87.2 87.3 87.3 87.4 87.4"  
 DFB " 87.4 87.5 87.5 87.6 87.6 87.7 87.7 87.8 87.8 87.8"  
 DFB " 87.9 87.9 88.0 88.0 88.1 88.1 88.1 88.2 88.2 88.3"  
 DFB " 88.3 88.4 88.4 88.4 88.5 88.5 88.6 88.6 88.6 88.7"  
 DFB " 88.7 88.8 88.8 88.8 88.9 88.9 89.0 89.0 89.0 89.1"  
 DFB " 89.1 89.1 89.2 89.2 89.3 89.3 89.3 89.4 89.4 89.4"  
 DFB " 89.5 89.5 89.5 89.6 89.6 89.7 89.7 89.7 89.8 89.8"  
 DFB " 89.8 89.9 89.9 89.9 90.0 OVER"

dBTABLE7: DFB "-LOW- 51.9 57.9 61.4 63.9 65.8 67.4 68.8 69.9 71.0"

DFB " 71.9 72.7 73.5 74.1 74.8 75.4 79.0 76.5 77.0 77.4"  
 DFB " 77.9 78.3 78.7 79.1 79.5 79.8 80.2 80.5 80.8 81.1"  
 DFB " 81.4 81.7 82.0 82.2 82.5 82.8 83.0 83.2 83.5 83.7"  
 DFB " 83.9 84.1 84.3 84.5 84.7 84.9 85.1 85.3 85.5 85.7"  
 DFB " 85.8 86.0 86.2 86.4 86.5 86.7 86.8 87.0 87.1 87.3"  
 DFB " 87.4 87.6 87.7 87.9 88.0 88.1 88.3 88.4 88.5 88.6"  
 DFB " 88.8 88.9 89.0 89.1 89.3 89.4 89.5 89.6 89.7 89.8"  
 DFB " 89.9 90.0 90.1 90.3 90.4 90.5 90.6 90.7 90.8 90.9"  
 DFB " 91.0 91.1 91.1 91.2 91.3 91.5 91.6 91.7 91.8 91.8"  
 DFB " 91.9 92.0 92.0 92.1 92.2 92.3 92.4 92.5 92.5 92.6"  
 DFB " 92.7 92.8 92.9 92.9 93.0 93.1 93.2 93.2 93.3 93.4"

DFB " 96.5 93.5 93.6 93.7 93.7 93.8 93.9 93.9 94.0 94.1"  
 DFB " 94.1 94.2 94.3 94.3 94.4 94.5 94.5 94.6 94.7 94.7"  
 DFB " 94.8 94.9 94.9 95.0 95.0 95.1 95.2 95.2 95.3 95.3"  
 DFB " 95.4 95.4 95.5 95.6 95.6 95.7 95.7 95.8 95.8 95.9"  
 DFB " 96.0 96.0 96.1 96.1 96.2 96.2 96.3 96.3 96.4 96.4"  
 DFB " 96.5 96.5 96.6 96.6 96.7 96.7 96.8 96.8 96.9 96.9"  
 DFB " 97.0 97.0 97.1 97.1 97.2 97.2 97.3 97.3 97.4 97.4"  
 DFB " 97.4 97.5 97.5 97.6 97.6 97.7 97.7 97.8 97.8 97.8"  
 DFB " 97.9 97.9 98.0 98.0 98.1 98.1 98.1 98.2 98.2 98.3"  
 DFB " 98.3 98.4 98.4 98.4 98.5 98.5 98.6 98.6 98.6 98.7"  
 DFB " 98.7 98.8 98.8 98.8 98.9 98.9 99.0 99.0 99.0 99.1"  
 DFB " 99.1 99.1 99.2 99.2 99.3 99.3 99.3 99.4 99.4 99.4"  
 DFB " 99.5 99.5 99.5 99.6 99.6 99.7 99.7 99.7 99.8 99.8"  
 DFB " 99.8 99.9 99.9 99.9 100.0 OVER"

dBTABLE8: DFB "-LOW- 61.9 67.9 71.4 73.9 75.8 77.4 78.8 79.9 81.0"

DFB " 81.9 82.7 83.5 84.1 84.8 85.4 85.0 86.5 87.0 87.4"  
 DFB " 87.9 88.3 88.7 89.1 89.5 89.8 90.2 90.5 90.8 91.1"  
 DFB " 91.4 94.7 92.0 92.2 92.5 92.8 93.0 93.2 93.5 93.7"  
 DFB " 93.9 94.1 94.3 94.5 94.7 94.9 95.1 95.3 95.5 95.7"  
 DFB " 95.8 96.0 96.2 96.4 96.5 96.7 96.8 97.0 97.1 97.3"  
 DFB " 97.4 97.6 97.7 97.9 98.0 98.1 98.3 98.4 98.5 98.6"  
 DFB " 98.8 98.9 99.0 99.1 99.3 99.4 99.5 99.6 99.7 99.8"  
 DFB " 99.9 100.0 100.1 100.3 100.4 100.5 100.6 100.7 100.8 100.9"  
 DFB " 101.0 101.1 101.1 101.2 101.3 101.4 101.5 101.6 101.7 101.8"  
 DFB " 101.9 102.0 102.0 102.1 102.2 102.3 102.4 102.5 102.5 102.6"  
 DFB " 102.7 102.8 102.9 102.9 103.0 103.1 103.2 103.2 103.3 103.4"  
 DFB " 103.5 103.5 103.6 103.7 103.7 103.8 103.9 103.9 104.0 104.1"  
 DFB " 104.1 104.2 104.3 104.3 104.4 104.5 104.5 104.6 104.7 104.7"  
 DFB " 104.8 104.9 104.9 105.0 105.0 105.1 105.2 105.2 105.3 105.3"  
 DFB " 105.4 105.4 105.5 105.6 105.6 105.7 105.7 105.8 105.8 105.9"  
 DFB " 106.0 106.0 106.1 106.1 106.2 106.3 106.3 106.4 106.4"

DFB "106.5 106.5 106.6 106.6 106.7 106.7 106.8 106.8 106.9 106.9"

DFB "107.0107.0107.1107.1107.2107.2107.3107.3107.4107.4"  
DFB "107.4107.5107.5107.6107.6107.7107.7107.8107.8107.8"  
DFB "107.9107.9108.0108.0108.1108.1108.1108.2108.2108.3"  
DFB "108.3108.4108.4108.4108.5108.5108.6108.6108.6108.7"  
DFB "108.7108.8108.8108.8108.9108.9109.0109.0109.0109.1"  
DFB "109.1109.1109.2109.2109.3109.3109.4109.4109.4"  
DFB "109.5109.5109.5109.6109.6109.7109.7109.7109.8109.8"  
DFB "109.8109.9109.9109.9110.0-OVER"

dBTABLE9: DFB "-LOW- 71.9 77.9 81.4 83.9 85.8 87.4 88.8 89.9 91.0"

DFB " 91.9 92.7 93.5 94.1 94.8 95.4 96.0 96.5 97.0 97.4"  
DFB " 97.9 98.3 98.7 99.1 99.5 99.8100.2100.5100.8101.1"  
DFB "101.4101.7102.0102.3102.5102.8103.0103.2103.5103.7"  
DFB "103.9104.1104.3104.5104.7104.9105.1105.3105.5105.7"  
DFB "105.8106.0106.2106.4106.5106.7106.8107.0107.1107.3"  
DFB "107.4107.6107.7107.9108.0108.1108.3108.4108.5108.6"  
DFB "108.8108.9109.0109.1109.3109.4109.5109.6109.7109.8"  
DFB "109.9110.0110.1110.3110.4110.5110.6110.7110.8110.9"  
DFB "111.0111.1111.1111.2111.3111.4111.5111.6111.7111.8"  
DFB "111.9112.0112.0112.1112.2112.3112.4112.5112.5112.6"  
DFB "112.7112.8112.9112.9113.0113.1113.2113.2113.3113.4"  
DFB "113.5113.5113.6113.7113.7113.8113.9113.9114.0114.1"  
DFB "114.1114.2114.3114.3114.4114.5114.5114.6114.7114.7"  
DFB "114.8114.9114.9115.0115.0115.1115.2115.2115.3115.3"  
DFB "115.4115.4115.5115.6115.6115.7115.7115.8115.8115.9"  
DFB "116.0116.0116.1116.116.2116.2116.3116.3116.4116.4"  
DFB "116.5116.5116.6116.6116.7116.7116.8116.8116.9116.9"  
DFB "117.0117.0117.1117.117.2117.2117.3117.3117.4117.4"  
DFB "117.4117.5117.5117.6117.6117.7117.7117.8117.8117.8"  
DFB "117.9117.9118.0118.0118.1118.1118.1118.2118.2118.3"  
DFB "118.3118.4118.4118.4118.5118.5118.6118.6118.7118.7"  
DFB "118.7118.8118.8118.8118.9118.9119.0119.0119.0119.1"  
DFB "119.1119.1119.2119.2119.3119.3119.3119.4119.4119.4"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB "119.5119.5119.5119.6119.6119.7119.7119.7119.8119.8"  
DFB "119.8119.9119.9119.9120.0 OVER"  
dBTABLE10: DFB "-LOW- 81.9 87.9 91.4 93.9 95.8 97.4 98.8 99.9101.0"  
DFB "101.9102.7103.5104.110408105.4106.0106.5107.0107.4"  
DFB "107.9108.3108.7109.1109.5109.8110.2110.5110.8111.1"  
DFB "111.4111.7112.0112.2112.5112.8113.0113.2113.5113.7"  
DFB "113.9114.1114.3114.5114.7114.9115.115.3115.5115.7"  
DFB "115.8116.0116.2116.4116.5116.7116.8117.0117.1117.3"  
DFB "117.4117.6117.7117.9118.0118.1118.3118.4118.5118.6"  
DFB "118.8118.9119.0119.1119.3119.4119.5119.6119.7119.8"  
DFB "119.9120.0120.1120.3120.4120.5120.6120.7120.8120.9"  
DFB "121.0121.1121.1121.2121.3121.4121.5121.6121.7121.8"  
DFB "121.9122.0122.0122.1122.2122.3122.4122.5122.5122.6"  
DFB "122.7122.8122.9122.9123.0123.1123.2123.2123.3123.4"  
DFB "123.5123.5123.6123.7123.7123.8123.9123.9124.0124.1"  
DFB "124.1124.2124.3124.3124.4124.5124.5124.6124.7124.7"  
DFB "124.8124.9124.9125.0125.0125.1125.2125.2125.3125.3"  
DFB "125.4125.4125.5125.6125.6125.7125.7125.8125.8125.9"  
DFB "126.0126.0126.1126.1126.2126.2126.3126.3126.4126.4"  
DFB "126.5126.5126.6126.6126.7126.7126.8126.8126.9126.9"  
DFB "127.0127.0127.1127.1127.2127.2127.3127.3127.4127.4"  
DFB "127.4127.5127.5127.6127.6127.7127.7127.8127.8128.8"  
DFB "127.9127.9128.0128.0128.1128.1128.2128.2128.3"  
DFB "128.3128.4128.4128.4128.5128.5128.6128.6128.7128.7"  
DFB "128.7128.8128.8128.8128.9128.9129.0129.0129.1129.1"  
DFB "129.1129.1129.2129.2129.3129.3129.3129.4129.4129.4"  
DFB "129.5129.5129.5129.6129.6129.7129.7129.8129.8"  
DFB "129.8129.9129.9129.9130.0 OVER"  
END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำสั่ง HD44780

Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2		
	RS	RM	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0					
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 $\mu$ s ~ 1.64 ms	120 $\mu$ s ~ 4.9 ms		
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 $\mu$ s ~ 1.6 ms	120 $\mu$ s ~ 4.8 ms		
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s		
Display ON/OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s		
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s		
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	0	0	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s		
Set CG RAM address	0	0	0	1	ACG					0	0	Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s	
Set DD RAM address	0	0	1	ADD					0	0	Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s		
Read busy flag & address	0	1	BF	AC					0	0	Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1 $\mu$ s	1 $\mu$ s		
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data										Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data										Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 $\mu$ s	120 $\mu$ s
	I/D = 1: Increment (+1) I/D = 0: Decrement (-1) S = 1: Accompanies display shift. S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move R/L = 1: Shift to the right. R/L = 0: Shift to the left. DL = 1: 8 bits      DL = 0: 4 bits N = 1: 2 lines      N = 0: 1 line F = 1: 5 x 10 dots      F = 0: 5 x 7 dots BF = 1: Internally operating BF = 0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM ACG: CG RAM address ADD: DD RAM address Corresponds to cursor address. AC: Address counter used for both of DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes. (Example) When f <sub>osc</sub> is 270 kHz: $40 \mu s \times \frac{250}{270} = 37 \mu s$			

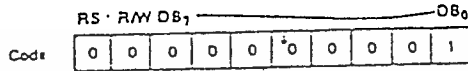
\*No effect

- Notes 1. Applied to models driven by 1/8 duty or 1/11 duty.  
 2. Applied to models driven by 1/16 duty.

รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY

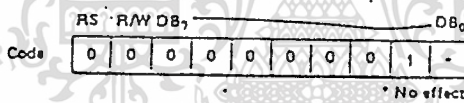
Clear display



คำสั่งจะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ SET I/D = 1, S ไม่มีการเปลี่ยน

2. RETURN HOME

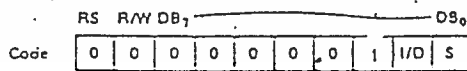
Return home



คำสั่งจะทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

3. ENTRY MODE SET

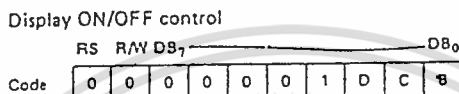
Entry mode set



BIT I/D : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่ง โดย 1 = เพิ่ม 0 = ลดลงหนึ่ง

BIT S : เป็นตัวกำหนดแสดงผลโดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

#### 4. DISPLAY ON/OFF CONTROL



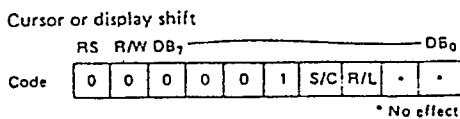
BIT D : เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D = 1 จะ ON และ D = 0 จะ OFF

BIT C : จะให้แสดง CURSOR ให้ BIT C = 1 และถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR BIT C = 0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5X7 DOT และจะอยู่ที่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5X10 DOT

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของ CURSOR โดย B = 1 มีการกระพริบ B = 0 ไม่มีการกระพริบ โดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms



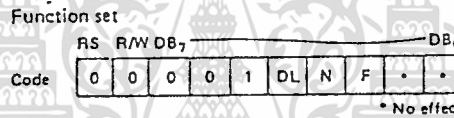
#### 5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT



เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้อมูล ไปเกิดทางซ้ายหรือขวา โดยไม่ต้องใช้ คำสั่งเขียนหรืออ่าน โดย

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมไปซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมไปขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการค้นตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้าย
1	1	เป็นการค้นตัวอักษรที่เกิดไปทางขวามือ

#### 6. FUNCTION SET



BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 BIT หรือ 4 BIT โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 BIT DL = 0 และ 8 BIT DL = 1

N : เป็นการ SET บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด N = 1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัด ก็ให้ SET N = 1

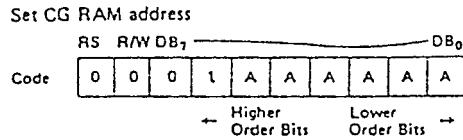
F : เป็นการ SET ขนาด DOT การแสดงผล 5x7 หรือ 5x10 โดย F = 0 เป็นแบบ 5x7 และ F = 1 เป็นแบบ 5x10

N	F	No. of display lines	Character font	Duty factor	Remarks
0	0	1	5 x 7 dots	1/8	
0	1	1	5 x 10 dots	1/11	
1	•	2	5 x 7 dots	1/16	Cannot display 2 lines with 5 x 10 dot character font.

\* No effect

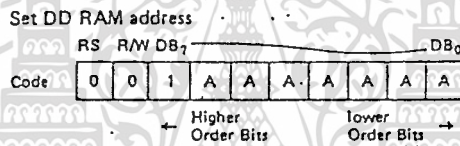
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 7. SET CG RAM ADDRESS



ใน HD44780 นี้จะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80X8 BIT และ CHARACTER GENERATOR ROM CG RAM จำนวน 512 BIT และ 7200 BIT คำสั่งนี้จะเป็นการ SET ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการ SET ADDRESS ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

### 8. SET DD RAM ADDRESS



เป็นคำสั่ง SET คำ ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือ ส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับ SET คำ N ด้วย

ถ้า N = 0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-4FH

ถ้า N = 1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

ตัวอย่างการจัด ADDRESS ของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด และ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด HDM-16416H, HDM-20216H

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	-- display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	-- DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

HDM-16416H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

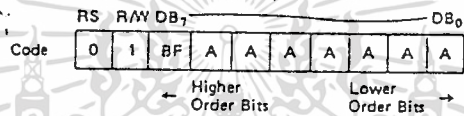
	1Rr	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	— display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	— DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	
3-line	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27	
4-line	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67	

(Note) Shift display is as same as 2-line type.

## HDM-20216H

### 9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS

Read busy flag & address



เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 อยู่ในขั้นตอนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาวะพร้อมจะรับข้อมูล โดย

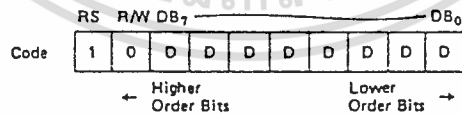
BF = 1 อยู่ในขั้นตอนการทำงานภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

### 10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM

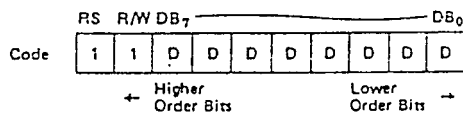
Write data to CG or DD RAM



เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ SET ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ SET ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

### 11. READ DATA FROM CG OR DD RAM

Read data from CG or DD RAM



เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก DD RAM หรือ CG RAM นี้ควรจะใช้คำสั่ง SET ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM

จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD MODULE นั้นง่ายเพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและ SET ความต้องการในขนาดตัวอักษร, CURSOR หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปใน DD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้นั้นก็จะเกิดอักษรในจอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดขึ้นจอได้โดยการ SET DD RAM ADDRESS ตามตารางที่ให้นั้นในหัวข้อ SET DD RAM ADDRESS ขอให้ทดสอบทำความเข้าใจกับตัวโปรแกรมที่ใช้กับ ET-BOARD V3.0 นี้ๆให้มาจะเห็นว่าจะมีส่วนเริ่มต้นก็คือ ส่วนการ INITIAL LCD เพื่อกำหนดหน้าที่การทำงานต่างๆ

For 5 x 7 dot character pattern

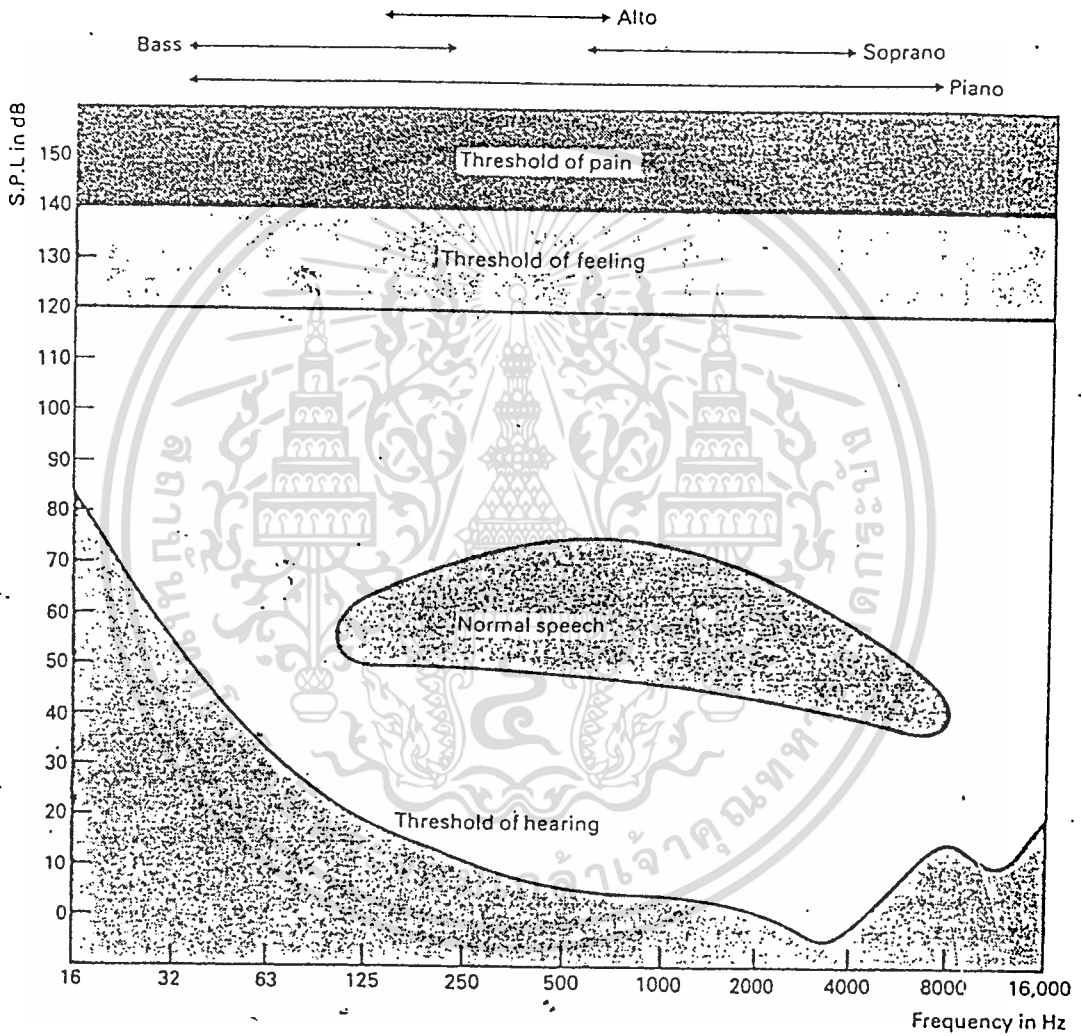
Character Codes (DD RAM Data)		CG RAM Address		Character Patterns (CG RAM Data)	
7 6 5 4 3 2 1 0	Higher Lower	5 4 3 2 1 0	Higher Lower	7 6 5 4 3 2 1 0	Higher Lower
0 0 0 0 x 0 0 0		0 0 0	0 0 0	x x x	0
			0 0 1	x x x	0 0 0
			0 1 0	x x x	0 0 0
			0 1 1	x x x	0
			1 0 0	x x x	0 0 0
			1 0 1	x x x	0 0 0
			1 1 0	x x x	0 0 0
0 0 0 0 x 0 0 1		0 0 1	0 0 0	x x x	0 0 0
			0 0 1	x x x	0 0 0
			0 1 0	x x x	0 0 0
			0 1 1	x x x	0 0 0
			1 0 0	x x x	0 0 0
			1 0 1	x x x	0 0 0
			1 1 0	x x x	0 0 0
0 0 0 0 x 1 1 1		1 1 1	0 0 0	x x x	
			0 0 1	x x x	
			1 0 0	x x x	
			1 1 1	x x x	

Character Pattern Example (1)

Character Pattern Example (2)

\* No effect

*Aural environment*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

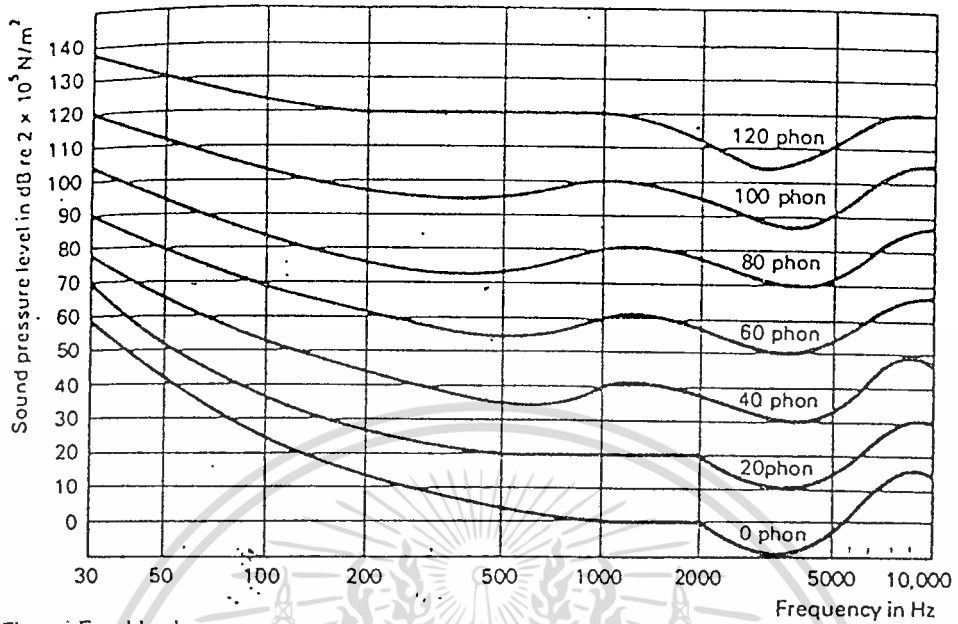


Fig. Equal-loudness contours

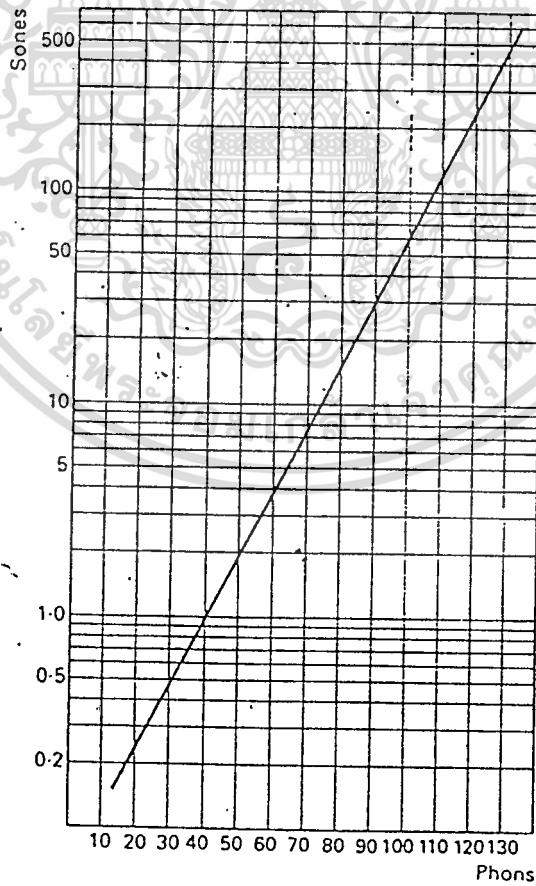


Fig. Relationship between sones and phons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

จำเพ็ง มังคละสวัสดิ์ "วิศวกรรมระบบเสียง"

ETT CO.,LTD " ET-ADO USER MANUAL"หน้า 2-3

SILA RESEARCH CO.,LTD"MR-801 VERSION 1.0

Z80 EMBEDDED CONTROLLER หน้า 4-20

ETT CO.,LTD " RTC V4.0 USER'S MANUAL " หน้า 1-5

ETT CO.,LTD " ET-HARDWARE LAB" EXPERIMENT FOR ET-BOARD VERSION 3.0,3.5 หน้า 84-87



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้