

ปริญญานิพนธ์

เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50
SPECTRUM ANALYZER USING TMS320C50



นายปกรณ์ แซ่ตั้ง
นายปกรณ์ นุบพะศิริ
นายสุวิทย์ ยิบมันตะศิริ
นายอรรถวิทย์ โนวังหาร



A021306

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 4537.....
วัน เดือน ปี..... 20 ตค 2539.....

021306

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

ปริญญาานิพนธ์ เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50

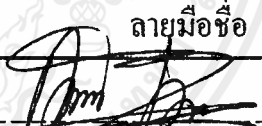


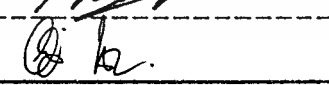
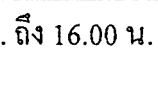
SPECTRUM ANALYZER USING TMS320C50

- ชื่อนักศึกษา 1. นายปรกรณ์ แซ่ตั้ง รหัสประจำตัว 37031311
2. นายปรกรณ์ บุษปะศิริ รหัสประจำตัว 37031312
3. นายสุวิทย์ ยิบมันตะศิริ รหัสประจำตัว 37031328
4. นายอรรถวิทย์ โนวังหาร รหัสประจำตัว 37031333

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์

1. อาจารย์วรวิทย์ สมหา
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ
3. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วรวิทย์ สมหา	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
4. อาจารย์กิติพงศ์ มะโน	
5. อาจารย์อำพล ทองระอา	

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 9 ธันวาคม 2538 เวลา 14.00 น. ถึง 16.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.303 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม..... 

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 5 เดือน ๑๒ พ.ศ. ๓๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50
SPECTRUM ANALYZER USING TMS320C50

ผู้จัดทำ

1. นายปรกรณ์ แซ่ตั้ง
2. นายปรกรณ์ นุบพะศิริ
3. นายสุวิทย์ ยิบมันตะศิริ
4. นายอรรถวิทย์ โนวังหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....
(อาจารย์ขรรค์วิทย์ สมหา)

ลงนาม.....
(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

ลงนาม.....
(อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์)

หัวหน้าภาควิชา

ลงนาม.....
(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50
SPECTRUM ANALYZER USING TMS320C50

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบการประมวลผลสัญญาณเชิงเลข
2. เพื่อออกแบบเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมบนชิพ TMS320C50 และไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เพื่อสร้างเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50
5. เพื่อนำเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ไปใช้งานร่วมกับ ออสซิลโลสโคปได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำระบบประมวลผลสัญญาณเชิงเลขมาประยุกต์ใช้งานได้
2. สามารถออกแบบเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50 ได้
3. สามารถสร้างเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50 ได้
4. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ได้
5. สามารถนำเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ไปใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคปได้

เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50

นายปรกรณ์	แช่ตั้ง
นายปรกรณ์	บุบพะศิริ
นายสุวิทย์	ยิมมันตะศิริ
นายอรรถวิทย์	โนวังหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา	
อาจารย์วรวิทย์	สมหา
อาจารย์สุชิน	อาหาญ
อาจารย์ปิยะ	จิตรธรรมมาภิรมย์
ปีการศึกษา 2538	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ชิพประมวลผลสัญญาณเชิงเลข เบอร์ TMS320C50 (DSP : Digital Signal Processing) เครื่องนี้สามารถวิเคราะห์แถบความถี่ได้ในย่านความถี่เสียง (200 Hz ถึง 20,000 Hz) และแสดงผลสัญญาณที่วิเคราะห์ได้ออกทางออสซิลโลสโคป โดยมีตัวอักษรบอกขนาดของแรงดันและความถี่ เพื่อให้มีความเที่ยงตรง และสะดวกในการอ่านค่าต่างๆ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวควบคุมการแสดงผลของสัญญาณ ซึ่งเครื่องนี้สามารถใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคป แบบธรรมดาที่มีจุดต่ออินเทนซิตี โมดูเลชัน (Intensity Modulation) หรือ แกน Z ได้ทันที โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงส่วนใดส่วนหนึ่งของออสซิลโลสโคป

SPECTRUM ANALYZER USING TMS320C50

MR.PAKORN SAETUNG
 MR.PAKORN BUBPHASIRI
 MR.SUWIT YIPMUNTASIRI
 MR.ATTHAWIT NOWANGHAN

ADVISOR

MR.WORAWIT SOMHA
 MR.SUCHIN ADHARN
 MR.PIYA JITTROMMAPIROM

1995

ABSTRACT

This thesis presents a designing and creation of Spectrum Analyzer Using TMS320C50 (DSP : Digital Signal Processor) chip. This Spectrum Analyzer can analyze voice frequency spectrum and show the analysable signal on oscilloscope. With amplitude and frequency on screen for accuracy and comfortably in value reading. Displaying of signal is controlled by microcontroller. This Spectrum Analyzer Using TMS320C50 can use normal oscilloscope that have Intensity Modulation without modification any part of oscilloscope.

กิติกรรมประกาศ

การจัดทำปริณิษณินิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี จากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน โดยให้ความร่วมมือกันอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์วรวิทย์ สมหา ในด้านแนวความคิดและให้คำปรึกษา และได้รับการสนับสนุนจากท่านอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ทั้งในด้านงบประมาณสนับสนุนการทำโครงการ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเบิกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และที่สำคัญที่สุดคือ บุพการี ผู้ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาโดยตลอด



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ลักษณะ โครงสร้างของ TMS320C50	6
2.2 สถาปัตยกรรมของ TMS320C50 ชิป DSP โดยทั่วไป	7
2.3 ขาของ TMS320C50 DSP	9
2.4 การอ้างถึงตำแหน่งของข้อมูล	9
2.5 การควบคุมการนำข้อมูลเข้าและส่งออก (Perphral Control)	9
2.6 การจัดหน่วยความจำ	9
2.7 ทฤษฎีการแปลงสัญญาณ (Data Acquisition and Conversion)	11
2.8 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และวงจรแปลงสัญญาณ ดิจิตอลเป็นอนาล็อก	12
2.9 ทฤษฎีของการสุ่มข้อมูล (Sampling)	12
2.10 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล	13
2.10.1 A/D แบบเซอร์โว (Servo)	13
2.10.2 A/D แบบดูอัล-สโลป อินทิเกรต (Dual-Slope Intergrator)	13
2.10.3 A/D แบบซัคเซสซีฟ-แอฟพริอ็อกซิเมชัน (Successive-Approximation)	13

เรื่อง	หน้า
2.10.4 A/D แบบคอมพาราเตอร์ขนาน (Parallel-Comparator)	13
2.11 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก	13
2.11.1 แบ่งตามน้ำหนักที่อินพุท (Binary Weighted Resistor Ladder)	14
2.11.2 R-2R แลคเคอร์	14
2.12 ทฤษฎีการสร้างภาพดิจิตอลบนจอออสซิลโลสโคป	14
2.12.1 หลักการสร้างภาพบนจอออสซิลโลสโคป	15
2.12.2 หลักการสร้างภาพดิจิตอล	16
2.13 แกน Z (Z-Axis)	17
2.14 สถาปัตยกรรมของ MCS 51	18
บทที่ 3 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์	
3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์	21
3.1.1 บอร์ดวิเคราะห์สเปคตรัม	21
3.1.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)	23
3.1.3 บอร์ดควบคุมการแสดงผลทางจอภาพออสซิลโลสโคป	24
3.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์	34
3.2.1 ขั้นตอนการแปลงเพิ่มข้อมูล	34
3.2.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุม	36
บทที่ 4 ผลการทดลองและทดสอบ	
4.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่โดยใช้ TMS320C50	37
4.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง	37
4.1.2 ผลการทดลอง	43
4.2 การใช้เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่วัดสัญญาณ DTMF	43
4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง	43
4.2.2 สรุปผลการทดลอง	45

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	
5.1 สรุป	46
5.2 ปัญหาที่พบ	46
5.2.1 ในส่วนของฮาร์ดแวร์	46
5.2.2 ในส่วนของซอฟต์แวร์	47
5.3 แนวทางในการพัฒนา	47
ภาคผนวก ก	48
ภาคผนวก ข	117
ภาคผนวก ค	127
บรรณานุกรม	



สารบัญรูปร่างภาพ

รูปร่างภาพ	หน้า
รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของบอร์ด DSK	2
รูปที่ 1.2 ผังการทำงานของสเปคตรัมอะนาไลเซอร์ โดยใช้ TMS320C50	2
รูปที่ 2.1 ลักษณะภายนอกของ TMS320C50	8
รูปที่ 2.2 ลักษณะการจัดหน่วยความจำของ TMS320C50	10
รูปที่ 2.3 ระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลทางดิจิทัล	11
รูปที่ 2.4 หลักการสร้างภาพทางดิจิทัล	17
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการสร้างภาพบนจอออสซิลโลสโคปด้วยตัวอักษร	17
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของสเปคตรัมอะนาไลเซอร์	22
รูปที่ 3.2 ลักษณะของบอร์ด DSK	23
รูปที่ 3.3 วงจรสร้างสัญญาณพิกามีขาควบคุมการทำงาน	25
รูปที่ 3.4 สัญญาณทางเอาต์พุตของวงจร	25
รูปที่ 3.5(ก) วงจรนับ 256 สำหรับข้อมูลในแต่ละเส้น	26
รูปที่ 3.5(ข) วงจรนับ 256 สำหรับจำนวนเส้นภาพ	26
รูปที่ 3.6 วงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทาง	27
รูปที่ 3.7 วงจรบัฟเฟอร์ชนิดสองทาง	28
รูปที่ 3.8 ตำแหน่งของข้อมูลบนวิดีโอแรม	29
รูปที่ 3.9 วงจรหน่วยความจำของวิดีโอแรม	30
รูปที่ 3.10 วงจรแลตซ์ข้อมูลขนาด 8 บิต	30
รูปที่ 3.11 วงจรเปลี่ยนข้อมูลขนานเป็นอนุกรม 8 บิต	31
รูปที่ 3.12 วงจรสร้างรูปคลื่นสัญญาณพินเลี้ยงทางแกน X	32
รูปที่ 3.13 คลื่นสัญญาณพินเลี้ยงที่ใช้สแกนทางด้านแกน X	32
รูปที่ 3.14 วงจรสร้างรูปคลื่นสัญญาณพินเลี้ยงทางแกน Y	33
รูปที่ 3.15 คลื่นสัญญาณพินเลี้ยงที่ใช้สแกนทางด้านแกน Y	33
รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของโปรแกรม	35
รูปที่ 4.1 เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.2 การต่อเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคป	38
รูปที่ 4.3 สัญญาณอินพุตรูปคลื่นไซน์ ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz	39
รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของสัญญาณรูปคลื่นไซน์ ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz	39
รูปที่ 4.5 สัญญาณอินพุตรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz	40
รูปที่ 4.6 สเปกตรัมของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz	41
รูปที่ 4.7 สัญญาณอินพุตรูปคลื่นฟันเลื่อย ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz	42
รูปที่ 4.8 สเปกตรัมของสัญญาณรูปคลื่นฟันเลื่อย ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz	42
รูปที่ 4.9 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF	43
รูปที่ 4.10 สัญญาณที่วัดได้จากการกดคีย์หมายเลข 2	44
รูปที่ 4.11 สัญญาณที่วัดได้จากการกดคีย์หมายเลข 4	44
รูปที่ 4.12 สัญญาณที่วัดได้จากการกดคีย์หมายเลข 9	45

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของตระกูล MCS-51	19



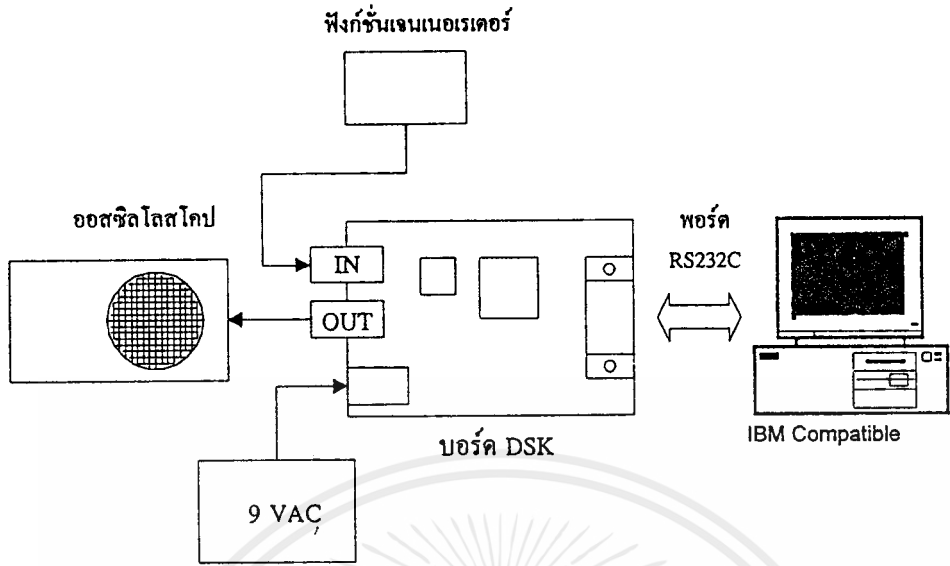
บทที่ 1

บทนำ

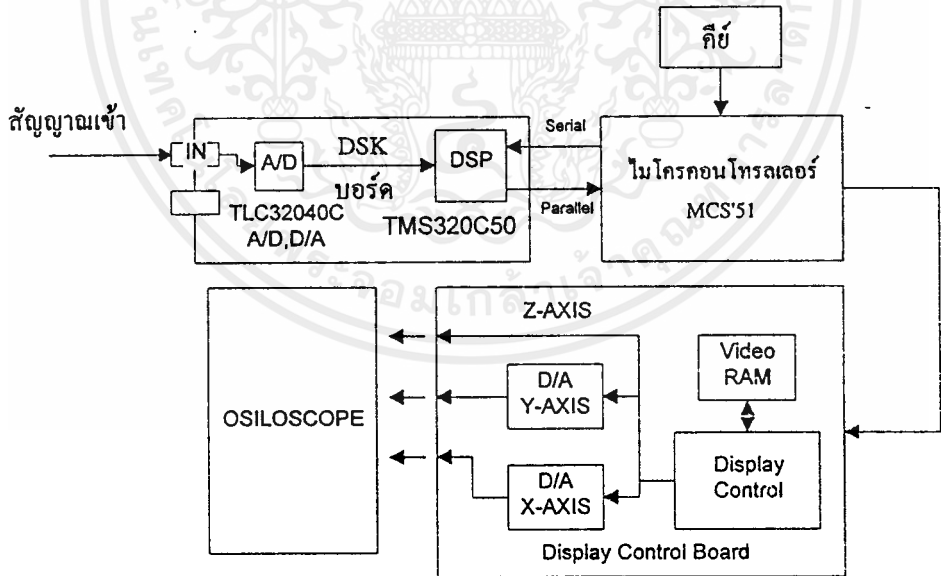
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สมัยใหม่ มักจะมีอุปกรณ์ประมวลผลสัญญาณเชิงเลข (DSP: Digital Signal Processing) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น การ์ด FAX/MODEM ของเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ โมเด็มความเร็วสูงรุ่นใหม่ที่มีเมื่อเปิดดูภายในก็มีแต่ชิพ DSP และอุปกรณ์เชื่อมต่อกับสัญญาณโทรศัพท์เท่านั้น นอกจากนี้แล้วยังพบอีกมากในการ์ดเสียง การ์ดวิดีโอ คอมพิวเตอร์ชั้น/ดีคอมพิวเตอร์ชั้น ดิจิตอลคอนโทรลเลอร์ ดิจิตอลออสซิลโลสโคป สเปกตรัม-อะนาไลเซอร์ อุปกรณ์ CODEC (COder DECode) ของโทรศัพท์ภาพ หรือระบบการประชุมผ่านจอภาพ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม DTH โทรศัพท์มือถือแบบดิจิตอลทั้ง PCN1800 และ GSM900 ฯลฯ

ในอดีต การศึกษาเรื่องของ DSP จะเป็นเรื่องที่ลำบากมาก เนื่องจากต้องหาตัวชิพ DSP คู่มือ ซอฟต์แวร์แอสเซมเบลเลอร์และดีบั๊กเกอร์ (Assembler and Debugger) ฯลฯ แต่ในปัจจุบันไม่เป็นเรื่องยาก เมื่อทางบริษัทเท็กซัสอินสตรูเมนต์ เจ้าของชิพ DSP ตระกูล TMS320CXX ได้จัดทำชุดพัฒนาที่สมบูรณ์แบบ มีตัวชิพ คู่มือ และอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมด พร้อมทั้งซอฟต์แวร์และโปรแกรมตัวอย่าง จัดจำหน่ายในราคาที่ถูก เพื่อต้องการให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันได้มีผู้นำเข้าชุดพัฒนาระบบประมวลผลสัญญาณเชิงเลข TMS320C50 DSP Start Kit (DSK) ของเท็กซัสอินสตรูเมนต์เข้ามาจำหน่ายให้นักศึกษานักออกแบบ ได้ทดลองศึกษาใช้งานเป็นการพัฒนา DSP ในประเทศไทย

จากชุดพัฒนา DSK สามารถต่อใช้งาน แทนระบบอนาล็อก ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งใช้โปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล เบอร์ TMS320C50 พร้อมด้วย ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog To Digital A/D) และ ตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก (Digital To Analog D/A) โดยเราต่อสัญญาณอินพุต ที่ต้องการวิเคราะห์ ผ่านวงจรแปลงสัญญาณ A/D จากนั้น TMS 320C50 จะวิเคราะห์สัญญาณแถบความถี่ขึ้น แล้วผ่านตัวแปลงสัญญาณ D/A แสดงผลออกทางออสซิลโลสโคป ซึ่งกระบวนการทั้งหมด กระทำด้วยเวลาจริง (Real Time) โดย ชุดพัฒนา DSK ได้รับการพัฒนาโปรแกรม แก้ไขทดสอบ และปรับปรุงซอฟต์แวร์ ให้ได้ผลตามต้องการ ซึ่งใช้สายเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต RS232 แสดงผังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของบอร์ด DSK



รูปที่ 1.2 ฟังก์ชันการทำงานของสเปกตรัมอะนาลิเซอร์ โดยใช้ TMS320C50

จากการที่ ชุดพัฒนา DSK วิเคราะห์แถบสัญญาณความถี่ขึ้นมาและแสดงผลออกทางจอออสซิลโลสโคปนั้น จากสภาพดังกล่าว เรายังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งาน เป็นเครื่องเอกซเรย์เป็นเอกซเรย์ที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์แถบความถี่ของสัญญาณ แสดงผลออกทางจอออสซิลโลสโคป มีตัวหนังสือแสดงขนาดแรงดัน และความถี่ การที่จะแสดงตัวหนังสือบอกขนาดของแถบความถี่ ซึ่งแสดงออกทางจอออสซิลโลสโคปได้นั้น ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมในการแสดงผล (ดูรูปที่ 1.2 ประกอบ) ตามปกติออสซิลโลสโคปทั่วไป จะมี 2 แชนแนล และมีแกน Z (Z-AXIS) อยู่ด้านหลังเครื่อง แกน Z นี้ บางที่เราเรียกว่าชั่ว Intensity Modulation ทำหน้าที่คั่นกับสัญญาณจากภายนอกที่จะมาผสม เพื่อควบคุมความสว่างของภาพบนจอออสซิลโลสโคป ระดับแรงดันที่ใช้ควบคุมคือ TTL Logic ธรรมดา ถ้าเป็น High Logic ภาพก็จะสว่าง ถ้าเป็น Low Logic ภาพก็จะไม่สว่าง จากหลักการนี้ เราจึงกำหนดให้ แชนแนลที่ 1 และแชนแนลที่ 2 ของอินพุตออสซิลโลสโคป ให้เป็นแกน X (X-AXIS) และ แกน Y (Y-AXIS) ส่วน แกน Z นั้น กำหนดให้ควบคุมความสว่าง เป็นจุดตัวหนังสือออกบนจอออสซิลโลสโคป โดยจำนวนจุดบนจอออสซิลโลสโคปมีขนาด 256x256 จุด ในปฏิญานิพนธ์นี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 ควบคุมการแสดงผล ทั้งแกน X แกน Y และแกน Z โดยอินพุตที่จะป้อนเข้าที่แกน X และแกน Y ของออสซิลโลสโคป ต้องผ่านวงจรแปลงสัญญาณ D/A ก่อน ส่วนแกน Z นั้น ใช้สัญญาณดิจิทัลในการควบคุม

การสร้างเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ขึ้นนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะศึกษา การทำงานของระบบประมวลผลสัญญาณเชิงเลข โดยนำมาประยุกต์ใช้งานจริง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แถบความถี่ของสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิทัล โดยการเขียนโปรแกรม ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ทั้งชิพ TMS320C50 และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS8051 โดยเราสามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคป ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปได้ โดยไม่ต้องดัดแปลงส่วนใดส่วนหนึ่งของออสซิลโลสโคป

จากการศึกษาค้นคว้า และเก็บรวบรวมข้อมูล ช่วยให้ มีแนวความคิดในการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ การดัดแปลง รูปแบบการแสดงผล ที่จะต้องอ่านค่าความถี่และขนาดของแรงดันมาคำนวณเอง มาเป็นระบบที่สามารถ บอกค่าเหล่านี้ได้ด้วยตัวอักษรและตัวเลข ซึ่งสะดวกต่อการอ่าน และได้ความเที่ยงตรงสูง เนื่องจากแสดงด้วยทศนิยม 3 ตำแหน่ง

ในส่วนของเนื้อหา ในปฏิญานิพนธ์นี้ ได้มีการจัดแบ่งเนื้อหาไว้อย่างเป็นสัดส่วน โดยเริ่มจาก บทนำ ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา ที่ต้องทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้น ตลอดจนทฤษฎี และหลักการ อย่างคร่าวๆ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจหลักการ

ง่าย ๆ ในการออกแบบโครงการ รวมทั้งยังกล่าวถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ของการทำปฏิญานิพนธ์ในครั้งนี้

ในส่วนของบทที่ 2 จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ ทฤษฎีและหลักการซึ่งได้แสดงรายละเอียดของโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของชิพ TMS320C50 ซึ่งเป็นตัวประมวลผลสัญญาณ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS8051 เป็นตัวควบคุมการแสดงผลออกทางจอออสซิลโลสโคป, วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล และดิจิทัลเป็นอนาล็อก, หลักการของออสซิลโลสโคป

ในส่วนของบทที่ 3 เป็นการออกแบบและการสร้าง ในส่วนนี้ เป็นเนื้อหา โดยละเอียด ตั้งแต่ ขั้นตอนในการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ , การนำส่วนต่างๆ มาอินเตอร์เฟสกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของบทที่ 4 เป็นผลการทดลอง และทดสอบ ในส่วนนี้ เป็นการนำเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ที่สร้างขึ้น มาทดสอบการทำงานของเครื่อง โดยแบ่งเป็นลำดับขั้นการทดลอง ลำดับต่างๆ ตลอดจน ผลการทดลองที่ได้ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

ในส่วนของบทที่ 5 เป็นการสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นการสรุปผลเกี่ยวกับ ความสามารถ ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ชิพ TMS320C50 เป็นตัวประมวลผลพร้อมทั้ง กล่าวถึงปัญหา ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้แล้วยังได้ เสนอแนะแนวทางการพัฒนาเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ อย่างกว้างขวาง และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ปฏิญานิพนธ์เล่มนี้ รวบรวมเนื้อหาไว้บางส่วน หากท่านต้องการรายละเอียด นอกเหนือจากที่ได้เรียบเรียงไว้ สามารถหาอ่านเพิ่มเติมได้ ตามหนังสือที่ได้อ้างอิงไว้ในบรรณานุกรม

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ หรือสเปกตรัมอะนาไลเซอร์ เป็นเครื่องมือวัดชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นใช้กันอย่างมาก ในงานทดลอง หรืองานวิจัยทั่วไป เนื่องจากสเปกตรัมอะนาไลเซอร์ ที่ใช้กันอยู่นั้นล้วนเป็นสินค้านำเข้า จากต่างประเทศแทบทั้งสิ้นทำให้ราคาของเครื่องค่อนข้างสูง หากนำมาใช้ในการทดลอง หรือวิจัยส่วนตัว คงไม่คุ้มกับการลงทุน แต่หากเป็นการนำมาใช้ในสถานศึกษา ห้องทดลอง หรือห้องวิจัย อาจจะคุ้มค่ากับการลงทุน. โดยปกติเครื่องสเปกตรัมอะนาไลเซอร์จะมีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานมาก ซึ่งเวลาใช้งานจริง อาจใช้เพียงแคว้นสเปกตรัมของสัญญาณอย่างเดียว จึงไม่คุ้มถ้าหากซื้อมาใช้

จากการที่มีความคุ้นเคยกับงานอิเล็กทรอนิกส์ และจากประสบการณ์ จึงเกิดแนวความคิดที่จะทำให้ออสซิลโลสโคปที่ใช้กันอยู่เป็นประจำนั้น สามารถที่จะใช้งานเป็นเครื่องมือสำหรับวัดสเปกตรัมของสัญญาณต่างๆได้ และออสซิลโลสโคปนั้น จะต้องสามารถที่จะใช้งานเป็นออสซิลโลสโคปตามเดิมได้ด้วย โดยอาจดัดแปลงออสซิลโลสโคปเล็กน้อย หรือไม่ต้องดัดแปลงส่วนใดๆเลยสำหรับเครื่องที่มีแกน Z อยู่แล้ว ซึ่งออสซิลโลสโคปทั่วไป ก็จะมีแกน Z ให้ต่อใช้งานด้านหลังเครื่อง

แนวความคิดแรกก็คือ ในการวิเคราะห์แถบความถี่หรือสเปกตรัมของสัญญาณใดๆ นั้น เราจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ตัวใดมาประมวลผลสัญญาณที่ต้องการวัด โดยสามารถที่จะประมวลผลแบบเวลาจริง (Real Time) ได้ทัน มีหน่วยความจำที่พอเหมาะกับการใช้งาน มีพอร์ตอินพุต เอาต์พุต เพียงพอสำหรับการใช้งาน

จากแนวความคิดข้างต้น จึงได้เลือกใช้ชิพ DSP เบอร์ TMS320C50 ซึ่งเป็นชิพประมวลผลสัญญาณเชิงเลขที่ถูกรอกแบบมาให้ใช้งานด้าน DSP จากประวัติการสร้างชิพ DSP บริษัทเท็กซัสอินสตรูเมนต์ ได้แนะนำเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2525 ด้วยเบอร์ TMS320C10 ได้รับเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ดีเด่นในปีนั้นเอง ดังนั้นชิพ TMS320C10 จึงกลายเป็นแบบสำหรับ TMS320 ในรุ่นต่อมา ปัจจุบัน TMS320C50 เป็นชิพ ประมวลผลสัญญาณเชิงเลข ที่ใหม่ล่าสุดมีประสิทธิภาพสูงสุด มีหน่วยความจำและอุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่ภายใน ทำให้มีความสะดวกและประหยัดในการใช้งาน โดยเฉพาะมีไซเคิลของคำสั่งเพียง 50 นาโนวินาที

เอกสารในการทำคำสั่งแต่ละคำสั่งหรือจะใช้เวลาหนึ่งไซเคิลทำให้สามารถประมวลผลสัญญาณได้ถึงแม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28 ล้านคำสั่งต่อวินาที และสามารถทำการประมวลผลแบบเวลาจริงได้ทันที ซึ่งชิพ TMS320C50 นี้เป็นชิพประมวลผลสัญญาณเชิงเลขชิพเดี่ยว (Single Chip) ขนาด 16 บิต แบบไม่กึ่งจุดทศนิยม มีความยืดหยุ่นในการควบคุมด้วยความเร็วสูง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. กลุ่มคำสั่งมีความยืดหยุ่นสูงมาก
2. สะดวกต่อการใช้งาน
3. มีความเร็วสูงสามารถปฏิบัติงานได้มากกว่า 28 ล้านคำสั่งต่อวินาที
4. ออกแบบด้วยสถาปัตยกรรมแบบขนาน
5. ราคาต่ำ

2.1 ลักษณะโครงสร้างของ TMS320C50

1. ไซเคิลในการทำงานของคำสั่งใช้เวลา 35-50 นาโนวินาที
2. ซอร์สโค้ดเข้ากันได้กับ 'C1x และ 'C2x
3. ทำคำสั่งได้ 28.6 ล้านคำสั่งต่อวินาที (MIPS)
4. มีหน่วยความจำข้อมูลภายในชิพ (RAM) 9 กิโลเวิร์ด
5. มีหน่วยความจำโปรแกรม (ROM) 2 กิโลเวิร์ด
6. มีทางเข้าถึงหน่วยความจำข้อมูล 2 ทาง ภายในชิพ (RAM) 1056 เวิร์ด
7. มีพื้นที่หน่วยความจำภายนอก 224 กิโลเวิร์ด
8. หน่วยประมวลผลคณิตศาสตร์ (ALU), แอคคิวมูเลเตอร์ (ACC) และ บัฟเฟอร์ มีขนาด 32 บิต
9. หน่วยลอจิกขนานมีขนาด 16 บิต
10. การคูณเป็นแบบขนานขนาด 16 X 16 บิต ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็น 32 บิต
11. คูณเลขโดยใช้สัญญาณนาฬิกาหนึ่งไซเคิล
12. มีอ็อกซิลารีรีจิสเตอร์ จำนวน 8 ตัว
13. เพิ่มฮาร์ดแวร์สแตคขึ้นถึง 8 ระดับ
14. มีตัวเลื่อนบิต (Shifter) แบบขนาน 16 บิต และ 64 บิตในการเลื่อนข้อมูล
15. มีการทวนคำสั่งที่เป็นคำสั่งเดี่ยว และทวนรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลเป็นบล็อก
16. มีการจัดการ โปรแกรมหรือข้อมูลไปไว้ในบล็อกหน่วยความจำที่ดีกว่า

17. มีพอร์ตอนุกรมแบบเข้าจังหวะ (Synchronous) 2 ทาง (Full Duplex) สำหรับติดต่อกับพอร์ตอนุกรมกับอุปกรณ์อื่นๆ
18. มีพอร์ตอินพุต เอาต์พุต แบบขนานทั้งหมด 64K และมี 16 พอร์ต อยู่ในพื้นที่หน่วยความจำ
19. มีโปรแกรม Wait-state เพื่อใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์ หรือหน่วยความจำภายนอกที่ทำงานช้ากว่า
20. ปฏิบัติงานแบบ 4 ไปป์ไลน์
21. โหมดการอ้างข้อมูลแบบชี้ตำแหน่ง (Index-addressing)
22. มีตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ
23. ใช้เทคโนโลยีแบบ CMOS ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์
24. มี 132 ขา

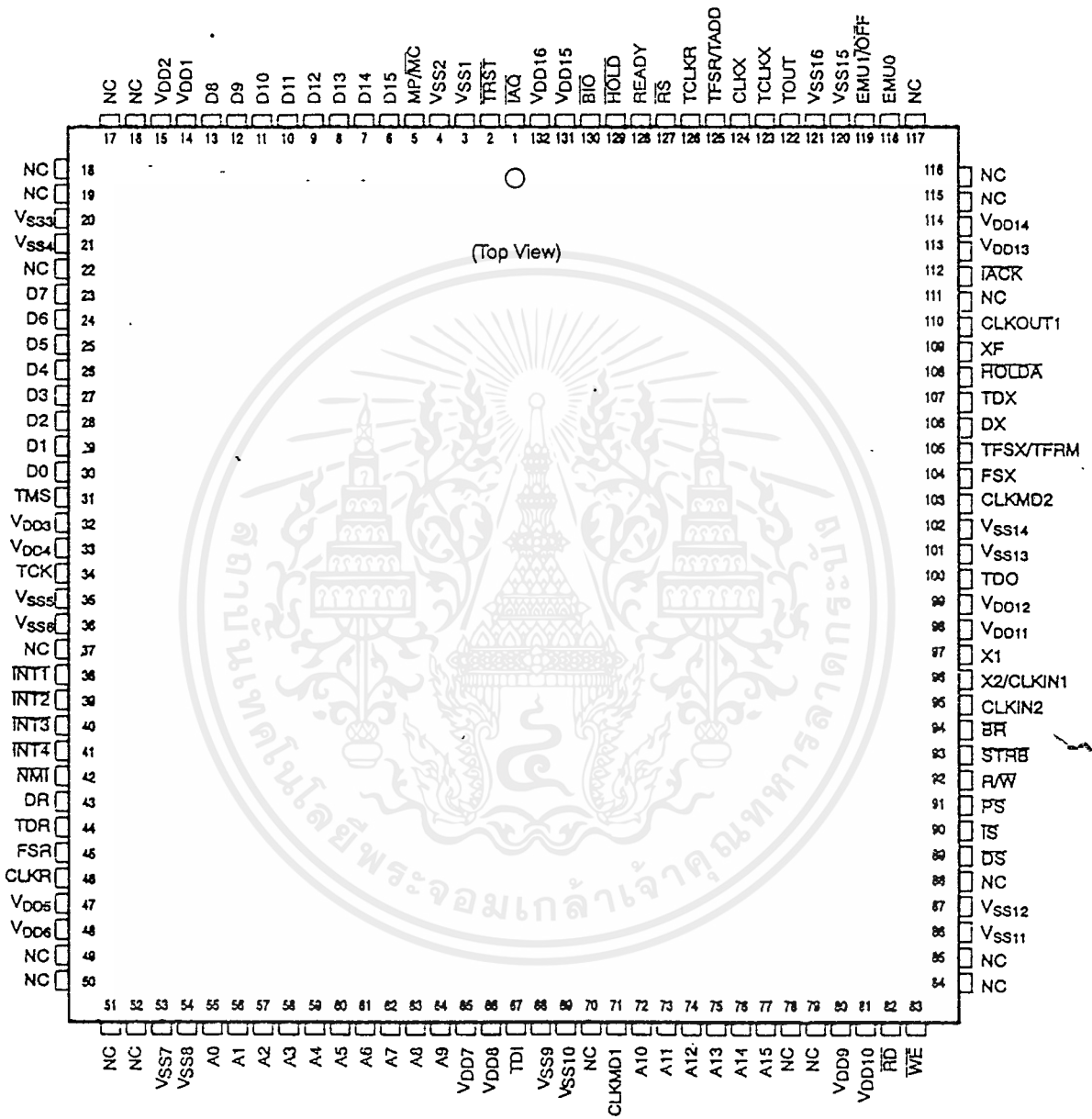
2.2 สถาปัตยกรรมของ TMS320C50 ชิพ DSP โดยทั่วไป

โครงสร้างส่วนสำคัญของ TMS320C50 DSP ประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนคือ

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)
2. หน่วยความจำ (Memory)
3. วงจรอินเตอร์เฟซกับอุปกรณ์ภายนอก

TMS320C50 เป็นโปรเซสเซอร์ที่ใช้สำหรับในการประมวลผลสัญญาณเชิงเลข ซึ่งจะมีลักษณะการทำงาน คล้ายคลึงกับ TMS320C25 และ ใช้สถาปัตยกรรมแบบเดียวกัน คือสถาปัตยกรรมแบบ “ฮาวาร์ด” โดยจะแบ่งโครงสร้างของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนแยกจากกัน คือหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งจะทำให้การทำงานต่างๆ เป็นไปด้วยความเร็วสูง นอกจากนั้น ยังสามารถทำการโอนย้ายข้อมูลระหว่างกันได้

ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้น จะทำการคำนวณโดยใช้เลขแบบ ทูคอมพลีเมนต์โดยใช้ ALU ซึ่งเป็นหน่วยกระทำทางคณิตศาสตร์ และลอจิกจะใช้ตัวกระทำขนาด 16 บิตเวิร์ด และ แอคคิวมูเลเตอร์ขนาด 32 บิต



2.3 ขาของ TMS320C50 DSP

ชิปประมวลสัญญาณเชิงเลขเบอร์ TMS320C50 จะมีลักษณะเป็นเพ็กเกจ มีขาต่างๆ 132 ขา รอบเพ็กเกจทั้งสี่ด้าน (Quad Flat Pack Package QFP) ซึ่งแต่ละขามีความสัมพันธ์กัน ดังรูปที่ 2.1

2.4 การอ้างถึงตำแหน่งข้อมูล

TMS320C5X สามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมได้ 64 กิโลเวิร์ด และอ้างหน่วยความจำข้อมูล 96 กิโลเวิร์ด มีโหมดการอ้างถึงตำแหน่งข้อมูล 8 โหมด โหมดที่สำคัญ มี 6 โหมดคือ

1. การอ้างตำแหน่งโดยตรง (Direct addressing mode)
2. การอ้างตำแหน่งโดยอ้อม (Indirect addressing mode)
3. การอ้างตำแหน่งแบบทันที (Immediate addressing mode)
4. การอ้างตำแหน่งรีจิสเตอร์ (Dedicated register addressing mode)
5. การอ้างตำแหน่งผังหน่วยความจำรีจิสเตอร์ (Memory-mapped register addressing mode)
6. การอ้างตำแหน่งแบบแฉ่ง (Circular addressing mode)

2.5 การควบคุมการนำข้อมูลเข้าและส่งออก (Peripheral Control)

ใน C50 มีคอนเนกเตอร์เชื่อมต่อกับ CPU ได้แก่ พอร์ตอนุกรม, พอร์ตอนุกรม TDM, ไทม์เมอร์, ซอฟต์แวร์โปรแกรมสถานะการคอย (wait-state), อินพุต-เอาต์พุต พอร์ต, การหารโดยใช้คล็อกหนึ่งลูก (Divide by One Clock) และขา XF กับ BIO โดยอุปกรณ์เชื่อมต่อเหล่านี้สามารถควบคุมได้โดยตรงจากรีจิสเตอร์ที่เก็บผังหน่วยความจำไว้

2.6 การจัดหน่วยความจำ

ในตัว TMS320C50 มีหน่วยความจำความเร็วสูงขนาด 1,056 เวิร์ด โดยที่แต่ละเวิร์ด มีขนาด 16 บิต และมีรวมภายในขนาด 256 เวิร์ด สามารถอ้างถึงหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 224 กิโลเวิร์ด แบ่งเป็นหน่วยความจำข้อมูล, หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำ

อินพุต เอาต์พุต (I/O) อย่างละ 64 กิโลเวิร์ด นอกนั้นอีก 32 กิโลเวิร์ด สำหรับใช้งานทั่วไป เอกสารนี้เขียนขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งาน ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน ALU (Arithmetic Logic Unit), แอควิวมูเลเตอร์ (ACC) และแอควิวมูเลเตอร์บัพเฟอร์ (ACCB) มีขนาด 32 บิต ที่สามารถคูณเลขขนาด 32 บิตได้ภายใน 1 แมกซ์ไซเคิล ทั้งนี้เนื่องจากตัว ALU มีวงจรคูณแบบ 16x16 บิต แบ่งเป็นอินพุต 16 แชนแนล เอาต์พุต 16 แชนแนล วงจรติดต่อกับหน่วยความจำร่วม (Globaldata Memory Interface)

ตัว TMS320C26 สามารถต่อใช้งานเพียงตัวเดียวหรือ จะต่อใช้งานขนานกันหลายตัวที่เรียกว่าเป็นระบบ Multi-Processor System ก็ได้

ในการใช้งานกับหน่วยความจำภายนอก ไม่ว่าจะเป็นอีพรอมหรือรอม ตัวชิพจะทำงานได้ช้ามาก จึงได้เน้นให้ใช้หน่วยความจำแบบภายในชิพเป็นที่เก็บโปรแกรมแทน ในการใช้งานให้ดาวน์โหลดโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกมาเก็บในชิพ แล้วจึงรัน โปรแกรมทำงาน โดย TMS 320C50 ได้เพิ่มคำสั่ง "Block Transfer" ที่ใช้ในการโหลดข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกมาทีละบล็อก แล้วมาเก็บไว้ในแรมของชิพ วิธีการนี้จะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น

Program		Program		Data	
Hex		Hex		Hex	
0000	Interrupts and Reserved External	0000	Interrupts and Reserved On chip	0000	Memory-Maped Registers
002F		002F		005F	
0030	External	0030	on-chip	0060	On-Chip DARAM B
07FF		07FF	ROM	007F	
0800	On-Chip SARAM (RAM=1)	0800	On-Chip SARAM (RAM=1)	0080	Reserved
	External		External		ON-Chip DARAM '0'
2BFF	(RAM=0)	2BFF	(RAM=0)	02FF	Reserved '1'
2C00		2C00		0300	
	External		External	04FF	On-Chip DARAM B
FDFE		FDFE		0500	Reserved
FE00	On-Chip DARAM B0(CNF=1)	FE00		07FF	
FFFF	External(CNF=0)	FFFF		0800	On-Chip SARAM '1'
				2BBF	External '0'
				2C00	External
				FFFF	

MP/MC̄ = 1 MP/MC̄ = 0

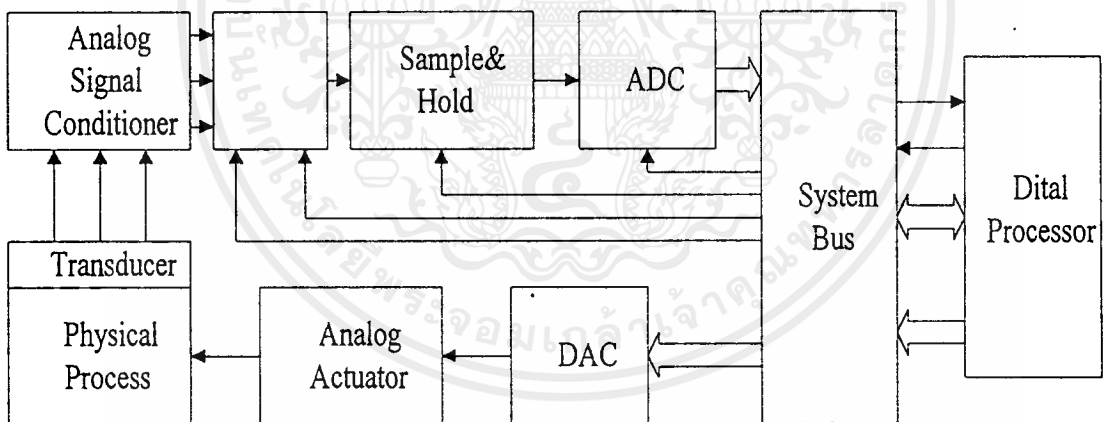
Microprocessor Mode Microprocessor Mode

รูปที่ 2.2 ลักษณะการจัดพื้นที่หน่วยความจำของ TMS320C50

2.7 ทฤษฎีการแปลงสัญญาณ (Data Acquisition and Conversion)

ในอดีต รูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าโดยมากมักจะอยู่ในรูปสัญญาณอนาล็อก การนำเอาสัญญาณไฟฟ้ามาประมวลผล เพื่อให้เกิดรูปแบบที่ต้องการนั้น ต้องใช้ อุปกรณ์ทางอนาล็อก แต่ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านดิจิทัล ก้าวหน้าไปมาก ทำให้ การประมวลผลสัญญาณทางดิจิทัล สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการแปลงรูปแบบสัญญาณ (Conversion) จึงมีความจำเป็นในการแปลง สัญญาณอนาล็อกที่มีอยู่แล้วให้เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยอุปกรณ์การแปลงสัญญาณ อนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และจะถูกประมวลผลโดยตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น จากผลลัพธ์ที่ได้อาจถูกนำมาแสดงผลโดยตรงเลย หรืออาจถูก แปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกที่ใช้งานได้ การที่จะแปลงสัญญาณดิจิทัลกลับ ไปเป็นสัญญาณอนาล็อกนั้น สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิทัลเป็น สัญญาณอนาล็อก สำหรับระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลทางดิจิทัลแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลทางดิจิทัล

จากรูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในลักษณะใดๆ ก็ตาม เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็ว จะถูกเปลี่ยนให้มาเป็นสัญญาณไฟฟ้าแบบอนาล็อก โดยทรานสดิวเซอร์ ทฤษฎีการสุ่มที่มีรูปแบบเหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพนั้นๆ จากนั้นสัญญาณทางไฟฟ้าก็จะถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบ และขนาดที่เหมาะสมก่อน โดยวงจรต่างๆ เช่น

วงจรมัลติเพลกซ์ หรือวงจรกรองสัญญาณเป็นคั่น วงจรแชนเนลเบลแอนด์โฮลด์ จะสุ่มขนาดของสัญญาณอนาล็อกมาแล้วจะทำการโฮลด์สัญญาณนั้นไว้ชั่วขณะ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ วงจร ADC แล้วข้อมูลทางดิจิทัล จะถูกส่งต่อไปยังบัคของระบบ จากนั้นตัวโปรเซสเซอร์ จะทำการประมวลผลข้อมูล แล้วเปลี่ยนผลลัพธ์ข้อมูลกลับมา เพื่อควบคุมกิจการทางกายภาพของระบบ โดยผ่านตัวกระทำทางกล (Analog Actuator)

2.8 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล และวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก

การติดต่อระหว่างมนุษย์ส่วนมากจะใช้สัญญาณต่อเนื่อง (Analog) เป็นสัญญาณติดต่อกัน แต่การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์จะใช้สัญญาณเป็นช่วงดิจิทัลเป็นสัญญาณในการทำงาน ดังนั้นถ้าเราต้องการที่จะให้ คอมพิวเตอร์ ช่วยเราทำงานแล้ว เราจึงต้องเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกที่เราให้อยู่ให้ไปเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อให้คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องประมวลสัญญาณดิจิทัล รับรู้ได้ เมื่อประมวลสัญญาณเสร็จก็จะส่งข้อมูลออกมาเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากที่เราจะเข้าใจในข้อมูลนั้น ดังนั้นเราจึงเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิทัล ให้เป็นสัญญาณอนาล็อก เพื่อให้มนุษย์เข้าใจในข้อมูลนั้น ดังนั้นพอสรุปได้ว่าการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก ซึ่งเป็น การประสานโลกของ คอมพิวเตอร์เข้ากับโลกของมนุษย์ เพื่อให้มนุษย์ได้ใช้คอมพิวเตอร์ได้ อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกไปเป็นดิจิทัล เรียกว่า Analog To Digital Conversion (ADC) หรือเรียกย่อๆว่า A TO D หรือ A/D ในทำนองเดียวกัน การเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลไปเป็นสัญญาณอนาล็อก เรียกว่า Digital To Analog Conversion (DAC) เรียกย่อๆว่า D TO A หรือ D/A

2.9 ทฤษฎีของการสุ่มข้อมูล (Sampling)

ในการสุ่มข้อมูลนั้น สัญญาณอนาล็อกจะถูกสุ่มเป็นระยะคงที่ กลุ่มของสัญญาณที่สุ่มจะแทนด้วยความเร็วสูง ซึ่งเกิดจากการตัดต่อสัญญาณอนาล็อกด้วยระยะเวลาอันสั้น ผลของการสุ่มด้วยความเร็วจะเหมือนกับการคูณขบวนสัญญาณพัลซ์ กับสัญญาณอนาล็อก ซึ่งจะได้สัญญาณที่มอดูเลท (Modulate) ระหว่างขบวนพัลซ์กับสัญญาณอนาล็อก

อัตราการสุ่มสัญญาณ หรือความถี่ของการสุ่มสัญญาณควรมีค่าเท่าใดที่ข้อมูลที่สุ่มได้นี้จะเป็นตัวแทนที่ดีของสัญญาณต่อเนื่องนั้น คำตอบคือขึ้นอยู่กับความถี่สัญญาณอนาล็อก และจากทฤษฎีของการสุ่ม (Nyquist Theorem) กล่าวไว้ว่า “ถ้าสัญญาณต่อเนื่องที่มีความถี่ฮาร์โมนิก (Harmonic Frequency) ไม่เกินความถี่ฟันดาเมนทอลแล้วสัญญาณดังกล่าวจะสามารถเปลี่ยน กลับมาเช่นเดิม โดยไม่สูญเสียรายละเอียด หรือผิดเพี้ยนไป ถ้าอัตราการสุ่มมากกว่า $2f$ ”

2.10 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

การเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัล A/D มีขบวนการอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียรวมทั้งราคาที่แตกต่างกันไป ซึ่งในปริญาณิพนธ์นี้ ได้ใช้บอร์ด DSK มีชิพแปลงสัญญาณ A/D และ D/A เบอร์ TLC32040C อยู่ในตัว จึงขอกล่าววิธีแปลงสัญญาณอย่างคร่าวๆ ซึ่งมีหลักการดังนี้

2.10.1 A/D แบบ เซอร์โว (Servo)

เป็นแบบที่ง่ายและราคาถูกที่สุด แต่การทำงานไม่เที่ยงตรง อันเนื่องมาจาก อุณหภูมิ เวลา และ ความไวในการรับสัญญาณอินพุต

2.10.2 A/D แบบ ดูอัล-สโลป อินทิเกรต (Dual-Slope Intergrator)

เป็นแบบที่มีความละเอียดถูกต้องสูง ราคาค่อนข้างแพง ทางด้านอุณหภูมิมีผลน้อย แต่มีความเร็วในการทำงานต่ำ

2.10.3 A/D แบบ ซักเซสซีฟ-แอฟพรอกซิเมชัน (Successive-Approximation)

เป็นแบบที่ใช้งานกันทั่วไป และเป็นแบบซึ่งทำงานได้อย่างรวดเร็วมีความถูกต้องสูง แต่การสร้างวงจรมันต้องใช้ D/A

2.10.4 A/D แบบคอมพาราเตอร์ ขนาน (Parallel-Comparator)

เป็นแบบที่มีความเร็วในการทำงานสูงแบบหนึ่ง แต่ราคาก็สูงที่สุดในบรรดา A/D ทุกชนิด หลักการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ต้องใช้ส่วนประกอบอื่นค่อนข้างมาก

2.11 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก

การเปลี่ยน D/A โดยทั่วไปจะสามารถแบ่งตาม ตัวต้านทาน ที่ต่ออยู่สองแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1 แบ่งตามน้ำหนักที่อินพุต (Binary Weighted Resistor Ladder)

ในการเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลของเลขไบนารี ให้เป็นแรงดันอนาลอกนั้น จะต้องใช้แรงดันค่าหนึ่งๆ สำหรับหนึ่งบิตของเลขไบนารีที่เข้ามา ค่าแรงดันที่ตำแหน่งบิตจะเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักไบนารี ของบิตนั้นๆ

2.11.2 R-2R แลตเตอร์

D/A ชนิดนี้เป็นอีกแบบหนึ่งซึ่งจะแก้ปัญหาในการหาความต้านทานซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันมากๆ ให้เป็นวงจรที่ใช้ค่าความต้านทานต่างกันเพียง 2 ค่าเท่านั้น โดยการต่อวงจรที่เรียกว่า R-2R Network หรือ R-2R Ladder สัญญาณ อินพุต แต่ละบิตที่ป้อนเข้าวงจร จะทำให้เอาต์พุตที่ได้เปลี่ยนแปลงไป D/A R-2R Ladder เป็นแบบที่ใช้ในการแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกซึ่งใช้ในปริยญาณิพนธ์นี้ และจะกล่าวถึงวิธีการออกแบบ D/A ในบทที่ 3

2.12 ทฤษฎีการสร้างภาพดิจิทัลบนจอออสซิลโลสโคป

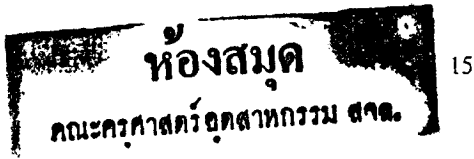
ออสซิลโลสโคป จัดเป็นเครื่องมือวัดชนิดหนึ่ง ที่ใช้งานได้กว้างขวางหลายประการ ทั้งในด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ข้อดีของออสซิลโลสโคป คือ สามารถวัดปรากฏการณ์ของสิ่งที่วัดได้ทันที และละเอียดชัดเจนให้การตอบสนอง และแสดงผลได้เร็วกว่า กัลวานมิเตอร์ ดังนั้น ออสซิลโลสโคปก็คือ เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าที่สามารถเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา คือ เปลี่ยนสัญญาณอื่นๆ ให้เป็นอัตราส่วนแรงดัน แล้ววัดด้วยออสซิลโลสโคปได้ เช่น กระแสไฟฟ้า ความดัน ความเร่ง การสั่นสะเทือน หรืออื่นๆ ดังนั้นออสซิลโลสโคปจึงใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้รับการดัดแปลงให้ใช้งานในวงการแพทย์ การสื่อสาร การทหาร ฯลฯ

ประโยชน์ของออสซิลโลสโคปใช้งานได้ดังนี้

1. วัดแรงดัน หรือ กระแสของสัญญาณ
2. วัดค่าเวลา คาบเวลา หรือความถี่ของสัญญาณ
3. ใช้วัดผลต่างทางเฟสของสัญญาณ 2 สัญญาณ
4. ใช้ตรวจสอบองค์ประกอบของวงจร และรูปร่างของสัญญาณ
5. ใช้ตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องขยายเสียง เครื่องมือสื่อสาร
6. ใช้ประกอบกับเครื่องมืออื่นๆ หรือดัดแปลงไปใช้งานอื่นๆ ดังเช่นปริยญาณิพนธ์

เล่มนี้ที่ประยุกต์ใช้ออสซิลโลสโคป แสดงผลเป็น สเปกตรัม อะนาไลเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.12.1 หลักการสร้างภาพบนจอออสซิลโลสโคป

หลอด CRT เป็นหัวใจสำคัญสำหรับออสซิลโลสโคปที่ทำให้เกิดภาพบนจอ ไข้แสดงผลจากการวัดทดสอบ. ทำหน้าที่คล้ายหลอดภาพโทรทัศน์ เพราะมันจะทำให้ภาพของรูปคลื่นสัญญาณที่วัดได้สามารถอ่านค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างๆของสัญญาณได้ ตลอดจนแสดงรูปร่างของสัญญาณ

ส่วนประกอบที่สำคัญ 5 อย่าง ของหลอด CRT คือ

1. ปืนอิเล็กตรอน (Electron Gun) เป็นตัวผลิตลำอิเล็กตรอน ประกอบด้วย ใส้หลอด (Heater), แคโทด (Cathode, K), และคอนโทรลกริด (Control Grid, G1)
2. ส่วนประกอบปรับลำอิเล็กตรอนให้เรียวเล็ก (Focus Electrode) เป็นตัวปรับลำแสงให้ตกกระทบบนจอภาพเล็กและคมชัดประกอบด้วยแอโนดปรับโฟกัส
3. ส่วนเร่งความเร็วให้ลำอิเล็กตรอน (Accelerating Electron) เป็นตัวทำให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปยังจอภาพได้เร็วขึ้น ประกอบด้วยแอโนดเร่งอิเล็กตรอน (Accelerating Anode)
- 4 ส่วนหักเหแนวอนและแนวตั้ง (Horizontal & Vertical Deflection Electrode) เป็นตัวควบคุมให้ลำอิเล็กตรอน ที่จะไปกระทบบนจอภาพ เกิดการบ่ายเบนไปทางซ้ายหรือขวา ขึ้นบนหรือลงล่าง ทำให้เกิดภาพบนจอออสซิลโลสโคป ประกอบด้วยเพลทหักเหทางแนวตั้ง (Vertical Deflection Plate) 2 ชุด และเพลทหักเหทางแนวอน (Horizontal Deflection Plate) 2 ชุด
5. จอภาพ (Screen) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดภาพเรืองแสงขึ้นบนจอ ประกอบด้วยสารฟลูออเรสเซนต์ ฟอสเฟอร์ (Fluorescent Phosphor) หรืออาจเรียกว่า ฟอสเฟอร์เรสเซนต์ (Phosphorescent)

เมื่อสังเกตภาพที่ปรากฏบนหน้าจอออสซิลโลสโคป จะพบว่าในภาพนั้นประกอบขึ้นด้วยเส้นภาพเล็กๆ เรียงกันอยู่ในแนวอนมากมาย ซึ่งเรียกว่า เส้นสแกน (Scan-Line) และเมื่อสังเกตดูเส้นสแกนแต่ละเส้นจะประกอบไปด้วยจุดภาพต่างๆ ตลอดทั้งเส้นมีทั้งจุดมืดสว่างมาก เรียกว่า องค์ประกอบภาพ (Picture Element) ดังนั้น ภาพที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคป ก็จะประกอบขึ้นด้วย องค์ประกอบของภาพมากมาย ที่มีระดับความสว่างแตกต่างกันอยู่ จนเกิดเป็นภาพได้

ภาพที่เกิดขึ้นบนจอออสซิลโลสโคป เกิดขึ้นได้ คือ เมื่อแคโทดได้รับความร้อนจากการเผาของใส้หลอดจะทำให้แคโทดปล่อยอิเล็กตรอนออกมา อิเล็กตรอนที่ถูกปล่อยออกมานี้ จะถูกดึงให้เข้าไปกระทบบนแอโนดที่หน้าจอหลอดภาพโดยที่แอโนดจะมีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า

ที่ แคลโดมาก ที่หน้าจอหลอดภาพ จะถูกฉายด้วยสารเรืองแสง เรียกว่า สารฟอสเฟอร์ (Phosphor) การกระทบของอิเล็กตรอนกับสารฟอสเฟอร์ จะทำให้เกิดจุดสว่างเรืองแสงขึ้น เมื่อหยุดจ่ายลำอิเล็กตรอน ฟอสเฟอร์นั้นยังคงเกิดแสงอีก ชั่วขณะ เพื่อป้องกันการกระพริบของรูปภาพที่เกินจอในออสซิลโลสโคปแบบทั่วไปจะใช้ฟอสเฟอร์ชนิดเรืองแสงได้ในเวลาสั้น เพราะความถี่ที่ใช้งานสูง

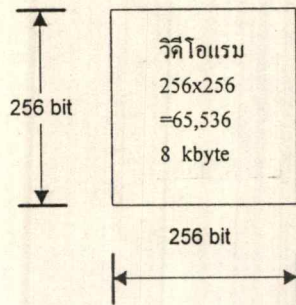
การบังคับทิศทางลำอิเล็กตรอน จะใช้สนามแม่เหล็กในการควบคุมซึ่ง หลอดภาพของออสซิลโลสโคปใช้สนามไฟฟ้าสถิตเป็นตัวควบคุม

การสแกนภาพทางแนวนอนจะใช้เส้นสแกนจำนวน 256 เส้น เรียกว่า 1 ภาพ หรือ 1 เฟรม ใน 1 เฟรมจะแบ่งเส้นสแกนออกเป็น 2 ส่วน เรียกว่า ฟิวด์ (Field) ใน 1 ฟิวด์จะมีเส้นสแกนจำนวน 128 เส้น โดยแบ่งเป็นฟิวด์เส้นคู่และฟิวด์เส้นคี่ ดังนั้น 1 ภาพหรือ 1 เฟรม ก็จะมี 2 ฟิวด์

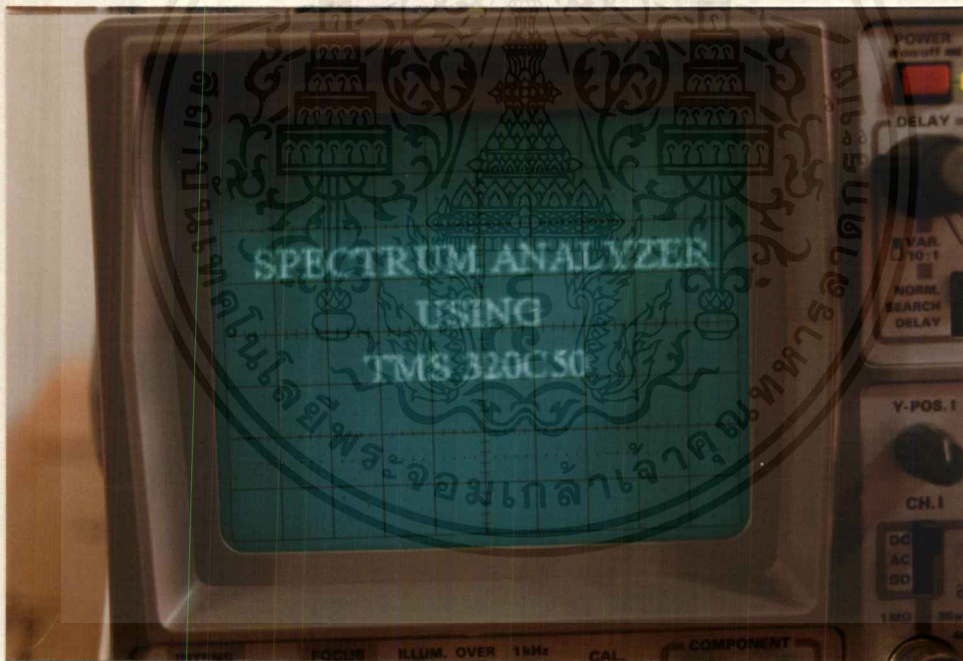
2.12.2 หลักการสร้างภาพทางดิจิตอล

ในส่วนหัวข้อ 2.12.1 ที่กล่าวไปนั้น เป็นการสร้างภาพ ในทางลิเนียร์ แต่การแสดงภาพดิจิตอลทางออสซิลโลสโคป จะใช้ความสว่างของจุดที่เป็นองค์ประกอบของภาพ มี 2 ระดับคือมืดแทนด้วยลอจิก “0” และสว่างแทนด้วยลอจิก “1” การแสดงภาพทางดิจิตอลนี้จะแสดงเป็นรูปภาพหรือตัวอักษรก็ได้ซึ่งถ้าจะแสดงภาพเป็นตัวอักษร ก็อาศัยซอฟต์แวร์ควบคุมในการแสดงผลซึ่งในปริยญาณิพนธ์นี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม

การสร้างภาพในปริยญาณิพนธ์นี้ใช้ หลักการของวิดีโอแรม โดยใช้หน่วยความจำมาแทนตำแหน่งเป็นองค์ประกอบของภาพในแต่ละตำแหน่ง โดยมีการกำหนดให้สามารถแสดงเส้นภาพทางแนวนอนได้ 256 เส้น และในแต่ละเส้นมีรายละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 256 จุด ดังนั้นหน่วยความจำที่ใช้จะมีค่าเท่ากับ 256×256 เท่ากับ 65,536 บิต หรือ 8 กิโลไบต์ (ให้องค์ประกอบของภาพ 1 ตำแหน่ง เท่ากับหน่วยความจำ หนึ่งบิต) โดยแสดงหลักการสร้างภาพโดยใช้วิดีโอแรมไว้ในรูปที่ 2.4 วิธีการใช้วิดีโอแรมนี้ทำให้เราสามารถอ้างถึงตำแหน่งขององค์ประกอบภาพได้ทุกตำแหน่ง ณ จุดใดก็ได้ โดยอาศัยการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำในตำแหน่งนั้น ดังนั้นจึงสามารถบังคับให้ตำแหน่งใดมืดหรือสว่างก็ได้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการสร้างภาพทางดิจิตอล จะมีเพียงระดับลอจิก “0” และ “1” เท่านั้น ดังนั้นเมื่อนำไปแทนด้วยสัญญาณภาพจะปรากฏเพียงระดับมืดและสว่างเท่านั้น ดังในรูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นวิธีการแสดงคำว่า “SPECTRUM ANALYZER USING TMS320C50”



รูปที่ 2.4 หลักการสร้างภาพทางดิจิทัล



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการสร้างภาพบนจอออสซิลโลสโคปด้วยตัวอักษร

2.13 แกน Z (Z-Axis)

ภาคขยายสัญญาณของ ออสซิลโลสโคปมีหลายภาค เช่นภาค VER, HOR , Pre-Amp เป็นต้น แต่ในการทำเครื่องวิเคราะห์ แถบสัญญาณความถี่ แสดงผลออกทางจอภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออสซิลโลสโคปนั้น แกน Z เป็นส่วนสำคัญในการแสดงผลออกเป็นตัวหนังสือ เพื่อบอกขนาดของสเปกตรัม โดยใช้ข้อมูลจากวิดีโอแรม และถูกเลือกข้อมูลออกมาแสดงโดยอาศัยวงจรนับเป็นตัวเลือก ข้อมูลจากวิดีโอแรมจะเป็นข้อมูลแบบขนาน และจะถูกทำการเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมด้วยวงจร PISO (Parallel In Serial Out) แล้วป้อนให้แกน Z

แกน Z บางครั้งเราเรียกว่า Intensity Modulation เป็นการสอดแทรกสัญญาณเข้าไประหว่างกรวดกับแคโทดหรือกับกริด ของหลอด CRT สัญญาณที่ใช้เป็นสัญญาณพัลส์ที่ส่งมาจากภาคทริกเกอร์ หรือจากแกน Z สัญญาณที่ป้อนเข้ามาจะทำให้แรงดันที่กริดหรือแคโทด สูงเพิ่มจนเกิดการคัทออฟ (Cut Off) ขึ้นในหลอด CRT ภาพก็จะมีลดลง ในทางตรงข้าม พัลส์บวกให้กับ คอนโทรลกริด หรือให้พัลส์ลบกับแคโทด จะทำให้ภาพสว่างขึ้น

ในปริยญาณินพจน์นี้ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการแสดงผลออกทางจอออสซิลโลสโคป ซึ่งมีความสะดวกและความสามารถมากกว่า Z-80

2.14 สถาปัตยกรรมของ MCS-51

ลักษณะทั่วไปของ MCS-51 จะประกอบด้วย

1. ใช้ HMOS และ CHMOS เทคโนโลยีในการสร้าง และทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5 V เพียงแหล่งเดียว
2. ซีพียูมีขนาดคำ 8 บิต
3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรมหาพีคาบนาฬิกา
4. ชุดแบงก์ (BANK) รีจิสเตอร์ 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว ทำงานเช่นเดียวกับ MCS-48
5. มีตัวจับเวลา/ตัวนับ ขนาด 16 บิต 2 ชุด และสำหรับเบอร์ 8032/8052 มี 3 ชุด
6. มีอินพุต เอาต์พุต พอร์ต แบบขนานสองทิศทางจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต รวมทั้งหมดเป็น 32 เส้น แต่จะเหลือเพียง 16 เส้น สำหรับเบอร์ 8031 อีก 16 เส้นจะใช้ในการเข้าถึงทางแอดเดรสและข้อมูล
7. พอร์ตแบบอนุกรมสามารถใช้โปรแกรมการรับส่งแบบ Full Duplex ที่ความเร็วสูง
8. หนึ่งแมกซ์ซินไซเคิล จะกินเวลา 1 ไมโครวินาที (1 μ s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. อ่างแอดเดรสข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10. อ่างแอดเดรสโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
11. สามารถกำหนดเลขที่อยู่ข้อมูลขนาดไบต์หรือบิตได้โดยตรง
12. มีซอฟต์แวร์บิตแฟลคสำหรับผู้ใช้ที่จะกำหนดเองได้ถึง 128 ตำแหน่งบิต
13. โครงสร้างอินเตอร์รัพต์จะติดตั้งได้ถึง 5 แหล่ง และ 6 แหล่งสำหรับ 8032/8052 พร้อมด้วยการจัดไฟออริตี้ (Priority) ได้ 2 ระดับ
14. ตัวโปรเซสเซอร์สามารถใช้งานแบบบูลีน (Boolean) ได้ กับการใช้กับกระบวนการงานควบคุม
15. มีคำสั่งคูณ และหารทางฮาร์ดแวร์ที่ทำได้ภายใน 4 ไมโครวินาที
16. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ ใช้ได้ทั้งระบบฐานสอง และฐานสิบ
17. การใช้พื้นที่สแตกสำหรับ โปรแกรมย่อยต่างๆ ทำได้กว้างกว่า MCS-48
18. ชุดคำสั่งของ MCS-51 จะมีความสามารถสูงกว่า คำสั่งของ MCS-48

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		ตัวจับเวลา/ตัวนับ จำนวน	อินเตอร์รัพต์
	โปรแกรม	ข้อมูล		
8052 AH	8K x 8 ROM	256 x 8 RAM	3 x 16 BIT	6
8051 AH	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8051	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8032 AH	NO ROM	256 x 8 RAM	3 x 16 BIT	6
8031 AH	NO ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8031	NO ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8751 H	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8752 H	8K x 8 EPROM	256 x 8 RAM	3 x 16 BIT	6

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของไอซีตระกูล MCS-51

จากตารางที่ 2.1 แสดงถึงตารางรายละเอียดของเบอร์ต่างๆ ในตระกูล MCS-51 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่ง ตระกูล MCS-51 จะมีทั้งแบบมี ROM ในตัว, ไม่มี ROM หรือมี EPROM บนชิพเดียวกัน และจะมีตำแหน่งขาที่เหมือนกัน

8751H อยู่ในกลุ่มรุ่นเดียวกับ 8051AH ที่เราสามารถโปรแกรมได้ ด้วยระบบไฟสามารถลบโปรแกรมออกได้ ด้วยแสงอุลตราไวโอเลต นอกเหนือจากไอซี ที่แสดงในตารางข้างบนโดยใช้เทคโนโลยี HMOS แล้วยังมีตระกูลอื่น ที่ใช้เทคโนโลยี CHMOS ที่ประหยัดพลังงานได้ มากกว่า 4 เท่าของ HMOS ที่มีจำหน่ายขณะนี้คือ เบอร์ 80C51, 80C31 และ 87C51



บทที่ 3

หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ในการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่โดยใช้ TMS320C50 ได้แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของ ฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งในแต่ละส่วนมีการแบ่งการทำงาน แยกออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อความสะดวกในการออกแบบ และการสร้าง ตลอดจนการตรวจเช็ค และทดสอบการทำงาน

ในส่วนของซอฟต์แวร์ มีการใช้ภาษา 2 ภาษา ในการเขียนซอฟต์แวร์ คือ ภาษาซี และ ภาษาแอสเซมบลี (Assembly) โดยภาษาซี ใช้เขียนโปรแกรมการสร้างแบบตัวอักษร (Font) และตัวเลข ที่จะแสดงออกทางหน้าจอออสซิลโลสโคป เพื่อบอกขนาดของแรงดัน และความถี่ของสัญญาณ ที่ทำการวัด ในส่วนของโปรแกรมควบคุม การทำงานของบอร์ด MCS-51 และบอร์ด DSK ซึ่งมีชิพ DSP เป็นตัวประมวลผลนั้น ใช้ภาษาแอสเซมบลี เขียนโปรแกรมในการควบคุม

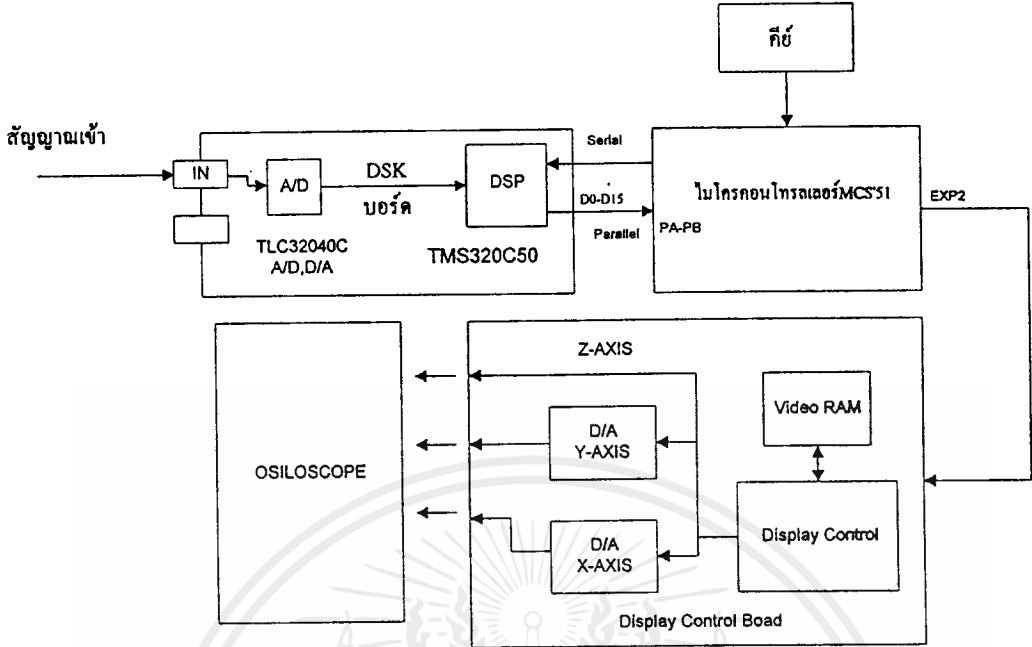
3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นได้ออกแบบเป็นแนวความคิดแล้วเขียนเป็นผังการทำงานก่อนหลังจากนั้นจึงศึกษาหาข้อมูล จึงได้ผังการทำงานที่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

จากผังการทำงาน สเปคตรัมอะนาไลเซอร์ สามารถแบ่งส่วนต่างๆ ของฮาร์ดแวร์ ออกเป็น 3 ส่วนคือ บอร์ด DSK บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ บอร์ดควบคุมดิสเพลย์ แสดงผลออกทางออสซิลโลสโคป

3.1.1 บอร์ดวิเคราะห์สเปคตรัม

ฮาร์ดแวร์ของเครื่องที่ใช้วิเคราะห์สเปคตรัมได้เลือกใช้ชิพ DSP เบอร์ TMS320C50 ซึ่งมีจำหน่ายรวมเป็นบอร์ด ซึ่งเรียกว่าบอร์ด DSP Starter Kit เรียกย่อว่า บอร์ด DSK รูปร่างภายนอกของบอร์ด DSK แสดงดังในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ฟังก์ชันการทำงานของสเปคตรัมอะนาไลเซอร์

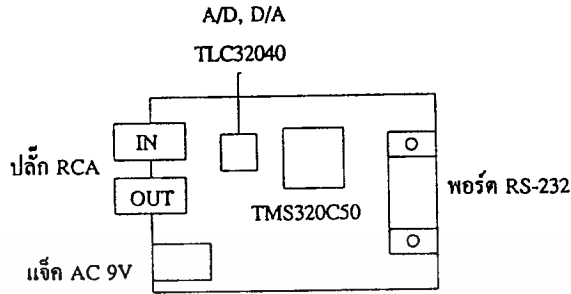
อุปกรณ์โดยส่วนใหญ่ เป็นแบบติดตั้งบน ผิวหน้าลงแผ่นวงจรพิมพ์ จะมีเพียงตัวเก็บประจุค่าสูง และไอซีเรกกูเลเตอร์ ที่เป็นแบบธรรมดาบนบอร์ด DSK จะมีชิพที่เป็นหัวใจหลัก ๆ อยู่ 2 ตัว คือ TMS320C50 ซึ่งเป็น DSP โปรเซสเซอร์และชิพแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก เบอร์ TLC32040CFN

บอร์ดมีขนาด 2.5 x 3.5 นิ้ว มีคอนเน็คเตอร์ชนิด D ตัวเมียเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232C 1 ชุด มีแจ๊ค RCA สำหรับการรับ และการส่งสัญญาณอานาล็อก ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความเร็วสูงถึง 40 MHz
2. มีหน่วยความจำ RAM ในชิพ ขนาด 10 กิโลเวิร์ด
3. ประมวลผลข้อมูลได้สูงถึง 28 ล้านคำสั่งต่อวินาที
4. มีชิพอนาล็อกอินเตอร์เฟสเบอร์ TLC 32040 ขนาด 14 บิต เป็นทั้ง A/D และ D/A
5. มีแจ๊ค RCA สองแจ๊ค เป็นทั้ง อินพุตและเอาต์พุต โดยต่อกับอุปกรณ์ไมค์โครโฟน ลำโพง หรืออุปกรณ์ อานาล็อกอื่นๆ ได้โดยตรง
6. มีพอร์ตอนุกรม RS-232 สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์
7. ใช้แหล่งจ่าย 9 VAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ตัวบอร์ดมีขนาดเล็กกระทัดรัด ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะของบอร์ด DSK

ในบอร์ด DSK มี ชิพอินเทอร์เฟซ อนาล็อก เบอร์ TLC32040 เป็น A/D และ D/A ในตัวทำหน้าที่รับสัญญาณอนาล็อกทางอินพุตที่จ่ายเข้ามา แล้วแปลงเป็นข้อมูลทางดิจิทัลส่งไปประมวลผลต่อ ที่ชิพ DSP ความละเอียดของการแปลงสัญญาณดิจิทัล จะมีขนาด 14บิต สามารถกำหนดอัตราแซมปลิ่งได้สูงสุด 19,200 แซมปลิ่ง ใน 1วินาที ดังนั้นจึงมีความสะดวกในการใช้งานบอร์ด DSK ที่มีชิพ DSP TMS320C50 ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของบอร์ดประมวลสัญญาณ ชิพ DSP จะคำนวณขนาดและความถี่ของสัญญาณออกมาเป็นค่าตัวเลข ดังนั้น เราจึงสามารถออกแบบให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงค่าขนาดและความถี่ของสัญญาณ ทางจอออสซิลโลสโคป

3.1.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)

ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ ส่งโปรแกรมคำนวณสเปคตรัมให้ DSP ทางพอร์ตอนุกรม และรับข้อมูลที่ DSP คำนวณแล้ว มาทางพอร์ตขนาน นอกจากนั้นยังเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมการแสดงผลข้อมูลออกทางจอภาพออสซิลโลสโคปที่เป็นภาพสเปคตรัม และตัวอักษร แสดงขนาดและแรงดันของสเปคตรัม

ปัญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จ ETT รุ่น CP32 ที่มีจำหน่าย โดยใช้ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุม ให้ดูการออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์ต่อไป

3.1.3 บอร์ดควบคุมการแสดงผลทางจอภาพออสซิลโลสโคป

การสร้างภาพดิจิทัลควบคุมแกน Z ของออสซิลโลสโคป

การสร้างภาพดิจิทัล จะใช้ความสว่างของจุดภาพหรือองค์ประกอบของจุดภาพจะมีเพียงสองระดับเท่านั้น คือมืดแทนด้วย “0” และ สว่างแทนด้วย “1” การสร้างดิจิทัล จะใช้หลักการของวีดีโอแรม โดยใช้หน่วยความจำมาแทนตำแหน่งขององค์ประกอบของภาพ โดยกำหนดให้แสดงเส้นภาพทางแนวนอนได้ 256 เส้น แต่ละเส้นมีรายละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 256 จุด ดังนั้นจึงใช้หน่วยความจำ 256×256 จุด เท่ากับ 65,536 บิต หรือ 8 กิโลไบต์ ด้วยวิธีการใช้วีดีโอแรมนี้ ทำให้เราสามารถอ้างตำแหน่งองค์ประกอบภาพได้ที่จุดใดก็ได้ โดยอาศัยการอ้างตำแหน่งในหน่วยความจำ ให้มืดหรือสว่างก็ได้ เพียงแค่นี้ เราก็สามารถควบคุมให้เกิดภาพตัวอักษร แสดงขนาดและความถี่ของสเปกตรัมออกจากจอภาพออสซิลโลสโคปได้

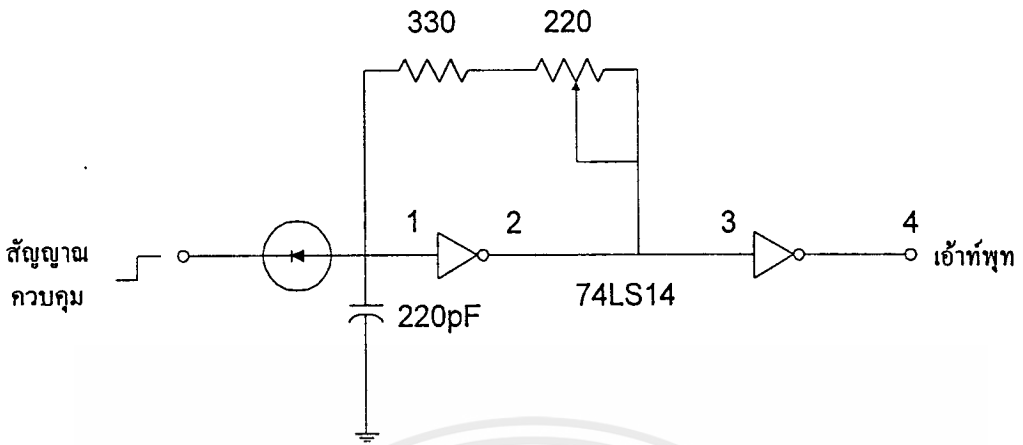
การออกแบบวงจรควบคุมการแสดงผลทางจอออสซิลโลสโคป

ในบอร์ดควบคุมการทำงานแสดงผลทางจอภาพออสซิลโลสโคปนั้นประกอบด้วย วงจรหลายส่วน ดังนี้ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา วงจรนับ วงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทิศทาง วงจรบัฟเฟอร์ ชนิดสองทิศทาง วงจรวีดีโอแรม วงจรแลตซ์ วงจรเปลี่ยนข้อมูลขนานเป็นอนุกรม วงจรสร้างสัญญาณฟันเลื่อย ในบทนี้จะอธิบายเป็นส่วนๆ ซึ่งแต่ละวงจรทำงานอย่างไร เชื่อมต่อกับส่วนใดบ้าง ส่วนวงจรรวมต่อใช้งานได้จริง สามารถดูได้จากภาคผนวก

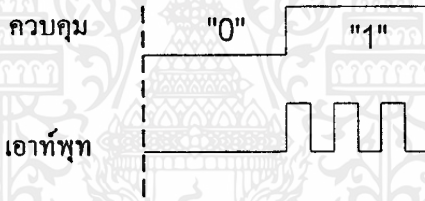
1. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

สัญญาณนาฬิกาในวงจรนี้ จะมีความสำคัญคือ จะเป็นตัวส่งข้อมูลออกจากวงจร PISO (Parallel In Serial Out) ซึ่งวงจรถับที่ใช้กำหนดชุดข้อมูลในวีดีโอแรมนี้ ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้จะมีค่าประมาณ 2 MHz วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา จะใช้วงจรอินเวอร์เตอร์เกตแบบชmittทริกเกอร์อย่างง่ายๆ ความถี่ของวงจรถูกกำหนดโดยค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ โดยค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุโดยสมการดังนี้ $T = T_x C$ มีหน่วยเป็นวินาที

ที่อินพุตของวงจรจะเห็นว่า มีไดโอดต่ออยู่ด้วย ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อหยุดการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาในทุกๆ เส้นภาพขณะเริ่มต้น กล่าวง่ายๆ คือเป็นการทำให้การเริ่มต้นการสร้างสัญญาณนาฬิกาในทุกๆ เส้นภาพเกิดขึ้นพร้อมกันทุกๆ ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และการควบคุมการสร้างสัญญาณนาฬิกาในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่การทำงาน



รูปที่ 3.4 สัญญาณทางเอาต์พุตของวงจร

2. วงจรนับ

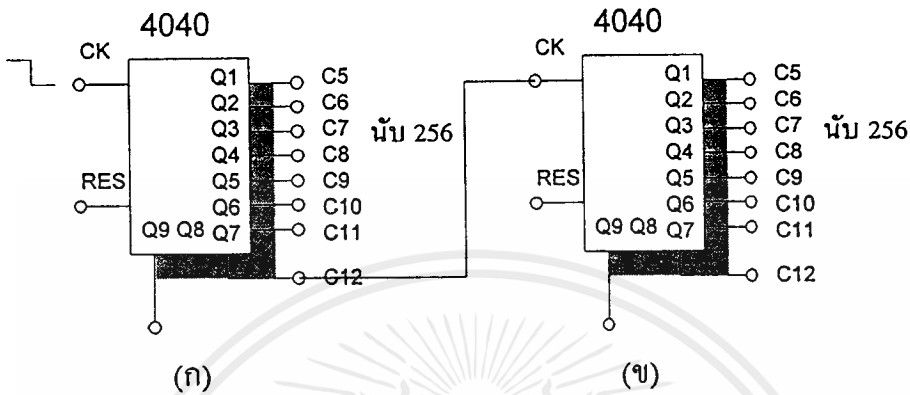
ในส่วนของวงจรมันนั้น จะมีวงจรมัน 256 อยู่ 2 วงจร ดังแสดงในรูป 3.5 ในวงจรมัน 256 ชุดแรก จะใช้ขา Q4-Q8 ซึ่งเป็นการนับ 32 ในการนับตำแหน่งของหน่วยความจำ ที่จะนำข้อมูลออกมาแสดงในแต่ละเส้นสแกน

การนับ จะนับเป็น 256 บิต ดังนั้นในแต่ละเส้นภาพ จะสามารถแสดงข้อมูลได้เท่ากับ 256 บิต หรือ 256 จุดภาพในหนึ่งเส้นสแกน

ส่วนวงจรมัน 256 อีกชุดหนึ่ง จะใช้เลื่อนตำแหน่งของหน่วยความจำครั้งละ 1 ไบต์ เพื่อแสดงข้อมูลในเส้นภาพต่อไป การนับ 256 นี้เป็นการแสดงว่า วงจรจะสามารถแสดงเส้นภาพได้ทั้งหมด 256 เส้นภาพ นั่นแสดงว่า รายละเอียดของภาพที่ปรากฏบนจอภาพจะเท่ากับ 65,536 จุดภาพ เทียบเป็นหน่วยความจำได้เท่ากับ 8,192 ไบต์ หรือ 8 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรนับจะใช้ไอซีวงจรมับเบอร์ 4040 ซึ่งเป็นวงจรมับฐานสอง 12 สเตต ต่อเป็นวงจรมับ 256 ดังแสดงในรูปที่ 3.5 วงจรส่วนนี้ การออกแบบสามารถใช้วงจรมับฐานได้ทันที



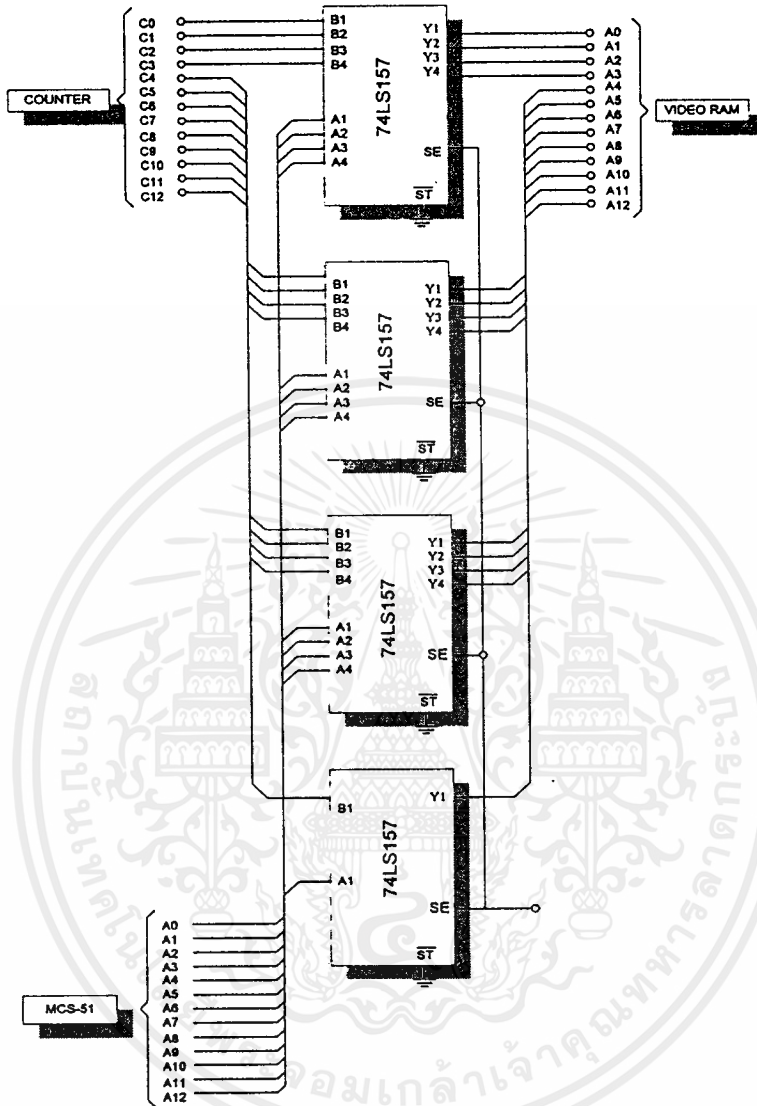
รูปที่ 3.5 (ก) วงจรมับ 256 สำหรับข้อมูลในแต่ละเส้น
(ข) วงจรมับ 256 สำหรับจำนวนเส้นภาพ

3. วงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทาง

การส่งข้อมูลจากวิดีโอแรมขึ้นไปแสดงบนจอภาพนั้นจะอาศัยการนับจากวงจรมับ ไนหัวข้อที่ผ่านมา ส่วนข้อมูลภาพที่จะกำหนดลงบนวิดีโอแรมจะมาจากวงจรมไมโคร โปรเซสเซอร์ ผ่านทางบัสข้อมูล (Data Bus)

การเชื่อมต่อวงจรมับกับไมโคร โปรเซสเซอร์จะเชื่อมต่อกันทางบัสแอดเดรส (Address Bus) ของวิดีโอแรม สัญญาณบัสแอดเดรสจากทั้งสองแหล่งดังกล่าว ไม่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับวิดีโอแรมได้โดยตรง จะต้องกระทำผ่านวงจรมัลติเพล็กซ์ ชนิดสองทางเพื่อเป็นการเลือกบัสแอดเดรส จากแหล่งใดแหล่งหนึ่งเท่านั้น

จากในหัวข้อที่แล้ว กล่าวไว้ว่า หน่วยความจำที่ใช้มีความจุเท่ากับ 8 กิโลไบต์ ดังนั้น บัสแอดเดรสของตัวหน่วยความจำจะต้องมี 13 เส้น ได้แก่ A0 ถึง A12 การออกแบบวงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทางจะใช้ไอซีเบอร์ 74LS157 ซึ่งเป็นไอซีมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทางสี่ชุดจำนวนสี่ตัว อินพุต A และ B โดยสามารถเลือกสัญญาณจากอินพุต A และ B ได้โดยการควบคุมที่ขาเลือก (Select) ถ้าขา Select มีสถานะลอจิกเป็น "0" วงจรจะเลือก อินพุต A และหากขา Select มีสถานะลอจิกเป็น "1" วงจรจะเลือกอินพุต B ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทาง

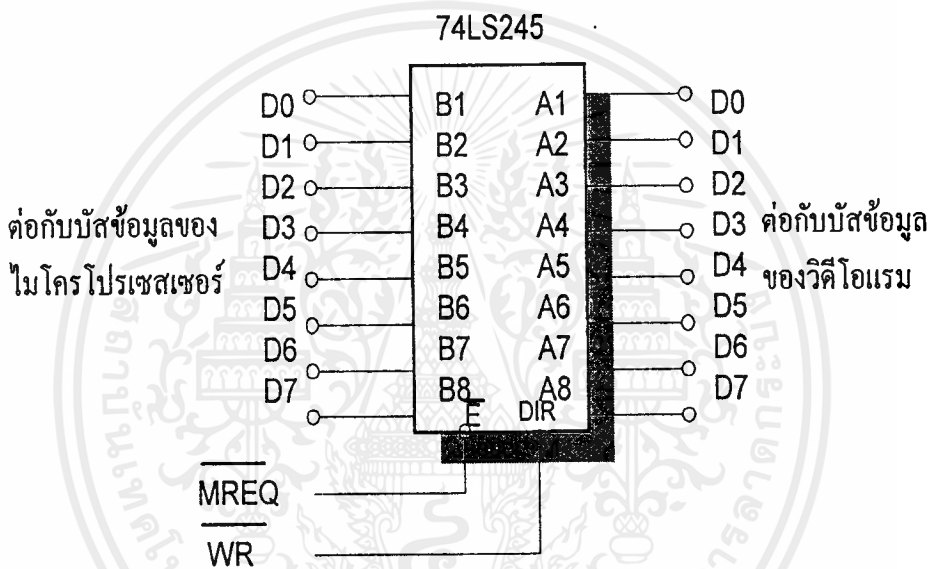
4. วงจรบัฟเฟอร์ชนิดสองทาง

วงจรบัฟเฟอร์ชนิดสองทางมีหน้าที่เชื่อมโยงบัสข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับวิดีโอแรม เพื่อใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูลลงบนวิดีโอแรม โดยมี การกำหนดทิศทางของข้อมูลได้จากไมโครโปรเซสเซอร์

วงจรบัฟเฟอร์ชนิดสองทางในวงจรนี้ใช้ไอซีเบอร์ 74LS245 โดยอินพุต B ต่อเข้ากับไมโครโปรเซสเซอร์ ส่วนอินพุต A ต่อกับบัสข้อมูลของวิดีโอแรม ทิศทางการเคลื่อนที่ของข้อมูล ถูกกำหนดโดยขา DIR เมื่อขา DIR มีลอจิกเป็น “1” ข้อมูลจะผ่านจาก A ไป B และ

หากขา DIR มีลอจิกเป็น “0” ข้อมูลจะผ่านจาก B ไป A ขา DIR นี้ จะต่อกับขาสัญญาณ WR(Write) ของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อบังคับทิศทางของข้อมูล

ส่วน ขา E จะถูกต่อกับขา MREQ (Memory Request) ของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ ไอซีเบอร์ 74LS245 ทำงาน หรือไม่ทำงาน ซึ่งเปรียบเสมือนวงจรถูกแยกตัวออกจากระบบ และถ้าเมื่อใดขา E นี้ได้รับลอจิก “0” ตัวไอซีจะทำงานและ ขณะนี้จะสามารถบังคับทิศทางได้ที่ขา DIR ทั้งนี้ วงจรบัฟเฟอร์ชนิดสองทางนี้ แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรบัฟเฟอร์ชนิดสองทิศทาง

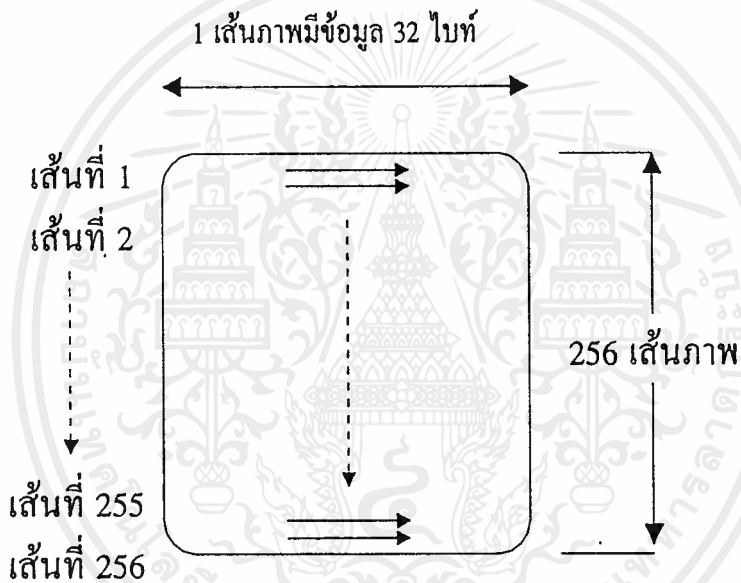
5. วีดีโอแรม

วีดีโอแรมเป็นการใช้หน่วยความจำ มาแทนตำแหน่งข้อมูลของภาพที่ปรากฏบนจอภาพตามที่ได้ กล่าวไปในตอนต้นๆ แล้วว่า ความละเอียดของภาพที่จะใช้งานคือ มีจำนวน 256 จุดภาพในเส้นภาพหนึ่งเส้น และมีจำนวนเส้นภาพเท่ากับ 256 เส้นภาพ ดังนั้นหน่วยความจำจึงมีความจุเท่ากับ 65,536 บิต หรือ 8 กิโลไบต์

หน่วยความจำขนาด 8 กิโลไบต์ จะมีตำแหน่งแอดเดรสตั้งแต่ 8000H จนถึง ทั้งหมดของจุดภาพ และเส้นภาพในหนึ่งเส้นภาพจะแสดงข้อมูลเท่ากับ 256 จุดภาพ ซึ่งเท่ากับ 32 ไบต์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแต่ละตำแหน่งได้ตามต้องการ ในรูปที่ 3.8 แสดงให้เห็นตำแหน่งต่างๆ ของข้อมูลบนวีดีโอแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

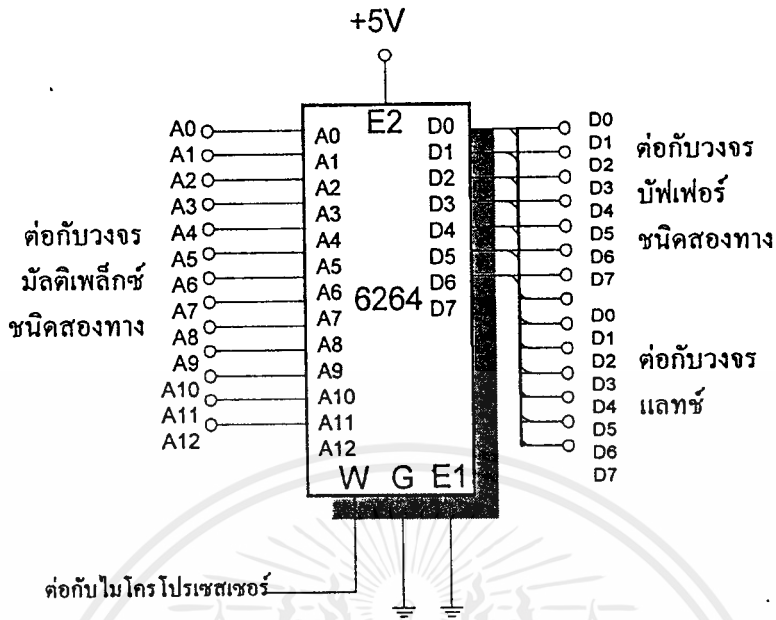
หน่วยความจำวีดีโอแรมที่กล่าวถึงนี้มีความจุเท่ากับ 8 กิโลไบต์ ดังนั้น จะใช้ไอซี RAM เบอร์ 6264 ซึ่งจะมีความเหมาะสมคือเป็นหน่วยความจำแบบขนาน ความจุเท่ากับ 8 กิโลไบต์ ใช้แหล่งจ่ายไฟประมาณ 5 โวลต์ สามารถ เชื่อมต่อกับไอซี TTL ได้โดยตรง วงจรของวีดีโอแรม แสดงดังรูปที่ 3.9 บัสแอดเดรสของวีดีโอแรม จะรับอินพุตมาจากวงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทาง ส่วนบัสข้อมูล จะต่อกับวงจรมัลติเพล็กซ์ชนิดสองทาง และวงจรถ่าย การอ่านหรือเขียนข้อมูลสามารถควบคุมได้ด้วยขา WA หากขา WA ได้รับลอจิก “0” จะเป็นการเขียนข้อมูลลงบนวีดีโอแรม และหากขา WA ได้รับลอจิก “1” จะเป็นการอ่านข้อมูลจากวีดีโอแรมออกมา



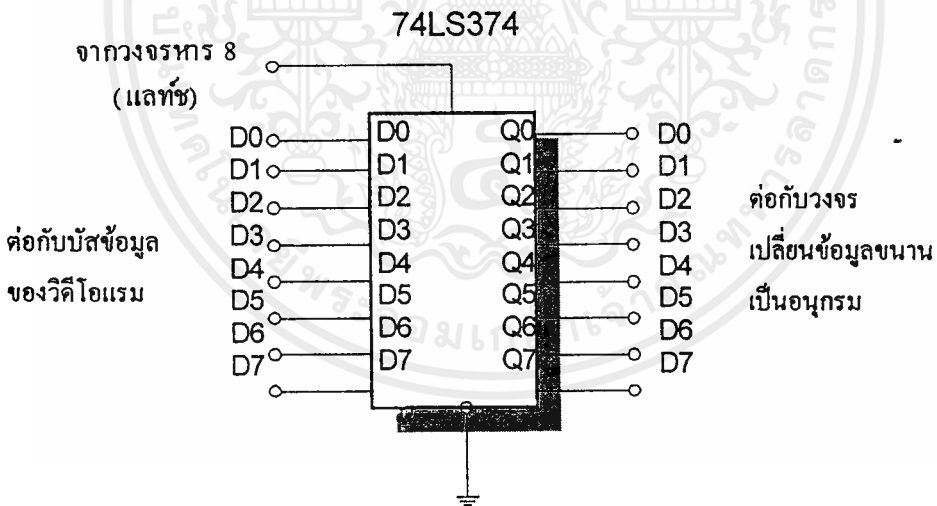
รูปที่ 3.8 ตำแหน่งของข้อมูลบนวีดีโอแรม

6. วงจรแลตซ์

วงจรถ่าย จะทำหน้าที่คงสถานะข้อมูลจากวีดีโอแรมครั้งละ 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ก่อนที่จะส่งข้อมูลให้กับวงจรถ่ายเปลี่ยนข้อมูลจากข้อมูลขนานเป็นข้อมูลอนุกรม วงจรถ่ายในที่นี้ใช้ D ฟลิปฟลอปเบอร์ 74LS374 ซึ่งภายในมี D ฟลิปฟลอปอยู่ 8 ตัวเท่ากับ 8 บิตพอดี ดังแสดงวงจรถ่ายนี้ไว้ในรูปที่ 3.10 ข้อมูลทางอินพุต จะถูกแลตซ์ก็ต่อเมื่อ มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณแลตซ์เป็นขอบขาขึ้น สัญญาณแลตซ์นี้ จะได้มาจาก ไอซีเบอร์ 74LS14



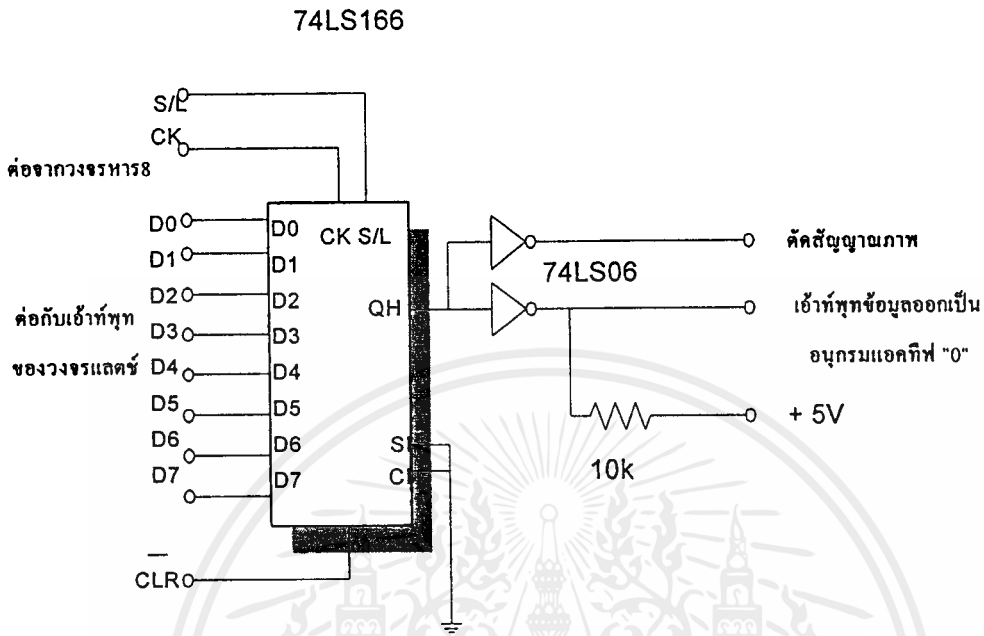
รูปที่ 3.9 วงจรหน่วยความจำของวีดีโอแรม



รูปที่ 3.10 วงจรแลตช์ข้อมูลขนาด 8 บิต

7. วงจรเปลี่ยนข้อมูลขนานเป็นข้อมูลอนุกรม

วงจรเปลี่ยนข้อมูลขนานเป็นอนุกรมหรือ PISO(Parallel In Serial Out) จะทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลแบบอนุกรม เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลนี้ไปยังออสซิลโลสโคปให้สัมพันธ์กัน วงจรเปลี่ยนข้อมูลขนานเป็นอนุกรมนี้แสดงไว้ในรูปที่ 3.11



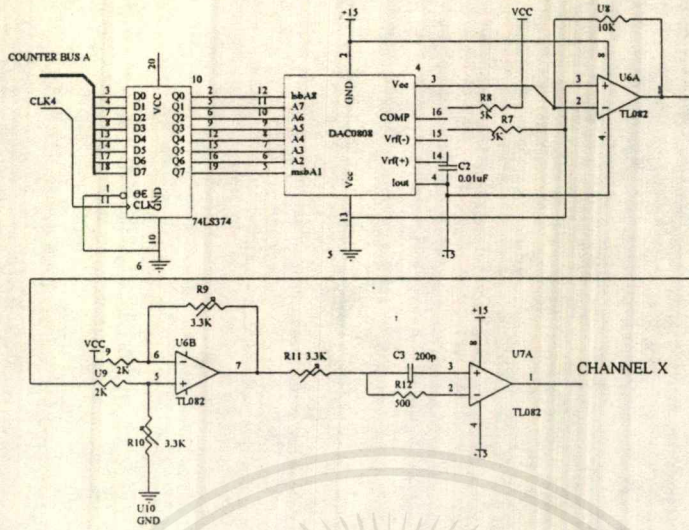
รูปที่ 3.11 วงจรเปลี่ยนข้อมูลขนานเป็นอนุกรม 8 บิต

8. การส่งข้อมูลเพื่อขับหลอดภาพ

ข้อมูลสุดท้ายจากวงจรเปลี่ยนข้อมูลขนาน เป็นอนุกรม จะถูกนำไปขับหลอดภาพโดยต่อเข้ากับแกน Z ของออสซิลโลสโคป ซึ่งจะนำไปขยายสัญญาณขับขั้วแคโทดของหลอดภาพออสซิลโลสโคป

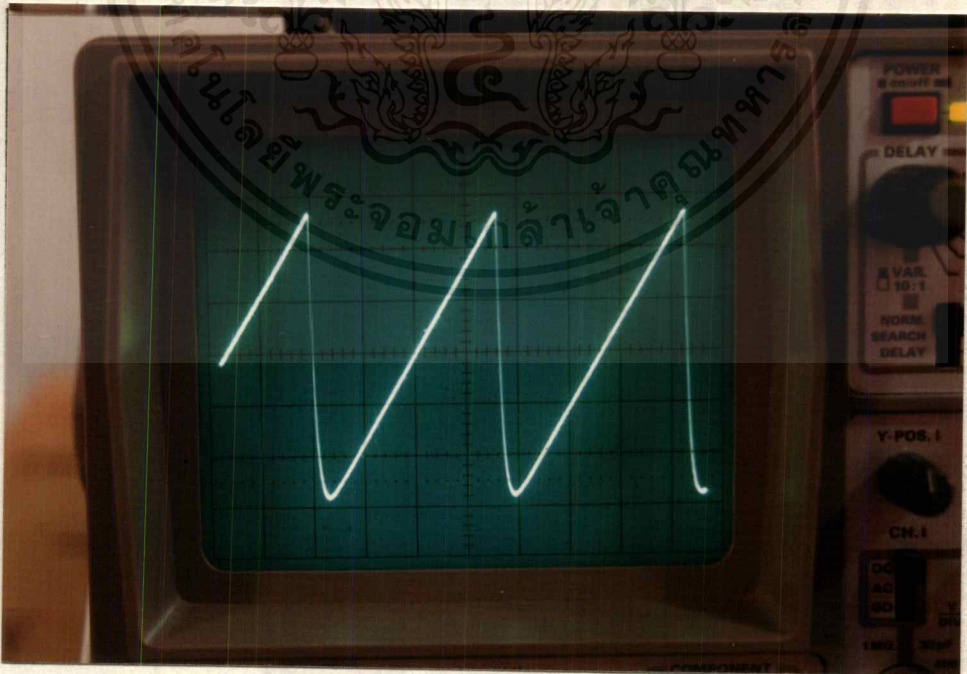
9. วงจรสร้างสร้างสัญญาณฟันเลื่อย

จากวงจรในรูปที่ 3.12 เป็นวงจรสร้างสัญญาณรูปคลื่นฟันเลื่อย เมื่อเคาทเตอร์ทำการนับตั้งแต่ 0-256 ผ่านไอซีเบอร์ 74LS374 เพื่อทำการคงสถานะไว้ จากนั้นไอซีเบอร์ DAC 0808 ก็จะทำการเปลี่ยนข้อมูลแบบบิต ให้เป็นกระแส แล้วทำการเปลี่ยนให้เป็นแรงดันโดยไอซี ออปแอมป์เบอร์ TL082 และนำไปเปรียบเทียบแรงดัน เพื่อให้ได้แรงดันที่เป็นทั้งบวกและลบ แล้วนำไปผ่านวงจรฟิลเตอร์ เพื่อให้สัญญาณที่ได้นั้นเป็นเชิงเส้น เพื่อนำไปสแกนหน้าจอออสซิลโลสโคปทางแกน X

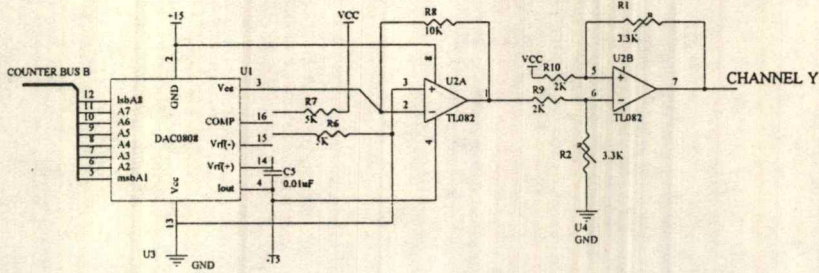


รูปที่ 3.12 วงจรสร้างรูปคลื่นสัญญาณฟันเลื่อยทางแกน X

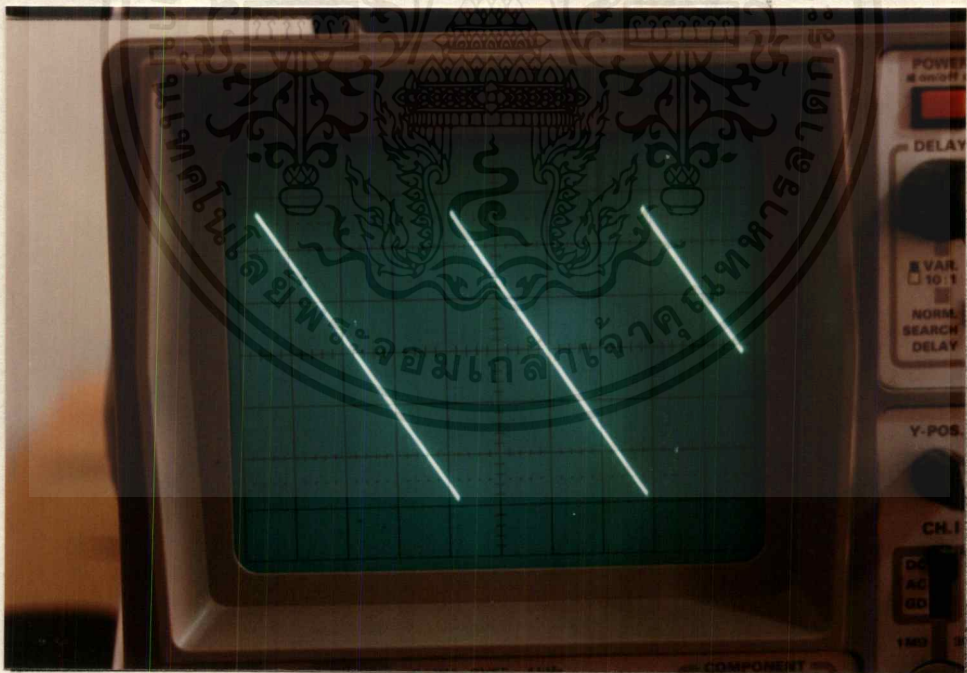
ส่วนในวงจรรูปที่ 3.14 เป็นวงจรสร้างรูปคลื่นฟันเลื่อยเช่นเดียวกับในรูป 3.12 แต่นำไปสแกนหน้าจอออสซิลโลสโคปทางด้านแกน Y



รูปที่ 3.13 คลื่นสัญญาณฟันเลื่อยที่ใช้สแกนทางด้านแกน X มีขนาด 11 V ความถี่ 14 kHz เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วงจรสร้างรูปคลื่นสัญญาณพื่นเลื่อยทางแกน Y



รูปที่ 3.15 คลื่นสัญญาณพื่นเลื่อยใช้สแกนทางด้านแกน Y มีขนาด 11 V ความถี่ 53 Hz

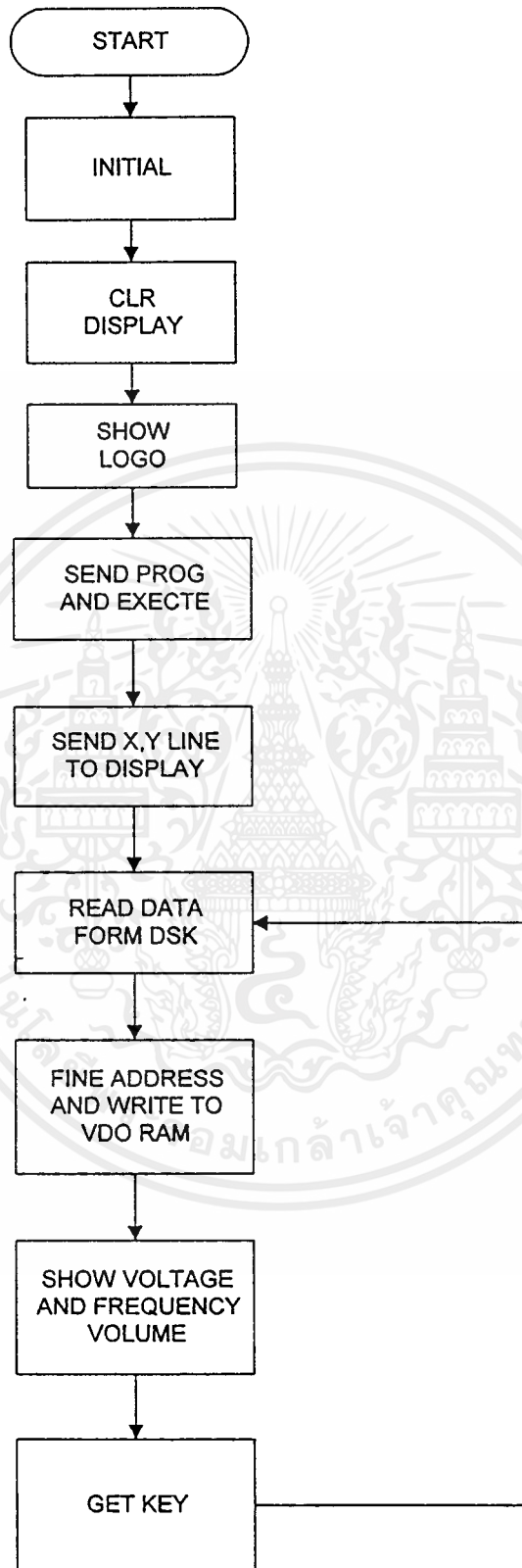
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

3.2.1 ขั้นตอนการแปลงเพิ่มข้อมูล

โปรแกรมแอสเซมเบลอร์และดีบั๊กเกอร์ จะให้มาพร้อมกับบอร์ดชุดพัฒนา DSK เพื่อใช้ในการเขียน แก้ไข ทดสอบ และปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้ได้ผลตามต้องการ นอกจากนั้นยังมีโปรแกรมตัวอย่าง อีกหลายโปรแกรมไว้ให้ศึกษา โปรแกรมตัวอย่างที่น่าสนใจคือ สเปนดรัมอะนาไลเซอร์ เริ่มต้นด้วยการคอมไพล์โปรแกรม โดยใช้คำสั่ง DSKA ตามด้วยชื่อไฟล์ สเปนดรัมอะนาไลเซอร์ DSK_SPEC โดยต้องพิมพ์ต่อกันดังนี้ DSKA DSK_SPEC.DSK แล้วกด Enter ถ้าทุกอย่างไม่ผิดพลาด ก็จะมีไฟล์ชื่อ DSK_SPEC.DSK ขึ้น

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม เริ่มต้นจากการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ได้ไฟล์ที่มีนามสกุล .ASM ของ DSK ซึ่งเป็นภาษาแอสเซมบลีของ DSP แล้วทำการคอมไพล์โดยแอสเซมเบลอร์ ของ DSK ด้วยไฟล์ DSK5A จึงได้ไฟล์ที่มีนามสกุล .DSK และ .LST จากนั้นใช้ดีบั๊กเกอร์ของ DSK ซึ่งจะใช้ไฟล์ที่มีนามสกุล .DSK ในการรันโปรแกรม จนกว่าจะได้โปรแกรมที่สมบูรณ์แต่ในที่นี้ต้องเก็บโปรแกรมของ DSK ไว้ในหน่วยความจำของบอร์ดของ MCS-51 จากนั้นทำการแปลงไฟล์ .DSK ให้เป็น .HEX ของ MCS-51 จึงได้ทำการเขียนโปรแกรม ชื่อ DSKH ขึ้น ด้วยภาษาซี เพื่อทำการแปลงไฟล์ที่มีนามสกุล .DSK ให้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .H ก่อน เพื่อแยกให้รู้ว่าส่วนใดเป็นโปรแกรม ส่วนใดเป็นข้อมูล ลำดับต่อมา ทำการแปลงไฟล์ ที่มีนามสกุล .H ให้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .HEX ด้วยโปรแกรม HHEX51 ที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซี เมื่อได้ไฟล์ที่มีนามสกุล .HEX แล้ว จึงนำไฟล์ที่มีนามสกุล .HEX นี้มาต่อท้ายโปรแกรมควบคุม ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ชื่อไฟล์ CDP (ย่อมาจาก Control Display) เมื่อนำไฟล์มาต่อกันแล้ว ให้ชื่อไฟล์ใหม่คือ CDP&DSK เมื่อพิมพ์ออกมาจะมีลักษณะของโปรแกรมเป็นเลขฐาน 16 ในกรแปลงโปรแกรม .H เป็น .HEX ด้วยโปรแกรม HHEX51 ต้องกำหนดจุดเริ่มต้นของ แอดเดรส และในช่วงตำแหน่งของ แอดเดรส จะต้องมีพื้นที่ว่างพอ เพื่อจะใส่โปรแกรมที่ทำการแปลงแล้ว รวมไว้ในโปรแกรมควบคุมของ MCS-51 ซึ่งจะต้องไม่เกินหน่วยความจำของ EPROM ของบอร์ด MCS-51 ถ้าใส่โปรแกรมเกินหน่วยความจำ ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาด (error) ในปฏิญญาณิพจน์นี้ นำไปต่อที่แอดเดรส 1200 สำหรับผู้สนใจในรายละเอียด ให้ศึกษาโปรแกรมทุกโปรแกรมได้จากภาคผนวก



รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุม

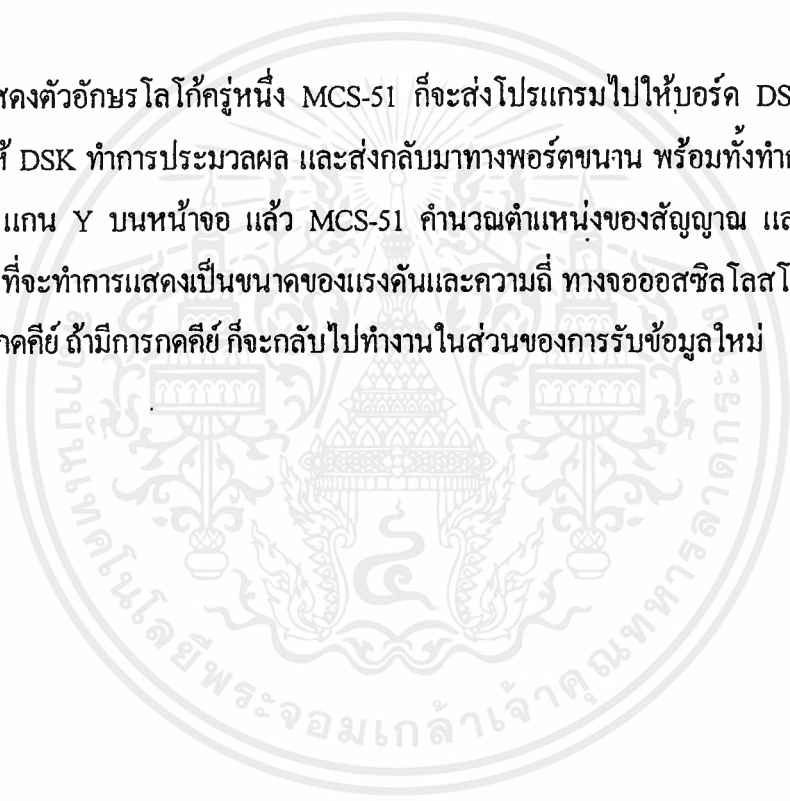
จากแผนผังการทำงาน ในรูปที่ 3.16 เมื่อเริ่มการทำงาน โปรแกรม ก็จะทำการกำหนดสถานะเริ่มต้นของระบบ จากนั้น ก็จะทำการเคลียร์ หน้าจอออสซิลโลสโคป แล้วแสดง โลโก้ เป็นตัวอักษร

SPECTRUM ANALYZER

USING

TMS320C50

เมื่อแสดงตัวอักษรโลโก้ครู่หนึ่ง MCS-51 ก็จะส่งโปรแกรมไปให้บอร์ด DSK ทางพอร์ตอนุกรม เพื่อให้ DSK ทำการประมวลผล และส่งกลับมาทางพอร์ตขนาน พร้อมทั้งทำการแสดงเส้นแกน X และ แกน Y บนหน้าจอ แล้ว MCS-51 คำนวณตำแหน่งของสัญญาณ และนำไปเก็บที่วีดีโอแรม เพื่อที่จะทำการแสดงเป็นขนาดของแรงดันและความถี่ ทางจอออสซิลโลสโคป พร้อมกับตรวจสอบการกคคีย์ ถ้ามีการกคคีย์ ก็จะกลับไปทำงานในส่วนของการรับข้อมูลใหม่



บทที่ 4

ผลการทดลองและทดสอบ

เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่โดยใช้ TMS320C50 เป็นเครื่องที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วิเคราะห์แถบความถี่ของสัญญาณย่านความถี่เสียง ซึ่งในบทที่ 1-3 ได้กล่าวถึงแนวความคิด ทฤษฎีและหลักการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มาแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ป้อนสัญญาณรูปคลื่นต่างๆ เพื่อคุณสมบัติของสัญญาณ

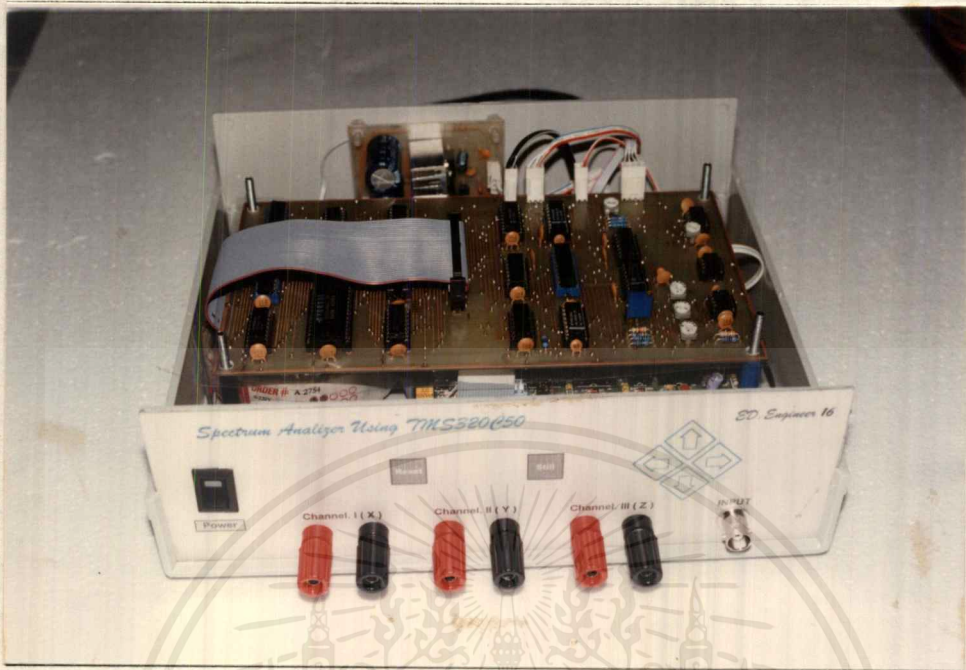
การทดสอบการทำงานของเครื่องสามารถทำได้โดยการต่อเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่เข้ากับ ออสซิลโลสโคป ที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป โดยใช้รุ่นที่มีแชนแนล 1 (Channel I), แชนแนล 2 (Channel II) และ มีแกน Z ซึ่งอยู่ด้านหลังออสซิลโลสโคป

4.1 การทดสอบการทำงานของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่โดยใช้ TMS320C50

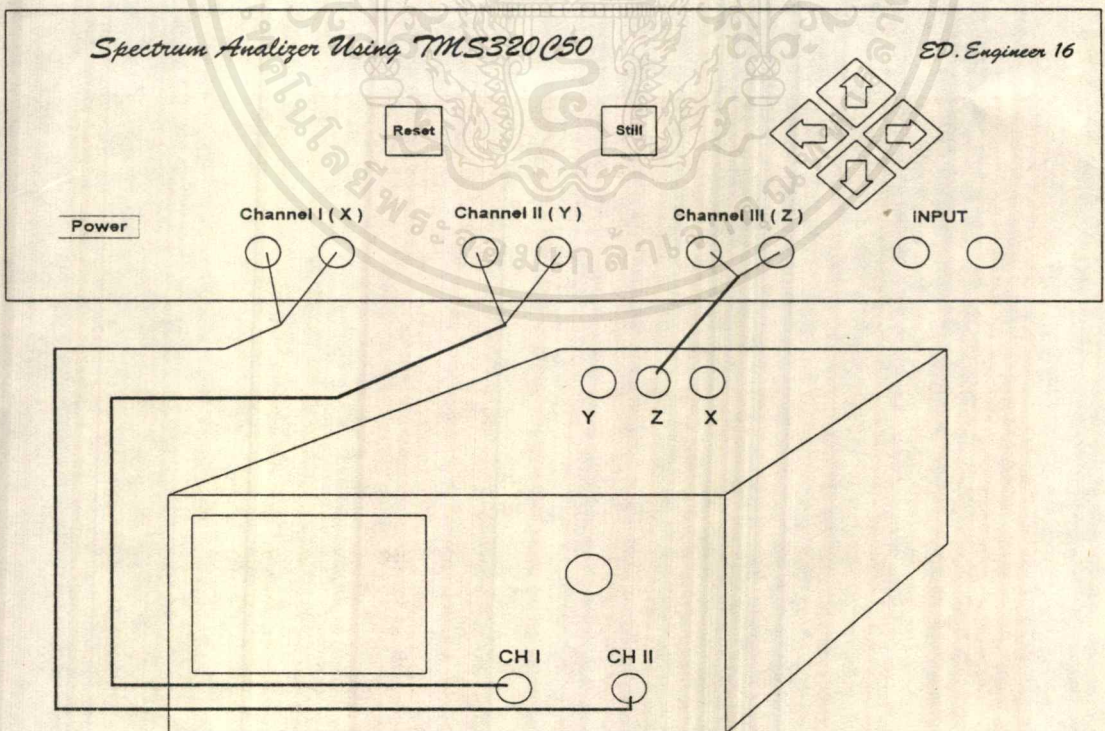
4.1.1 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อสายวัดสัญญาณเข้าที่ ออสซิลโลสโคป CH I, CH II และ แกน Z
2. ปรับปุ่ม VOLTS/DIV ไว้ที่ 1 V/cm ทั้ง CH I และ CH II
3. ปรับปุ่มควบคุม INTENS ให้ได้ความสว่างปานกลาง
4. ปรับเส้นสัญญาณ ให้อยู่ที่กลางจอภาพ โดยใช้ปุ่มควบคุม X-POS และ Y-POS แล้วปรับปุ่ม โฟกัส (Focus) ให้ได้เส้นสัญญาณคมชัดที่สุด
5. กดปุ่ม X-Y เพื่อเลือกการทำงานแบบ X-Y
6. ต่อสายวัดสัญญาณจาก ออสซิลโลสโคป CH II, CH I และ แกน Z เข้าที่ CH I(X), CH II(Y), CH III(Z) ของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ ตามรูปที่ 4.2
7. ป้อนสัญญาณอินพุตรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz เข้ากับ Input ของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ ซึ่งรูปสัญญาณแสดงดังรูปที่ 4.3
8. เปรียบเทียบขนาดของแรงดัน และความถี่ ที่อ่านจาก หน้าจอออสซิลโลสโคป กับ สัญญาณอินพุต ที่ป้อนจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์
9. สังเกตรูปคลื่น สเปกตรัม ของสัญญาณอินพุตที่ป้อนแสดงดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

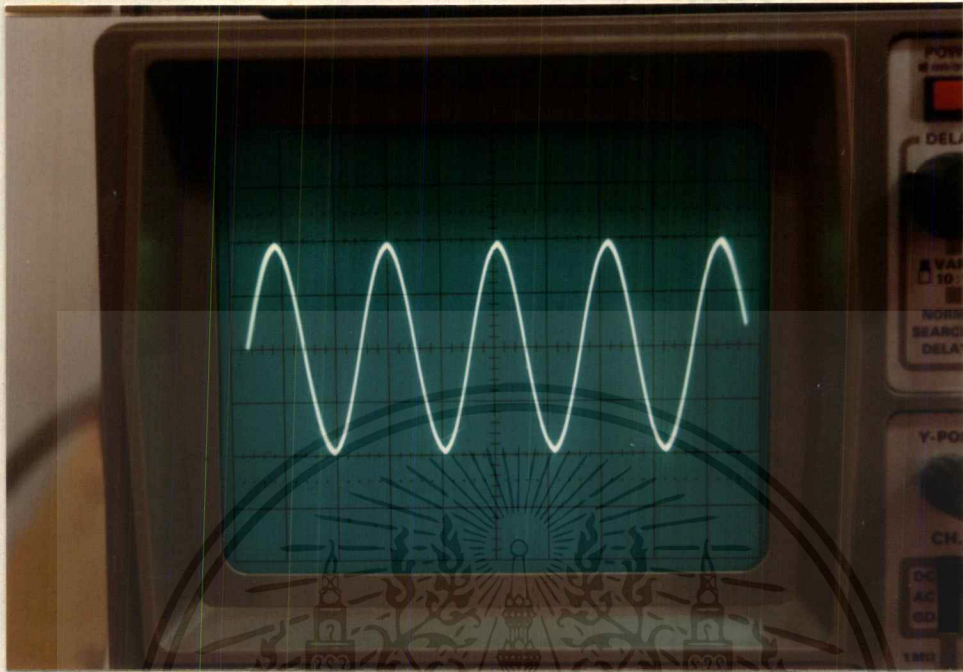


รูปที่ 4.1 เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50



รูปที่ 4.2 การต่อเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณอินพุตรูปคลื่นไซน์ ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz



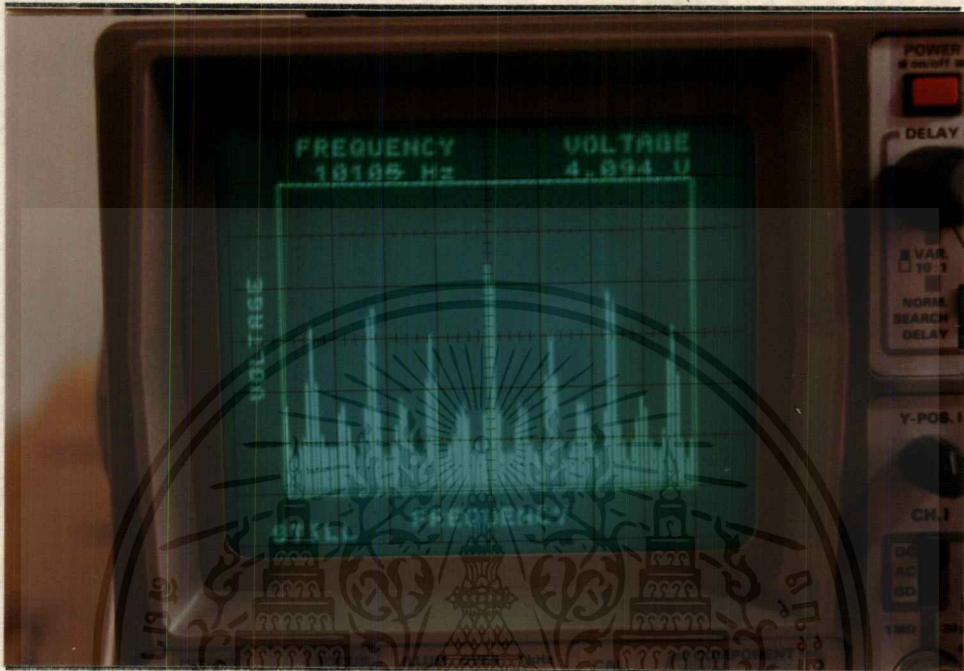
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานใช้ภายในที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ทดลองเปลี่ยนขนาดของแรงดัน และความถี่ของสัญญาณอินพุตที่ป้อน ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 8 และ 9 อีกครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นสเปกตรัม
11. เปลี่ยนรูปคลื่นสัญญาณอินพุต จากรูปคลื่นไซน์ เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) ขนาด 4Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz แสดงดังรูปที่ 4.5
12. เปรียบเทียบขนาด ของแรงดัน และความถี่ ที่อ่านจากหน้าจอออสซิลโลสโคป กับสัญญาณอินพุตที่ป้อน จากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์
13. สังเกตรูปคลื่น สเปกตรัมของสัญญาณอินพุตที่ป้อนแสดงดังรูปที่ 4.6
14. ทดลองเปลี่ยนขนาดของแรงดัน และความถี่ ของสัญญาณอินพุต ที่ป้อน ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ 12 และ 13 อีกครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นสเปกตรัม



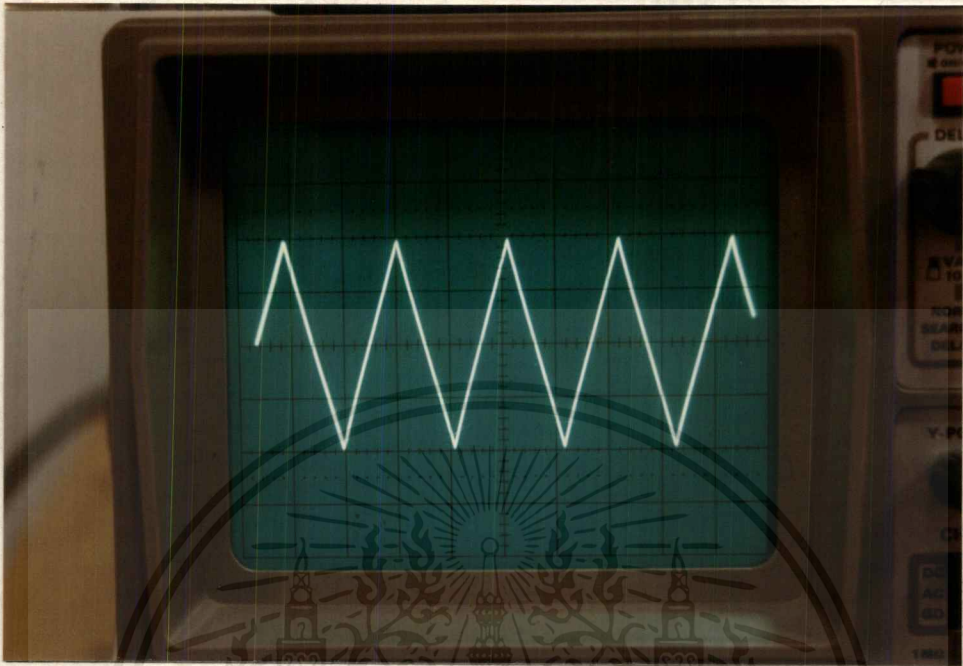
รูปที่ 4.5 สัญญาณอินพุตรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 สเปกตรัมของสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz

15. เปลี่ยนรูปคลื่นสัญญาณอินพุตจากรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเป็นรูปคลื่นฟันเลื่อย (Saw-Tooth Wave) ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz แสดงดังรูปที่ 4.7
16. เปรียบเทียบขนาดของแรงดันและความถี่ที่อ่านจากหน้าจอออสซิลโลสโคปกับสัญญาณอินพุต ที่ป้อนจาก ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์
17. สังเกตรูปคลื่นสเปกตรัมของสัญญาณอินพุตที่ป้อน แสดงดังรูปที่ 4.8
18. ทดลองเปลี่ยนขนาดแรงดัน และความถี่ ของสัญญาณอินพุตที่ป้อน ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 16 และ 17 อีกครั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นสเปกตรัม



รูปที่ 4.7 สัญญาณอินพุต รูปคลื่นฟันเลื่อย ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของศูนย์วิจัยและพัฒนาการวัดไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รูปที่ 4.8 สเปกตรัม ของสัญญาณรูปคลื่นฟันเลื่อย ขนาด 4 Vp-p ที่ความถี่ 10 kHz
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

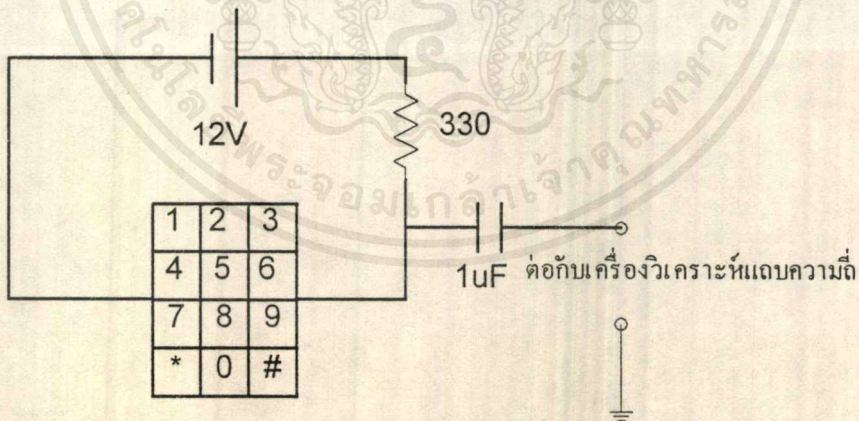
4.1.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง การทำงานของเครื่องวิเคราะห์ แถบความถี่ โดยใช้ TMS320C50 โดยการป้อน สัญญาณรูปคลื่นไซน์ รูปคลื่นสี่เหลี่ยม และรูปคลื่นฟันเลื่อย ที่ขนาด และความถี่ต่างๆ จากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ผลปรากฏว่า สามารถวิเคราะห์ แถบความถี่ของสัญญาณในย่านความถี่เสียงได้ดี โดยแสดงค่าขนาดของแรงดัน และค่าความถี่ เป็นตัวเลขและตัวอักษร บนจอหน้าจอออสซิลโลสโคป ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในขั้นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ มาร์กเกอร์ (Marker) เลื่อนตำแหน่งทางแกน X และแกน Y เพื่ออ่านค่าแรงดัน และค่าความถี่ที่ตำแหน่งต่างๆ ได้

4.2 การใช้เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่วัดสัญญาณ DTMF

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อสายการทดลองเหมือนข้อ 4.1.1
2. เปลี่ยนการวัดจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ มาเป็นการวัดจากสัญญาณ DTMF โดยต่อวงจรตามรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

3. กคคีย์หมายเลข 2 สังเกตสัญญาณที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป แสดงดังรูปที่ 4.10
ความถี่ที่ 1 วัดความถี่ได้ 1336 Hz ความถี่ที่ 2 วัดความถี่ได้ 688 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 สัญญาณที่วัดได้จากการกคคีย์หมายเลข 2

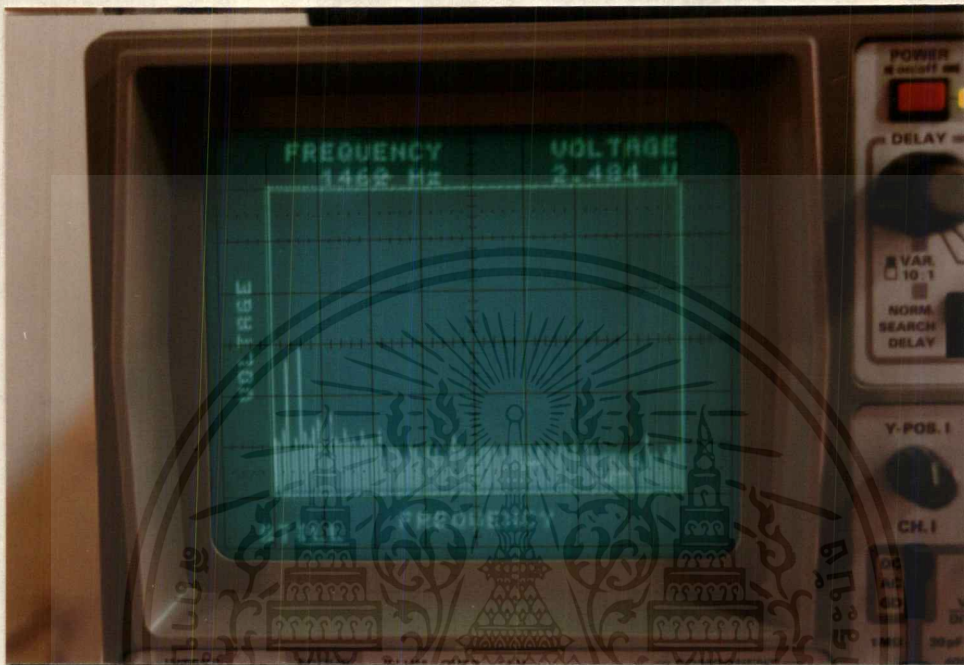
4. กคคีย์หมายเลข 4 สังเกตสัญญาณที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป แสดงดังรูปที่ 4.11
 ความถี่ที่ 1 วัดความถี่ได้ 1228 Hz ความถี่ที่ 2 วัดความถี่ได้ 769 Hz



รูปที่ 4.11 สัญญาณที่วัดได้จากการกคคีย์หมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กคคีย์หมายเลข 9 สังเกตสัญญาณที่วัดได้จากออสซิลโลสโคปแสดงคังรูปที่ 4.12
 ความถี่ที่ 1 วัดความถี่ได้ 1444 Hz ความถี่ที่ 2 วัดความถี่ได้ 904 Hz



รูปที่ 4.12 สัญญาณที่วัดได้จากการกดคคีย์หมายเลข 9

4.2.2 สรุปผลการทดลอง

เมื่อทดลองใช้เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ที่สร้างขึ้นวัดสัญญาณ DTMF จากโทรศัพท์ ผลปรากฏว่า สามารถวัดสัญญาณ สเปกตรัมของสัญญาณ DTMF ได้ทั้งสองความถี่ พร้อมกัน และสามารถอ่านค่าความถี่ได้จากการเลื่อนมาร์กเกอร์ไปวัดสัญญาณความถี่ที่ต้องการ

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

5.1 สรุป

เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่โดยใช้ TMS320C50 สร้างขึ้นเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้งานด้านการประมวลผล วิเคราะห์แถบความถี่ โดยระบบประมวลผลสัญญาณเชิงเลข โดยขอบเขตที่วางไว้ในขั้นต้นคือ สามารถวัดความถี่ในย่านความถี่เสียง และแสดงผลเป็นตัวอักษรได้

จากการที่ได้ศึกษาและทดลองสร้าง ปรากฏว่าผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ กล่าวคือ เครื่องวิเคราะห์แถบความถี่นี้ สามารถวัดสัญญาณได้ในย่าน 200 Hz - 20 kHz ซึ่งถือว่า ครอบคลุมในย่านความถี่เสียง พร้อมทั้งแสดงผลขนาดของแรงดันและความถี่เป็นตัวอักษรได้ และยังสามารถทำการหยุดภาพโดยกดปุ่ม Still เพื่อที่จะทำการเลื่อนมาร์คเกอร์ (Marker) โดยกดปุ่มลูกศร ไปอ่านค่าแรงดันหรือความถี่ยังตำแหน่งที่ต้องการได้ด้วย

ข้อดีของเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่นี้ คือ มีราคาถูกกว่าเครื่องที่มีขายตามท้องตลาด แต่ประสิทธิภาพสามารถนำมาทดแทนกันได้

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 ในส่วนของฮาร์ดแวร์

ปัญหา	ในส่วนของการสร้างสัญญาณรูปคลื่นฟันเลื่อยโดยใช้ไอซีเบอร์ DAC 0808 นั้นสัญญาณที่สร้างขึ้นไม่เป็นเชิงเส้น
แนวทางแก้ไข	เพิ่มวงจร Low Pass Filter
ปัญหา	ในการอินเตอร์เฟส ความเร็วในการทำงานไม่ทันกัน
แนวทางแก้ไข	หน่วงเวลาในส่วนที่ทำงานเร็วกว่า
ปัญหา	ในการสแกนจอภาพยังมีสัญญาณรบกวน
แนวทางแก้ไข	ทำการปรับวงจรออสซิลเลเตอร์ให้มีความถี่จะสูงขึ้น ก็สามารถช่วยลดสัญญาณรบกวนลงได้ แต่ก็ยังมีสัญญาณรบกวนอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ในส่วนของซอฟต์แวร์

ปัญหา	ในการเขียนโปรแกรมและการติดต่อกับ DSK ซึ่งไม่เคยศึกษามาก่อน
แนวทางแก้ไข	ต้องใช้เวลาในการศึกษาและทดลองมาก

5.3 แนวทางในการพัฒนา

1. ควรปรับปรุงแก้ไข ในส่วนของวงจรสร้างสัญญาณรูปคลื่นฟันเลื่อย ให้สามารถสร้างสัญญาณที่เป็นเชิงเส้นจริงๆ จะสามารถแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นได้ โดยใช้ไอซี D/A ที่มีความเร็วสูง
2. ควรเพิ่มขนาดของวีดีโอแรม เพื่อที่จะพัฒนาให้สามารถเก็บหน้าจอได้หลายๆ หน้าจอ
3. ทำการขยายย่านวัดให้กว้างกว่านี้
4. ทำการย่อขยายจอภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8051 CROSS-ASSEMBLER (1.3) (C) 1987, 1989 BINARY TECHNOLOGY

CDP.ASM

```

0010      1      ORG    10H
0010      2      BB:   DS      1
0011      3      XF:   DS      3
0014      4      YF:   DS      3
0017      5      HLL:  DS      1
0018      6      VLL:  DS      1
0019      7      SBUFF: DS     1
001A      8      RBUFF: DS     1
001B      9      BUFF:  DS     5
          10
0030     11      ORG    30H
0030     12      HFFTH: DS     1
0031     13      HFFTL: DS     1
0032     14      MFFT:  DS     1
0033     15      XLT:   DS     1
0034     16      XHT:   DS     1
0035     17      YLT:   DS     1
0036     18      YHT:   DS     1
0037     19      XXT:   DS     1
0038     20      YYT:   DS     1
0039     21      BUFFL: DS     1      ;ADDRESS(A30H)
003A     22      BUFFH: DS     1      ;ADDRESS(A31H)
003B     23      BMULL: DS     1
003C     24      BMULH: DS     1
003D     25      BMULS: DS     1
          26
          27
002E=    28      HFF    EQU     2EH
002F=    29      HFC    EQU     2FH
0070=    30      IN     EQU     70H      ;BIT ADDRESS(A28H)
0078=    31      OUT    EQU     78H      ;BIT ADDRESS(A29H)
E0E0=    32      PORTA  EQU     0E0E0H
E0E1=    33      PORTB  EQU     0E0E1H
E0E2=    34      PORTC  EQU     0E0E2H
E0E3=    35      CPORT  EQU     0E0E3H

```

36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0000      37      ORG      0000H
0000 2100      38      AJMP     START
                                39
0100      40      ORG      0100H
0100      41      START:
0100 120BBF      42      LCALL   DELAY4      ;INITALIZE
0103 758920      43      MOV     TMOD,#20H
0106 7598DA      44      MOV     SCON,#0DAH
0109 758869      45      MOV     TCON,#69H
010C 758780      46      MOV     PCON,#80H
010F 758DFD      47      MOV     TH1,#0FDH
0112 758145      48      MOV     SP,#45H
0115 90E0E3      49      MOV     DPTR,#CPORT
0118 749B        50      MOV     A,#9BH
011A F0          51      MOVX    @DPTR,A
011B D28E        52      SETB   TRI
011D 1205E6      53      LCALL   CRAM
0120 12019C      54      LCALL   LOGO
0123 120BE3      55      LCALL   DELAY6
0126 120BE3      56      LCALL   DELAY6
0129 120BE3      57      LCALL   DELAY6
012C 120154      58      LCALL   RLO
012F 120BE3      59      LCALL   DELAY6
0132 1205E6      60      LCALL   CRAM
0135 120BE3      61      LCALL   DELAY6
0138 1203E9      62      LCALL   RTT
013B 120BE3      63      LCALL   DELAY6
013E          64      JJJ:
013E 1208DC      65      LCALL   FFT          ;READ DATA FORM DSK
0141 00          66      NOP
0142 120910      67      LCALL   CCD          ;FINE & WRITE TO VDO RAM
0145 00          68      NOP
0146 1209C7      69      LCALL   SVV
0149 00          70      NOP
014A 120A0C      71      LCALL   SFV
014D 00          72      NOP
014E 120600      73      LCALL   GETK
0151 00          74      NOP
0152 80EA        75      SJMP   JJJ

```

```

76 ;-----
0154 77 RLO:
0154 78 MOV A,#80H ;START WORD TO DSK51(80H)
0156 79 LCALL XMT
0159 80 LCALL DELAY3
015C 81 LCALL READ
015F 82 MOV A,RBUFF
0161 83 CJNE A,#1BH,RLO
84
0164 85 MOV DPTR,#1200H ;SEND PRO $ RUN TO DSK51
0167 86 MOV R3,#0DH ;R0=LENGTH ROW
0169 87 SLO:
0169 88 MOV R0,#0H ;R2=LENGTH COLUM
016B 89 LCALL DSK51
016E 90 DJNZ R3,SLO
0170 91 MOV R0,#8AH
0172 92 LCALL DSK51
0175 93 LCALL DELAY3
0178 94 MOV A,#05H ;SEND EXEC PRO BIT(50H)
017A 95 LCALL XMT
017D 96 LCALL DELAY3
0180 97 MOV A,#0AH ;SEND START ADDRESS BIT(0A00H)
0182 98 LCALL XMT
0185 99 LCALL DELAY3
0188 100 MOV A,#00H
018A 101 LCALL XMT
018D 102 LCALL DELAY3
0190 103 MOV A,#80H ;SEND RUN BIT(80H)
0192 104 LCALL XMT
0195 105 LCALL DELAY4
0198 106 LCALL DELAY4
019B 107 RET
108 ;-----
019C 109 LOGO:
019C 110 MOV XF,#06H
019F 111 MOV YF,#56H
01A2 112 MOV DPTR,#_S1
01A5 113 LCALL SFONT
01A8 114 MOV DPTR,#_S2

```

01AB 12055E	115	LCALL	SFONT
01AE 900EB8	116	MOV	DPTR,#_S3
01B1 12055E	117	LCALL	SFONT
01B4 900EC0	118	MOV	DPTR,#_S4
01B7 12055E	119	LCALL	SFONT
01BA 900EC8	120	MOV	DPTR,#_S5
01BD 12055E	121	LCALL	SFONT
01C0 900ED0	122	MOV	DPTR,#_S6
01C3 12055E	123	LCALL	SFONT
01C6 900ED8	124	MOV	DPTR,#_S7
01C9 12055E	125	LCALL	SFONT
01CC 900EE0	126	MOV	DPTR,#_S8
01CF 12055E	127	LCALL	SFONT
01D2 900F28	128	MOV	DPTR,#_S17
01D5 12055E	129	LCALL	SFONT
01D8 900F30	130	MOV	DPTR,#_S18
01DB 12055E	131	LCALL	SFONT
01DE 900F38	132	MOV	DPTR,#_S19
01E1 12055E	133	LCALL	SFONT
01E4 900F40	134	MOV	DPTR,#_S20
01E7 12055E	135	LCALL	SFONT
01EA 900F48	136	MOV	DPTR,#_S21
01ED 12055E	137	LCALL	SFONT
01F0 900F50	138	MOV	DPTR,#_S22
01F3 12055E	139	LCALL	SFONT
01F6 900F58	140	MOV	DPTR,#_S23
01F9 12055E	141	LCALL	SFONT
01FC 900F60	142	MOV	DPTR,#_S24
01FF 12055E	143	LCALL	SFONT
0202 900FA8	144	MOV	DPTR,#_S33
0205 12055E	145	LCALL	SFONT
0208 900FB0	146	MOV	DPTR,#_S34
020B 12055E	147	LCALL	SFONT
020E 900FB8	148	MOV	DPTR,#_S35
0211 12055E	149	LCALL	SFONT
0214 900FC0	150	MOV	DPTR,#_S36
0217 12055E	151	LCALL	SFONT
021A 900FC8	152	MOV	DPTR,#_S37
021D 12055E	153	LCALL	SFONT

0220 900FD0	154	MOV	DPTR,#_S38
0223 12055E	155	LCALL	SFONT
0226 900FD8	156	MOV	DPTR,#_S39
0229 12055E	157	LCALL	SFONT
022C 900FE0	158	MOV	DPTR,#_S40
022F 12055E	159	LCALL	SFONT
0232 901028	160	MOV	DPTR,#_S49
0235 12055E	161	LCALL	SFONT
0238 901030	162	MOV	DPTR,#_S50
023B 12055E	163	LCALL	SFONT
	164		
023E 751106	165	MOV	XF,#06H
0241 75145E	166	MOV	YF,#5EH
0244 900EE8	167	MOV	DPTR,#_S9
0247 12055E	168	LCALL	SFONT
024A 900EF0	169	MOV	DPTR,#_S10
024D 12055E	170	LCALL	SFONT
0250 900EF8	171	MOV	DPTR,#_S11
0253 12055E	172	LCALL	SFONT
0256 900F00	173	MOV	DPTR,#_S12
0259 12055E	174	LCALL	SFONT
025C 900F08	175	MOV	DPTR,#_S13
025F 12055E	176	LCALL	SFONT
0262 900F10	177	MOV	DPTR,#_S14
0265 12055E	178	LCALL	SFONT
0268 900F18	179	MOV	DPTR,#_S15
026B 12055E	180	LCALL	SFONT
026E 900F20	181	MOV	DPTR,#_S16
0271 12055E	182	LCALL	SFONT
0274 900F68	183	MOV	DPTR,#_S25
0277 12055E	184	LCALL	SFONT
027A 900F70	185	MOV	DPTR,#_S26
027D 12055E	186	LCALL	SFONT
0280 900F78	187	MOV	DPTR,#_S27
0283 12055E	188	LCALL	SFONT
0286 900F80	189	MOV	DPTR,#_S28
0289 12055E	190	LCALL	SFONT
028C 900F88	191	MOV	DPTR,#_S29
028F 12055E	192	LCALL	SFONT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0292 900F90	193	MOV	DPTR,#_S30
0295 12055E	194	LCALL	SFONT
0298 900F98	195	MOV	DPTR,#_S31
029B 12055E	196	LCALL	SFONT
029E 900FA0	197	MOV	DPTR,#_S32
02A1 12055E	198	LCALL	SFONT
02A4 900FE8	199	MOV	DPTR,#_S41
02A7 12055E	200	LCALL	SFONT
02AA 900FF0	201	MOV	DPTR,#_S42
02AD 12055E	202	LCALL	SFONT
02B0 900FF8	203	MOV	DPTR,#_S43
02B3 12055E	204	LCALL	SFONT
02B6 901000	205	MOV	DPTR,#_S44
02B9 12055E	206	LCALL	SFONT
02BC 901008	207	MOV	DPTR,#_S45
02BF 12055E	208	LCALL	SFONT
02C2 901010	209	MOV	DPTR,#_S46
02C5 12055E	210	LCALL	SFONT
02C8 901018	211	MOV	DPTR,#_S47
02CB 12055E	212	LCALL	SFONT
02CE 901020	213	MOV	DPTR,#_S48
02D1 12055E	214	LCALL	SFONT
02D4 901038	215	MOV	DPTR,#_S51
02D7 12055E	216	LCALL	SFONT
02DA 901040	217	MOV	DPTR,#_S52
02DD 12055E	218	LCALL	SFONT
	219		
02E0 75110F	220	MOV	XF,#0FH
02E3 75146E	221	MOV	YF,#6EH
02E6 901048	222	MOV	DPTR,#_U1
02E9 12055E	223	LCALL	SFONT
02EC 901050	224	MOV	DPTR,#_U2
02EF 12055E	225	LCALL	SFONT
02F2 901058	226	MOV	DPTR,#_U3
02F5 12055E	227	LCALL	SFONT
02F8 901060	228	MOV	DPTR,#_U4
02FB 12055E	229	LCALL	SFONT
02FE 901068	230	MOV	DPTR,#_U5
0301 12055E	231	LCALL	SFONT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0304 901070	232	MOV	DPTR,#_U6
0307 12055E	233	LCALL	SFONT
030A 901078	234	MOV	DPTR,#_U7
030D 12055E	235	LCALL	SFONT
	236		
0310 75110F	237	MOV	XF,#0FH
0313 751476	238	MOV	YF,#76H
0316 901080	239	MOV	DPTR,#_U8
0319 12055E	240	LCALL	SFONT
031C 901088	241	MOV	DPTR,#_U9
031F 12055E	242	LCALL	SFONT
0322 901090	243	MOV	DPTR,#_U10
0325 12055E	244	LCALL	SFONT
0328 901098	245	MOV	DPTR,#_U11
032B 12055E	246	LCALL	SFONT
032E 9010A0	247	MOV	DPTR,#_U12
0331 12055E	248	LCALL	SFONT
0334 9010A8	249	MOV	DPTR,#_U13
0337 12055E	250	LCALL	SFONT
033A 9010B0	251	MOV	DPTR,#_U14
033D 12055E	252	LCALL	SFONT
	253		
0340 75110C	254	MOV	XF,#0CH
0343 751486	255	MOV	YF,#86H
0346 9010B8	256	MOV	DPTR,#_T1
0349 12055E	257	LCALL	SFONT
034C 9010C0	258	MOV	DPTR,#_T2
034F 12055E	259	LCALL	SFONT
0352 9010C8	260	MOV	DPTR,#_T3
0355 12055E	261	LCALL	SFONT
0358 9010D0	262	MOV	DPTR,#_T4
035B 12055E	263	LCALL	SFONT
035E 9010D8	264	MOV	DPTR,#_T5
0361 12055E	265	LCALL	SFONT
0364 9010E0	266	MOV	DPTR,#_T6
0367 12055E	267	LCALL	SFONT
036A 9010E8	268	MOV	DPTR,#_T7
036D 12055E	269	LCALL	SFONT
0370 9010F0	270	MOV	DPTR,#_T8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0373 12055E	271	LCALL	SFONT
0376 9010F8	272	MOV	DPTR,#_T9
0379 12055E	273	LCALL	SFONT
037C 901100	274	MOV	DPTR,#_T10
037F 12055E	275	LCALL	SFONT
0382 901108	276	MOV	DPTR,#_T11
0385 12055E	277	LCALL	SFONT
0388 901110	278	MOV	DPTR,#_T12
038B 12055E	279	LCALL	SFONT
038E 901118	280	MOV	DPTR,#_T13
0391 12055E	281	LCALL	SFONT
	282		
0394 75110C	283	MOV	XF,#0CH
0397 75148E	284	MOV	YF,#8EH
039A 901120	285	MOV	DPTR,#_T14
039D 12055E	286	LCALL	SFONT
03A0 901128	287	MOV	DPTR,#_T15
03A3 12055E	288	LCALL	SFONT
03A6 901130	289	MOV	DPTR,#_T16
03A9 12055E	290	LCALL	SFONT
03AC 901138	291	MOV	DPTR,#_T17
03AF 12055E	292	LCALL	SFONT
03B2 901140	293	MOV	DPTR,#_T18
03B5 12055E	294	LCALL	SFONT
03B8 901148	295	MOV	DPTR,#_T19
03BB 12055E	296	LCALL	SFONT
03BE 901150	297	MOV	DPTR,#_T20
03C1 12055E	298	LCALL	SFONT
03C4 901158	299	MOV	DPTR,#_T21
03C7 12055E	300	LCALL	SFONT
03CA 901160	301	MOV	DPTR,#_T22
03CD 12055E	302	LCALL	SFONT
03D0 901168	303	MOV	DPTR,#_T23
03D3 12055E	304	LCALL	SFONT
03D6 901170	305	MOV	DPTR,#_T24
03D9 12055E	306	LCALL	SFONT
03DC 901178	307	MOV	DPTR,#_T25
03DF 12055E	308	LCALL	SFONT
03E2 901180	309	MOV	DPTR,#_T26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

03E5 12055E 310          LCALL  SFONT
                                311
03E8 22      312          RET
                                313 ;-----
03E9          314  RTT:                                ;SEND WORD TO DISPLAY (OSC)
03E9 751108 315          MOV    XF,#08H                                ;SHOW FREQUENCY (VER) UP
03EC 751424 316          MOV    YF,#24H
03EF 900D68 317          MOV    DPTR,#_FF
03F2 12055E 318          LCALL  SFONT
03F5 900DA8 319          MOV    DPTR,#_FR
03F8 12055E 320          LCALL  SFONT
03FB 900D60 321          MOV    DPTR,#_FE
03FE 12055E 322          LCALL  SFONT
0401 900DA0 323          MOV    DPTR,#_FQ
0404 12055E 324          LCALL  SFONT
0407 900DC0 325          MOV    DPTR,#_FU
040A 12055E 326          LCALL  SFONT
040D 900D60 327          MOV    DPTR,#_FE
0410 12055E 328          LCALL  SFONT
0413 900D90 329          MOV    DPTR,#_FN
0416 12055E 330          LCALL  SFONT
0419 900D58 331          MOV    DPTR,#_FC
041C 12055E 332          LCALL  SFONT
041F 900DD0 333          MOV    DPTR,#_FY
0422 12055E 334          LCALL  SFONT
                                335
                                336
0425 751117 337          MOV    XF,#17H                                ;SHOW VOLTAGE (VER)
0428 751424 338          MOV    YF,#24H
042B 900DC8 339          MOV    DPTR,#_FV
042E 12055E 340          LCALL  SFONT
0431 900D98 341          MOV    DPTR,#_FO
0434 12055E 342          LCALL  SFONT
0437 900D88 343          MOV    DPTR,#_FL
043A 12055E 344          LCALL  SFONT
043D 900DB8 345          MOV    DPTR,#_FT
0440 12055E 346          LCALL  SFONT
0443 900D50 347          MOV    DPTR,#_FA
0446 12055E 348          LCALL  SFONT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0449 900D70	349	MOV	DPTR,#_FG	
044C	12055E 350		LCALL	SFONT
044F 900D60	351	MOV	DPTR,#_FE	
0452 12055E	352	LCALL	SFONT	
	353			
0455 75110F	354	MOV	XF,#0FH	;SHOW UNIT FREQUENCY (HZ)
0458 75142F	355	MOV	YF,#2FH	
045B 900D78	356	MOV	DPTR,#_FH	
045E 12055E	357	LCALL	SFONT	
0461 900DD8	358	MOV	DPTR,#_Z	
0464 12055E	359	LCALL	SFONT	
	360			
0467 75111D	361	MOV	XF,#1DH	;SHOW UNIT VOLTAGE (V)
046A 75142F	362	MOV	YF,#2FH	
046D 900DC8	363	MOV	DPTR,#_FV	
0470 12055E	364	LCALL	SFONT	
	365			
0473 75110E	366	MOV	XF,#0EH	;FREQUENCY (VER) DOWN
0476 7514C9	367	MOV	YF,#0C9H	
0479 900D68	368	MOV	DPTR,#_FF	
047C 12055E	369	LCALL	SFONT	
047F 900DA8	370	MOV	DPTR,#_FR	
0482 12055E	371	LCALL	SFONT	
0485 900D60	372	MOV	DPTR,#_FE	
0488 12055E	373	LCALL	SFONT	
048B 900DA0	374	MOV	DPTR,#_FQ	
048E 12055E	375	LCALL	SFONT	
0491 900DC0	376	MOV	DPTR,#_FU	
0494 12055E	377	LCALL	SFONT	
0497 900D60	378	MOV	DPTR,#_FE	
049A 12055E	379	LCALL	SFONT	
049D 900D90	380	MOV	DPTR,#_FN	
04A0 12055E	381	LCALL	SFONT	
04A3 900D58	382	MOV	DPTR,#_FC	
04A6 12055E	383	LCALL	SFONT	
04A9 900DD0	384	MOV	DPTR,#_FY	
04AC 12055E	385	LCALL	SFONT	
	386			
	387			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

04AF 120B8D 388      LCALL  DELAY1          ;SHOW VOLTAGE (HOR)
04B2 751105 389      MOV    XF,#05H
04B5 751495 390      MOV    YF,#95H
04B8 900DC8 391      MOV    DPTR,#_FV
04BB 1204FC 392      LCALL  SFSORT
04BE 900D98 393      MOV    DPTR,#_FO
04C1 1204FC 394      LCALL  SFSORT
04C4 900D88 395      MOV    DPTR,#_FL
04C7 1204FC 396      LCALL  SFSORT
04CA 900DB8 397      MOV    DPTR,#_FT
04CD 1204FC 398      LCALL  SFSORT
04D0 900D50 399      MOV    DPTR,#_FA
04D3 1204FC 400      LCALL  SFSORT
04D6 900D70 401      MOV    DPTR,#_FG
04D9 1204FC 402      LCALL  SFSORT
04DC 900D60 403      MOV    DPTR,#_FE
04DF 1204FC 404      LCALL  SFSORT
405
04E2 751106 406      MOV    XF,#06H          ;SHOW LINE HOR (Y)
04E5 751436 407      MOV    YF,#36H
04E8 75178B 408      MOV    HLL,#08BH
04EB 1205B2 409      LCALL  HLINE
410
04EE 751107 411      MOV    XF,#07H          ;SHOE LINE VER (X)
04F1 7514C0 412      MOV    YF,#0C0H
04F4 751817 413      MOV    VLL,#17H
04F7 1205C7 414      LCALL  VLINE
04FA 00      415      NOP
416
04FB 22      417      RET
418      ;-----
04FC      419      SFSORT:
04FC C0D0    420      PUSH  PSW
04FE 75D000 421      MOV   PSW,#0H
0501 7A08    422      MOV   R2,#8            ;SEND HOR FONT
0503 7820    423      MOV   R0,#20H
0505      424      CLS:
0505 7600    425      MOV   @R0,#00H
0507 08      426      INC   R0

```

0508 DAFB	427	DJNZ	R2,CLS	
050A 7A08	428	MOV	R2,#8	
050C	429	SORT1:		
050C E4	430	CLR	A	
050D 93	431	MOVC	A,@A+DPTR	
050E F52E	432	MOV	HFF,A	;A-->28H
0510 7C08	433	MOV	R4,#08H	
0512 7827	434	MOV	R0,#27H	
	435			
0514	436	SORT2:		
0514 752F00	437	MOV	HFC,#00H	;CLR 29H
0517 A270	438	MOV	C,IN	;BIT40H-->C
0519 9278	439	MOV	OUT,C	;C-->48
051B E52F	440	MOV	A,HFC	;29H-->A
051D 5401	441	ANL	A,#01H	
051F BA0102	442	CJNE	R2,#1,\$+5	
0522 8008	443	SJMP	\$+10	
0524 8A10	444	MOV	BB,R2	
0526 1510	445	DEC	BB	
0528	446	SORT3:		
0528 23	447	RL	A	
0529 D510FC	448	DJNZ	BB,SORT3	
052C 26	449	ADD	A,@R0	
052D F6	450	MOV	@R0,A	
052E 18	451	DEC	R0	
052F E52E	452	MOV	A,HFF	
0531 03	453	RR	A	
0532 F52E	454	MOV	HFF,A	
0534 DCDE	455	DJNZ	R4,SORT2	
0536 A3	456	INC	DPTR	
0537 DAD3	457	DJNZ	R2,SORT1	
0539 7920	458	MOV	R1,#20H	
053B	459	SORT4:		
053B 7A08	460	MOV	R2,#8	
053D 1205DC	461	LCALL	COX	
0540 851415	462	MOV	YF+1,YF	
0543 851112	463	MOV	XF+1,XF	
0546	464	SO_1:		
0546 E4	465	CLR	A	

```

0547 E7      466      MOV     A,@R1
0548 F519    467      MOV     SBUFF,A
054A 12058B  468      LCALL  SF_A          ;SEARCH ADDRESS AND SEND FONT
054D 09      469      INC     RI
054E 1515    470      DEC     YF+1
0550 DAF4    471      DJNZ   R2,SO_1
0552 851514  472      MOV     YF,YF+1
0555 0512    473      INC     XF+1
0557 851211  474      MOV     XF,XF+1
055A D0D0    475      POP     PSW
055C 00      476      NOP
055D 22      477
055D 22      478      RET
055E         479      ;-----
055E         480      SFONT:
055E C0D0    481      PUSH   PSW
0560 75D000  482      MOV     PSW,#0H
0563 7A08    483      MOV     R2,#8          ;SEND VER FONT
0565 1205DC  484      LCALL  COX
0568 851415  485      MOV     YF+1,YF
056B 851416  486      MOV     YF+2,YF
056E 851112  487      MOV     XF+1,XF
0571         488      SF_1:
0571 E4      489      CLR     A
0572 93      490      MOVC   A,@A+DPTR
0573 F519    491      MOV     SBUFF,A
0575 12058B  492      LCALL  SF_A          ;SEARCH ADDRESS AND SEND FONT
0578 A3      493      INC     DPTR
0579 0515    494      INC     YF+1
057B DAF4    495      DJNZ   R2,SF_1
057D 851614  496      MOV     YF,YF+2
0580 0512    497      INC     XF+1
0582 0512    498      INC     XF+1
0584 00      499      NOP
0585 851211  500      MOV     XF,XF+1
0588 D0D0    501      POP     PSW
058A 22      502      RET
058B         503      ;-----
058B         504      SF_A:

```

```

058B E515    505      MOV     A,YF+1          ;SEARCH ADDRESS $ SEND FONT
058D 75F020  506      MOV     B,#20H
0590 A4      507      MUL     AB
0591 C3      508      CLR     C
0592 2512    509      ADD     A,XF+1
0594 F511    510      MOV     XF,A
0596 5002    511      JNC     SF_A1
0598 05F0    512      INC     B
059A        513      SF_A1:
059A 7480    514      MOV     A,#80H
059C 25F0    515      ADD     A,B
059E F514    516      MOV     YF,A
05A0 C082    517      PUSH   DPL
05A2 C083    518      PUSH   DPH
05A4 E519    519      MOV     A,SBUFF
05A6 851483  520      MOV     DPH,YF
05A9 851182  521      MOV     DPL,XF
05AC F0      522      MOVX   @DPTR,A
05AD D083    523      POP    DPH
05AF D082    524      POP    DPL
05B1 22      525      RET
                    526      ;-----
05B2        527      HLINE:
05B2 751901  528      MOV     SBUFF,#01H ;SEND HOR LINE
05B5        529      HLINE1:
05B5 1205DC  530      LCALL  COX
05B8 851112  531      MOV     XF+1,XF
05BB 851415  532      MOV     YF+1,YF
05BE        533      HLI_1:
05BE 12058B  534      LCALL  SF_A
05C1 0515    535      INC     YF+1
05C3 D517F8  536      DJNZ   HLL,HLI_1
05C6 22      537      RET
                    538
05C7        539      VLINE:
05C7 7519FF  540      MOV     SBUFF,#0FFH ;SEND VER LINE
05CA        541      VLINE1:
05CA 1205DC  542      LCALL  COX
05CD 851112  543      MOV     XF+1,XF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

05D0 851415 544      MOV    YF+1,YF
05D3          545  VLI_1:
05D3 12058B 546      LCALL SF_A
05D6 0512   547      INC    XF+1
05D8 D518F8 548      DJNZ  VLL,VLI_1
05DB 22    549      RET

550      ;-----

05DC          551  COX:
05DC E511   552      MOV    A,XF
05DE 7002   553      JNZ   COX_1
05E0 7420   554      MOV    A,#20H
05E2          555  COX_1:
05E2 14     556      DEC    A
05E3 F511   557      MOV    XF,A
05E5 22     558      RET

559      ;-----

05E6          560  CRAM:
05E6 908000 561      MOV    DPTR,#8000H ;CLR RAM
05E9 7400   562      MOV    A,#0H
05EB          563  CRAM_1:
05EB F0     564      MOVX  @DPTR,A
05EC AA83   565      MOV    R2,DPH
05EE A3     566      INC    DPTR
05EF BAA0F9 567      CJNE  R2,#0A0H,CRAM_1
05F2 22     568      RET

569

05F3          570  SRAM:
05F3 908000 571      MOV    DPTR,#8000H ;SET RAM
05F6 74FF   572      MOV    A,#0FFH
05F8          573  SRAM_1:
05F8 F0     574      MOVX  @DPTR,A
05F9 AA83   575      MOV    R2,DPH
05FB A3     576      INC    DPTR
05FC BAA0F9 577      CJNE  R2,#0A0H,SRAM_1
05FF 22     578      RET

579      ;-----

0600          580  GETK:
0600 7533E6 581      MOV    XLT,#0E6H
0603 753486 582      MOV    XHT,#86H

```

```

0606 7535FC 583      MOV    YLT,#0FCH
0609 753686 584      MOV    YHT,#86H
060C 7901   585      MOV    R1,#01H
060E 7B89   586      MOV    R3,#137
0610 7CB8   587      MOV    R4,#184
0612 90E0E2 588      MOV    DPTR,#PORTC
589
0615      590      GETK1:
0615 E0     591      MOVX   A,@DPTR
0616 30E003 592      JNB    ACC.0,GETK1_1
0619 0206C7 593      LJMP   GETKE
061C      594      GETK1_1:
061C 120BBF 595      LCALL  DELAY4
061F 120BBF 596      LCALL  DELAY4
0622 1207D6 597      LCALL  SHS
0625 12088F 598      LCALL  REDI
0628 90E0E2 599      MOV    DPTR,#PORTC
062B      600      GETK2:
062B E0     601      MOVX   A,@DPTR
062C 30E0FC 602      JNB    ACC.0,GETK2
062F 120BBF 603      LCALL  DELAY4
0632 120BBF 604      LCALL  DELAY4
0635 120820 605      LCALL  WHLI
0638 12083F 606      LCALL  WVLI
063B      607      GETK3:
063B 90E0E2 608      MOV    DPTR,#PORTC
063E E0     609      MOVX   A,@DPTR
063F 20E118 610      JB     ACC.1,GETK3_1      ;UP
0642 1206C9 611      LCALL  UP
0645 120BE3 612      LCALL  DELAY6
0648 120BE3 613      LCALL  DELAY6
064B      614      GK3:
064B 90E0E2 615      MOV    DPTR,#PORTC
064E E0     616      MOVX   A,@DPTR
064F 20E108 617      JB     ACC.1,GETK3_1
0652 1206C9 618      LCALL  UP
0655 120BD1 619      LCALL  DELAY5
0658 80F1   620      SJMP   GK3
065A      621      GETK3_1:

```

```

065A 20E21B 622      JB      ACC.2,GETK3_2
065D 120BE3 623      LCALL  DELAY6
0660 120703 624      LCALL  DOWN                ;DOWN
0663 120BE3 625      LCALL  DELAY6
0666 120BE3 626      LCALL  DELAY6
0669      627      GK3_1:
0669 90E0E2 628      MOV     DPTR,#PORTC
066C E0      629      MOVX   A,@DPTR
066D 20E208 630      JB      ACC.2,GETK3_2
0670 120703 631      LCALL  DOWN
0673 120BD1 632      LCALL  DELAY5
0676 80F1   633      SJMP   GK3_1
0678      634      GETK3_2:
0678 20E318 635      JB      ACC.3,GETK3_3
067B 12073E 636      LCALL  LIFT                ;LIFT
067E 120BE3 637      LCALL  DELAY6
0681 120BE3 638      LCALL  DELAY6
0684      639      GK3_2:
0684 90E0E2 640      MOV     DPTR,#PORTC
0687 E0      641      MOVX   A,@DPTR
0688 20E308 642      JB      ACC.3,GETK3_3
068B 12073E 643      LCALL  LIFT
068E 120BD1 644      LCALL  DELAY5
0691 80F1   645      SJMP   GK3_2
0693      646      GETK3_3:
0693 20E418 647      JB      ACC.4,GETK3_4
0696 120788 648      LCALL  RIGHT              ;RIGHT
0699 120BE3 649      LCALL  DELAY6
069C 120BE3 650      LCALL  DELAY6
069F      651      GK3_3:
069F 90E0E2 652      MOV     DPTR,#PORTC
06A2 E0      653      MOVX   A,@DPTR
06A3 20E408 654      JB      ACC.4,GETK3_4
06A6 120788 655      LCALL  RIGHT
06A9 120BD1 656      LCALL  DELAY5
06AC 80F1   657      SJMP   GK3_3
06AE      658      GETK3_4:
06AE 20E08A 659      JB      ACC.0,GETK3
06B1 120BBF 660      LCALL  DELAY4

```

```

06B4 120BBF 661          LCALL  DELAY4
06B7 1207FB 662          LCALL  CSHS
663
06BA 90E0E2 664          MOV    DPTR,#PORTC
06BD E0      665  GETK4: MOVX  A,@DPTR
06BE 30E0FC 666          JNB   ACC.0,GETK4
06C1 120BBF 667          LCALL  DELAY4
06C4 120BBF 668          LCALL  DELAY4
06C7      669  GETKE:
06C7 00      670          NOP
06C8 22      671          RET
672  ;-----
06C9      673  UP:
06C9 E534  674          MOV   A,XHT
06CB B48602 675          CJNE  A,#86H,UP1
06CE 8031  676          SJMP  UPE
06D0      677  UP1:
06D0 0B      678          INC   R3
06D1 85331B 679          MOV   BUFF,XLT      ;WRITE ADDRESS (LSB)
06D4 85341C 680          MOV   BUFF+1,XHT    ;WRITE ADDRESS (MSB)
06D7 853382 681          MOV   DPL,XLT      ;READ ADDRESS
06DA E534  682          MOV   A,XHT
06DC 9481  683          SUBB  A,#81H
06DE F583  684          MOV   DPH,A
06E0 7D17  685          MOV   R5,#17H
06E2 12089A 686          LCALL RED11
06E5 E533  687          MOV   A,XLT
06E7 C3      688          CLR   C
06E8 9420  689          SUBB  A,#20H
06EA F533  690          MOV   XLT,A
06EC E534  691          MOV   A,XHT
06EE 9400  692          SUBB  A,#0H
06F0 F534  693          MOV   XHT,A
06F2 00      694          NOP
06F3 12083F 695          LCALL WVLI
06F6 00      696          NOP
06F7 EB      697          MOV   A,R3
06F8 75F028 698          MOV   B,#40
06FB 1209CC 699          LCALL SVVI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

06FE 120822 700          LCALL  WHLI1
0701          701  UPE:
0701 00      702          NOP
0702 22      703          RET
              704  ;-----
0703          705  DOWN:
0703 E534    706          MOV   A,XHT
0705 B49802  707          CJNE  A,#98H,DOWN1
0708 8032    708          SJMP  DOWNE
070A          709  DOWN1:
070A 1B      710          DEC   R3
070B 85331B  711          MOV   BUFF,XLT ;WRITE ADDRESS (LSB)
070E 85341C  712          MOV   BUFF+1,XHT ;WRITE ADDRESS (MSB)
0711 853382  713          MOV   DPL,XLT ;READ ADDRESS
0714 E534    714          MOV   A,XHT
0716 C3      715          CLR   C
0717 9481    716          SUBB  A,#81H
0719 F583    717          MOV   DPH,A
071B 7D17    718          MOV   R5,#17H
071D 12089A  719          LCALL RED11
0720 E533    720          MOV   A,XLT
0722 C3      721          CLR   C
0723 2420    722          ADD   A,#20H
0725 F533    723          MOV   XLT,A
0727 E534    724          MOV   A,XHT
0729 3400    725          ADDC  A,#0H
072B F534    726          MOV   XHT,A
072D          727  DOWN2:
072D 00      728          NOP
072E 12083F  729          LCALL  WVLI
0731 00      730          NOP
0732 EB      731          MOV   A,R3
0733 75F028  732          MOV   B,#40
0736 1209CC  733          LCALL  SVV1
0739 120822  734          LCALL  WHLI1
073C          735  DOWNE:
073C 00      736          NOP
073D 22      737          RET
              738  ;-----

```

073E	739	LIFT:		
073E E535	740	MOV	A,YLT	
0740 B4E502	741	CJNE	A,#0E5H,LIFT1	
0743 8041	742	SJMP	LIFTE	
0745	743	LIFT1:		
0745 IC	744	DEC	R4	
0746 85351B	745	MOV	BUFF,YLT	;WRITE ADDRESS (LSB)
0749 85361C	746	MOV	BUFF+1,YHT	;WRITE ADDRESS (MSB)
074C 853582	747	MOV	DPL,YLT	;READ ADDRESS
074F E536	748	MOV	A,YHT	
0751 C3	749	CLR	C	
0752 9481	750	SUBB	A,#81H	
0754 F583	751	MOV	DPH,A	
0756 12085F	752	LCALL	WYDI	
0759 C3	753	CLR	C	
075A E9	754	MOV	A,R1	
075B 33	755	RLC	A	
075C 5009	756	JNC	LIFT2	
075E 33	757	RLC	A	
075F F9	758	MOV	R1,A	
0760 E535	759	MOV	A,YLT	
0762 14	760	DEC	A	
0763 F535	761	MOV	YLT,A	
0765 8001	762	SJMP	LIFT3	
0767	763	LIFT2:		
0767 F9	764	MOV	R1,A	
0768	765	LIFT3:		
0768 00	766	NOP		
0769 120822	767	LCALL	WHL11	
076C 00	768	NOP		
076D EC	769	MOV	A,R4	
076E 75F06C	770	MOV	B,#108	
0771 A4	771	MUL	AB	
0772 2428	772	ADD	A,#028H	
0774 F539	773	MOV	BUFFL,A	
0776 E5F0	774	MOV	A,B	
0778 3400	775	ADDC	A,#0	
077A F53A	776	MOV	BUFFH,A	
077C C004	777	PUSH	4	

```

077E 120A1B 778      LCALL SFV1
0781 D004    779      POP 4
0783 12083F 780      LCALL WVL11
0786        781  LIFTE:
0786 00      782      NOP
0787 22      783      RET
          784  ;-----
0788        785  RIGHT:
0788 E535    786      MOV A,YLT
078A B4FC06 787      CJNE A,#0FCH,RIGHT1
078D 00      788      NOP
078E B90102 789      CJNE R1,#01H,RIGHT1
0791 8041    790      SJMP RIGHTE
0793        791  RIGHT1:
0793 0C      792      INC R4
0794 85351B 793      MOV BUFF,YLT ;WRITE ADDRESS (LSB)
0797 85361C 794      MOV BUFF+1,YHT ;WRITE ADDRESS (MSB)
079A 853582 795      MOV DPL,YLT ;READ ADDRESS
079D E536    796      MOV A,YHT
079F C3      797      CLR C
07A0 9481    798      SUBB A,#81H
07A2 F583    799      MOV DPH,A
07A4 12085F 800      LCALL WYDI
07A7 C3      801      CLR C
07A8 E9      802      MOV A,R1
07A9 13      803      RRC A
07AA 5009    804      JNC RIGHT2
07AC 13      805      RRC A
07AD F9      806      MOV R1,A
07AE E535    807      MOV A,YLT
07B0 04      808      INC A
07B1 F535    809      MOV YLT,A
07B3 8001    810      SJMP RIGHT3
07B5        811  RIGHT2:
07B5 F9      812      MOV R1,A
07B6        813  RIGHT3:
07B6 00      814      NOP
07B7 120822 815      LCALL WHL11
07BA 00      816      NOP

```

```

07BB EC      817      MOV    A,R4
07BC 75F06C  818      MOV    B,#108
07BF A4      819      MUL    AB
07C0 2428    820      ADD    A,#028H
07C2 F539    821      MOV    BUFFL,A
07C4 E5F0    822      MOV    A,B
07C6 3400    823      ADDC   A,#0
07C8 F53A    824      MOV    BUFFH,A
07CA C004    825      PUSH   4
07CC 120A1B  826      LCALL  SFV1
07CF D004    827      POP    4
07D1 12083F  828      LCALL  WVLI1
829
07D4         830      RIGHTE:
07D4 00      831      NOP
07D5 22      832      RET
833      ;-----
07D6         834      SHS:
07D6 751106  835      MOV    XF,#06H          ;SHOW STILL
07D9 7514CE  836      MOV    YF,#0CEH
07DC 900DB0  837      MOV    DPTR,#_FS
07DF 12055E  838      LCALL  SFONT
07E2 900DB8  839      MOV    DPTR,#_FT
07E5 12055E  840      LCALL  SFONT
07E8 900D80  841      MOV    DPTR,#_FI
07EB 12055E  842      LCALL  SFONT
07EE 900D88  843      MOV    DPTR,#_FL
07F1 12055E  844      LCALL  SFONT
07F4 900D88  845      MOV    DPTR,#_FL
07F7 12055E  846      LCALL  SFONT
847
07FA 22      848      RET
849      ;-----
07FB         850      CSHS:
07FB 751106  851      MOV    XF,#06H          ;CLR SHOW STILL
07FE 7514CE  852      MOV    YF,#0CEH
0801 900DE8  853      MOV    DPTR,#_CF
0804 12055E  854      LCALL  SFONT
0807 900DE8  855      MOV    DPTR,#_CF

```

```

080A 12055E 856 LCALL SFONT
080D 900DE8 857 MOV DPTR,#_CF
0810 12055E 858 LCALL SFONT
0813 900DE8 859 MOV DPTR,#_CF
0816 12055E 860 LCALL SFONT
0819 900DE8 861 MOV DPTR,#_CF
081C 12055E 862 LCALL SFONT
863
081F 22 864 RET
865 ;-----
0820 866 WHLI:
0820 7901 867 MOV R1,#01H
0822 868 WHLI1:
0822 7889 869 MOV R0,#89H
0824 870 WHLI2:
0824 853582 871 MOV DPL,YLT ;SHOW LINE HOR (Y)
0827 853683 872 MOV DPH,YHT
082A 873 WHLI3:
082A E0 874 MOVX A,@DPTR
082B 49 875 ORL A,R1
082C F0 876 MOVX @DPTR,A
082D E582 877 MOV A,DPL
082F 2420 878 ADD A,#20H
0831 F582 879 MOV DPL,A
0833 E583 880 MOV A,DPH
0835 3400 881 ADDC A,#0
0837 F583 882 MOV DPH,A
0839 D8EF 883 DJNZ R0,WHLI3
083B 120BBF 884 LCALL DELAY4
083E 22 885 RET
886 ;-----
083F 887 WVLI:
083F 888 WVLI1:
083F 853382 889 MOV DPL,XLT ;SHOW LINE VER (X)
0842 853483 890 MOV DPH,XHT
0845 7817 891 MOV R0,#17H
0847 892 WVLI2:
0847 E0 893 MOVX A,@DPTR
0848 44FF 894 ORL A,#0FFH

```

```

084A F0      895      MOVX  @DPTR,A
084B A3      896      INC   DPTR
084C D8F9    897      DJNZ  R0,WVLI2
084E 00      898      NOP
084F 22      899      RET
                900      ;-----
0850          901      CWVLI:
0850 853382   902      MOV   DPL,XLT           ;SHOW LINE VER (X)
0853 853483   903      MOV   DPH,XHT
0856 7817    904      MOV   R0,#17H
0858 7400    905      MOV   A,#0H
085A          906      CWVLI1:
085A F0      907      MOVX  @DPTR,A
085B A3      908      INC   DPTR
085C D8FC    909      DJNZ  R0,CWVLI1
                910
085E 22      911      RET
                912      ;-----
085F          913      WYDI:
085F 7E89    914      MOV   R6,#089H
0861          915      WYDI1:
0861 E0      916      --  MOVX  A,@DPTR
0862 C083    917      PUSH  DPH
0864 C082    918      PUSH  DPL
0866 851B82  919      MOV   DPL,BUFF
0869 851C83  920      MOV   DPH,BUFF+1
086C F0      921      MOVX  @DPTR,A
086D E582    922      MOV   A,DPL
086F C3      923      CLR   C
0870 2420    924      ADD   A,#20H
0872 F51B    925      MOV   BUFF,A
0874 E583    926      MOV   A,DPH
0876 3400    927      ADDC  A,#0H
0878 F51C    928      MOV   BUFF+1,A
087A D082    929      POP   DPL
087C D083    930      POP   DPH
087E E582    931      MOV   A,DPL
0880 C3      932      CLR   C
0881 2420    933      ADD   A,#20H

```

```

0883 F582    934    MOV    DPL,A
0885 E583    935    MOV    A,DPH
0887 3400    936    ADDC  A,#0H
0889 F583    937    MOV    DPH,A
088B DED4    938    DJNZ  R6,WYDII
088D 00      939    NOP
088E 22      940    RET
          941    ;-----
088F        942    REDI:                                ;READ DISPLAY (VDO RAM)
088F 751B00   943    MOV    BUFF,#00H
0892 751C05   944    MOV    BUFF+1,#05H
0895 908600   945    MOV    DPTR,#8600H
0898 7D98     946    MOV    R5,#098H
089A        947    REDI1:
089A E0       948    MOVX  A,@DPTR
089B C083     949    PUSH  DPH
089D C082     950    PUSH  DPL
089F 851B82   951    MOV    DPL,BUFF
08A2 851C83   952    MOV    DPH,BUFF+1
08A5 F0       953    MOVX  @DPTR,A
08A6 A3       954    INC   DPTR
08A7 85821B   955    MOV    BUFF,DPL
08AA 85831C   956    MOV    BUFF+1,DPH
08AD D082     957    POP   DPL
08AF D083     958    POP   DPH
08B1 A3       959    INC   DPTR
08B2 E583     960    MOV    A,DPH
08B4 B505E3   961    CJNE  A,5,REDI1
08B7 00       962    NOP
08B8 22       963    RET
          964    ;-----
08B9        965    XMT:
08B9 3099FD   966    JNB   TI,$                            ;TRANSMITTER SERIAL PORT(RS232)
08BC C299     967    CLR  TI
08BE F599     968    MOV  SBUF,A
08C0 22       969    RET
          970
08C1        971    READ:
08C1 3098FD   972    JNB   RI,READ                        ;RECEIVER SERIAL PROT(RS232)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

08C4 C298    973      CLR    RI
08C6 85991A  974      MOV    RBUFF,SBUF
08C9 22      975      RET
              976
08CA        977      DSK51:
08CA E4      978      CLR    A                ;SEND PROGRAM $ DATA TO DSK51
08CB 93      979      MOVC   A,@A+DPTR      ;BY SERIAL PORT(RS232)
08CC 1208B9  980      LCALL  XMT
08CF 120BAD  981      LCALL  DELAY3
08D2 1208C1  982      LCALL  READ
08D5 B51AF2  983      CJNE   A,RBUFF,DSK51
08D8 A3      984      INC    DPTR
08D9 D8EF    985      DJNZ   R0,DSK51
08DB 22      986      RET
              987      ;-----
08DC        988      FFT:
08DC 753900  989      MOV    BUFFL,#00H     ;RECEIVER DATA FFT FORM DSK51
08DF 753A03  990      MOV    BUFFH,#03H     ;BY PORT B 8255
08E2 90E0E1  991      MOV    DPTR,#PORTB
08E5        992      FFT1:
08E5 E0      993      MOVX   A,@DPTR
08E6 B47FFC  994      CJNE   A,#7FH,FFT1
08E9 120BF5  995      LCALL  DELAY7
08EC 120B7F  996      LCALL  DELAY
08EF 120B7F  997      LCALL  DELAY
08F2 120B7F  998      LCALL  DELAY
08F5 120B7F  999      LCALL  DELAY
08F8        1000     FFT2:
08F8 00      1001     NOP
08F9 90E0E1  1002     MOV    DPTR,#PORTB
08FC E0      1003     MOVX   A,@DPTR
08FD 853982  1004     MOV    DPL,BUFFL
0900 853A83  1005     MOV    DPH,BUFFH
0903 F0      1006     MOVX   @DPTR,A
0904 A3      1007     INC    DPTR
0905 858239  1008     MOV    BUFFL,DPL
0908 85833A  1009     MOV    BUFFH,DPH
090B B47FEA  1010     CJNE   A,#07FH,FFT2
090E 00      1011     NOP

```

```

090F 22      1012      RET
                1013      ;-----
0910      1014      CCD:
0910 C0D0    1015      PUSH   PSW
0912 75D000  1016      MOV    PSW,#0H
0915 7800    1017      MOV    R0,#0          ;CLR COLUMN DISPLAY
0917 753200  1018      MOV    MFFT,#0H
091A 753900  1019      MOV    BUFFL,#00H
091D 753A03  1020      MOV    BUFFH,#03H
0920      1021      CCD1:
0920 7988    1022      MOV    R1,#88H
0922 7A86    1023      MOV    R2,#86H
0924 74E6    1024      MOV    A,#0E6H
0926 28      1025      ADD    A,R0
0927      1026      CCD2:
0927 FB      1027      MOV    R3,A
0928 8A83    1028      MOV    DPH,R2
092A 8B82    1029      MOV    DPL,R3
092C 7400    1030      MOV    A,#0H
092E 120B7F  1031      LCALL DELAY
0931 F0      1032      MOVX   @DPTR,A
0932 7420    1033      MOV    A,#20H
0934 2B      1034      ADD    A,R3
0935 5001    1035      JNC    CCD3
0937 0A      1036      INC    R2
0938      1037      CCD3:
0938 D9ED    1038      DJNZ   R1,CCD2
                1039      ;-----
093A 7980    1040      MOV    R1,#080H      ;R1=DATA FFT
093C      1041      SFD:
093C 7A05    1042      MOV    R2,#5          ;R2=COUNT FFT
093E 7B00    1043      MOV    R3,#0          ;R3=ADDRESS DATA FFT
0940 7E00    1044      MOV    R6,#0
0942 853982  1045      MOV    DPL,BUFFL
0945 853A83  1046      MOV    DPH,BUFFH     ;SHOW FFT DATA ON DISPLAY
0948      1047      SFD1:
0948 A3      1048      INC    DPTR
0949 E0      1049      MOVX   A,@DPTR       ;FINE MAXIMUM IN 2 NUMBER
094A 7002    1050      JNZ    SFD1_I

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

094C 7480	1051	MOV	A,#80H
094E	1052	SFD1_1:	
094E 120B23	1053	LCALL	CONV
0951 FE	1054	MOV	R6,A
0952 C3	1055	CLR	C
0953 9B	1056	SUBB	A,R3
0954 4010	1057	JC	SFD2
0956 EE	1058	MOV	A,R6
0957 FB	1059	MOV	R3,A
0958 C3	1060	CLR	C
0959 EE	1061	MOV	A,R6
095A 9532	1062	SUBB	A,MFFT
095C 4008	1063	JC	SFD2
095E 8E32	1064	MOV	MFFT,R6
0960 858330	1065	MOV	HFFTH,DPH
0963 858231	1066	MOV	HFFTL,DPL
0966	1067	SFD2:	
0966 DAE0	1068	DJNZ	R2,SFD1
0968 858239	1069	MOV	BUFFL,DPL
096B 85833A	1070	MOV	BUFFH,DPH
096E EB	1071	MOV	A,R3
096F 240A	1072	ADD	A,#10
0971 FB	1073	MOV	R3,A
0972	1074	SFD3:	
0972 EB	1075	MOV	A,R3
0973 FD	1076	MOV	R5,A
0974 0D	1077	INC	R5
0975 7CBE	1078	MOV	R4,#190
0977 CC	1079	XCH	A,R4
0978 C3	1080	CLR	C
0979 9C	1081	SUBB	A,R4
097A 5002	1082	JNC	SFD3_1
097C 7401	1083	MOV	A,#1H
097E	1084	SFD3_1:	
097E 75F020	1085	MOV	B,#20H
0981 A4	1086	MUL	AB
0982 C3	1087	CLR	C
0983 2406	1088	ADD	A,#6H
0985 28	1089	ADD	A,R0

0986 F582	1090	MOV	DPL,A
0988 5002	1091	JNC	SFD3_2
098A 05F0	1092	INC	B
098C	1093	SFD3_2:	
098C 7480	1094	MOV	A,#80H
098E 25F0	1095	ADD	A,B
0990 F583	1096	MOV	DPH,A
0992 B48700	1097	CJNE	A,#87H,SFD3_3
0995	1098	SFD3_3:	
0995 5002	1099	JNC	SFD4
0997 7488	1100	MOV	A,#88H
0999	1101	SFD4:	
0999 00	1102	NOP	
099A E0	1103	MOVX	A,@DPTR
099B 00	1104	NOP	
099C 49	1105	ORL	A,R1
099D 00	1106	NOP	
099E F0	1107	MOVX	@DPTR,A
099F 00	1108	NOP	
09A0 E582	1109	MOV	A,DPL
09A2 C3	1110	CLR	C
09A3 2420	1111	ADD	A,#20H
09A5 5002	1112	JNC	SFD5
09A7 0583	1113	INC	DPH
09A9	1114	SFD5:	
09A9 F582	1115	MOV	DPL,A
09AB 00	1116	NOP	
09AC DDEB	1117	DJNZ	R5,SFD4
09AE E9	1118	MOV	A,R1
09AF 03	1119	RR	A
09B0 03	1120	RR	A
09B1 F9	1121	MOV	R1,A
09B2 B48002	1122	CJNE	A,#80H,SFD5_1
09B5 8003	1123	SJMP	SFD5_2
09B7	1124	SFD5_1:	
09B7 02093C	1125	LJMP	SFD
09BA	1126	SFD5_2:	
09BA 08	1127	INC	R0
09BB B81702	1128	CJNE	R0,#23,SFD6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

09BE 8003	1129	SJMP	SFD7	
09C0	1130	SFD6:		
09C0 020920	1131	LJMP	CCD1	
09C3	1132	SFD7:		
09C3 D0D0	1133	POP	PSW	
09C5 00	1134	NOP		
09C6 22	1135	RET		
	1136	;-----		
09C7	1137	SVFV:	;SHOW VOLTAGE FREQUENCY VALUE	
09C7	1138	SVV:		
09C7 E532	1139	MOV	A,MFFT	
09C9 75F02E	1140	MOV	B,#46	
09CC	1141	SVV1:		
09CC C0D0	1142	PUSH	PSW	
09CE 75D008	1143	MOV	PSW,#08H	
09D1 A4	1144	MUL	AB	
09D2 F539	1145	MOV	BUFFL,A	
09D4 85F03A	1146	MOV	BUFFH,B	
09D7 120AAF	1147	LCALL	HEDA	
09DA 751117	1148	MOV	XF,#17H	;SHOW VOLTAGE VALUE
09DD 75142F	1149	MOV	YF,#2FH	
09E0 AF1E	1150	MOV	R7,BUFF+3	
09E2 120B2A	1151	LCALL	SENUM	
09E5 12055E	1152	LCALL	SFONT	
09E8 900DE0	1153	MOV	DPTR,#_FOO	
09EB 12055E	1154	LCALL	SFONT	
09EE AF1D	1155	MOV	R7,BUFF+2	
09F0 120B2A	1156	LCALL	SENUM	
09F3 12055E	1157	LCALL	SFONT	
09F6 AF1C	1158	MOV	R7,BUFF+1	
09F8 120B2A	1159	LCALL	SENUM	
09FB 12055E	1160	LCALL	SFONT	
09FE AF1B	1161	MOV	R7,BUFF	
0A00 120B2A	1162	LCALL	SENUM	
0A03 12055E	1163	LCALL	SFONT	
0A06 120B8D	1164	LCALL	DELAY1	
0A09 D0D0	1165	POP	PSW	
0A0B 22	1166	RET		
	1167	0A0C	1168	SFV:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0A0C 85313B	1169	MOV	BMULL,HFFTL	
0A0F 85303C	1170	MOV	BMULH,HFFTH	
0A12 120A94	1171	LCALL	MULS	
0A15 853B39	1172	MOV	BUFFL,BMULL	
0A18 853C3A	1173	MOV	BUFFH,BMULH	
0A1B	1174	SFV1:		
0A1B C0D0	1175	PUSH	PSW	
0A1D 75D008	1176	MOV	PSW,#08H	
0A20 120AAF	1177	LCALL	HEDA	
0A23 751109	1178	MOV	XF,#9H	;SHOW FREQUENCY VALUE
0A26 75142F	1179	MOV	YF,#2FH	
0A29 AF1F	1180	MOV	R7,BUFF+4	
0A2B BF0019	1181	CJNE	R7,#0,SFV2	
0A2E 751109	1182	MOV	XF,#09H	
0A31 75142F	1183	MOV	YF,#2FH	
0A34 900DE8	1184	MOV	DPTR,#_CF	
0A37 12055E	1185	LCALL	SFONT	
0A3A AF1E	1186	MOV	R7,BUFF+3	
0A3C BF000E	1187	CJNE	R7,#0,SFV3	
0A3F 900DE8	1188	MOV	DPTR,#_CF	
0A42 12055E	1189	LCALL	SFONT	
0A45 800E	1190	SJMP	SFV4	
0A47	1191	SFV2:		
0A47 120B2A	1192	LCALL	SENUM	
0A4A 12055E	1193	LCALL	SFONT	
0A4D	1194	SFV3:		
0A4D AF1E	1195	MOV	R7,BUFF+3	
0A4F 120B2A	1196	LCALL	SENUM	
0A52 12055E	1197	LCALL	SFONT	
0A55	1198	SFV4:		
0A55 AF1D	1199	MOV	R7,BUFF+2	
0A57 120B2A	1200	LCALL	SENUM	
0A5A 12055E	1201	LCALL	SFONT	
0A5D AF1C	1202	MOV	R7,BUFF+1	
0A5F 120B2A	1203	LCALL	SENUM	
0A62 12055E	1204	LCALL	SFONT	
0A65 AF1B	1205	MOV	R7,BUFF	
0A67 120B2A	1206	LCALL	SENUM	
0A6A 12055E	1207	LCALL	SFONT	

0A6D D0D0	1208	POP	PSW
0A6F 22	1209	RET	
	1210		
0A70	1211	SENN:	
0A70 120BBF	1212	LCALL	DELAY4
0A73 F532	1213	MOV	MFFT,A
0A75 1208B9	1214	LCALL	XMT
0A78 120BBF	1215	LCALL	DELAY4
0A7B E530	1216	MOV	A,HFFTH
0A7D 1208B9	1217	LCALL	XMT
0A80 120BBF	1218	LCALL	DELAY4
0A83 E531	1219	MOV	A,HFFTL
0A85 1208B9	1220	LCALL	XMT
0A88 120BBF	1221	LCALL	DELAY4
0A8B 7400	1222	MOV	A,#0H
0A8D 1208B9	1223	LCALL	XMT
0A90 120BAD	1224	LCALL	DELAY3
0A93 22	1225	RET	
	1226	;	-----
0A94	1227	MULS:	;MULTIPLY (INPUT * 2CH)
	1228		;IN = BMULL (LSB) , BMULH (MSB)
	1229		;OUT = BMULL (LSB) , BMULH (MSB)
0A94 E53B	1230	MOV	A,BMULL
0A96 75F02B	1231	MOV	B,#2BH
0A99 A4	1232	MUL	AB
0A9A F53B	1233	MOV	BMULL,A
0A9C E5F0	1234	MOV	A,B
0A9E 3400	1235	ADDC	A,#0
0AA0 F53D	1236	MOV	BMULS,A
0AA2 E53C	1237	MOV	A,BMULH
0AA4 9403	1238	SUBB	A,#03H
0AA6 75F02B	1239	MOV	B,#2BH
0AA9 A4	1240	MUL	AB
0AAA 253D	1241	ADD	A,BMULS
0AAC F53C	1242	MOV	BMULH,A
0AAE 22	1243	RET	
	1244	;	-----
0AAF	1245	HEDA:	;HEX TO DA
	1246		;IN = BUFFH (MSB), BUFFL(LSB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1247		;OUT = R3(*1000),R2(*100),R1(*10),R0(*1)
0AAF C0D0	1248	PUSH	PSW
0AB1 75D008	1249	MOV	PSW,#08H
0AB4 7800	1250	MOV	R0,#0
0AB6 7900	1251	MOV	R1,#0
0AB8 7A00	1252	MOV	R2,#0
0ABA 7B00	1253	MOV	R3,#0
0ABC 7C00	1254	MOV	R4,#0
0ABE AD3A	1255	MOV	R5,BUFFH ;R5=MSB
0AC0 0D	1256	INC	R5
0AC1 AE39	1257	MOV	R6,BUFFL ;R6=LSB
0AC3	1258	HEDA2:	
0AC3 7F00	1259	MOV	R7,#0
0AC5	1260	HEDA6:	
0AC5 EF	1261	MOV	A,R7
0AC6 240A	1262	ADD	A,#10
0AC8 120AFB	1263	LCALL	INCE
0ACB	1264	HEDA1:	
0ACB B40404	1265	CJNE	A,#4,HEDA3
0ACE 74FA	1266	MOV	A,#0FAH
0AD0 8007	1267	SJMP	HEDA4
0AD2	1268	HEDA3:	
0AD2 FF	1269	MOV	R7,A
0AD3 9E	1270	SUBB	A,R6
0AD4 40EF	1271	JC	HEDA6
0AD6 EF	1272	MOV	A,R7
0AD7 940A	1273	SUBB	A,#10
0AD9	1274	HEDA4:	
0AD9 CE	1275	XCH	A,R6
0ADA 9E	1276	SUBB	A,R6
0ADB 28	1277	ADD	A,R0
0ADC F8	1278	MOV	R0,A
0ADD 940A	1279	SUBB	A,#10
0ADF 4004	1280	JC	HEDA5
0AE1 F8	1281	MOV	R0,A
0AE2 120AFB	1282	LCALL	INCE
0AE5	1283	HEDA5:	
0AE5 08	1284	INC	R0
0AE6 120B0F	1285	LCALL	DECE

0AE9 7EFF	1286	MOV	R6,#0FFH
0AEB DDD6	1287	DJNZ	R5,HEDA2
0AED 18	1288	DEC	R0
0AEE 881B	1289	MOV	BUFF,R0
0AF0 891C	1290	MOV	BUFF+1,R1
0AF2 8A1D	1291	MOV	BUFF+2,R2
0AF4 8B1E	1292	MOV	BUFF+3,R3
0AF6 8C1F	1293	MOV	BUFF+4,R4
0AF8 D0D0	1294	POP	PSW
0AFA 22	1295	RET	
	1296	;-----	
0AFB	1297	INCE:	;INC R1 AND INC R2-R4 IF R=10
0AFB 09	1298	INC	R1
0AFC B90A0F	1299	CJNE	R1,#10,INCE1
0AFF 0A	1300	INC	R2
0B00 7900	1301	MOV	R1,#0
0B02 BA0A09	1302	CJNE	R2,#10,INCE1
0B05 0B	1303	INC	R3
0B06 7A00	1304	MOV	R2,#0
0B08 BB0A03	1305	CJNE	R3,#10,INCE1
0B0B 0C	1306	INC	R4
0B0C 7B00	1307	MOV	R3,#0
	1308		
0B0E 22	1309	INCE1:	RET
	1310	;-----	
0B0F	1311	DECE:	;DEC R1 AND DEC R2-R4 IF R=FFH
0B0F 19	1312	DEC	R1
0B10 B9FF0F	1313	CJNE	R1,#0FFH,DECE1
0B13 7909	1314	MOV	R1,#9
0B15 1A	1315	DEC	R2
0B16 BAFF09	1316	CJNE	R2,#0FFH,DECE1
0B19 7A09	1317	MOV	R2,#9
0B1B 1B	1318	DEC	R3
0B1C BBFF03	1319	CJNE	R3,#0FFH,DECE1
0B1F 7B09	1320	MOV	R3,#9
0B21 1C	1321	DEC	R4
	1322		
0B22 22	1323	DECE1:	RET
	1324	;-----	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0B23	1325	CONV:	;IN = A, OUT = A	
0B23 33	1326	RLC	A	;CONVER TO 0-127
0B24 B3	1327	CPL	C	
0B25 13	1328	RRC	A	
0B26 C3	1329	CLR	C	
0B27 13	1330	RRC	A	
0B28 C3	1331	CLR	C	
	1332			
0B29 22	1333	RET		
	1334	;-----		
0B2A	1335	SENUM:	;IN = R7, OUT = DPTR	
0B2A	1336	SE_0:		
0B2A BF0006	1337	CJNE	R7,#0H,SE_1	
0B2D 900D00	1338	MOV	DPTR,#_F0	
0B30 020B7E	1339	LJMP	SE_R	
0B33	1340	SE_1:		
0B33 BF0106	1341	CJNE	R7,#1H,SE_2	
0B36 900D08	1342	MOV	DPTR,#_F1	
0B39 020B7E	1343	LJMP	SE_R	
0B3C	1344	SE_2:		
0B3C BF0206	1345	CJNE	R7,#2H,SE_3	
0B3F 900D10	1346	MOV	DPTR,#_F2	
0B42 020B7E	1347	LJMP	SE_R	
0B45	1348	SE_3:		
0B45 BF0306	1349	CJNE	R7,#3H,SE_4	
0B48 900D18	1350	MOV	DPTR,#_F3	
0B4B 020B7E	1351	LJMP	SE_R	
0B4E	1352	SE_4:		
0B4E BF0406	1353	CJNE	R7,#4H,SE_5	
0B51 900D20	1354	MOV	DPTR,#_F4	
0B54 020B7E	1355	LJMP	SE_R	
0B57	1356	SE_5:		
0B57 BF0506	1357	CJNE	R7,#5H,SE_6	
0B5A 900D28	1358	MOV	DPTR,#_F5	
0B5D 020B7E	1359	LJMP	SE_R	
0B60	1360	SE_6:		
0B60 BF0606	1361	CJNE	R7,#6H,SE_7	
0B63 900D30	1362	MOV	DPTR,#_F6	
0B66 020B7E	1363	LJMP	SE_R	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0B69      1364  SE_7:
0B69 BF0706. 1365      CJNE   R7,#7H,SE_8
0B6C 900D38 1366      MOV    DPTR,#_F7
0B6F 020B7E 1367      LJMP   SE_R
0B72      1368  SE_8:
0B72 BF0806 1369      CJNE   R7,#8H,SE_9
0B75 900D40 1370      MOV    DPTR,#_F8
0B78 020B7E 1371      LJMP   SE_R
0B7B      1372  SE_9:
0B7B 900D48 1373      MOV    DPTR,#_F9
1374
0B7E 22      1375  SE_R:  RET
1376  ;-----
1377
0B7F      1378  DELAY:
0B7F C0D0    1379      PUSH   PSW
0B81 75D008 1380      MOV    PSW,#08H
0B84 7F03    1381      MOV    R7,#03H
0B86 00      1382      NOP
0B87 00      1383      NOP
0B88 DFFE    1384      DJNZ   R7,$
0B8A D0D0    1385      POP    PSW
1386
0B8C 22      1387      RET
1388  ;-----
1389
0B8D      1390  DELAY1:
0B8D C0D0    1391      PUSH   PSW
0B8F 75D008 1392      MOV    PSW,#08H
0B92 7F20    1393      MOV    R7,#20H
0B94 00      1394      NOP
0B95 00      1395      NOP
0B96 DFFE    1396      DJNZ   R7,$
0B98 D0D0    1397      POP    PSW
1398
0B9A 22      1399      RET
1400  ;-----
1401
0B9B      1402  DELAY2:

```

0B9B C0D0	1403	PUSH	PSW
0B9D 75D008	1404	MOV	PSW,#08H
0BA0 7E01	1405	MOV	R6,#01H
0BA2	1406	DLY2:	
0BA2 7F00	1407	MOV	R7,#0H
0BA4 00	1408	NOP	
0BA5 00	1409	NOP	
0BA6 DFFE	1410	DJNZ	R7,\$
0BA8 DEF8	1411	DJNZ	R6,DLY2
0BAA D0D0	1412	POP	PSW
	1413		
0BAC 22	1414	RET	
	1415	;	-----



	1416		
0BAD	1417	DELAY3:	
0BAD C0D0	1418	PUSH	PSW
0BAF 75D008	1419	MOV	PSW,#08H
0BB2 7E02	1420	MOV	R6,#02H
0BB4	1421	DLY3:	
0BB4 7F00	1422	MOV	R7,#00H
0BB6 00	1423	NOP	
0BB7 00	1424	NOP	
0BB8 DFFE	1425	DJNZ	R7,\$
0BBA DEF8	1426	DJNZ	R6,DLY3
0BBC D0D0	1427	POP	PSW
	1428		
0BBE 22	1429	RET	
	1430	;	-----
	1431		
0BBF	1432	DELAY4:	
0BBF C0D0	1433	PUSH	PSW
0BC1 75D008	1434	MOV	PSW,#08H
0BC4 7E09	1435	MOV	R6,#09H
0BC6	1436	DLY4:	
0BC6 7F00	1437	MOV	R7,#00H
0BC8 00	1438	NOP	
0BC9 00	1439	NOP	
0BCA DFFE	1440	DJNZ	R7,\$
0BCC DEF8	1441	DJNZ	R6,DLY4
0BCE D0D0	1442	POP	PSW
	1443		
0BD0 22	1444	RET	
	1445	;	-----
0BD1	1446	DELAYS:	
0BD1 C0D0	1447	PUSH	PSW
0BD3 75D008	1448	MOV	PSW,#08H
0BD6 7E60	1449	MOV	R6,#060H
0BD8	1450	DLY5:	
0BD8 7F00	1451	MOV	R7,#00H
0BDA 00	1452	NOP	
0BDB 00	1453	NOP	
0BDC DFFE	1454	DJNZ	R7,\$

```

0BDE DEF8      1455      DJNZ   R6,DLY5
0BE0 D0D0      1456      POP    PSW
                1457
0BE2 22        1458      RET
                1459 ;-----
                1460
0BE3           1461      DELAY6:
0BE3 C0D0      1462      PUSH  PSW
0BE5 75D008    1463      MOV   PSW,#08H
0BE8 7EF0      1464      MOV   R6,#0F0H
0BEA           1465      DLY6:
0BEA 7F00      1466      MOV   R7,#00H
0BEC 00        1467      NOP
0BED 00        1468      NOP
0BEE DFFE     1469      DJNZ  R7,$
0BF0 DEF8      1470      DJNZ  R6,DLY6
0BF2 D0D0      1471      POP    PSW
                1472
0BF4 22        1473      RET
                1474
0BF5           1475      DELAY7:
0BF5 C0D0      1476      PUSH  PSW
0BF7 75D008    1477      MOV   PSW,#08H
0BFA           1478      DLY7:
0BFA 7F01      1479      MOV   R7,#01H
0BFC 00        1480      NOP
0BFD 00        1481      NOP
0BFE DFFE     1482      DJNZ  R7,$
0C00 D0D0      1483      POP    PSW
                1484
0C02 22        1485      RET
                1486 ;-----
                1487
0D00           1488      ORG   0D00H
                1489
0D00 38444C54  1490  _F0:  DB    38H,44H,4CH,54H,64H,44H,38H,0H
0D04 64443800
0D08 10305010  1491  _F1:  DB    10H,30H,50H,10H,10H,10H,10H,00H
0D0C 10101000

```

0D10 38440408	1492	_F2:	DB	38H,44H,04H,08H,10H,20H,7CH,00H
0D14 10207C00				
0D18 38440418	1493	_F3:	DB	38H,44H,04H,18H,04H,44H,38H,00H
0D1C 04443800				
0D20 08182848	1494	_F4:	DB	8H,18H,28H,48H,7CH,8H,8H,0H
0D24 7C080800				
0D28 7C407804	1495	_F5:	DB	7CH,40H,78H,4H,4H,44H,38H,0H
0D2C 04443800				
0D30 18204078	1496	_F6:	DB	18H,20H,40H,78H,44H,44H,38H,0H
0D34 44443800				
0D38 7C040810	1497	_F7:	DB	7CH,4H,8H,10H,10H,10H,10H,0H
0D3C 10101000				
0D40 38444438	1498	_F8:	DB	38H,44H,44H,38H,44H,44H,38H,0H
0D44 44443800				
0D48 3844443C	1499	_F9:	DB	38H,44H,44H,3CH,4H,8H,30H,0H
0D4C 04083000				
0D50 3844447C	1500	_FA:	DB	38H,44H,44H,7CH,44H,44H,44H,0H
0D54 44444400				
0D58 38444040	1501	_FC:	DB	38H,44H,40H,40H,40H,44H,38H,0H
0D5C 40443800				
0D60 7C404078	1502	_FE:	DB	7CH,40H,40H,78H,40H,40H,7CH,0H
0D64 40407C00				
0D68 7C404078	1503	_FF:	DB	7CH,40H,40H,78H,40H,40H,40H,0H
0D6C 40404000				
0D70 3844405C	1504	_FG:	DB	38H,44H,40H,5CH,44H,44H,3CH,0H
0D74 44443C00				
0D78 4444447C	1505	_FH:	DB	44H,44H,44H,7CH,44H,44H,44H,0H
0D7C 44444400				
0D80 38101010	1506	_FI:	DB	38H,10H,10H,10H,10H,10H,38H,00H
0D84 10103800				
0D88 40404040	1507	_FL:	DB	40H,40H,40H,40H,40H,40H,7CH,0H
0D8C 40407C00				
0D90 44446454	1508	_FN:	DB	44H,44H,64H,54H,4CH,44H,44H,0H
0D94 4C444400				
0D98 38444444	1509	_FO:	DB	38H,44H,44H,44H,44H,44H,38H,0H
0D9C 44443800				
0DA0 38444444	1510	_FQ:	DB	38H,44H,44H,44H,54H,48H,34H,0H
0DA4 54483400				
0DA8 78444478	1511	_FR:	DB	78H,44H,44H,78H,50H,48H,44H,0H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0DAC 50484400				
0DB0 38444038	1512	_FS:	DB	38H,44H,40H,38H,4H,44H,38H,0H
0DB4 04443800				
0DB8 7C101010	1513	_FT:	DB	7CH,10H,10H,10H,10H,10H,10H,00H
0DBC 10101000				
0DC0 44444444	1514	_FU:	DB	44H,44H,44H,44H,44H,44H,38H,0H
0DC4 44443800				
0DC8 44444444	1515	_FV:	DB	44H,44H,44H,44H,44H,28H,10H,0H
0DCC 44281000				
0DD0 44442810	1516	_FY:	DB	44H,44H,28H,10H,10H,10H,10H,0H
0DD4 10101000				
0DD8 00007C08	1517	_Z:	DB	0H,0H,7CH,8H,10H,20H,7CH,00H
0DDC 10207C00				
0DE0 00000000	1518	_FOO:	DB	0H,00H,00H,00H,00H,30H,30H,00H
0DE4 00303000				
0DE8 00000000	1519	_CF:	DB	0H,00H,00H,00H,00H,0H,0H,00H
0DEC 00000000				
0DF0 F0F0F0F0	1520	_FBL:	DB	0F0H,0F0H,0F0H,0F0H,0F0H,0F0H,0F0H,0F0H
0DF4 F0F0F0F0				
0DF8 0F0F0F0F	1521	_FBR:	DB	0FH,0FH,0FH,0FH,0FH,0FH,0FH,0FH
0DFC 0F0F0F0F				
0E00 FFFFFFFF	1522	_FBK:	DB	0FFH,0FFH,0FFH,0FFH,0FFH,0FFH,0FFH,0FFH
0E04 FFFFFFFF				
0E08 10305010	1523	_N1:	DB	10H,30H,50H,10H,10H,10H,7CH,00H
0E0C 10107C00				
0E10 7C081008	1524	_N3:	DB	7CH,08H,10H,08H,04H,44H,38H,00H
0E14 04443800				
0E18 3F3F3030	1525	_E1:	DB	3FH,3FH,30H,30H,30H,30H,30H,3FH
0E1C 3030303F				
0E20 F0F00000	1526	_E2:	DB	0F0H,0F0H,0H,0H,0H,0H,0H,0C0H
0E24 000000C0				
0E28 3F303030	1527	_E3:	DB	3FH,30H,30H,30H,30H,30H,3FH,3FH
0E2C 30303F3F				
0E30 C0000000	1528	_E4:	DB	0C0H,0H,0H,0H,0H,0H,0F0H,0F0H
0E34 0000F0F0				
0E38 3F3F3030	1529	_D1:	DB	3FH,3FH,30H,30H,30H,30H,30H,30H
0E3C 30303030				
0E40 0080C060	1530	_D2:	DB	0H,80H,0C0H,60H,30H,30H,30H,30H
0E44 30303030				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0E48 30303030	1531	_D3:	DB	30H,30H,30H,30H,30H,30H,3FH,3FH
0E4C 30303F3F				
0E50 30303030	1532	_D4:	DB	30H,30H,30H,30H,60H,0C0H,80H,0H
0E54 60C08000				
0E58 03070F1F	1533	_11:	DB	3H,7H,0FH,1FH,3BH,33H,3H,3H
0E5C 3B330303				
0E60 00000000	1534	_12:	DB	0H,00H,00H,00H,00H,0H,0H,00H
0E64 00000000				
0E68 03030303	1535	_13:	DB	3H,3H,3H,3H,3H,3H,3FH,3FH
0E6C 03033F3F				
0E70 00000000	1536	_14:	DB	0H,00H,00H,00H,00H,0H,0F0H,0F0H
0E74 0000F0F0				
0E78 03030C0C	1537	_61:	DB	3H,3H,0CH,0CH,30H,30H,3FH,3FH
0E7C 30303F3F				
0E80 F0F00000	1538	_62:	DB	0F0H,0F0H,0H,0H,0H,0H,0C0H,0E0H
0E84 0000C0E0				
0E88 30303030	1539	_63:	DB	30H,30H,30H,30H,30H,30H,1FH,0FH
0E8C 30301F0F				
0E90 30303030	1540	_64:	DB	30H,30H,30H,30H,30H,30H,0E0H,0C0H
0E94 3030E0C0				
0E98 00000F0F	1541	_001:	DB	0H,0H,0FH,0FH,0FH,0FH,0FH,0FH
0E9C 0F0F0F0F				
0EA0 0000C0C0	1542	_002:	DB	00H,00H,0C0H,0C0H,0C0H,0C0H,0C0H,0C0H
0EA4 C0C0C0C0				
0EA8 3D63C1C1	1543	_S1:	DB	3DH,63H,0C1H,0C1H,70H,3CH,0FH,3H
0EAC 703C0F03				
0EB0 3F0C0C0C	1544	_S2:	DB	3FH,0CH,0CH,0CH,0CH,0CH,0FH,8CH
0EB4 0C0C0F8C				
0EB8 C7613131	1545	_S3:	DB	0C7H,61H,31H,31H,31H,61H,0C1H,1H
0EBC 3161C101				
0EC0 FE828288	1546	_S4:	DB	0FEH,82H,82H,88H,88H,0F8H,88H,88H
0EC4 88F88888				
0EC8 07183020	1547	_S5:	DB	7H,18H,30H,20H,60H,60H,60H,60H
0ECC 60606060				
0ED0 97761410	1548	_S6:	DB	97H,76H,14H,10H,0H,0H,0H,0H
0ED4 00000000				
0ED8 FF313030	1549	_S7:	DB	0FFH,31H,30H,30H,30H,30H,30H,30H
0EDC 30303030				
0EE0 7F4C4C0C	1550	_S8:	DB	7FH,4CH,4CH,0CH,0CH,0CH,0FH,0CH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0EE4 0C0C0F0C				
0EE8 81C1E39E	1551	_S9:	DB	81H,0C1H,0E3H,9EH,0H,0H,0H,0H
0EEC 00000000				
0EF0 8C8C0C3F	1552	_S10:	DB	8CH,8CH,0CH,3FH,0H,0H,0H,0H
0EF4 00000000				
0EF8 01010107	1553	_S11:	DB	1H,1H,1H,7H,0H,0H,0H,0H
0EFC 00000000				
0F00 808282FE	1554	_S12:	DB	80H,82H,82H,0FEH,0H,0H,0H,0H
0F04 00000000				
0F08 6030180F	1555	_S13:	DB	60H,30H,18H,0FH,0H,0H,0H,0H
0F0C 00000000				
0F10 001020C0	1556	_S14:	DB	0H,10H,20H,0C0H,0H,0H,0H,0H
0F14 00000000				
0F18 303030FC	1557	_S15:	DB	30H,30H,30H,0FCH,0H,0H,0H,0H
0F1C 00000000				
0F20 0C0C0C3F	1558	_S16:	DB	0CH,0CH,0CH,3FH,0H,0H,0H,0H
0F24 00000000				
0F28 C0603030	1559	_S17:	DB	0C0H,60H,30H,30H,30H,60H,80H,0C0H
0F2C 306080C0				
0F30 FC303030	1560	_S18:	DB	0FCH,30H,30H,30H,30H,30H,30H,30H
0F34 30303030				
0F38 FF212121	1561	_S19:	DB	0FFH,21H,21H,21H,21H,21H,21H,21H
0F3C 21212121				
0F40 80C0C061	1562	_S20:	DB	80H,0C0H,0C0H,61H,61H,22H,32H,32H
0F44 61223232				
0F48 70E0E060	1563	_S21:	DB	70H,0E0H,0E0H,60H,60H,60H,60H,60H
0F4C 60606060				
0F50 00000101	1564	_S22:	DB	0H,0H,1H,1H,2H,2H,4H,7H
0F54 02020407				
0F58 C1C06060	1565	_S23:	DB	0C1H,0C0H,60H,60H,60H,30H,30H,0F0H
0F5C 603030F0				
0F60 C1E07078	1566	_S24:	DB	0C1H,0E0H,70H,78H,58H,4CH,46H,43H
0F64 584C4643				
0F68 6030180E	1567	_S25:	DB	60H,30H,18H,0EH,0H,0H,0H,0H
0F6C 00000000				
0F70 3030180F	1568	_S26:	DB	30H,30H,18H,0FH,0H,0H,0H,0H
0F74 00000000				
0F78 21214187	1569	_S27:	DB	21H,21H,41H,87H,0H,0H,0H,0H
0F7C 00000000				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0F80 1C1C08C9	1570	_S28:	DB	1CH,1CH,8H,0C9H,0H,0H,0H,0H
0F84 00000000				
0F88 606060F8	1571	_S29:	DB	60H,60H,60H,0F8H,0H,0H,0H,0H
0F8C 00000000				
0F90 0408183C	1572	_S30:	DB	4H,8H,18H,3CH,0H,0H,0H,0H
0F94 00000000				
0F98 18181C3F	1573	_S31:	DB	18H,18H,1CH,3FH,0H,0H,0H,0H
0F9C 00000000				
0FA0 404040F0	1574	_S32:	DB	40H,40H,40H,0F0H,0H,0H,0H,0H
0FA4 00000000				
0FA8 F0404040	1575	_S33:	DB	0F0H,40H,40H,40H,40H,40H,41H,41H
0FAC 40404141				
0FB0 30305858	1576	_S34:	DB	30H,30H,58H,58H,98H,8CH,0CH,0FCH
0FB4 988C0CFC				
0FB8 7E181818	1577	_S35:	DB	7EH,18H,18H,18H,18H,18H,18H,18H
0FBC 18181818				
0FC0 0F030100	1578	_S36:	DB	0FH,3H,1H,0H,0H,0H,0H,0H
0FC4 00000000				
0FC8 C70182C4	1579	_S37:	DB	0C7H,1H,82H,0C4H,0C4H,68H,30H,30H
0FCC C4683030				
0FD0 BF202001	1580	_S38:	DB	0BFH,20H,20H,1H,1H,3H,6H,0CH
0FD4 0103060C				
0FD8 FF63C383	1581	_S39:	DB	0FFH,63H,0C3H,83H,83H,3H,3H,3H
0FDC 83030303				
0FE0 FD040410	1582	_S40:	DB	0FDH,4H,4H,10H,10H,0F0H,10H,10H
0FE4 10F01010				
0FE8 C1C2C64F	1583	_S41:	DB	0C1H,0C2H,0C6H,4FH,0H,0H,0H,0H
0FEC 00000000				
0FF0 0606070F	1584	_S42:	DB	6H,6H,7H,0FH,0H,0H,0H,0H
0FF4 00000000				
0FF8 181818FF	1585	_S43:	DB	18H,18H,18H,0FFH,0H,0H,0H,0H
0FFC 00000000				
1000 101020E0	1586	_S44:	DB	10H,10H,20H,0E0H,0H,0H,0H,0H
1004 00000000				
1008 303030FC	1587	_S45:	DB	30H,30H,30H,0FCH,0H,0H,0H,0H
100C 00000000				
1010 1818307F	1588	_S46:	DB	18H,18H,30H,7FH,0H,0H,0H,0H
1014 00000000				
1018 031333EF	1589	_S47:	DB	3H,13H,33H,0EFH,0H,0H,0H,0H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

101C 00000000				
1020 000404FD	1590	_S48:	DB	0H,4H,4H,0FDH,0H,0H,0H,0H
1024 00000000				
1028 FE636161	1591	_S49:	DB	0FEH,63H,61H,61H,61H,63H,7CH,66H
102C 61637C66				
1030 00008080	1592	_S50:	DB	0H,0H,80H,80H,0H,0H,0H,0H
1034 00000000				
1038 636160F8	1593	_S51:	DB	63H,61H,60H,0F8H,0H,0H,0H,0H
103C 00000000				
1040 0080C070	1594	_S52:	DB	0H,80H,0C0H,70H,0H,0H,0H,0H
1044 00000000				
1048 FC303030	1595	_U1:	DB	0FCH,30H,30H,30H,30H,30H,30H,30H
104C 30303030				
1050 F8212323	1596	_U2:	DB	0F8H,21H,23H,23H,21H,20H,20H,20H
1054 21202020				
1058 F48C0404	1597	_U3:	DB	0F4H,8CH,4H,4H,0C0H,0F0H,3CH,0EH
105C C0F03C0E				
1060 FD303030	1598	_U4:	DB	0FDH,30H,30H,30H,30H,30H,30H,30H
1064 30303030				
1068 83C0E0F0	1599	_U5:	DB	83H,0C0H,0E0H,0F0H,0B0H,98H,8CH,86H
106C B0988C86				
1070 E0838684	1600	_U6:	DB	0E0H,83H,86H,84H,8CH,8CH,8CH,8CH
1074 8C8C8C8C				
1078 F20E0202	1601	_U7:	DB	0F2H,0EH,2H,2H,0H,1FH,6H,6H
107C 001F0606				
1080 3030180F	1602	_U8:	DB	30H,30H,18H,0FH,0H,0H,0H,0H
1084 00000000				
1088 22234382	1603	_U9:	DB	22H,23H,43H,82H,0H,0H,0H,0H
108C 00000000				
1090 06068C78	1604	_U10:	DB	6H,6H,8CH,78H,0H,0H,0H,0H
1094 00000000				
1098 303030FD	1605	_U11:	DB	30H,30H,30H,0FDH,0H,0H,0H,0H
109C 00000000				
10A0 878381E0	1606	_U12:	DB	87H,83H,81H,0E0H,0H,0H,0H,0H
10A4 00000000				
10A8 86868380	1607	_U13:	DB	86H,86H,83H,80H,0H,0H,0H,0H
10AC 00000000				
10B0 0606867C	1608	_U14:	DB	6H,6H,86H,7CH,0H,0H,0H,0H
10B4 00000000				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10B8 FFC68606	1609	_T1:	DB	0FFH,0C6H,86H,6H,6H,6H,6H,6H
10BC 06060606				
10C0 FF331302	1610	_T2:	DB	0FFH,33H,13H,2H,2H,2H,2H,2H
10C4 02020202				
10C8 008181C2	1611	_T3:	DB	0H,81H,81H,0C2H,0C2H,44H,64H,64H
10CC C2446464				
10D0 F1C3C6C6	1612	_T4:	DB	0F1H,0C3H,0C6H,0C6H,0C3H,0C1H,0C0H,0C0H
10D4 C3C1C0C0				
10D8 E8180808	1613	_T5:	DB	0E8H,18H,8H,8H,80H,0E0H,78H,1CH
10DC 80E0781C				
10E0 03040800	1614	_T6:	DB	3H,4H,8H,0H,0H,1H,0H,0H
10E4 00010000				
10E8 C1E26460	1615	_T7:	DB	0C1H,0E2H,64H,60H,0C0H,0E0H,70H,30H
10EC C0E07030				
10F0 E0713133	1616	_T8:	DB	0E0H,71H,31H,33H,33H,23H,43H,0C3H
10F4 332343C3				
10F8 F098080C	1617	_T9:	DB	0F0H,98H,8H,0CH,0DH,0DH,0DH,0DH
10FC 0D0D0D0D				
1100 1E61C080	1618	_T10:	DB	1EH,61H,0C0H,80H,80H,80H,80H,80H
1104 80808080				
1108 43C34447	1619	_T11:	DB	43H,0C3H,44H,47H,7H,1H,0H,0H
110C 07010000				
1110 E3C6040C	1620	_T12:	DB	0E3H,0C6H,4H,0CH,0CCH,0CCH,6CH,2CH
1114 CCCC6C2C				
1118 C0602030	1621	_T13:	DB	0C0H,60H,20H,30H,30H,30H,30H,30H
111C 30303030				
1120 0606061F	1622	_T14:	DB	6H,6H,6H,1FH,0H,0H,0H,0H
1124 00000000				
1128 0202028F	1623	_T15:	DB	2H,2H,2H,8FH,0H,0H,0H,0H
112C 00000000				
1130 38381090	1624	_T16:	DB	38H,38H,10H,90H,0H,0H,0H,0H
1134 00000000				
1138 C4C6C7F4	1625	_T17:	DB	0C4H,0C6H,0C7H,0F4H,0H,0H,0H,0H
113C 00000000				
1140 0C0C18F0	1626	_T18:	DB	0CH,0CH,18H,0F0H,0H,0H,0H,0H
1144 00000000				
1148 00000C0F	1627	_T19:	DB	0H,0H,0CH,0FH,0H,0H,0H,0H
114C 00000000				
1150 30316387	1628	_T20:	DB	30H,31H,63H,87H,0H,0H,0H,0H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1154 00000000
 1158 8309F9F0 1629 _T21: DB 83H,9H,0F9H,0F0H,0H,0H,0H,0H
 115C 00000000
 1160 0D0898F0 1630 _T22: DB 0DH,8H,98H,0F0H,0H,0H,0H,0H
 1164 00000000
 1168 80C0603F 1631 _T23: DB 80H,0C0H,60H,3FH,0H,0H,0H,0H
 116C 00000000
 1170 00408C0F 1632 _T24: DB 0H,40H,8CH,0FH,0H,0H,0H,0H
 1174 00000000
 1178 2C244683 1633 _T25: DB 2CH,24H,46H,83H,0H,0H,0H,0H
 117C 00000000
 1180 302060C0 1634 _T26: DB 30H,20H,60H,0C0H,0H,0H,0H,0H
 1184 00000000
 . 1635
 0000= 1636 END



8051 CROSS-ASSEMBLER (1.3) (C) 1987, 1989 BINARY TECHNOLOGY

CDP.ASM

BB = 0010	BMULH = 003C	BMULL = 003B	BMULS = 003D	BUFF = 001B
BUFFH = 003A	BUFFL = 0039	CCD = 0910	CCD1 = 0920	CCD2 = 0927
CCD3 = 0938	CLS = 0505	CONV = 0B23	COX = 05DC	COX_1 = 05E2
CPORT = E0E3	CRAM = 05E6	CRAM_1 = 05EB	CSHS = 07FB	CWVLI = 0850
CWVLI1 = 085A	DECE = 0B0F	DECE1 = 0B22	DELAY = 0B7F	DELAY1 = 0B8D
DELAY2 = 0B9B	DELAY3 = 0BAD	DELAY4 = 0BBF	DELAY5 = 0BD1	DELAY6 = 0BE3
DELAY7 = 0BF5	DLY2 = 0BA2	DLY3 = 0BB4	DLY4 = 0BC6	DLY5 = 0BD8
DLY6 = 0BEA	DLY7 = 0BFA	DOWN = 0703	DOWN1 = 070A	DOWN2 = 072D
DOWNE = 073C	DSK51 = 08CA	FFT = 08DC	FFT1 = 08E5	FFT2 = 08F8
GETK = 0600	GETK1 = 0615	GETK1_1 = 061C	GETK2 = 062B	GETK3 = 063B
GETK3_1 = 065A	GETK3_2 = 0678	GETK3_3 = 0693	GETK3_4 = 06AE	GETK4 = 06BD
GETKE = 06C7	GK3 = 064B	GK3_1 = 0669	GK3_2 = 0684	GK3_3 = 069F
HEDA = 0AAF	HEDA1 = 0ACB	HEDA2 = 0AC3	HEDA3 = 0AD2	HEDA4 = 0AD9
HEDA5 = 0AE5	HEDA6 = 0AC5	HFC = 002F	HFF = 002E	HFFTH = 0030
HFFTL = 0031	HLI_1 = 05BE	HLINE = 05B2	HLINE1 = 05B5	HLL = 0017
IN = 0070	INCE = 0AFB	INCE1 = 0B0E	JJJ = 013E	LIFT = 073E
LIFT1 = 0745	LIFT2 = 0767	LIFT3 = 0768	LIFTE = 0786	LOGO = 019C
MFFT = 0032	MULS = 0A94	OUT = 0078	PORTA = E0E0	PORTB = E0E1
PORTC = E0E2	RBUFF = 001A	READ = 08C1	REDI = 088F	REDI1 = 089A
RIGHT = 0788	RIGHT1 = 0793	RIGHT2 = 07B5	RIGHT3 = 07B6	RIGHTE = 07D4
RLO = 0154	RTT = 03E9	SBUFF = 0019	SE_0 = 0B2A	SE_1 = 0B33
SE_2 = 0B3C	SE_3 = 0B45	SE_4 = 0B4E	SE_5 = 0B57	SE_6 = 0B60
SE_7 = 0B69	SE_8 = 0B72	SE_9 = 0B7B	SE_R = 0B7E	SENN = 0A70
SENUM = 0B2A	SF_1 = 0571	SF_A = 058B	SF_A1 = 059A	SFD = 093C
SFD1 = 0948	SFD1_1 = 094E	SFD2 = 0966	SFD3 = 0972	SFD3_1 = 097E
SFD3_2 = 098C	SFD3_3 = 0995	SFD4 = 0999	SFD5 = 09A9	SFD5_1 = 09B7
SFD5_2 = 09BA	SFD6 = 09C0	SFD7 = 09C3	SFONT = 055E	SFSORT = 04FC
SFV = 0A0C	SFV1 = 0A1B	SFV2 = 0A47	SFV3 = 0A4D	SFV4 = 0A55
SHS = 07D6	SLO = 0169	SO_1 = 0546	SORT1 = 050C	SORT2 = 0514
SORT3 = 0528	SORT4 = 053B	SRAM = 05F3	SRAM_1 = 05F8	START = 0100
SVFV = 09C7	SVV = 09C7	SVV1 = 09CC	UP = 06C9	UP1 = 06D0
UPE = 0701	VLI_1 = 05D3	VLINE = 05C7	VLINE1 = 05CA	VLL = 0018
WHLI = 0820	WHLI1 = 0822	WHLI2 = 0824	WHLI3 = 082A	WVLI = 083F
WVLI1 = 083F	WVLI2 = 0847	WYDI = 085F	WYDI1 = 0861	XF = 0011
XHT = 0034	XLT = 0033	XMT = 08B9	XXT = 0037	YF = 0014

YHT = 0036	YLT = 0035	YYT = 0038	_11 = 0E58	_12 = 0E60
_13 = 0E68	_14 = 0E70	_61 = 0E78	_62 = 0E80	_63 = 0E88
_64 = 0E90	_CF = 0DE8	_D1 = 0E38	_D2 = 0E40	_D3 = 0E48
_D4 = 0E50	_E1 = 0E18	_E2 = 0E20	_E3 = 0E28	_E4 = 0E30
_F0 = 0D00	_F1 = 0D08	_F2 = 0D10	_F3 = 0D18	_F4 = 0D20
_F5 = 0D28	_F6 = 0D30	_F7 = 0D38	_F8 = 0D40	_F9 = 0D48
_FA = 0D50	_FBK = 0E00	_FBL = 0DF0	_FBR = 0DF8	_FC = 0D58
_FE = 0D60	_FF = 0D68	_FG = 0D70	_FH = 0D78	_FI = 0D80
_FL = 0D88	_FN = 0D90	_FO = 0D98	_FOO = 0DE0	_FQ = 0DA0
_FR = 0DA8	_FS = 0DB0	_FT = 0DB8	_FU = 0DC0	_FV = 0DC8
_FY = 0DD0	_N1 = 0E08	_N3 = 0E10	_OO1 = 0E98	_OO2 = 0EA0
_S1 = 0EA8	_S10 = 0EF0	_S11 = 0EF8	_S12 = 0F00	_S13 = 0F08
_S14 = 0F10	_S15 = 0F18	_S16 = 0F20	_S17 = 0F28	_S18 = 0F30
_S19 = 0F38	_S2 = 0EB0	_S20 = 0F40	_S21 = 0F48	_S22 = 0F50
_S23 = 0F58	_S24 = 0F60	_S25 = 0F68	_S26 = 0F70	_S27 = 0F78
_S28 = 0F80	_S29 = 0F88	_S3 = 0EB8	_S30 = 0F90	_S31 = 0F98
_S32 = 0FA0	_S33 = 0FA8	_S34 = 0FB0	_S35 = 0FB8	_S36 = 0FC0
_S37 = 0FC8	_S38 = 0FD0	_S39 = 0FD8	_S4 = 0EC0	_S40 = 0FE0
_S41 = 0FE8	_S42 = 0FF0	_S43 = 0FF8	_S44 = 1000	_S45 = 1008
_S46 = 1010	_S47 = 1018	_S48 = 1020	_S49 = 1028	_S5 = 0EC8
_S50 = 1030	_S51 = 1038	_S52 = 1040	_S6 = 0ED0	_S7 = 0ED8
_S8 = 0EE0	_S9 = 0EE8	_T1 = 10B8	_T10 = 1100	_T11 = 1108
_T12 = 1110	_T13 = 1118	_T14 = 1120	_T15 = 1128	_T16 = 1130
_T17 = 1138	_T18 = 1140	_T19 = 1148	_T2 = 10C0	_T20 = 1150
_T21 = 1158	_T22 = 1160	_T23 = 1168	_T24 = 1170	_T25 = 1178
_T26 = 1180	_T3 = 10C8	_T4 = 10D0	_T5 = 10D8	_T6 = 10E0
_T7 = 10E8	_T8 = 10F0	_T9 = 10F8	_U1 = 1048	_U10 = 1090
_U11 = 1098	_U12 = 10A0	_U13 = 10A8	_U14 = 10B0	_U2 = 1050
_U3 = 1058	_U4 = 1060	_U5 = 1068	_U6 = 1070	_U7 = 1078
_U8 = 1080	_U9 = 1088	_Z = 0DD8		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

00001 ---- ---- ;-----;
00002 ---- ---- ; This is the source code for the DSK spectrum analyzer. ;
00003 ---- ---- ; Assemble using the DSK5A assembler and execute the DSK ;
00004 ---- ---- ; loader to load and run the application on your PC. ;
00005 ---- ---- ;-----;
00006 ---- ---- .mmregs
00007 ---- 0400 FFT_S .set 1024
00008 ---- 03ff FFT_S-1 .set 1023
00009 ---- 0200 FFT_S/2 .set 512
00010 ---- 01ff (FFT_S/2)-1 .set 511
00011 ---- ----
00012 ---- ---- ;-----;
00013 ---- 0070 B51 .set 70h
00014 ---- 0006 TA .set 6 ; Auxin ----+ +---- Loopback
00015 ---- 0006 RA .set 6 ; Synch --+ | | +- BP Filter
00016 ---- 0001 TAp .set 1 ; | | | |
00017 ---- 0001 RAp .set 1 ;+-----+-----+
00018 ---- 0012 TB .set 18 ;|00 00 G1 G0 | SY AX LB BP|
00019 ---- 0012 RB .set 18 ;+-----+-----+
00020 ---- 0080 AIC_CMD .set 080h ; GAIN
00021 ---- 0f00 .ds 0f00h
00022 0f00 0000 TEMP .word 0 ;location of TEMPorary storage
00023 0f01 0000 ACCU_lo .word 0 ;
00024 0f02 0000 ACCU_hi .word 0 ;
00025 0f03 0000 STAT1 .word 0 ;STAT1 storage
00026 ---- ---- ;-----;
00027 ---- 080a .ps 080ah
00028 080a 7980 B RINT ;0A; Serial port receive interrupt RINT
080b 0000
00029 080c 7980 B XINT ;0C; Serial port transmit interrupt XINT
080d 0000

```

```

00030 ---- * *****
00031 ---- * TMS32C05X INITIALIZATION *
00032 ---- * This routine initializes the C5x registers, internal RAM and *
00033 ---- * external RAM from xxxx to FFFF *
00034 ---- * *****
00035 ---- 0a00 .ps 0a00h
00036 ---- .entry
>>>> ENTRY POINT SET TO 0a00
00037 0a00 be41 start setc INTM ; Disable interrupts
00038 0a01 bc00 ldp #0 ; Set data page pointer
00039 0a02 ae07 splk #830h,PMST ; 9K on-chip RAM as Data, No ROM
0a03 0830
00040 0a04 b900 lacl #0 ; Set Wait State Control Register
00041 0a05 882a samm CWSR ; for 0 waits in pgm & data memory
00042 0a06 8828 samm PDWSR ;
00043 0a07 9070 sacl B51
00044 ---- *
00045 ---- * initialize and reset serial port
00046 ---- *
00047 0a08 ae26 splk #20h,TCR
0a09 0020
00048 0a0a ae25 splk #1,PRD
0a0b 0001
00049 0a0c 8b88 mar *,AR0
00050 0a0d b908 lacl #08h ; set FSM bit for FSX/FSR per frame
00051 0a0e 8822 samm spc ; Configure for 16 bit mode with
00052 0a0f b9c8 lacl #0C8h ; external CLKX, reset tx and rx
00053 0a10 8822 samm spc
00054 0a11 0820 lamm drr ; clear first int

```

```

00055 0a12 bf80      lacc      #0080h
          0a13 0080
00056 0a14 9821      sach      dxr                ; clear first int
00057 0a15 9005      sacl      GREG              ; Pulse AIC reset by setting it low
00058 0a16 bf08      lar       AR0,#0FFFFFFh
          0a17 ffff
00059 0a18 bec4      rpt       #10000            ; and taking it high after 1000
cycles
          0a19 2710
00060 0a1a 1088      lacc      *,0,AR0          ; (.5ms at 50ns)
00061 0a1b 9805      sach      GREG
00062 0a1c be47      setc      SXM
00063 0a1d be43      setc      OVM
00064 ---- ----      ;-----
00065 0a1e b700      lar       AR7,#0            ;Buffer initially filled
00066 0a1f 7a80      call      AIC_SET          ; DO NOT CHANGE DP WITHOUT
RESTORING IT!
          0a20 0000
00067 0a21 b910      lacl      #010h            ; RINT
00068 0a22 8804      samm     IMR                ;
00069 0a23 bc1e      ldp       #TEMP
00070 0a24 bf08 FFT:  lar       AR0,#FFT_S/2      ;
          0a25 0200
00071 0a26 8b88      mar       *,AR0            ;start FFT with AR0=FFTSIZE
00072 0a27 bf09 new_stg: lar       AR1,#_D_base      ;AR1 is the TOP BFLY address
          0a28 0000
00073 0a29 bf0a      lar       AR2,#_D_base      ;AR2 is the BOT BFLY address
          0a2a 0000
00074 0a2b bf0b      lar       AR3,#_T_base+1    ;AR3 is the TWiddle pointer
          0a2c 0000
00075 0a2d bf0c      lar       AR4,#FFT_S/2      ;AR4 counts DFT blocks

```

```

0a2e 0200
00076 0a2f 7989      b      n_DFT2,* ,AR1      ;
0a30 0000
00077 0a31 8bfd DFT:  mar      *BR0+ ,AR5      ;complete circular buffer for TW's
00078 0a32 b501      lar      AR5,#1          ;set up DFT loop with *BR0+/BANZ
00079 0a33 8bf9      mar      *BR0+ ,AR1      ;using 1 cuts *BR0+ loop in half!
00080 ---- ----      ;-----
00081 ---- ----      ; AR1=Top AR2=Bottom
AR3=Twiddle
00082 ---- ----      ;-----
00083 0a34 1e8a BFLY:  lacc     *,14,AR2        ;(imag1+imag2)/4
00084 0a35 2e89      add     *,14,AR1        ;
00085 0a36 99aa      sach   *+,1 ,AR2        ;store TOP imag
00086 0a37 3f80      sub     *,15            ;(imag1-imag2)/2
00087 0a38 99a9      sach   *+,1 ,AR1        ;store BOT imag
00088 0a39 1e8a      lacc   *,14,AR2        ;(real1+real2)/4
00089 0a3a 2e89      add     *,14,AR1        ;
00090 0a3b 99aa      sach   *+,1 ,AR2        ;store TOP real
00091 0a3c 3f80      sub     *,15            ;(real1-real2)/2
00092 0a3d 998d      sach   *,1,AR5         ;store BOT real
00093 0a3e 7bfb      banz   OK,*BR0+ ,AR3    ;If at DFT end quit early
0a3f 0000
00094 ---- ----      ;-----
00095 0a40 8baa      mar    *+,AR2          ;clean up TW base (xxx0000+1)
00096 0a41 8ba0      mar    *+              ;modify BOTom DATA pointer
00097 0a42 8be0      mar    *0+             ;
00098 0a43 8be9      mar    *0+ ,AR1       ;
00099 0a44 8be0 n_DFT2: mar    *0+              ;modify the TOP pointer
00100 0a45 8bec      mar    *0+ ,AR4       ;
00101 0a46 7bdb      banz   DFT,*0- ,AR3    ;dec DFT block count AR4 by OFFset
0a47 0a31

```

```

00102 0a48 8b88      mar      *,AR0          ;
00103 0a49 8bf0      mar      *BR0+        ;
00104 0a4a 7b80      banz     new_stg,*    ;if OFFset was 1, now cleared
      0a4b 0a27
00105 0a4c 7980      b        endFFT      ;
      0a4d 0000
00106 ---- ----      ;-----
00107 0a4e 739a OK    lt       *-,AR2      ;TREG=TWR  *NOTE* Twiddles are
Q15
00108 0a4f 5490      mpy     *-          ;PREG=REAL*TWR
00109 0a50 71ab      ltp     *+,AR3      ;TREG=IMAG  ACCU=REAL*TWR
00110 0a51 5480      mpy     *          ;PREG=IMAG*TWI  AR2=R
AR3=I
00111 0a52 74aa      lts     *+,AR2      ;TREG=TWI  ACCU=REAL*TWR-
IMAG*TWI
00112 0a53 5480      mpy     *          ;PREG=REAL*TWI
00113 0a54 9990      sach    *-,1        ;
00114 0a55 718b      ltp     *,AR3      ;TREG=IMAG  ACCU=REAL*TWI
00115 0a56 54fa      mpy     *BR0+,AR2   ;PREG=IMAG*TWR
00116 0a57 be04      apac    ;           ;ACCU=IMAG*TWR+REAL*TWI
00117 0a58 99a0      sach    *+,1        ;
00118 0a59 79a9      b       BFLY,*+,AR1 ;
      0a5a 0a34
00119 ---- ----      ;-----
-----
00120 0a5b 8b8a endFFT: mar      *,AR2          ;Transform REAL & IMAG to log
magnitude
00121 0a5c bf0a      lar     AR2,#_D_base ;AR3=FFT data pointer
      0a5d 0000
00122 0a5e bf0b      lar     AR3,#FFT_S-1 ;AR5=FFT loop counter
      0a5f 03ff

```

```

00123 0a60 52a0 more_MAG sqra  *+          ;PREG=IMAG^2
00124 0a61 7180          ltp      *          ;TREG=REAL ACCU=IMAG^2
00125 0a62 5489          mpy     *,AR1      ;PREG=REAL^2
00126 0a63 be04          apac                    ;ACCU=REAL^2+IMAG^2
00127 0a64 b11f          lar     AR1,#31     ;NORMalize the accumulator
00128 0a65 bb1e          rpt     #30         ;use for other types of conversion
00129 0a66 a090          norm   *-          ;
00130 0a67 8b00          nop
00131 0a68 8b00          nop
00132 ---- ----      ;;      bnz     sig_NZ,*,AR2      ;if zero must return 0
00133 0a69 8b8a          mar     *,AR2
00134 0a6a e308          bcnd   sig_NZ,NEQ   ;if zero must return 0
          0a6b 0000
00135 0a6c b100          lar     AR1,#0      ;
00136 0a6d 9a80 sig_NZ sach   *,2      ;clear explicit 1.0 from mantissa
00137 0a6e 6980          lacl   *            ;load into accumulator and
00138 0a6f bfb0          and    #0FF80h     ; clear LSB's for AIC
          0a70 ff80
00139 0a71 8180          sar     AR1,*       ;append the exponent (AR5)
00140 0a72 6180          add    *,16         ;
00141 0a73 bfdf          xor    #020h,15    ;change to 2's compliment
          0a74 0020
00142 0a75 bb03          rpt     #3          ;jam result to top of ACCU
00143 0a76 be09          sfl                    ;
00144 0a77 9fab          sach   *,7,AR3     ;
00145 0a78 7b9a          banz   more_MAG,*-,AR2 ;keep going until all done
          0a79 0a60
00146 ---- ----          ;-----
00147 0a7a bf08 BITREV: lar     AR0,#FFT_S      ;Now perform Output bit reversal
          0a7b 0400
00148 0a7c bf09          lar     AR1,#_D_base ;by moving the magnitude, which

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0a7d 0000
00149 0a7e bf0a      lar      AR2,#_D_base+1      ;is in the REAL slots, into the
0a7f 0000
00150 0a80 bf0b      lar      AR3,#FFT_S-1      ;IMAG slots of the FFT data array
0a81 03ff
00151 0a82 10a0 more_BR:  lacc      *+                ;load the magnitude
00152 0a83 8ba9      mar      *+,AR1            ;
00153 0a84 90fb      sac1     *BR0+,0,AR3       ;move it to an open IMAG slot
00154 0a85 7b9a      banz     more_BR,*-,AR2    ;more data to move?
0a86 0a82
00155 -----      ;-----
00156 0a87 8b8f MOVE_IO:mar  *+,AR7            ;wait until buffer is full
00157 0a88 7b8a      banz     MOVE_IO,*-,AR2    ;(AR7 is decremented by ISR)
0a89 0a87
00158 0a8a bf0b      lar      AR3,#_D_base      ;AR3=FFT data pointer
0a8b 0000
00159 0a8c bf0c      lar      AR4,#_B_base      ;AR4=BUFF data pointer
0a8d 0000
00160 0a8e bf0d      lar      AR5,#(FFT_S/2)-1  ;AR5=FFT loop counter
0a8f 01ff
00161 0a90 bf0e      lar      AR6,#_B_base      ;AR6=ISR BUFF data pointer
0a91 0000
00162 0a92 ae70      splk     #0,B51
0a93 0000
00163 0a94 0c80      out      *,#0fff0h
0a95 0000
00164 0a96 bf0a      lar      ar2,#0fff0h
0a97 fff0
00165 0a98 bf80      lacc     #07ffDh          ;send synch when BUFF is full
0a99 7ff0
00166 0a9a 908a      sac1     *,0,ar2

```

```

00167 0a9b 0c80      out      *,#0fff0h
          0a9c 0000
00168 0a9d 8821      samm    DXR          ;
00169 0a9e bec4      rpt     #00800h     ;
          0a9f 0800
00170 0aa0 8b00      nop
00171 0aa1 bf0a      lar     AR2,#_T_base+1 ;AR2=WIN data pointer
          0aa2 0000
00172 0aa3 bf0f      lar     AR7,#FFT_S-1 ;AR7=ISR BUFF loop counter
          0aa4 03ff
00173 ---- ----      ;-----
00174 0aa5 bf08      lar     AR0,#FFT_S/2 ; Use twiddle table for raised
          0aa6 0200
00175 0aa7 bf81 more_IO: lacc    #04000h,1 ; cosine window
          0aa8 4000
00176 0aa9 20fc      add    *BR0+,0,AR4  ;
00177 0aaa be0a      sfr
00178 0aab 9000      sacl   TEMP        ;
00179 0aac 7300      lt     TEMP        ;TREG=WIN
00180 0aad 548b      mpy   *,AR3        ;PREG=IN*WIN
00181 0aae 698c      lacl  *,AR4        ;ACCU=magnitude (put in Buffer)
00182 0aaf 90ab      sacl  *+,0,AR3     ;
00183 0ab0 98a0      sach  *+           ;IMAG=0
00184 0ab1 be03      pac
00185 0ab2 99ad      sach  *+,1,AR5     ;REAL=IN (windowed buffer)
00186 0ab3 be40      clrc  INTM         ;1st BUFF posn clr so enable INT's
00187 0ab4 7b9a      banz  more_IO,*-,AR2 ;
          0ab5 0aa7
00188 0ab6 bf0d      lar     AR5,#(FFT_S/2)-1 ;AR5=FFT loop counter
          0ab7 01ff
00189 0ab8 bf81 more_IO2 lacc    #04000h,1 ; cosine window

```

```

0ab9 4000
00190 0aba 20cc      add      *BR0-,0,AR4      ;
00191 0abb be0a      sfr              ;
00192 0abc 9000      sacl      TEMP          ;
00193 0abd 7300      lt        TEMP          ;TREG=IN
00194 0abe 548b      mpy      * ,AR3         ;PREG=IN*WIN
00195 0abf 698c      lacl     * ,AR4         ;ACCU=magnitude (put in Buffer)
00196 0ac0 90ab      sacl     *+,0,AR3       ;
00197 0ac1 98a0      sach     *+             ;IMAG=0
00198 0ac2 be03      pac              ;
00199 0ac3 99ad      sach     *+,1,AR5       ;REAL=IN (windowed buffer)
00200 0ac4 7b9a      banz     more_IO2,*-,AR2 ;
      0ac5 0ab8
00201 0ac6 7980      b        FFT           ;
      0ac7 0a24
00202 ---- ----      ;-----
-----
00203 0ac8 be3a XINT  rete
00204 ---- ----      ;-----
-
00205 ---- ---- RINT: ;Recover the ARP from ARB (MON26
only)
00206 0ac9 ae70      splk     #0,B51
      0aca 0000
00207 0acb 0c70      out     B51,0fff0h
      0acc fff0
00208 0acd 8b8f      mar     * ,AR7         ;AR6 = current buffer position
00209 0ace 7b9e      banz     more_buf,*-,AR6 ;if buffer is full RET w/o EINT
      0acf 0000
00210 0ad0 b700      lar     AR7,#0         ;
00211 0ad1 be38      reti              ;

```

```

00212 ---- ---- more_buf ;
00213 0ad2 1080 lacc * ;
00214 0ad3 bfc0 or #1
0ad4 0001
00215 0ad5 9080 sacl *
00216 0ad6 8821 samm DXR ;
00217 0ad7 0820 lamm DRR ;
00218 0ad8 0c80 out *,0fff0h
0ad9 fff0
00219 0ada 90a0 sacl *+ ;store data from DRR
00220 0adb be3a rete ;
00221 ---- ---- *****
00222 0adc b920 AIC_SET: lacl #020h
00223 0add 8804 samm IMR ;XMIT interrupt
00224 0ade bf82 lacc #AIC_CMD,2 ;
0adf 0080
00225 0ae0 b803 add #03h ;
00226 0ae1 7a80 call AIC_2nd ;
0ae2 0000
00227 ---- ---- ;-----
00228 0ae3 bf89 lacc #TB,9 ;
0ae4 0012
00229 0ae5 bf92 add #RB,2 ;
0ae6 0012
00230 0ae7 b802 add #02h ;
00231 0ae8 7a80 call AIC_2nd ;
0ae9 0000
00232 ---- ---- ;-----
00233 0aea bf89 lacc #TA,9 ;
0aeb 0006
00234 0aec bf92 add #RA,2 ;

```

```

0aed 0006
00235 0aee 7a80      call    AIC_2nd      ;
0aef 0000
00236 ---- ----    ;-----
00237 0af0 ef00      ret              ;
00238 ---- ----    ;-----
-----
00239 ---- ---- AIC_2nd: ;
00240 0af1 9821      sach    DXR        ;
00241 0af2 be40      clrc   INTM        ;
00242 0af3 be22      idle   ;           ;
00243 0af4 bf9f      add    #6,15      ;0000 0000 0000 0011 XXXXX
XXXXX ;XXXXX XXXX b
0af5 0006
00244 0af6 9821      sach    DXR        ;
00245 ---- ---- ;    clrc   INTM        ;;;Unlike C2x, IDLE does NOT eint's!
00246 0af7 be22      idle   ;           ;ACCU_hi requests 2nd XMIT
00247 0af8 8821      samm   DXR        ;
00248 ---- ---- ;    clrc   INTM        ;;;
00249 0af9 be22      idle   ;           ;ACCU_lo sets up registers
00250 0afa b900      lacl   #0         ;
00251 0afb 8821      samm   DXR        ;make sure the word got sent
00252 ---- ---- ;    clrc   INTM        ;;;
00253 0afc be22      idle   ;           ;
00254 0afd be41      setc   INTM        ;
00255 0afe ef00      ret              ;
00256 ---- ----    ;-----
-----
00257 0aff be40 xmtbyte: clrc   intm
00258 0b00 be22      idle
00259 0b01 be4e      clrc   c           ; startbit=0

```

```

00260 0b02 b508      lar      ar5,#8          ; counter: 1 startbit+ 8 databits (+ 2
                                ; stopbits)
00261 0b03 e301 nextbit1 bcnd      snd0,nc          ; if c=1 send 1 else send 0
      0b04 0000
00262 0b05 be4d snd1   setc      xf              ; send one
00263 0b06 7980      b        snd
      0b07 0000
00264 0b08 be4c snd0   clrc      xf
00265 0b09 bec4 snd   rpt        #81eh          ; send one bit
      0b0a 081e
00266 0b0b 8b8d      mar        *,ar5
00267 0b0c be0d      ror              ; lsb(accum) -> carrybit
00268 0b0d 7b90      banz      nextbit1,*-      ; repeat for entire word (10 bits)
      0b0e 0b03
00269 ---- ----
00270 0b0f be4d      setc      xf
00271 0b10 bec4      rpt        #81eh
      0b11 081e
00272 0b12 8b00      nop
00273 0b13 bec4      rpt        #81eh
      0b14 081e
00274 0b15 8b00      nop
00275 0b16 be41      setc      intm
00276 0b17 ef00      ret
00277 ---- ----
                                ;-----
00278 ---- 1000      .ds 01000h
00279 ---- ----      .listoff
>>>>> FINISHED READING ALL FILES
>>>>> ASSEMBLY COMPLETE: ERRORS:0  WARNINGS:0

```

SYMBOLS

address name	address name
-----	-----
0000f00 TEMP	0000f01 ACCU_lo
0000f02 ACCU_hi	0000f03 STAT1
0000a00 start	0000a24 FFT
0000a27 new_stg	0000a31 DFT
0000a34 BFLY	0000a44 n_DFT2
0000a4e OK	0000a5b endFFT
0000a60 more_MAG	0000a6d sig_NZ
0000a7a BITREV	0000a82 more_BR
0000a87 MOVE_IO	0000aa7 more_IO
0000ab8 more_IO2	0000ac8 XINT
0000ac9 RINT	0000ad2 more_buf
0000adc AIC_SET	0000af1 AIC_2nd
0000aff xmtbyte	0000b03 nextbit1
0000b05 snd1	0000b08 snd0
0000b09 snd	0001000 _D_base
0001001 _D_base+1	0001800 _T_base
0001801 _T_base+1	0001c00 _B_base



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/*****
 *   This File user form conver File *.dsk           *
 *   To *.h                                         *
 *****/

#include <stdio.h>
#include <conio.h>

main(argc,argv)

int argc;
char *argv[];

{
FILE *Inputfile,*Outfile;
char i,j,Och,Ich[80],filename[10];
int line;

clrscr();
if(argc < 2) {
printf("\n Usage : Conver File .dsk to .h\n DSKHEX.EXE [file.dsk]");
exit(1);
}
/* Open input file */
if((Inputfile=fopen(argv[1],"rt"))==NULL) {
printf("Error in input File:");
exit(1);
}
sprintf(filename,"%s",argv[1]);
for(i=0;filename[i]!='.';i++);          /* change .dsk to .hex */
filename[++i] = 'H';

```

```

filename[++i] = ' ';
filename[++i] = ' ';

/* Open Output file */
if((Outfile=fopen(filename,"w+"))==NULL) {
    printf("Error in output File:");
    exit(1);
}
line = 1;
rewind(Inputfile);
fgets(Ich,80,Inputfile);
fgets(Ich,80,Inputfile);
fprintf(Outfile,"80\n");
do{
    Och = fgetc(Inputfile);
    if(Och=='.'||Och==EOF) break;
    if(Och=='9') Ich[0] = '0';
    else {
        printf("Input file error:");
        fclose(Inputfile);
        fclose(Outfile);
        remove(filename);
        exit(1);
    }
}
for(i=0;i<4;i++) Ich[i+2] = fgetc(Inputfile);
j = 0;
for(;;){
    Och = fgetc(Inputfile);
    if(Och=='7'||j>10) break;
    if(Och=='B') { j++; Ich[1] = '3'; }
    else if(Och=='M') { j++; Ich[1] = '2'; }
}

```

```

else {
    printf("Input file error:");
    fclose(Inputfile);
    fclose(Outfile);
    remove(filename);
    exit(1);
}
for(i=0;i<4;i++) {
    Ich[i+(j*4)+6] = fgetc(Inputfile);
}
}
if(j==0) { line--; }
else {
    for(i=6;i<9;i++) Ich[i] = '0';
    Ich[9] = 48+j-1;
    for(i=0;i<(j*4+10);i++) fputc(Ich[i],Outfile);
    fprintf(Outfile,"n"); }
    fgets(Ich,80,Inputfile);
    gotoxy(2,2);
    printf(" Lodeing... Line : %d",line++);

}while(!feof(Inputfile));
fclose(Inputfile);
fclose(Outfile);
}
□

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/*****
*      This HHEX51 uses to convers      *
*      file .h to .hex(MCS51)          *
*****/

#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

FILE *Infile,*Outfile;
char IOch[80],file_name[10],Baddr[4]={'1','0','0','0'};
int i,j,p,sum_totel,sum,line;
char conv(char code)
{
    if(isxdigit(code)) {
        if(isdigit(code)) {
            code -= 48;
        }
        else {
            if(isupper(code)) {
                code -= 55;
            }
            else code -= 87;
        }
    }
}
else {
    printf("\n error Input.");
    remove(file_name);
    exit(1);
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return code;
}

char hex_to_dec( char jj)
{
    if(jj>9) jj = jj+55;
    else
        jj = jj+48;
    return jj;
}

main(argc,argv)

int argc;
char *argv[];

{
    clrscr();
    if(argc < 2) {
        printf("\n Usage : Conver File .dsk to .h\n HEXH51.EXE [file.h] [startadd]");
        exit(1);
    }
    /* Open File input */
    if((Infile=fopen(argv[1],"rt"))==NULL) {
        printf("\n Error in input File:");
        exit(1);
    }
    sprintf(file_name,"%s",argv[1]);
    for(i=0;file_name[i]!='.':i++);          /*chand .h to .hex */
    file_name[++i] = 'H';
    file_name[++i] = 'E';
    file_name[++i] = 'X';

```

```

/*Open File output */
if((Outfile=fopen(file_name,"w+"))==NULL) {
    printf("\n Error in output File:");
    exit(1);
}
printf("\n Start Address: ");
gets(Baddr);
printf("\n");
strupr(Baddr);
line = 1;
rewind(Infile);
do{
    /*get char in file to IOch(32)*/
    sum_totel = 0;
    for(i=9;i<41;i+=2) {
        IOch[i] = fgetc(Infile);
        if(IOch[i]==EOF) break;
        if(IOch[i]==0x0d || IOch[i]==0x0a) {
            i -= 2;
            continue;
        }
        sum = conv(IOch[i])<<4;
        IOch[i+1] = fgetc(Infile);
        sum_totel += (sum | conv(IOch[i+1]));
    }
    p = i;
    i = (i-9)/2;
    sum_totel = (sum_totel+i+(conv(Baddr[0])<<4)+conv(Baddr[1]));
    sum_totel = (0 - (sum_totel+(conv(Baddr[2])<<4)+conv(Baddr[3]))) & 0xff;
    IOch[p] = sum_totel>>4;
    IOch[p] = hex_to_dec(IOch[p]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

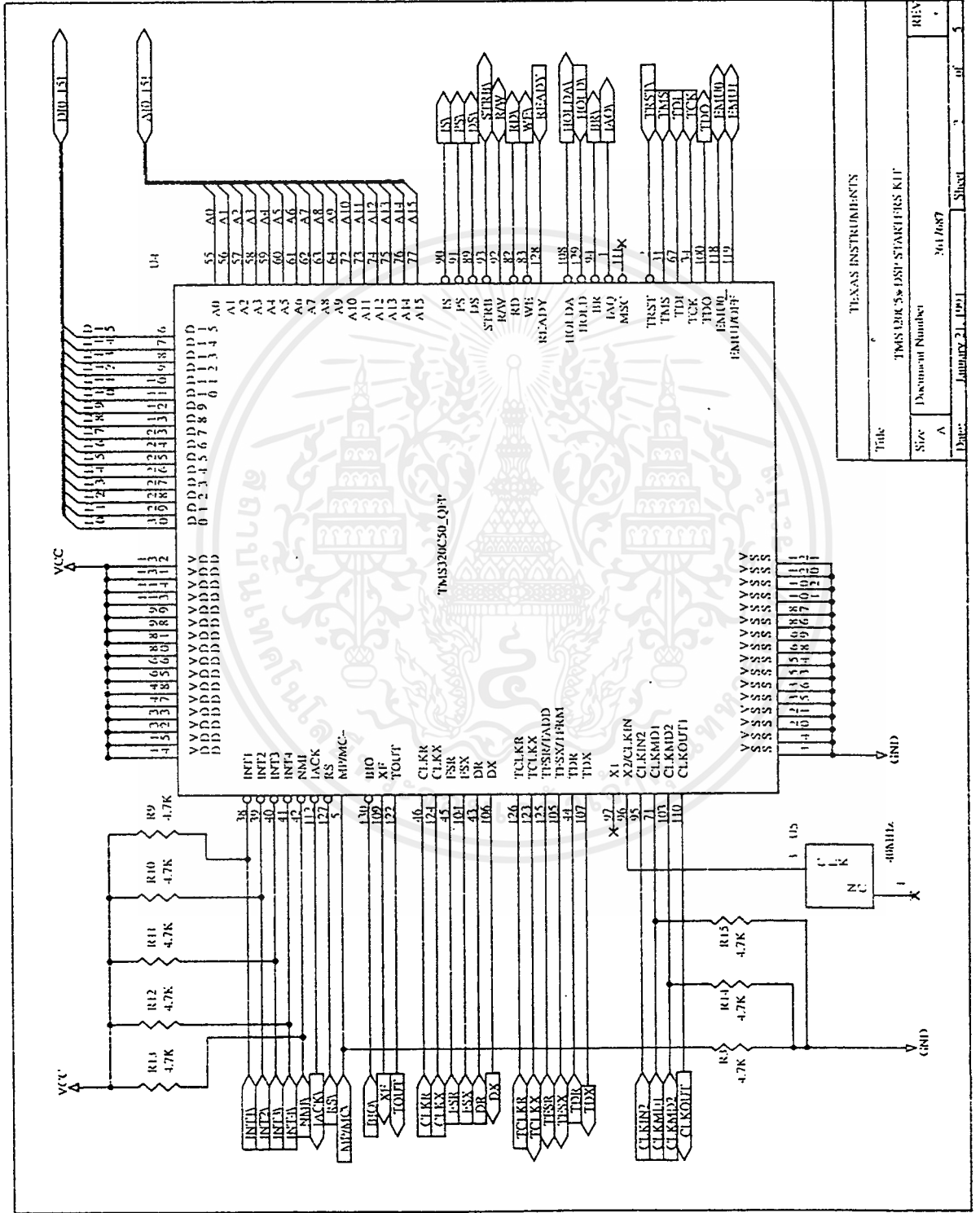
```

IOch[p+1] = sum_totel&0xf;
IOch[p+1] = hex_to_dec(IOch[p+1]);
IOch[0] = ':';
IOch[1] = i>>4;
IOch[1] = hex_to_dec(IOch[1]);
IOch[2] = i&0xf;
IOch[2] = hex_to_dec(IOch[2]);
for(j=3;j<7;j++)
    IOch[j] = Baddr[j-3];
j = ((conv(Baddr[0])<<12)|(conv(Baddr[1])<<8)|(conv(Baddr[2])<<4));
if(j>0xffff) {
    printf("\n Out of address ?");
    exit(1);
}
j += 0x10;
Baddr[2] = ((j>>4)&0xf);
Baddr[2] = hex_to_dec(Baddr[2]);
Baddr[1] = ((j>>8)&0xf);
Baddr[1] = hex_to_dec(Baddr[1]);
Baddr[0] = ((j>>12)&0xf);
Baddr[0] = hex_to_dec(Baddr[0]);
IOch[7] = '0';
IOch[8] = '0';
for(j=0;j<(i*2+11);j++) fputc(IOch[j],Outfile);
fprintf(Outfile,"\n");
printf("\r Lodeing... Line : %d",line++);
}while(!feof(Infile));
fclose(Infile);
fclose(Outfile);
}

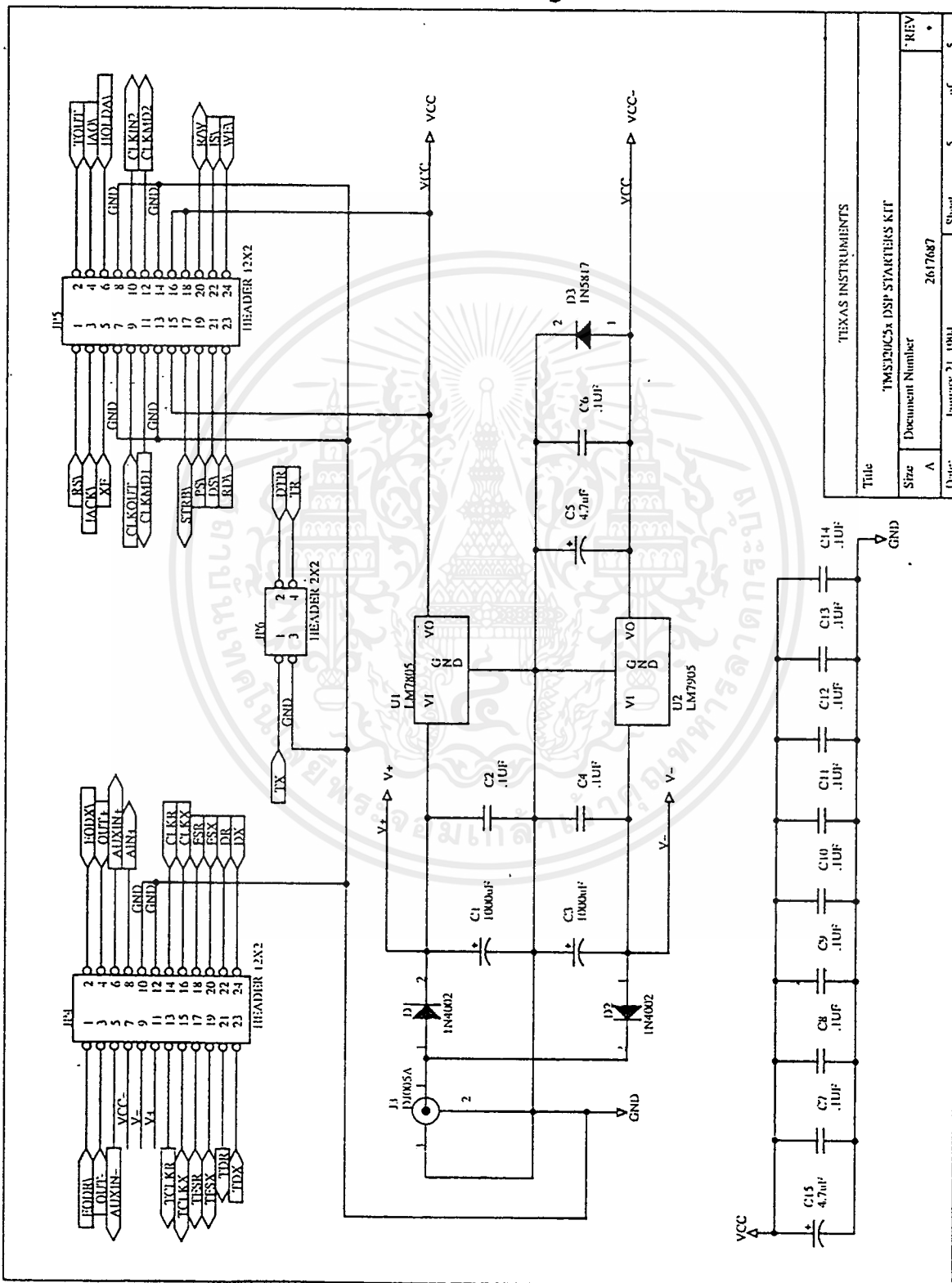
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



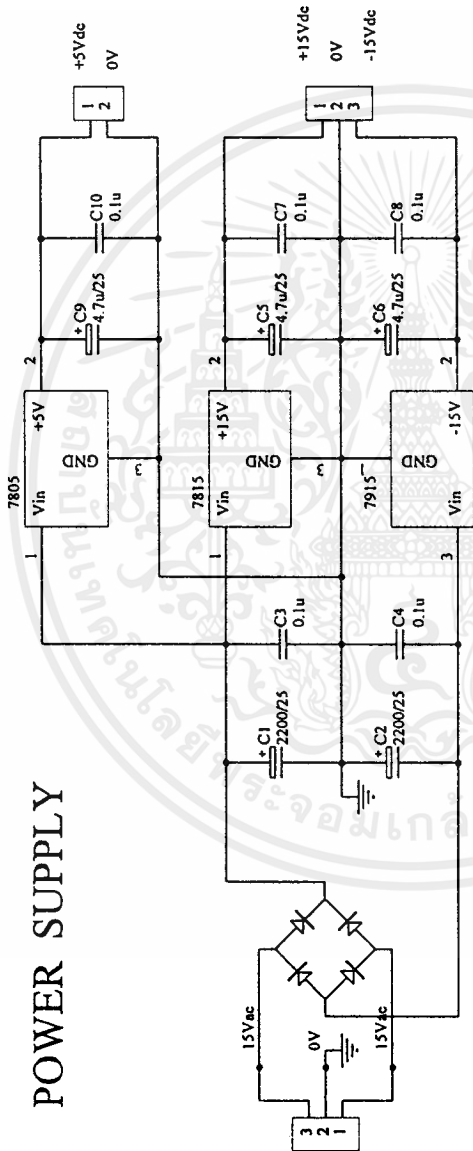
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		TEXAS INSTRUMENTS	
Size		A	
Document Number		2617687	
Date:		January 21, 1994	Sheet 5 of 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POWER SUPPLY



Title

POWER SUPPLY

Revision

Number

A4

Sheet of

15-Dec-1995

Date:

File:

C:\DATA\PROJECT\TLAREGT\SCHEM\

Drawn By: PAKORN

4

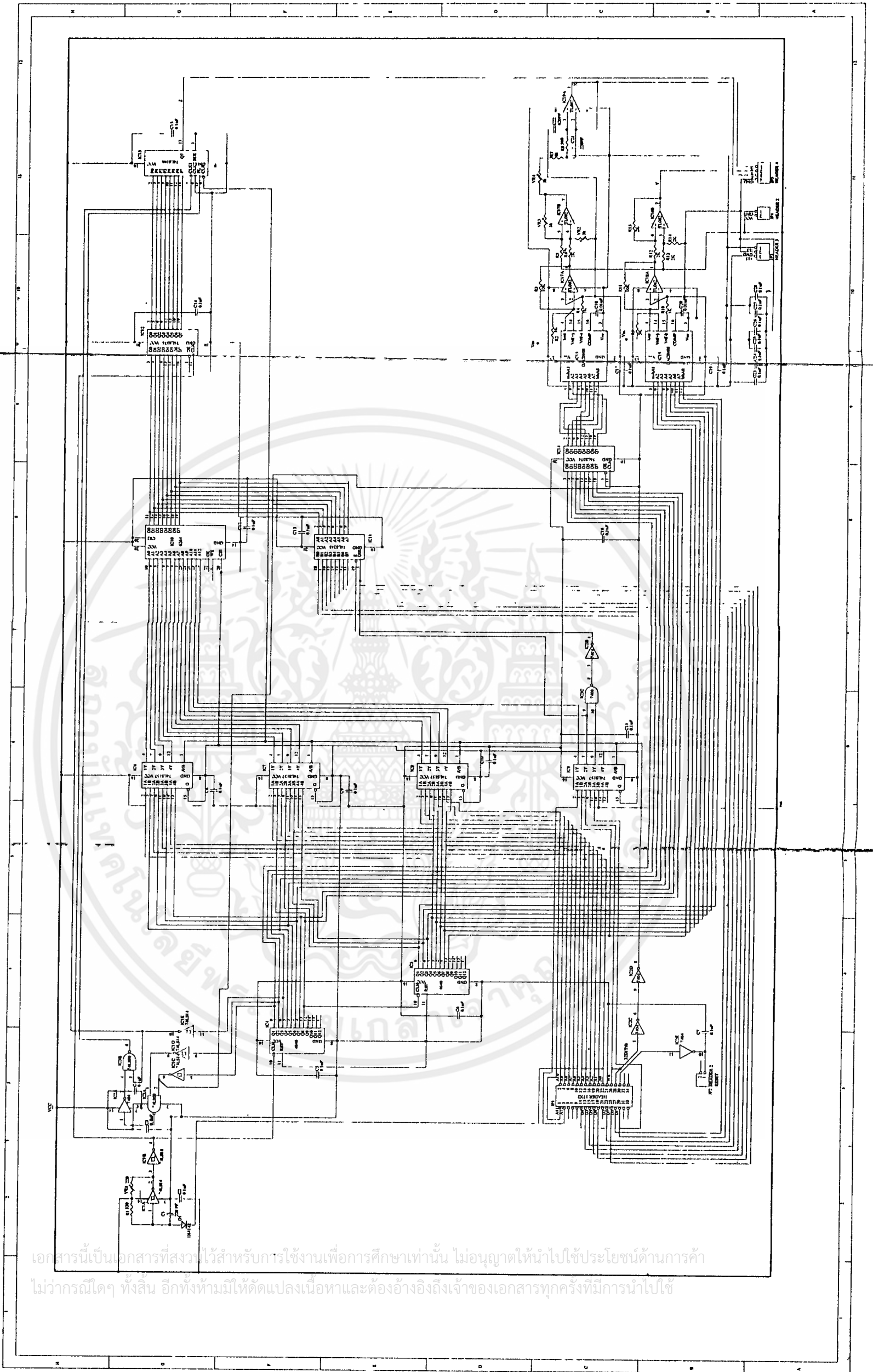
3

2

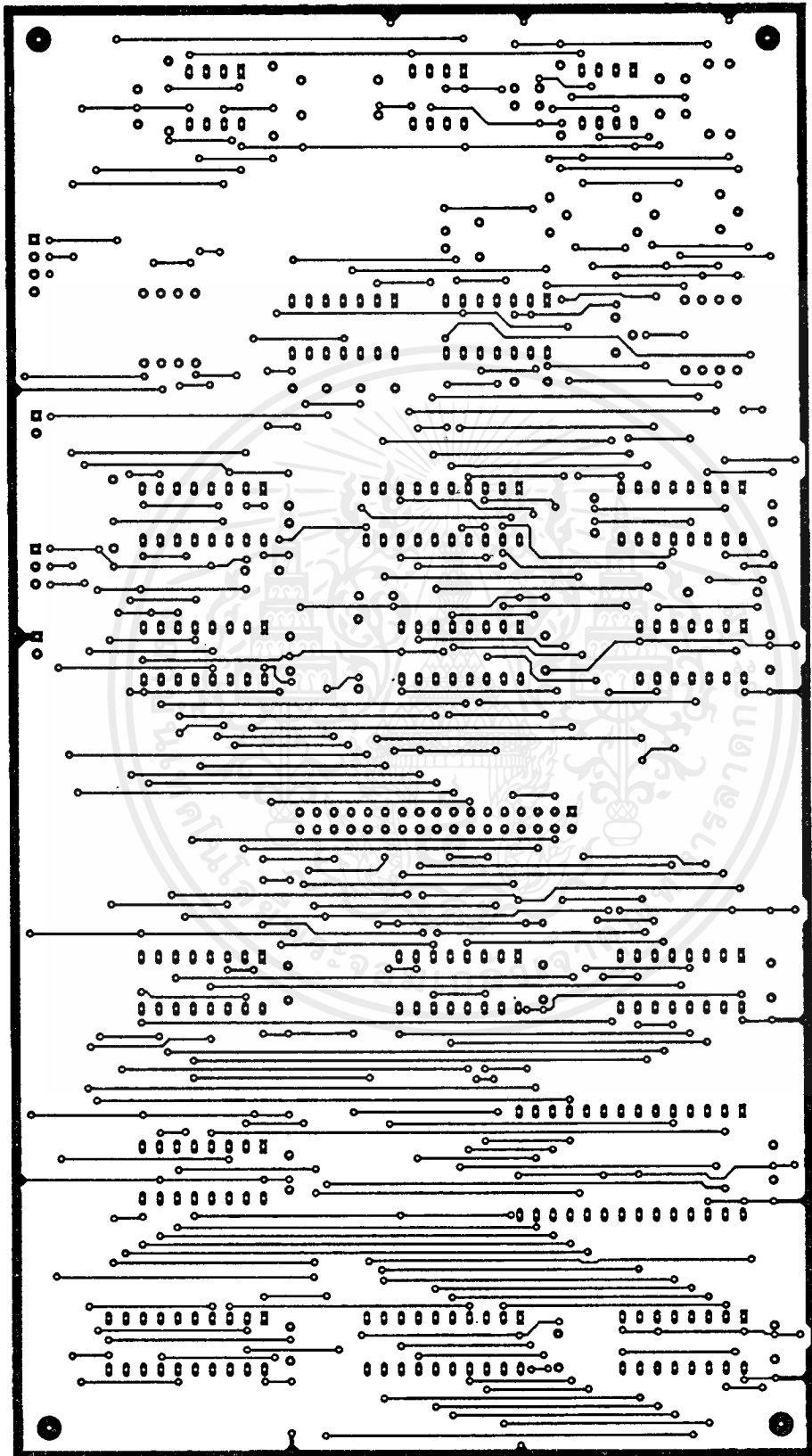
1

1

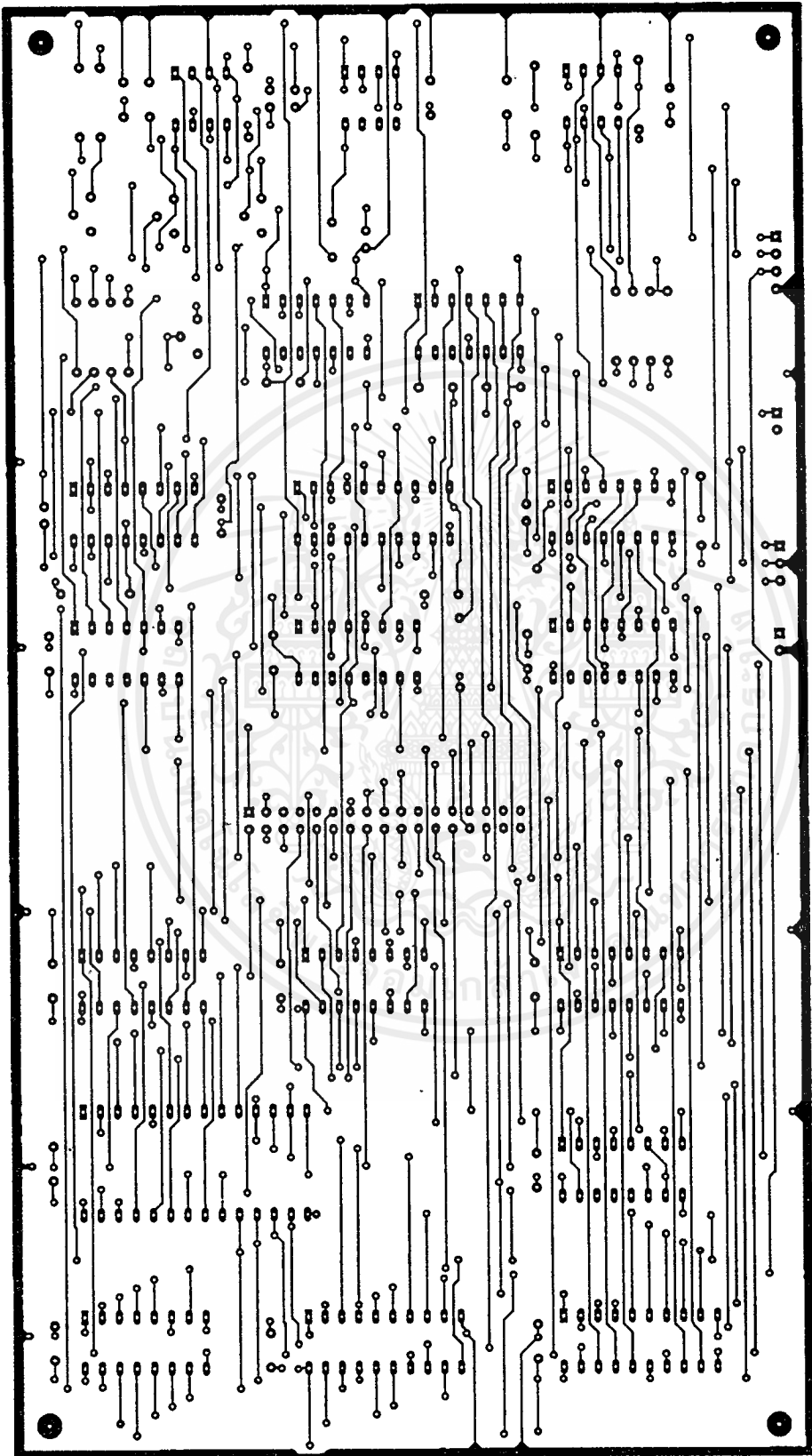
1



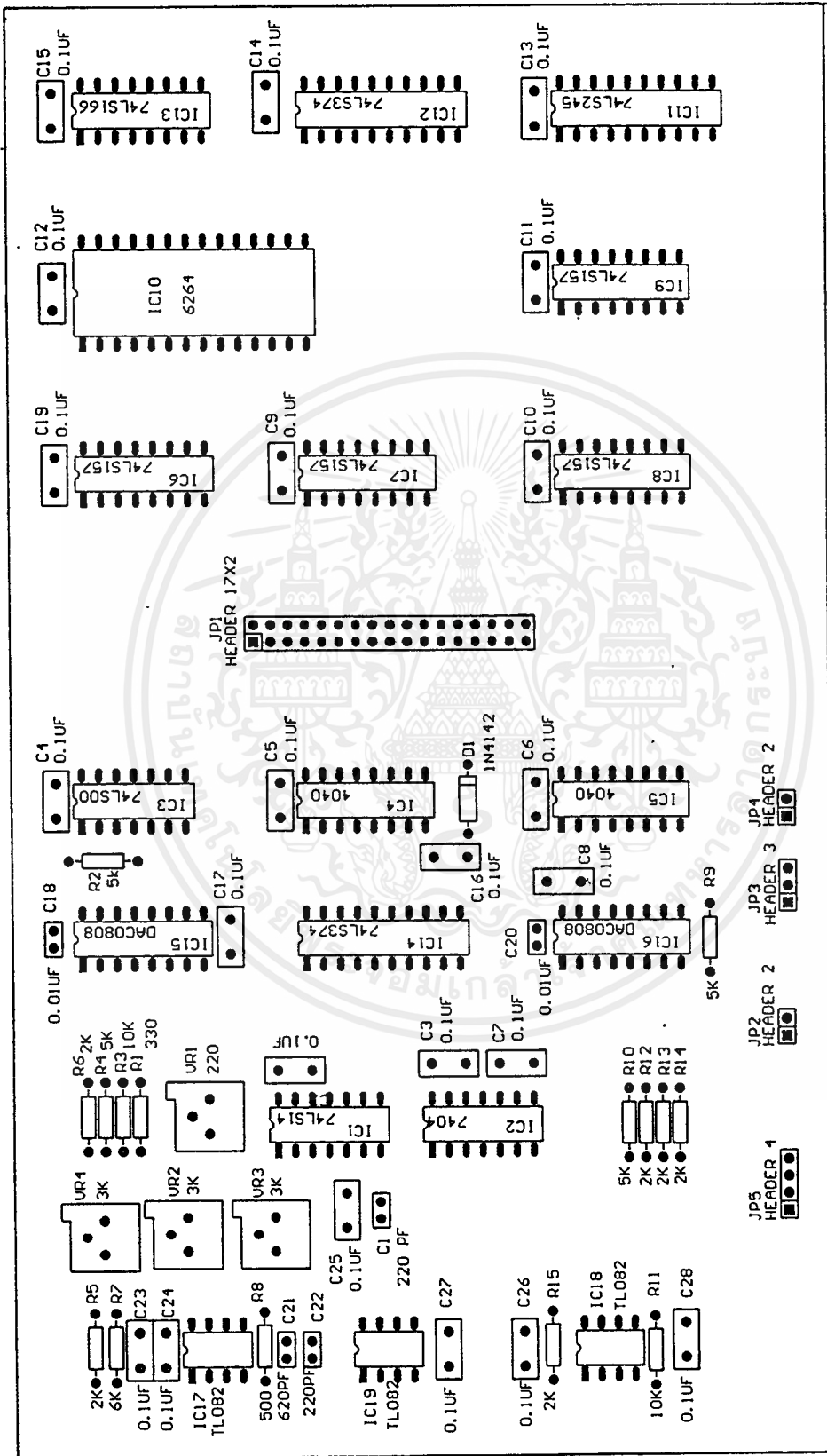
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการไลยทองแดงด้านบนนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะของหน่วยงานนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ลายทองแดงด้านล่าง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ตำแหน่งการวางอุปกรณ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและดียงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DAC0808, DAC0807, DAC0806 8-Bit D/A Converters

General Description

The DAC0808 series is an 8-bit monolithic digital-to-analog converter (DAC) featuring a full scale output current settling time of 150 ns while dissipating only 33 mW with $\pm 5V$ supplies. No reference current (I_{REF}) trimming is required for most applications since the full scale output current is typically ± 1 LSB of $255 I_{REF} / 256$. Relative accuracies of better than $\pm 0.19\%$ assure 8-bit monotonicity and linearity while zero level output current of less than $4 \mu A$ provides 8-bit zero accuracy for $I_{REF} \geq 2$ mA. The power supply currents of the DAC0808 series are independent of bit codes, and exhibits essentially constant device characteristics over the entire supply voltage range.

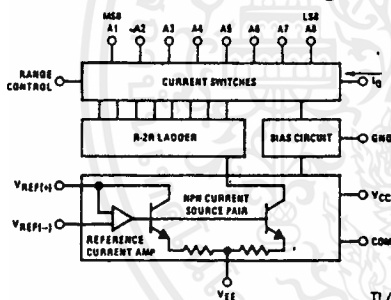
The DAC0808 will interface directly with popular TTL, DTL or CMOS logic levels, and is a direct replacement for the

MC1508/MC1408. For higher speed applications, see DAC0800 data sheet.

Features

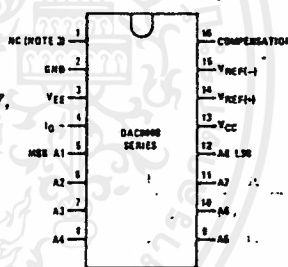
- Relative accuracy: $\pm 0.19\%$ error maximum (DAC0808)
- Full scale current match: ± 1 LSB typ
- 7 and 6-bit accuracy available (DAC0807, DAC0806)
- Fast settling time: 150 ns typ
- Noninverting digital inputs are TTL and CMOS compatible
- High speed multiplying Input slew rate: $8 \text{ mA}/\mu\text{s}$
- Power supply voltage range: $\pm 4.5V$ to $\pm 18V$
- Low power consumption: $33 \text{ mW} @ \pm 5V$

Block and Connection Diagrams



TL/H/5687-1

Dual-In-Line Package

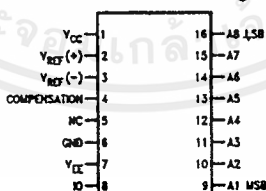


TOP VIEW

TL/H/5687-2

Order Number
DAC0808, DAC0807,
or DAC0806
See NS Package
Number J16A,
M16A or N16A

Small-Outline Package



Top View

TL/H/5687-13

Ordering Information

ACCURACY	OPERATING TEMPERATURE RANGE	ORDER NUMBERS				
		J PACKAGE (J16A)*		N PACKAGE (N16A)*		SO PACKAGE (M16A)
8-bit	$-55^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$	DAC0808LJ	MC1508L8	DAC0808LCN	MC1408P8	DAC0808LCM
8-bit	$0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +75^{\circ}\text{C}$	DAC0808LCJ	MC1408L8	DAC0807LCN	MC1408P7	DAC0807LCM
7-bit	$0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +75^{\circ}\text{C}$	DAC0807LCJ	MC1408L7	DAC0806LCN	MC1408P6	DAC0806LCM
6-bit	$0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +75^{\circ}\text{C}$	DAC0806LCJ	MC1408L6			

*Note. Devices may be ordered by using either order number.

DAC0808/DAC0807/DAC0806

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Power Supply Voltage

V_{CC}	+18 V _{DC}
V_{EE}	-18 V _{DC}

Digital Input Voltage, V₅-V₁₂ -10 V_{DC} to +18 V_{DC}Applied Output Voltage, V_O -11 V_{DC} to +18 V_{DC}Reference Current, I₁₄ 5 mAReference Amplifier Inputs, V₁₄, V₁₅ V_{CC}, V_{EE}

Power Dissipation (Note 3) 1000 mW

ESD Susceptibility (Note 4) TBD

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)

Dual-In-Line Package (Plastic) 260°C

Dual-In-Line Package (Ceramic) 300°C

Surface Mount Package

Vapor Phase (60 seconds) 215°C

Infrared (15 seconds) 220°C

Operating RatingsTemperature Range $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ DAC0808L -55°C ≤ T_A ≤ +125°CDAC0808LC Series 0 ≤ T_A ≤ +75°C**Electrical Characteristics**

(V_{CC} = 5V, V_{EE} = -15V_{DC}, V_{REF}/R₁₄ = 2 mA, DAC0808: T_A = -55°C to +125°C, DAC0808C, DAC0807C, DAC0806C, T_A = 0°C to +75°C, and all digital inputs at high logic level unless otherwise noted.)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
E _r	Relative Accuracy (Error Relative to Full Scale I _O)	(Figure 4)				%
	DAC0808L (LM1508-8),				±0.19	%
	DAC0808LC (LM1408-8)				±0.39	%
	DAC0807LC (LM1408-7), (Note 5)				±0.78	%
	DAC0806LC (LM1408-6), (Note 5)					%
	Settling Time to Within ½ LSB (Includes t _{PLH})	T _A = 25°C (Note 6), (Figure 5)		150		ns
t _{PLH} , t _{PHL}	Propagation Delay Time	T _A = 25°C, (Figure 5)		30	100	ns
TC _{IO}	Output Full Scale Current Drift			±20		ppm/°C
MSB	Digital Input Logic Levels	(Figure 3)				
V _{IH}	High Level, Logic "1"		2			V _{DC}
V _{IL}	Low Level, Logic "0"				0.8	V _{DC}
MSB	Digital Input Current	(Figure 3)				
	High Level	V _{IH} = 5V		0	0.040	mA
	Low Level	V _{IL} = 0.8V		-0.003	-0.8	mA
I ₁₅	Reference Input Bias Current	(Figure 3)				μA
	Output Current Range	(Figure 3)				
		V _{EE} = -5V	0	2.0	2.1	mA
		V _{EE} = -15V, T _A = 25°C	0	2.0	4.2	mA
I _O	Output Current	V _{REF} = 2.000V, R ₁₄ = 1000Ω, (Figure 3)	1.9	1.99	2.1	mA
	Output Current, All Bits Low	(Figure 3)		0	4	μA
	Output Voltage Compliance (Note 2)	E _r ≤ 0.19%, T _A = 25°C				
	V _{EE} = -5V, I _{REF} = 1 mA				-0.55, +0.4	V _{DC}
	V _{EE} Below -10V				-5.0, +0.4	V _{DC}

Electrical Characteristics (Continued)

($V_{CC} = 5V, V_{EE} = -15V_{DC}, V_{REF}/R_{14} = 2mA, DAC0808: T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C, DAC0808C, DAC0807C, DAC0806C, T_A = 0^{\circ}C$ to $+75^{\circ}C$, and all digital inputs at high logic level unless otherwise noted.)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
SRI_{REF}	Reference Current Slew Rate	(Figure 6)	4	8		$mA/\mu s$
	Output Current Power Supply Sensitivity	$-5V \leq V_{EE} \leq -16.5V$		0.05	2.7	$\mu A/V$
I_{CC} I_{EE}	Power Supply Current (All Bits Low)	(Figure 3)		2.3 -4.3	22 -13	mA mA
V_{CC} V_{EE}	Power Supply Voltage Range	$T_A = 25^{\circ}C, (Figure 3)$	4.5 -4.5	5.0 -15	5.5 -16.5	V_{DC} V_{DC}
	Power Dissipation					mW
	All Bits Low	$V_{CC} = 5V, V_{EE} = -5V$		33	170	mW
	All Bits Low	$V_{CC} = 5V, V_{EE} = -15V$		106	305	mW
	All Bits High	$V_{CC} = 15V, V_{EE} = -5V$		90		mW
	All Bits High	$V_{CC} = 15V, V_{EE} = -15V$		160		mW

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: Range control is not required.

Note 3: The maximum power dissipation must be derated at elevated temperatures and is dictated by T_{JMAX}, θ_{JA} , and the ambient temperature, T_A . The maximum allowable power dissipation at any temperature is $P_D = (T_{JMAX} - T_A)/\theta_{JA}$ or the number given in the Absolute Maximum Ratings, whichever is lower. For this device, $T_{JMAX} = 125^{\circ}C$, and the typical junction-to-ambient thermal resistance of the dual-in-line J package when the board mounted is $100^{\circ}C/W$. For the dual-in-line N package, this number increases to $175^{\circ}C/W$ and for the small outline M package this number is $100^{\circ}C/W$.

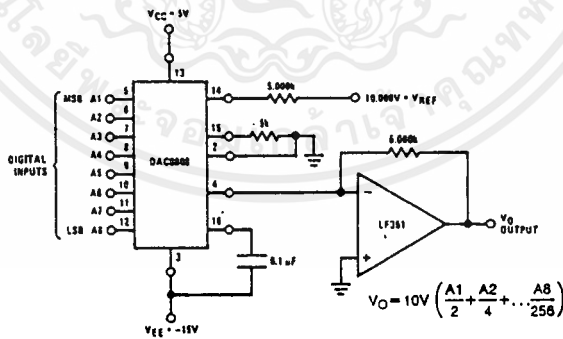
Note 4: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor.

Note 5: All current switches are tested to guarantee at least 50% of rated current.

Note 6: All bits switched.

Note 7: Pin-out numbers for the DAL080X represent the dual-in-line package. The small outline package pinout differs from the dual-in-line package.

Typical Application



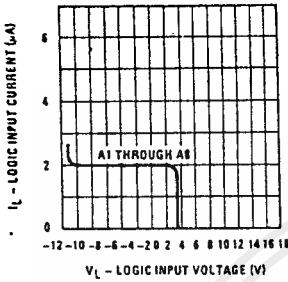
TL/H/5687-3

FIGURE 1. +10V Output Digital to Analog Converter (Note 7)

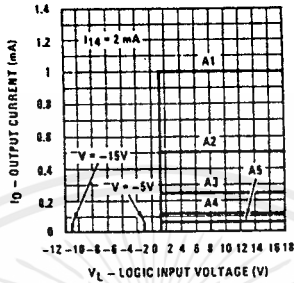
Typical Performance Characteristics

$V_{CC} = 5V, V_{EE} = -15V, T_A = 25^\circ C$, unless otherwise noted

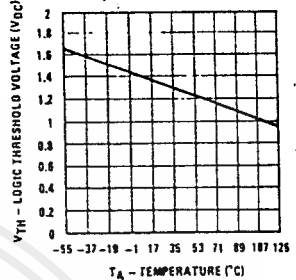
Logic Input Current vs Input Voltage



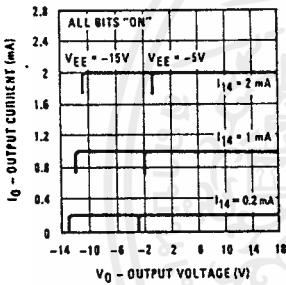
Bit Transfer Characteristics



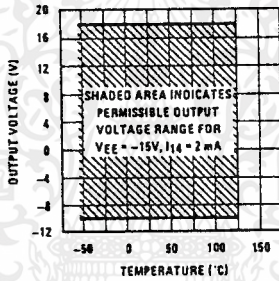
Logic Threshold Voltage vs Temperature



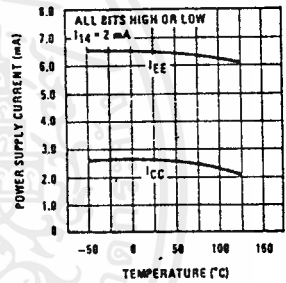
Output Current vs Output Voltage (Output Voltage Compliance)



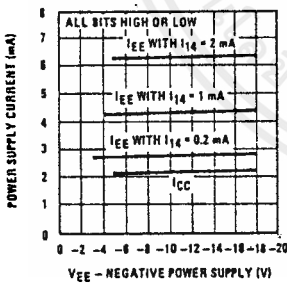
Output Voltage Compliance vs Temperature



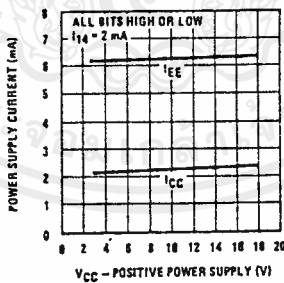
Typical Power Supply Current vs Temperature



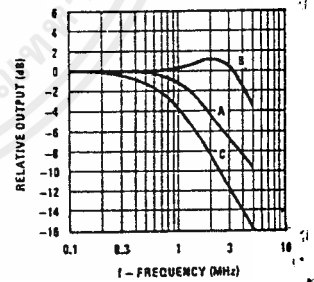
Typical Power Supply Current vs V_EE



Typical Power Supply Current vs V_CC



Reference Input Frequency Response



Unless otherwise specified: $R_{14} = 1\text{ k}\Omega, C = 15\text{ pF}$, pin 16 to V_{EE} ; $R_L = 50\Omega$, pin 4 to ground.

Curve A: Large Signal Bandwidth Method of Figure 7, $V_{REF} = 2\text{ V}_{p-p}$ offset 1 V above ground.

Curve B: Small Signal Bandwidth Method of Figure 7, $R_L = 250\Omega, V_{REF} = 50\text{ mV}_{p-p}$ offset 200 mV above ground.

Curve C: Large and Small Signal Bandwidth Method of Figure 9 (no op amp, $R_L = 50\Omega, R_S = 50\Omega, V_{REF} = 2V, V_S = 100\text{ mV}_{p-p}$ centered at $0V$).

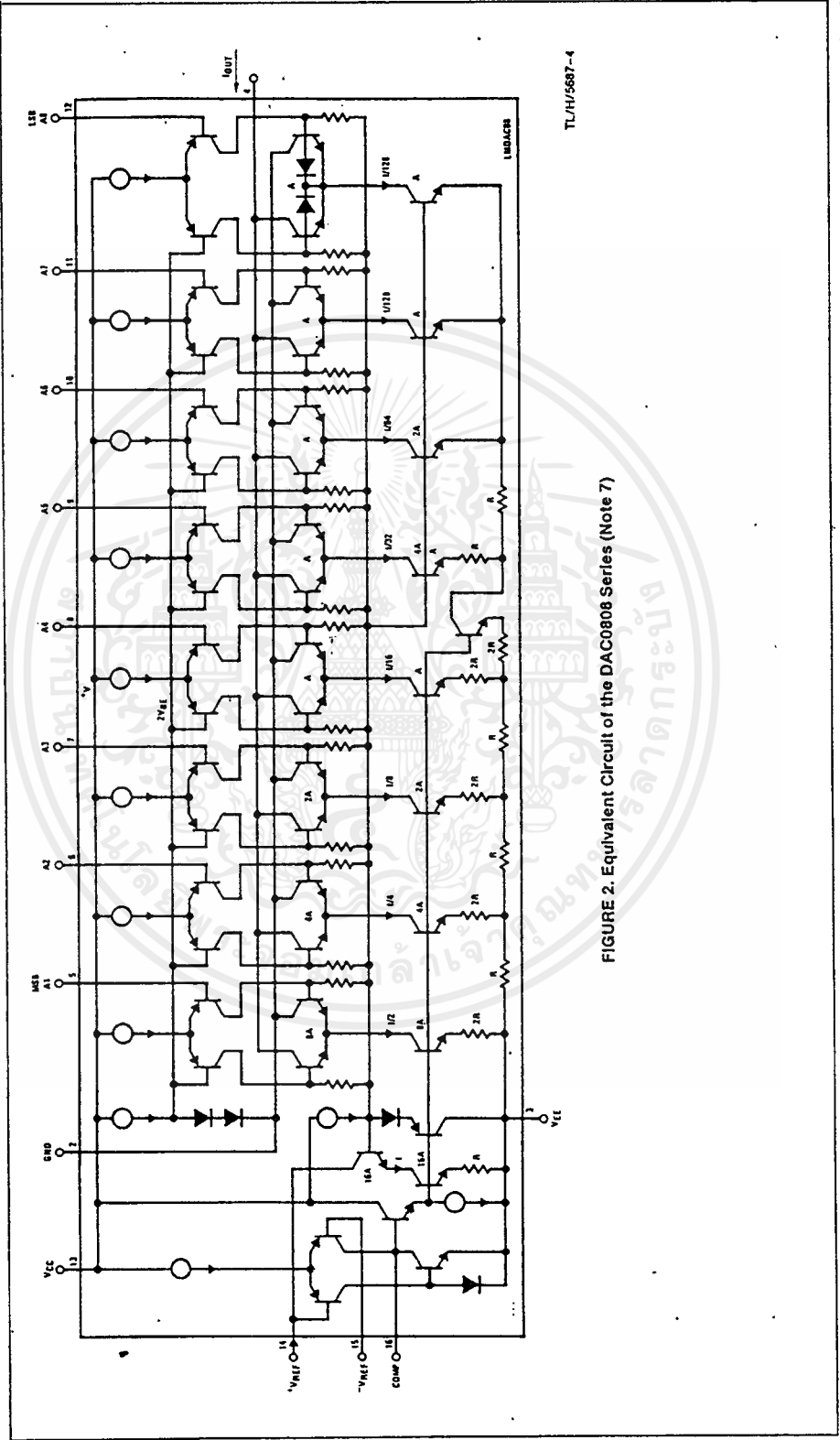
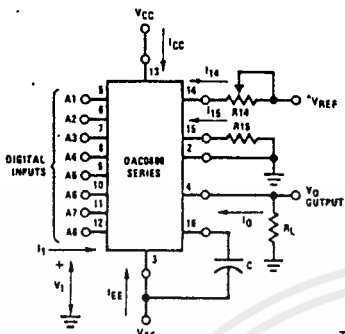


FIGURE 2. Equivalent Circuit of the DAC0808 Series (Note 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test Circuits



V_I and I_1 apply to inputs A1–A8.

The resistor tied to pin 15 is to temperature compensate bias current and may not be necessary for all applications.

$$I_0 = K \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} \right)$$

where $K \approx \frac{V_{REF}}{R_{14}}$

and $A_N = "1"$ if A_N is at high level

$A_N = "0"$ if A_N is at low level

TL/H/5687-6
FIGURE 3. Notation Definitions Test Circuit (Note 7)

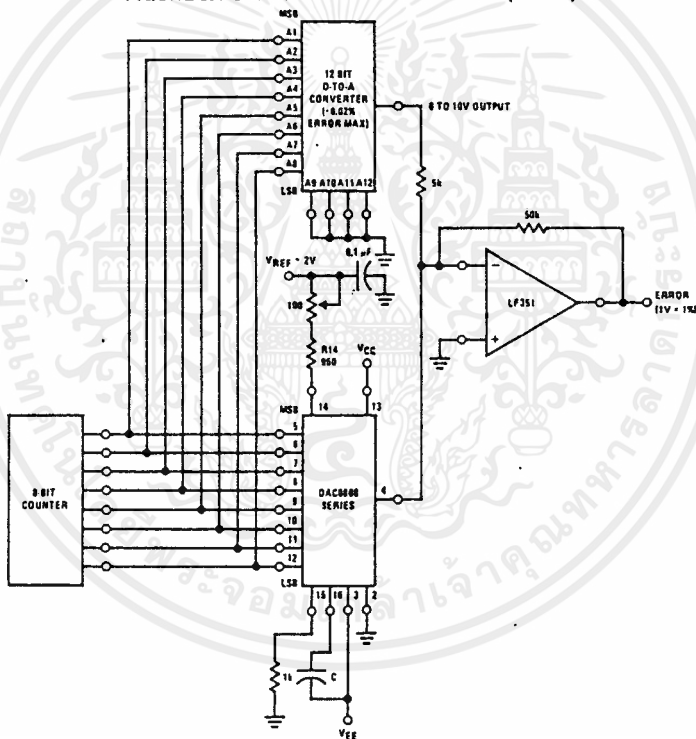


FIGURE 4. Relative Accuracy Test Circuit (Note 7)

TL/H/5687-7

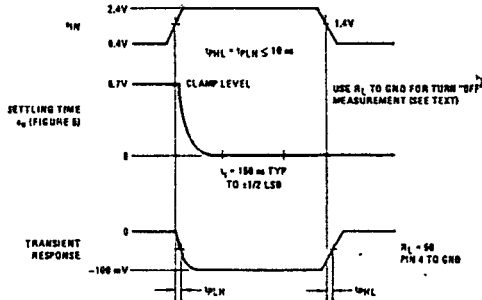
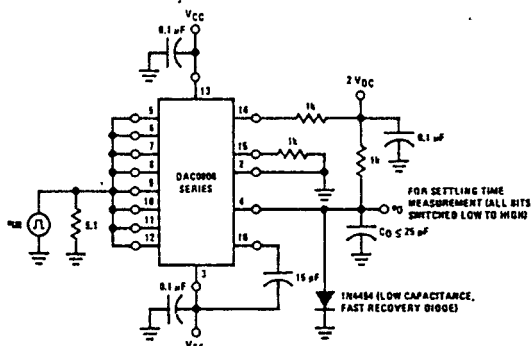


FIGURE 5. Transient Response and Settling Time (Note 7)

TL/H/5687-8

Test Circuits (Continued)

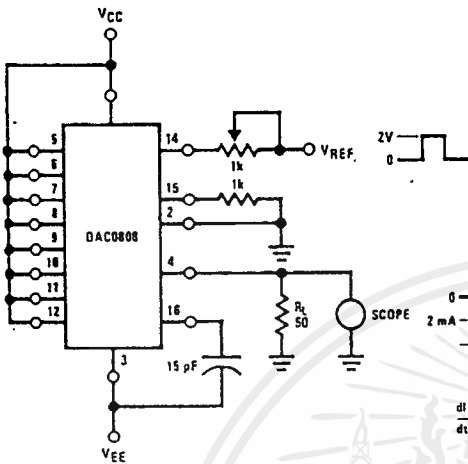


FIGURE 6. Reference Current Slew Rate Measurement (Note 7)

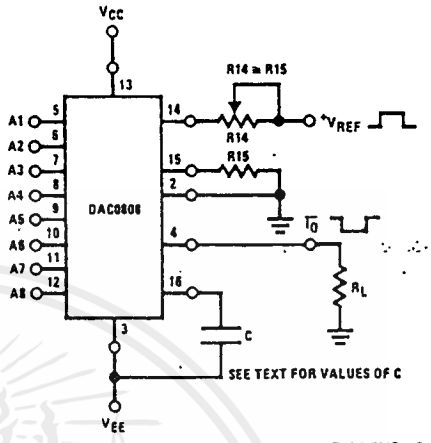


FIGURE 7. Positive VREF (Note 7)

TL/H/5687-10

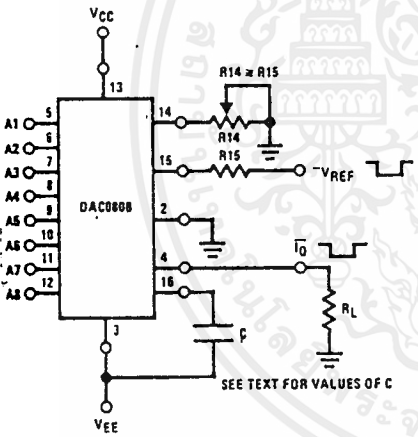


FIGURE 8. Negative VREF (Note 7)

TL/H/5687-11

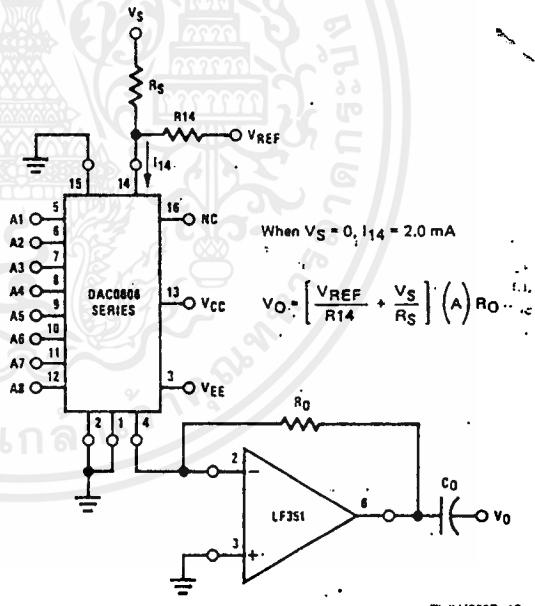


FIGURE 9. Programmable Gain Amplifier or Digital Attenuator Circuit (Note 7)

TL/H/5687-12

Application Hints

REFERENCE AMPLIFIER DRIVE AND COMPENSATION

The reference amplifier provides a voltage at pin 14 for controlling the reference voltage to a current, and a turn-around current or current mirror for feeding the ladder. The reference amplifier input current, I_{14} , must always flow into pin 14, regardless of the set-up method or reference voltage polarity. Connections for a positive voltage are shown in Figure 7. A reference voltage source supplies the full current I_{14} . For bipolar reference signals, as in the multiplying mode,

R_{15} can be tied to a negative voltage corresponding to the minimum input level. It is possible to eliminate R_{15} with only a small sacrifice in accuracy and temperature drift.

The compensation capacitor value must be increased with increases in R_{14} to maintain proper phase margin; for R_{14} values of 1, 2.5 and 5 k Ω , minimum capacitor values are 15, 37 and 75 pF. The capacitor may be tied to either V_{EE} or ground, but using V_{EE} increases negative supply rejection.

Application Hints (Continued)

A negative reference voltage may be used if R14 is grounded and the reference voltage is applied to R15 as shown in *Figure 8*. A high input impedance is the main advantage of this method. Compensation involves a capacitor to V_{EE} on pin 16, using the values of the previous paragraph. The negative reference voltage must be at least 4V above the V_{EE} supply. Bipolar input signals may be handled by connecting R14 to a positive reference voltage equal to the peak positive input level at pin 15.

When a DC reference voltage is used, capacitive bypass to ground is recommended. The 5V logic supply is not recommended as a reference voltage. If a well regulated 5V supply which drives logic is to be used as the reference, R14 should be decoupled by connecting it to 5V through another resistor and bypassing the junction of the 2 resistors with 0.1 μ F to ground. For reference voltages greater than 5V, a clamp diode is recommended between pin 14 and ground. If pin 14 is driven by a high impedance such as a transistor current source, none of the above compensation methods apply and the amplifier must be heavily compensated, decreasing the overall bandwidth.

OUTPUT VOLTAGE RANGE

The voltage on pin 4 is restricted to a range of -0.55 to $0.4V$ when $V_{EE} = -5V$ due to the current switching methods employed in the DAC0808.

The negative output voltage compliance of the DAC0808 is extended to $-5V$ where the negative supply voltage is more negative than $-10V$. Using a full-scale current of 1.992 mA and load resistor of 2.5 k Ω between pin 4 and ground will yield a voltage output of 256 levels between 0 and $-4.980V$. Floating pin 1 does not affect the converter speed or power dissipation. However, the value of the load resistor determines the switching time due to increased voltage swing. Values of R_L up to 500 Ω do not significantly affect performance, but a 2.5 k Ω load increases worst-case settling time to 1.2 μ s (when all bits are switched ON). Refer to the subsequent text section on Settling Time for more details on output loading.

OUTPUT CURRENT RANGE

The output current maximum rating of 4.2 mA may be used only for negative supply voltages more negative than $-8V$, due to the increased voltage drop across the resistors in the reference current amplifier.

ACCURACY

Absolute accuracy is the measure of each output current level with respect to its intended value, and is dependent upon relative accuracy and full-scale current drift. Relative accuracy is the measure of each output current level as a fraction of the full-scale current. The relative accuracy of the DAC0808 is essentially constant with temperature due to

the excellent temperature tracking of the monolithic resistor ladder. The reference current may drift with temperature, causing a change in the absolute accuracy of output current. However, the DAC0808 has a very low full-scale current drift with temperature.

The DAC0808 series is guaranteed accurate to within $\pm 1/2$ LSB at a full-scale output current of 1.992 mA. This corresponds to a reference amplifier output current drive to the ladder network of 2 mA, with the loss of 1 LSB (8 μ A) which is the ladder remainder shunted to ground. The input current to pin 14 has a guaranteed value of between 1.9 and 2.1 mA, allowing some mismatch in the NPN current source pair. The accuracy test circuit is shown in *Figure 4*. The 12-bit converter is calibrated for a full-scale output current of 1.992 mA. This is an optional step since the DAC0808 accuracy is essentially the same between 1.5 and 2.5 mA. Then the DAC0808 circuits' full-scale current is trimmed to the same value with R14 so that a zero value appears at the error amplifier output. The counter is activated and the error band may be displayed on an oscilloscope, detected by comparators, or stored in a peak detector.

Two 8-bit D-to-A converters may not be used to construct a 16-bit accuracy D-to-A converter. 16-bit accuracy implies a total error of $\pm 1/2$ of one part in 65,536 or $\pm 0.00076\%$, which is much more accurate than the $\pm 0.019\%$ specification provided by the DAC0808.

MULTIPLYING ACCURACY

The DAC0808 may be used in the multiplying mode with 8-bit accuracy when the reference current is varied over a range of 256:1. If the reference current in the multiplying mode ranges from 16 μ A to 4 mA, the additional error contributions are less than 1.6 μ A. This is well within 8-bit accuracy when referred to full-scale.

A monotonic converter is one which supplies an increase in current for each increment in the binary word. Typically, the DAC0808 is monotonic for all values of reference current above 0.5 mA. The recommended range for operation with a DC reference current is 0.5 to 4 mA.

SETTLING TIME

The worst-case switching condition occurs when all bits are switched ON, which corresponds to a low-to-high transition for all bits. This time is typically 150 ns for settling to within $\pm 1/2$ LSB, for 8-bit accuracy, and 100 ns to $1/2$ LSB for 7 and 6-bit accuracy. The turn OFF is typically under 100 ns. These times apply when $R_L \leq 500\Omega$ and $C_O \leq 25$ pF.

Extra care must be taken in board layout since this is usually the dominant factor in satisfactory test results when measuring settling time. Short leads, 100 μ F supply bypassing for low frequencies, and minimum scope lead length are all mandatory.

บรรณานุกรม

- พิพัฒน์ เลาสงคราม, ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48 MCS-51 .คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สุนทร วิฑูสรพจน์, การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051, กรุงเทพมหานคร:
ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537
- พันธ์ศักดิ์ พุฒินานิตพงศ์, เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์และการวัด. แผนกอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน
- ธวัชชัย จิตสนธิ์, ทฤษฎีดิจิทัล 2 . แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน
- โอภาส ศิริกรรชิตถาวร. “บอร์ด DSP Starter Kit”. วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,
ฉบับที่ 148 (พฤษภาคม 2538) : หน้า 49-55
- ณรงค์ ย่างสกุล, เทคนิคการออกแบบวงจรดิจิทัล ตอน สร้างภาพบนจอโทรทัศน์,
วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 144 (พฤศจิกายน 2537) : หน้า 65-71
- Microprocessor Development Systems, TMS320C5x DSP Starter Kit User’s Guide, Texas
Instruments: 1994
- Digital Signal processing Products, TMS320C5x User’s Guide. Texas Instruments :1993

