

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

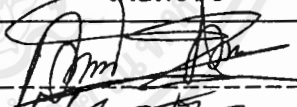
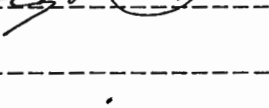
PC BASE DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE

ชื่อนักศึกษา 1. นายเอกราช รัตนอุดมพิสุทธิ รหัสประจำตัว 37031336
2. นายปรีชา สนิธิสุทธิ รหัสประจำตัว 37031412
3. นายวิชัย กรองไทรรัตน์ รหัสประจำตัว 37031420
4. นายสุภาวุฒิ ใจงาม รหัสประจำตัว 37031423

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์วรวิทย์ สมหา
2. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วรวิทย์ สมหา	
2. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน	
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
4.....	
5.....	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ.....เวลา.....น. ถึงเวลา.....

สถานที่สอบ ห้อง.....คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ลงนาม.....



(ผศ.ดร.ธีระพล พงษ์พิพัฒน์ ณ อยู่ชยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

PC BASE DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE



นายเอกราช รัตนอุดมพิสุทธิ

นายปรีชา สนิธิสุทธิ

นายวิชัย ครองไตรรัตน์

นายศุภวุฒิ ใจงาม



A021305

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....1536
ชั้น เดือน ปี..... ๗๐ ตค ๒๕๓๙

021305

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

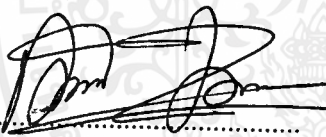
ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ PC BASE DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE

ผู้จัดทำ

1. นายเอกราช รัตนอุดมพิสุทธิ
2. นายปรีชา สนธิสุทธิ
3. นายวิชัย กรองไทรรัตน์
4. นายสุภาวุฒิ ใจงาม

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม 

(อาจารย์วรวิทย์ สมหา)

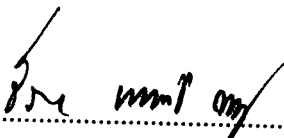
ลงนาม 

(อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน)

ลงนาม 

(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

หัวหน้าภาควิชา

ลงนาม 

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

PC BASE DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ DSO (Digital Storage Oscilloscope)
2. เพื่อออกแบบและพัฒนางจรเครื่อง DSO (Digital Storage Oscilloscope)
3. เพื่อสร้างเครื่อง DSO (Digital Storage Oscilloscope)
4. เพื่อนำไปใช้วัดสัญญาณและแสดงผลรวมทั้งเป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. คาดว่าจะทำให้รู้จักการทำงานของ DSO (Digital Storage Oscilloscope) ได้เป็นอย่างดี
2. คาดว่าสามารถออกแบบวงจร DSO (Digital Storage Oscilloscope) ได้
3. คาดว่าสามารถสร้างวงจร DSO (Digital Storage Oscilloscope) ได้
4. คาดว่าสามารถนำเครื่องนี้ไปใช้วัดสัญญาณและแสดงผลรวมทั้งเป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนได้

เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

นายเอกราช	รัตนอุดมพิสุทธิ
นายปรีชา	สนธิสุทธิ
นายวิชัย	ครองไตรรัตน์
นายศุภวุฒิ	ใจงาม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์วรวิทย์ สมหา

อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน

อาจารย์สุชิน อจหาญ

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบและพัฒนา เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า DSO (Digital Storage Oscilloscope) ซึ่งใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือ IBM Compatible ทัว ๆ ไป โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซึ่งประกอบด้วยแผงวงจรควบคุม 1 ชุด และการ์ดอินเตอร์เฟซที่เสียบบนช่องเสียบ (SLOT) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนที่สองเป็นซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับแต่งค่าต่าง ๆ ที่ต้องการ และคอมพิวเตอร์จะควบคุมการทำงานของการ์ดอีกทีหนึ่ง สัญญาณ ที่ทำการวัดจะถูกแปลงเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter หรือ ADC) โดยใช้ ADC แบบแฟลช (FLASH) และส่งสัญญาณนั้นไปยังการ์ดอินเตอร์เฟซ โดยมีซอฟต์แวร์ (Software) ที่เขียนด้วยภาษา Visual Basic ควบคุมอีกทีหนึ่งสัญญาณที่วัดได้สามารถแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์, แสดงผลสถานะในช่วงทรานเซียนล และเก็บข้อมูลลงแผ่น Disk ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 การสุ่ม (Sampling)	2
2.1.1 ทฤษฎีการสุ่ม (Sampling Theorem)	2
2.1.2 การสุ่ม (Sampling) ในทางปฏิบัติ	7
2.1.3 การนำ $f(t)$ กลับคืนมาจากการสุ่ม	8
2.2 ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (CA3306E)	10
2.2.1 โครงสร้างและลักษณะการทำงานของ CA3306E	11
2.2.2 คุณสมบัติของ CA3306	13
2.2.3 สัญญาณนาฬิกาเฟส	13
2.2.4 การควบคุม CA3306	14
2.2.5 การเพิ่มความละเอียด	15
2.3 ช่องเสียบสัญญาณบนเมนบอร์ด (Main Board (AT Slot))	16
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	22
3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) DSO	22
3.1.1 การออกแบบวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา (Clock)	23
3.1.2 การออกแบบวงจร Main ADC	25
3.1.3 การออกแบบวงจรถอดรหัส (Decode Circuit)	30
3.1.4 การออกแบบวงจรสวิตช์ลดทอนสัญญาณ (Attenuator Switch)	31
3.1.5 การออกแบบวงจรเลื่อนเฟสสัญญาณนาฬิกา (Phase Shift Clock)	32
3.1.6 การออกแบบวงจรสวิตช์เลือก (Selector Switch)	33
3.1.7 การออกแบบวงจรเลื่อนความถี่การสุ่ม (Sampling)	34

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 การสุมในทางอุดมคติโดยใช้อิมพัลส์	4
รูปที่ 2.2 การป้อนสัญญาณ	5
รูปที่ 2.3 การสุมในทางปฏิบัติ	8
รูปที่ 2.4 การป้อน $f_s(t)$ ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำจะได้ $f(t)$	9
รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในและการทำงานของ CA3306	12
รูปที่ 2.6 การควบคุมของ CA3306 ด้วยการใส่ขาควบคุมเฟสไปควบคุมระดับ ลอจิกของสัญญาณนาฬิกา	14
รูปที่ 2.7 สัญญาณต่าง ๆ บนช่องเสียบของระบบ AT	17
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของ PC Base Digital Storage Oscilloscope	22
รูปที่ 3.2 วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา 1 (Clock 1)	24
รูปที่ 3.3 วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา 2 (Clock2)	25
รูปที่ 3.4 วงจร Main ADC 1	27
รูปที่ 3.5 วงจร Main ADC 2	29
รูปที่ 3.6 วงจรถอดรหัส (Decoder Circuit)	30
รูปที่ 3.7 วงจรสวิตช์ลดทอนสัญญาณ (Attenuator Switch)	31
รูปที่ 3.8 วงจรสวิตช์เลื่อนความถี่	32
รูปที่ 3.9 วงจรการเลื่อนเฟสสัญญาณนาฬิกา	33
รูปที่ 3.10 วงจรสวิตช์เลือก	34
รูปที่ 3.11 วงจรเลือกความถี่การสุม	35
รูปที่ 3.12 วงจรเลือกวัดสัญญาณ AC และ DC	36
รูปที่ 3.13 วงจรเลือกช่องสัญญาณ	37
รูปที่ 3.14 วงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuator)	39
รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการทำงาน	40
รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของฟังก์ชันการพิมพ์ (Print)	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง

หน้า

3.1.8 การออกแบบวงจรเลือกวัดสัญญาณ AC และ DC	35
3.1.9 การออกแบบวงจรสวิตช์เลือกช่องสัญญาณ (Channel Switch)	36
3.1.10 การออกแบบวงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuator)	37
3.2 หลักการทำงานและการออกแบบซอฟต์แวร์ (Software)	39
3.2.1 อุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ	39
3.2.2 การออกแบบในส่วนซอฟต์แวร์	40
บทที่ 4 การทดลองและผลทดสอบ	45
4.1 การทดสอบการทำงานของสวิตช์ (Switch)	45
4.2 การทดสอบการทำงานของการ์ด (Card)	46
4.3 การทดสอบการทำงานของสัญญาณนาฬิกา (Clock)	43
4.4 การทดสอบการทำงานของวงจรเลื่อนสัญญาณนาฬิกา (Shift Clock)	49
4.5 การทดสอบการทำงานของวงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuator)	52
บทที่ 5 สรุปอภิปรายและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุป	65
5.2 ปัญหาที่พบ	65
5.2.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์	65
5.2.2 ส่วนของซอฟต์แวร์	66
5.3 การพัฒนา	
5.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	66
5.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software)	66
ภาคผนวก ก. โปรแกรม (Program)	67
ภาคผนวก ข เอกสารข้อมูลอุปกรณ์ (Data Sheet)	127
บรรณานุกรม	131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.17 ผังการทำงานของฟังก์ชันบันทึก (Save)	42
รูปที่ 3.18 ผังการทำงานของฟังก์ชันการวัด (Measurement)	43
รูปที่ 3.19 ผังการทำงานของฟังก์ชันแสดงผล (Display)	44
รูปที่ 4.1 แผงวงจรสวิตช์	46
รูปที่ 4.2 แผงวงจรการ์ดอินเตอร์เฟซ, สายเชื่อมต่อและชุดต่อแยกสัญญาณ	47
รูปที่ 4.3 แผงวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา (Clock)	48
รูปที่ 4.4 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่ความถี่ 15 MHz	48
รูปที่ 4.5 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่ความถี่ 455 KHz	49
รูปที่ 4.6 สัญญาณนาฬิกา 1 (Clock 1) และสัญญาณนาฬิกา 2 (Clock2) ตามลำดับ	50
รูปที่ 4.7 สัญญาณนาฬิกา 3 (Clock 3) และสัญญาณนาฬิกา 4 (Clock 4) ตามลำดับ	50
รูปที่ 4.8 สัญญาณนาฬิกา 1 (Clock 1) และสัญญาณนาฬิกา 2 (Clock 1) ตามลำดับ	51
รูปที่ 4.9 สัญญาณนาฬิกา 3 (Clock 3) และสัญญาณนาฬิกา 4 (Clock 4) ตามลำดับ	52
รูปที่ 4.10 แผงวงจรลดทอนสัญญาณนาฬิกา (Attenuator)	53
รูปที่ 4.11 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ป้อนอินพุต 1 Vp-p ได้เอาต์พุต 1 Vp-p ตามลำดับ	53
รูปที่ 4.12 สัญลักษณ์ (LOGO) ของโปรแกรมประยุกต์ (Digital Scope for Windows)	54
รูปที่ 4.13 คำสั่งย่อยในเมนูแฟ้ม (File)	55
รูปที่ 4.14 คำสั่งย่อยในเมนูสโคป (Scope)	55
รูปที่ 4.15 คำสั่งย่อยในเมนูช่วย (Help)	56
รูปที่ 4.16 ฟังก์ชันการทำงานของ การเลือกช่องสัญญาณเข้า	57
รูปที่ 4.17 ฟังก์ชันการทำงานของ การเลือกแรงดันต่อช่อง	58
รูปที่ 4.18 ฟังก์ชันการทำงานของ การเลือกเวลาต่อช่อง	59
รูปที่ 4.19 ฟังก์ชันการรายงานข่าวสารของระบบเครื่องคอมพิวเตอร์	60
รูปที่ 4.20 การวัดสัญญาณที่ความถี่ 22.7 KHz แรงดันขนาด 8 V	61
รูปที่ 4.21 การวัดสัญญาณที่ความถี่ 1.5 MHz แรงดันขนาด 8 V	62
รูปที่ 4.22 การวัดสัญญาณที่ความถี่ 600.6 KHz แรงดันขนาด 8 V	63

รูปภาพ

หน้า

รูปที่ 4.23 การวัดสัญญาณที่ความถี่ 600.6 KHz แรงดันขนาด 8 V

64



บทที่ 1

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าและการพัฒนาทางเทคโนโลยีของระบบอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ได้เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาซึ่งทั้งสองสิ่งนี้เป็นตัวกำหนดที่บ่งถึงการพัฒนาของประเทศ แต่ถ้าทั้งสองสิ่งนี้ขาดอุปกรณ์ที่มีความพร้อมและถูกต้องตามมาตรฐานสากลแล้วก็จะไม่สามารถยืนยันความถูกต้องได้ และสิ่งที่จะนำมาใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบมาตรฐานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ ได้ก็ต้องมีเครื่องมือทดสอบที่สมบูรณ์แบบ

ในยุคเริ่มแรกของระบบเครื่องมือทดสอบนั้นจะเป็นระบบที่มีการแยกชุดทดสอบเป็นส่วน ๆ ซึ่งต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมากเช่น มัลติมิเตอร์ (Multimeter) , เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) , เครื่องนับความถี่ (Frequency Counter) และ ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เป็นต้น ซึ่งจะเป็ระบบที่ยุ่งยากและเป็นอุปสรรคในการจัดหาเครื่องมือทดสอบเพราะมีราคาสูง ดังนั้นในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาการใช้เครื่องมือทดสอบที่มีพื้นฐานมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือ PC (Personal Computer) ได้กลายเป็นวิธีที่ง่ายและให้ความสะดวกรวดเร็วกับผู้ใช้รวมทั้งผู้ที่มีความสนใจทั่วไป เนื่องจากการได้ประโยชน์จากการทดสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยงาน (Computer Aided Testing: CAT) โดยไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโปรแกรมและเสียเวลามากนัก ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้สามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงาน, สามารถเพิ่มผลผลิตและสามารถจำกัดความผิดพลาดในการอ่านและการวัดที่เกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดของผู้ใช้ได้ โดยเครื่องมือทดสอบนี้จะใช้ประโยชน์จากความสามารถของซอฟต์แวร์ทำให้สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้หลากหลายซึ่งในอดีตนั้นเมื่อจะทำหน้าที่ต่าง ๆ แบบนี้ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ถูกออกแบบสำหรับการใช้ภายในจะประดิษฐ์ให้อยู่ในแผ่นอแดปเตอร์ (Adaptor Board) การที่จะติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อภายในเครื่องนั้นทำได้โดยเสียบแผ่นการ์ด (Card) เข้าไปในช่องสลอต (Slot) ที่วางไว้บนแผ่นเมนบอร์ด (Mainboard) และระบบก็ป้อนไฟเลี้ยงตามปกติ จากนั้นการใช้อุปกรณ์ทดสอบ

นี้ก็ถูกควบคุมโดยซอฟต์แวร์ที่ถูกป้อนมาจากคีย์บอร์ด (Keyboard) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่มีปุ่มลูกบิด, สวิตช์หรือส่วนแสดงผลอื่น ๆ กับผู้ใช้ต่อไป การทำงานของเครื่องมือทดสอบทั้งหมดจะทำงานโดยผ่านคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เฟซ (Interface) ของตัวมันเอง ซึ่งประโยชน์และเทคโนโลยีอันทันสมัยที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจึงเป็นแรงจูงใจและเกิดความร่วมมือกันในกลุ่มโครงการเพื่อที่จะศึกษาเทคโนโลยีเหล่านั้นแล้วนำมาประยุกต์เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ในการศึกษาและเป็นการช่วยให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศเพราะอุปกรณ์เหล่านั้นมีราคาแพงมาก ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถซื้อมาใช้กันอย่างทั่วไปได้

จากความต้องการดังกล่าวมาทั้งหมดได้ก่อให้เกิดความคิดว่า น่าจะทำโครงการเครื่องมือทดสอบที่ใช้พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Test Instrument) ในส่วนของเครื่องออสซิลโลสโคปที่ใช้วิเคราะห์ (Analytical Oscilloscope) ซึ่งมีชื่อเรียกว่า เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC Base Digital Storage Oscilloscope) โดยมีข้อดีหลายประการที่ออสซิลโลสโคปชนิดธรรมดาทำไม่ได้ กล่าวคือสามารถเก็บข้อมูลของสัญญาณที่วัดได้เพื่อนำมาวิเคราะห์ในภายหลัง, การวัดสัญญาณในช่วงทรานเซียนซ์ และการพิมพ์รูปสัญญาณออกจากเครื่องพิมพ์เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจึงได้รวบรวมข้อมูลทั้งทฤษฎี วงจรและเทคนิคต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC Base Digital Storage Oscilloscope) โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ซึ่งในแต่ละบทมีเนื้อหาดังนี้ ..

บทที่ 2 เป็นส่วนของข้อมูลรายละเอียดทั้งทฤษฎี และหลักการของเครื่องวัด และบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เช่น ทฤษฎีการสุ่ม ตัวแปลงสัญญาณเป็นอนาล็อกเป็นดิจิทัล เป็นต้น

บทที่ 3 เป็นส่วนของหลักการออกแบบและการสร้าง โดยจะกล่าวถึงหลักการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์รวมทั้งหลักการทำงานในส่วนต่าง ๆ เช่น การออกแบบสัญญาณนาฬิกา, การออกแบบตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล และการออกแบบวงจรสวิตช์ต่าง ๆ เป็นต้น

บทที่ 4 เป็นส่วนของการทดลองและทดสอบ เนื่องจากในบทที่ 3 ได้มีการออกแบบมาแล้วในบทนี้จึงนำส่วนที่ได้ออกแบบมานั้นมาทำการทดลองว่าเป็นไปตามแนวทางที่ต้องการหรือไม่

และบทที่ 5 เป็นส่วนของการสรุปอภิปรายและข้อเสนอแนะให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของกรมการช่างอุตสาหกรรมแห่งชาติ ไม่สามารถนำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 5 บทที่กล่าวมานี้เป็นรายละเอียดทั้งหมดที่อยู่ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้โดยแยกเนื้อหาออกเป็นส่วนเพื่อความเข้าใจและนำไปศึกษาโครงการงานเพื่อพัฒนาต่อให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

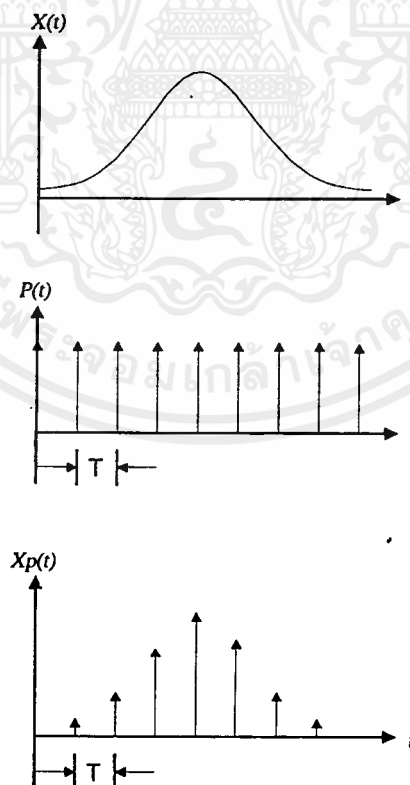
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การสุ่ม (Sampling)

สัญญาณจากการสุ่ม (Sampling-data signal) เป็นสัญญาณที่มีคุณสมบัติเชื่อมต่อกันระหว่างสัญญาณเวลาต่อเนื่อง กับสัญญาณเวลาเป็นช่วงสัญญาณนี้จะได้จากการสุ่มสัญญาณเวลาต่อเนื่องที่ทุก ๆ ช่วงเวลาเท่ากัน T อัตราหรือความถี่ของการสุ่ม คือ $f_s = 1/T$

2.1.1 ทฤษฎีการสุ่ม (Sampling Theorem)

จากรูปที่ 2.1 เป็นการสุ่มในทางอุดมคติ โดยใช้อิมพัลส์



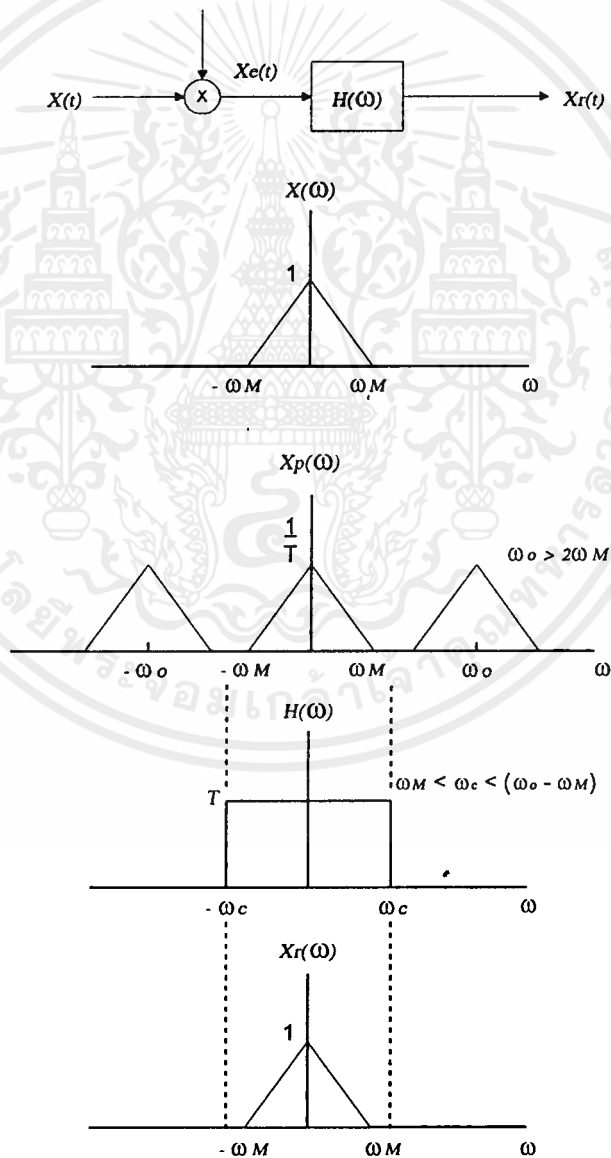
รูปที่ 2.1 การสุ่มในทางอุดมคติ โดยใช้อิมพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$\begin{aligned}
 p(t) &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT) \\
 &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{jn\omega_s t} \quad (\omega_s = 2\pi / T)
 \end{aligned}$$

$$p(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.2 การป้อนสัญญาณ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p(t) = 1/T \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{jn\omega_s t}$$

โดยใช้ การแปลง Fourier จะได้

$$p(\omega) = 2\pi / T \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\omega - n\omega_s)$$

$x_p(t)$ แทนสัญญาณที่ได้จากการสุ่มสัญญาณเวลาต่อเนื่อง $x(t)$ ดังนั้นเราสามารถคิดได้ว่า $x_p(t)$ คือ ผลคูณของ $x(t)$ กับ $p(t)$

$$X_p(t) = X(t) p(t)$$

จะได้

$$\begin{aligned} X_p(\omega) &= \frac{1}{2\pi} X(\omega) * P(\omega) \\ &= \frac{1}{2\pi} X(\omega) * \frac{2\pi}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\omega - n\omega_s) \\ &= \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} X(\omega - n\omega_s) \end{aligned}$$

หรือ

$$X_p(f) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} X(f - nf_s) \quad (1)$$

ทฤษฎีการสุ่ม (Sampling theorem) กล่าวว่า ถ้า $x(t)$ เป็นสัญญาณที่กำหนดโดยมี $X(\omega) = 0$ สำหรับ $|\omega| > \omega_M$ เราสามารถหาค่า $x(t)$ นี้ได้อย่างแน่นอนจากสุ่ม $x(nT)$ เมื่อ $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ถ้า

$$\omega_s > 2\omega_M$$

โดยที่ $\omega_s = 2\pi / T$

เมื่อกำหนดการสุ่มเหล่านี้มาให้เราสามารถสร้าง $x(t)$ ขึ้นมาใหม่ โดยการกำหนดอิมพัลส์ ซึ่งมีค่าเท่ากับขนาดของการสุ่มถ้าผ่านชุดอิมพัลส์นี้เข้าสู่วงจรกรองความถี่ต่ำในทางอุดมคติที่มีอัตราขยาย (gain) T และ ความถี่คutoff มากกว่า ω_M และน้อยกว่า $(\omega_s - \omega_M)$ สัญญาณเอาต์พุตจะเท่ากับ $x(t)$ อย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อความสะดวกเราจะนิยาม ความถี่พับ (folding frequency) โดยว่าเป็นความถี่สูงสุดที่

$$f_o = \frac{f_s}{2} = \frac{1}{2T}$$

สามารถถูกโพรเซส โดยระบบเวลาเป็นช่วงที่มีอัตราการสุ่ม f_s ความถี่ของสัญญาณที่สูงกว่า f_o จะถูก “พับหรือทบ” กลับ และไม่สามารถนำกลับคืน (recovery) มาได้

เรานิยามความถี่สูงสุดในสัญญาณ f_M ว่าความถี่เนควิสต์ (Nyquist frequency) และ อัตราการสุ่มที่ต่ำที่สุด $2 f_M$ ซึ่งเราสามารถนำสัญญาณกลับคืน (ในทางทฤษฎี) ว่าอัตราการเนควิสต์ (Nyquist rate)

2.1.2 การสุ่ม (Sampling) ในทางปฏิบัติ

ในทางปฏิบัติแต่ละของการสุ่มจะเป็นพัลส์ที่มีความกว้าง τ (ดูรูปที่ 2.3 ประกอบ) ดังนั้น สัญญาณที่เป็นพัลส์ $X_p(t)$ จะประกอบด้วย อนุกรมของพัลส์แคบในลักษณะที่ขนาดจะถูกมอดูเลต โดยสัญญาณเริ่มแรกที่เป็นสัญญาณเวลาต่อเนื่อง $X(t)$

$$X_p(t) = X(t) P(t)$$

โดยที่ $p(t)$ เป็น periodic function ที่มีคาบ $= T$ ดังนั้น สามารถแทนได้ด้วยอนุกรม Fourier

$$P(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{jn\omega_s t}$$

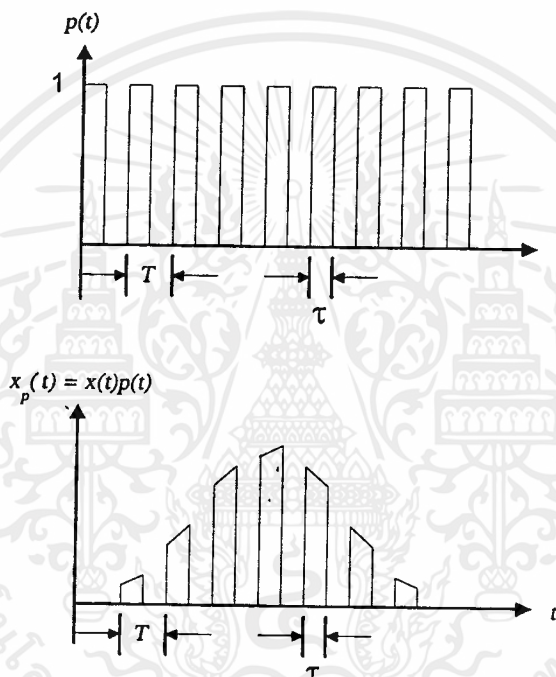
เมื่อ $\omega_s = 2\pi f_s = 2\pi/T$ จากที่ผ่านมา จะได้ว่าสัมประสิทธิ์ C_n จะแปรตามค่า $\sin \pi d/\pi d$

$$X_p(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n X(t) e^{jn\omega_s t}$$

$$X_p(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n X(\omega - n\omega_s)$$

หรือ

$$X_p(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n X(f - nf_s)$$



รูปที่ 2.3 การสุ่มในทางปฏิบัติ

2.1.3 การนำ $f(t)$ กลับคืนมาจากการสุ่ม

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ฟังก์ชันเริ่มต้นสามารถนำกลับคืนมาโดยการนำการสุ่มฟังก์ชันผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ ที่มีความถี่ตัด ω_m ซึ่งเป็นการทำงานที่ปรากฏชัดได้ในโดเมนความถี่ ที่มีการทำงานเทียบเท่ากับในโดเมนเวลา ที่จะนำ $f(t)$ กลับคืนมาจากการสุ่มของมันต่อไปเป็นการพิจารณาความเป็นไปได้

พิจารณาสัญญาณ $f(t)$ การสุ่มด้วยอัตรา $2f_m$ ในกรณีนี้

$$T = 1/2 f_m \text{ และ } \omega_0 = 4\pi f_m = 2 \omega_m$$

เมื่อ $\omega_0 = f_s$ ดังนั้นสมการ 1 จะเป็น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_p(f) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} X(f - 2n\omega_m) \quad (2)$$

ทำการเปลี่ยนตัวแปรใหม่จะได้

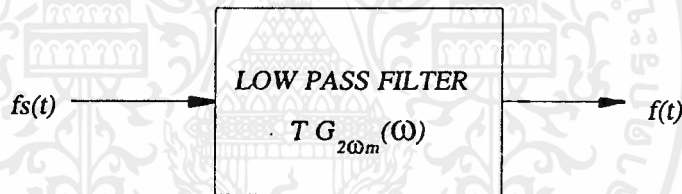
$$F_s(\omega) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F(\omega - 2n\omega_m) \quad (3)$$

จากที่ได้เคยศึกษามาแล้วว่าสเปกตรัม $F(\omega)$ เกิดขึ้นได้โดยผ่าน $F_s(\omega)$ เข้าวงจรกรองความถี่ต่ำ ซึ่งมีความถี่คutoff เท่ากับ ω_m เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าการทำงานของฟิลเตอร์เทียบเท่าการคูณ $F_s(\omega)$ ด้วย $G_{2\omega_m}(\omega)$ ดังนั้นจากสมการ 3 จะได้

$$F_s(\omega) G_{2\omega_m}(\omega) = (1/T)F(\omega)$$

ดังนั้น

$$F(\omega) = T F_s(\omega) G_{2\omega_m}(\omega) \quad (4)$$



รูปที่ 2.4 การป้อน $f_s(t)$ ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำจะได้ $f(t)$

ดังนั้นการส่งสัญญาณ $f_s(t)$ ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำจะได้สัญญาณ $f(t)$ ออกมา ฟิลเตอร์นี้มีความถี่คutoff ω_m และ $T = 1/2f_m$ ทราานเฟอ์ฟังก์ชัน $H(\omega)$ ของฟิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.4 สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} H(\omega) &= T G_{2\omega_m}(\omega) \\ &= (1/2f_m) G_{2\omega_m}(\omega) \end{aligned}$$

โดยการประยุกต์ทฤษฎีคอนโวจันจะนั้นสมการที่ 4 จะได้

$$\begin{aligned} f(t) &= T f_s(t) * (\omega_m/\pi \text{Sa}(\omega_m t)) \\ &= f_s(t) * \text{Sa}(\omega_m t) \end{aligned} \quad (5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$f_s(t)$ ถูกกำหนดโดย

$$f_s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n(t-nT)$$

ซึ่ง f_n คือการสุ่มตัวที่ n ของ $f(t)$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} f(t) &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n(t-nT) * \text{Sa}(\omega_m t) \\ &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n \text{Sa}[\omega_m(t-nT)] \\ &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n \text{Sa}(\omega_m t - n\pi) \end{aligned} \quad (6)$$

จะเห็นได้ว่า $f(t)$ สามารถสร้างได้ในโดเมนเวลาจากการสุ่มของมันตามสมการ 6

ในทางปฏิบัติ Spectral Density Function จะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้นพลังงานส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนที่อยู่ในช่วงความถี่หนึ่งสำหรับวัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์ทั้งหมด

ทฤษฎีการสุ่มนั้นเป็นหลักการสำคัญอันหนึ่งโดยอันดับของการสุ่มที่แยกเป็นส่วน ๆ โดยไม่มีการสูญเสียรายละเอียดของสัญญาณอินพุตก่อนการสุ่มซึ่งเทียบกับส่วนที่เป็น Discrete ของ Information เพราะหลักการของการสุ่มกำหนดจากจำนวนน้อยที่สุดของค่า Discrete ที่จำเป็นในการสร้างสัญญาณต่อเนื่องกลับคืนมา

จากทฤษฎีที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถที่จะสรุปได้ว่า ความถี่ที่จะนำมาทำการสุ่มนั้นจะต้องมีความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่า ของความถี่สูงสุดของสัญญาณข้อมูล ดังนั้น ในส่วนนี้จึงจำเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงอย่างมากในการการทำให้โครงการนี้ว่าการสุ่มแล้วจะมีช่วงเวลาเป็นเท่าใดมีเวลาเหลือพอที่จะให้วงจรอื่น ๆ ทำงานได้ทันหรือไม่ด้วย

2.2 ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (CA3306E)

ตัวแปลงสัญญาณ CA 3306E เป็น ไอซีตระกูลเดียวกันกับ CA 3300 ซึ่งจะมีขาสัญญาณต่าง ๆ เหมือนกันแต่ได้มีการพัฒนาในด้านความเร็วและความเที่ยงตรง ตัวแปลง CA 3306E เป็น IC ตระกูล CMOS เป็นตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลแบบขนาน สามารถนำไปประยุกต์ได้โดยใช้เป็นแบบความเร็วในการแปลงสูงแต่กำลังไฟฟ้าต่ำ และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มากมาย เช่น

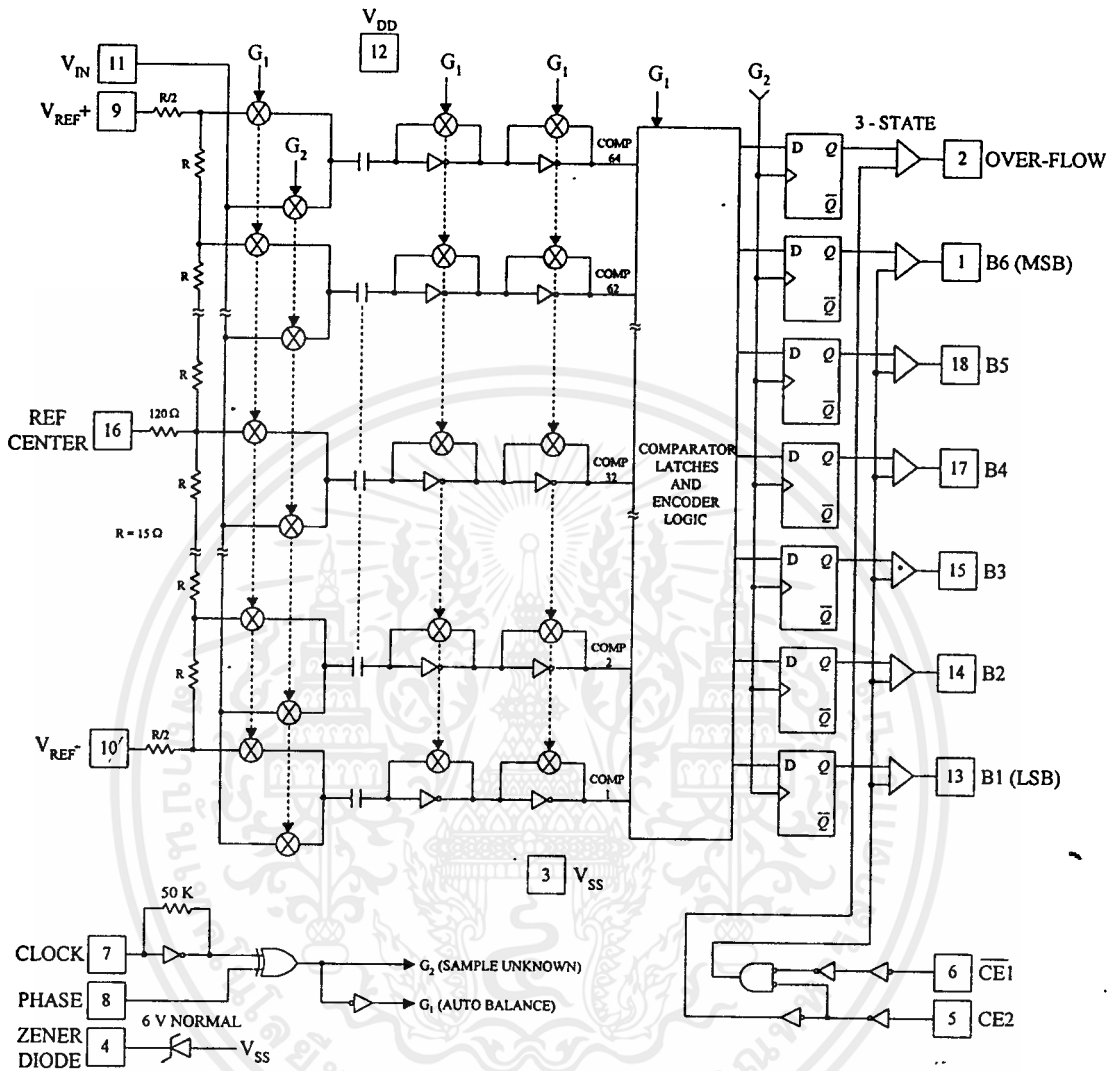
– TV Video digitizing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแปลงสัญญาณ A/D แบบความเร็วสูง
- การวิเคราะห์สัญญาณอัลต้าซาวด์
- การวิเคราะห์สัญญาณการเคลื่อนที่
- การวิเคราะห์ Radar pulse

2.2.1 โครงสร้างและลักษณะการทำงานของ CA 3306

เทคนิคในการนำ CA3306E มาต่อขนานกัน เพื่อใช้ในการแปลง สัญญาณอนาล็อกเป็น ดิจิตอล ลำดับในการทำงานจะประกอบด้วย “Auto Balance”, “Phase\$1” และ “Sample Unknown”, “Phase\$2” ซึ่งในการแปลงสัญญาณนั้นต้องการสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก ด้วย สัญญาณ PH เป็น “0” ส่วน Autobalance จะเกิดในช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา และ Sample Unknown จะเกิดในช่วงของขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในและการทำงานของ CA 3306

จากรูปชุดสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (ส่วนที่เป็นวงกลมมีกากบาทอยู่ภายใน) ทำการสุ่มสัญญาณเข้ามาสู่ชุดตัวเปรียบเทียบจำนวน 64 ตัว ตัวเปรียบเทียบนี้จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณอินพุตที่เป็นสัญญาณอนาลอกกับแรงดันอ้างอิงของตัวเปรียบเทียบทั้ง 64 ชุด ที่ได้กำหนดไว้แล้ว ข้อมูลทั้งหมดจากตัวเปรียบเทียบ (เป็น “0” หรือ “1”) ถูกส่งเข้า D ฟลิปฟล็อป (FlipFlop) ชุดที่ 1 คือ ส่งเข้าชุดใดชุดมัน D ฟลิปฟล็อปทำหน้าที่เป็นจิสทรีสเตอร์ทำงานในโหมดสัญญาณนาฬิกา คือตอบสนองต่อสัญญาณนาฬิกาเฉพาะช่วงขอบขาขึ้นและขอบขาลงของ พัลส์เท่านั้นทำการแลกข้อมูลไว้ชั่วขณะจนกว่าจะมีข้อมูลใหม่เข้ามาจึงจะเลื่อนข้อมูลนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ส่งเข้าชุดเข้ารหัส (encoder logic array) เพื่อแปลงข้อมูลทั้ง 256 บิตออกมาเป็นข้อมูลดิจิทัลขนาด 7 บิต (รวมบิตส่วนเกิน (over flow bit) ด้วย) ส่งต่อไปยังเอาต์พุตของรีจิสเตอร์ซึ่งใช้ D-ฟลิปฟล็อปทำหน้าที่อีกเช่นเคยก่อนส่งไปยังตัวขับ 3 สถานะเป็นเอาต์พุตต่อไปเอาต์พุตนี้สามารถควบคุมได้ด้วย CE_1 และ CE_2 การทำงานทั้งหมดนี้สามารถควบคุมได้ที่ขาควบคุมเฟส (ขา 8)

2.2.2 คุณสมบัติของ CA3306

คุณสมบัติคร่าว ๆ ของ CA 3306 มีดังนี้คือ

- ใช้เทคโนโลยี CMOS/SOS กินกำลังไฟต่ำ
- ใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลแบบขนาน
- อัตราการแปลงข้อมูล 15 MSPS ที่ 5 โวลต์
- ให้ Output ขนาด 6 บิตและ over flow bit
- ใช้แหล่งจ่ายเพียงชุดเดียว 3-6 โวลต์
- มีความเที่ยงตรงขนาด 1/4 LSB
- สามารถเพิ่มความเร็วเป็น 2 เท่า ได้โดยการขนานกัน

2.2.3 สัญญาณนาฬิกาเฟส

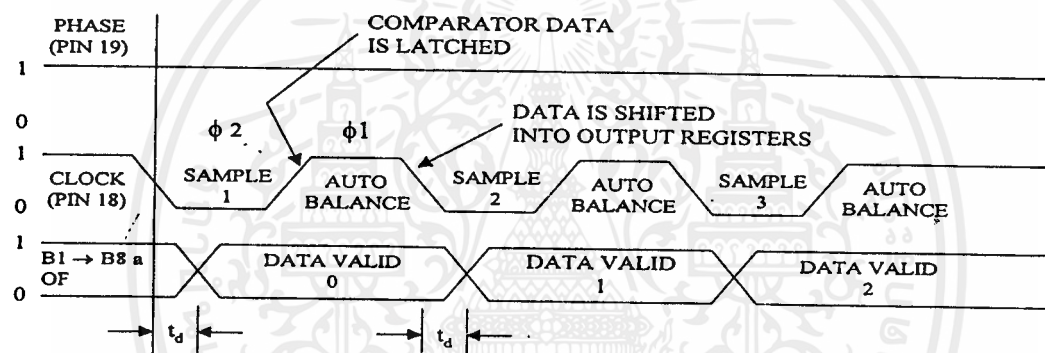
CA 3306 ใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นลำดับ (Sequential parallel technique) โดยอาศัยการจัดระดับลอจิกของสัญญาณนาฬิกาไปควบคุมจังหวะในการทำงานของส่วนต่าง ๆ ให้สอดคล้องกัน ซึ่งจุดประสงค์จริง ๆ ก็คือ ความเร็วในการแปลงสัญญาณต้องเป็นแบบ “แฟลช”(Flash)

จากรูปแสดงโครงสร้างภายในรูปที่ 2.5 ขาป้อนสัญญาณ (ขา 7) และขาควบคุมเฟส (ขา 8) ต่อกับวงจรลอจิกเกตชุดหนึ่ง ซึ่งวงจรนี้ทำหน้าที่จัดสัญญาณนาฬิกาให้แบ่งเป็นเฟส 2 เฟสคือ ϕ_1 (Auto Balance) และ ϕ_2 (Sample unknown) เฟสทั้ง 2 เฟสนี้จะถูกจัดให้อยู่ในช่วงลอจิก “0” หรือ “1” ของสัญญาณนาฬิกาใน 1 คาบเวลา เราควบคุมได้โดยใช้ขาควบคุมเฟส

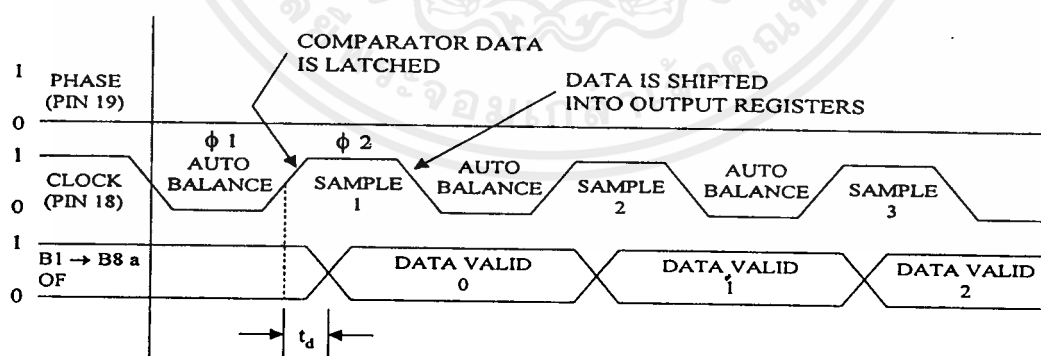
จากการวัด ϕ_1 และ ϕ_2 ให้อยู่คนละช่วงของสัญญาณพิกัดด้วยขาควบคุมเฟสนี้ ทำให้สามารถควบคุมความเร็วในการแปลงสัญญาณข้อมูลของ CA3306 ให้เปลี่ยนแปลงไปตามสัญญาณพิกัดได้

2.2.4 การควบคุม CA 3306

เราจะใช้ขาควบคุมเฟส (ขา 8) ควบคุมความเร็วการแปลงสัญญาณของ CA 3306 ได้ 2 วิธี คือ



รูป ก



រូប ២

รูปที่ 2.6 การควบคุมของ CA 3306 ด้วยการใช้ขาควบคุมเฟส

ไปควบคุมระดับตอจิกของสัญญาณนาฬิกา

(ก) เมื่อให้ขาดควบคุมเฟสเป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ส่ว(ข) เมื่อให้ขาคควบคุมเฟสเป็น “1” ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีที่ 1 โดยการป้อนลอจิก “0” เข้าที่ขาควบคุมเฟสแสดง ดังรูปที่ 2.6 (ก) $\phi 1$ จะถูกจัดให้อยู่ในลอจิก “1” และ $\phi 2$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก “0” ของสัญญาณนาฬิกา ข้อมูลจากตัวเปรียบเทียบ (อนาล็อก) จะถูก Latch ไว้ที่ขอบขาขึ้นของ pulse $\phi 1$ และเมื่อถึงช่วงขอบขาลงของ pulse $\phi 1$ แล้ว ก็จะมีการเลื่อนข้อมูลนั้นส่งเข้าเอาต์พุตรีจิสเตอร์ต่อไป ซึ่งวิธีนี้เป็นการแปลงข้อมูลเสร็จสิ้นภายในครึ่งคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา เท่านั้น

วิธีที่ 2 โดยการป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขาควบคุมเฟสเช่นกันแสดงดังรูปที่ 2.6 (ข) $\phi 1$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก “0” และ $\phi 2$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก “1” ของสัญญาณนาฬิกา เมื่อถึงช่วงขอบขาลงของ pulse $\phi 2$ ข้อมูลจากตัวเปรียบเทียบ(อนาล็อก) ถูกแลทช์ไว้จนกว่าจะถึงช่วงขอบขาขึ้นของ pulse $\phi 2$ ถูกต่อมายังจะทำการเลื่อนข้อมูลส่งเข้าเอาต์พุตรีจิสเตอร์ วิธีนี้จะแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นภายใน 1 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา

2.2.5. การเพิ่มความละเอียด

ในการเพิ่มความละเอียดของตัวแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล สามารถทำได้โดยการปรับ Offset Trim และ Gain Trim

Offset Trim

เราสามารถที่จะปรับค่าเพื่อให้วงจรมีเสถียรภาพดีขึ้น โดยนำความต้านทานปรับค่าได้ มาต่อเข้ากับขา R^- และปรับค่าโดยใช้สมการในการคำนวณหา

$$V_{in} = \frac{1}{2} \text{ LSB} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_{ref}}{64} \right) \\ = \left(\frac{V_{ref}}{128} \right)$$

ถ้าแรงดันอินพุตที่เข้ามาครั้งแรกมีค่าน้อยกว่าจุดกึ่งกลางให้นำเอาความต้านทานปรับค่าได้ประมาณ 50 โอห์ม ต่อกับขา R^- กับ กราวด์ แล้วปรับให้ค่าได้ประมาณ 1/2 LSB

ถ้าแรงดันอินพุตที่เข้ามาครั้งแรกมีค่ามากกว่าจุดกึ่งกลางให้นำเอาความต้านทานปรับค่าได้ประมาณ 50 โอห์ม ต่อกับขา R^- กับ แรงดันลบแล้วปรับให้ค่าได้ประมาณ 2 LSB

Gain Trim

โดยทั่วไปแล้วการจะขยายสัญญาณนั้นสามารถจะให้ OP-AMP ช่วยในการขยายสัญญาณ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ ในวงจรนี้ก็สามารถทำได้โดยการปรับแรงดันอ้างอิง ซึ่ง

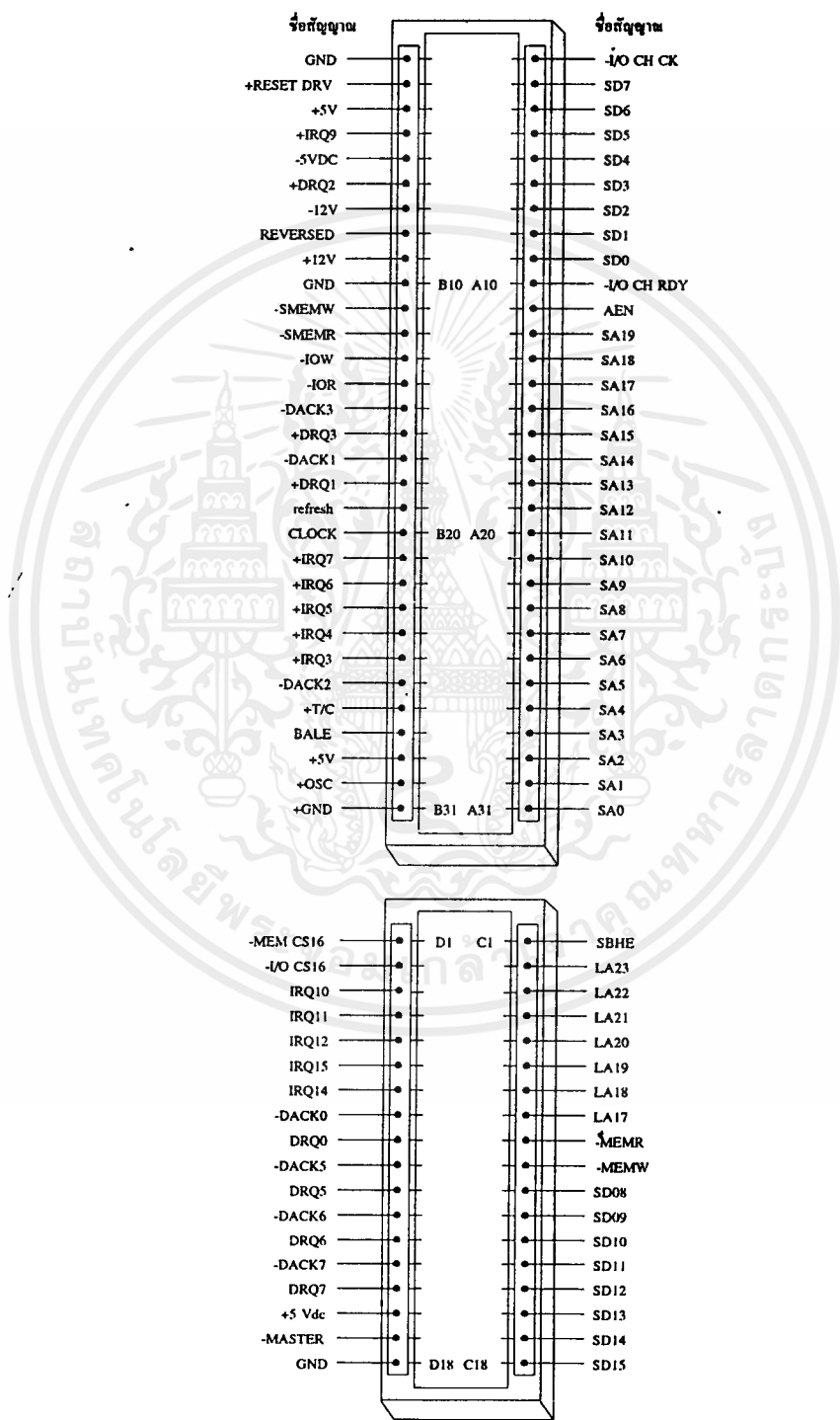
สามารถจะทำให้สัญญาณที่เข้ามามีค่ามากขึ้นหรือน้อยลงได้เปรียบเหมือนเป็นการขยายสัญญาณเช่นกัน โวลต์เตจที่จะทำการขยายสามารถคำนวณได้จากสมการนี้

$$\begin{aligned} V_{in} &= V_{ref} - \frac{V_{ref}}{128} \\ &= V_{ref} \times \left(\frac{127}{128} \right) \end{aligned}$$

2.3. ช่องเสียบสัญญาณบนเมนบอร์ด (Main Board (AT Slot))

คอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่แล้วใช้ช่องเสียบ (Slot) แบบ AT แทบทั้งสิ้นเพราะช่องเสียบแบบ AT นี้จะใช้ตัวประมวลผลเบอร์ 80286 ซึ่งเป็นตัวประมวลผลขนาด 16 บิตแท้ กล่าวคือ มีการประมวลผลภายในเป็นแบบ 16 บิต และมี Data Bus ขนาด 16 บิต แต่ในขณะเดียวกันที่เป็นช่องเสียบแบบเก่า คือ จะเป็นแบบ XT โดยใช้ตัวประมวลผลเบอร์ 8088 ซึ่งเป็นตัวประมวลผลขนาด 16 บิตเทียมกล่าวคือ มีการประมวลผลภายในเป็นแบบ 16 บิต แต่จะมี Data Bus เพียง 8 บิตเท่านั้น ฉะนั้นการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลจึงช้ากว่าช่องเสียบแบบ AT มาก ดังนั้นจึงขอก้าวแต่เฉพาะรายละเอียดของขาสัญญาณต่าง ๆ บนช่องเสียบแบบ AT เท่านั้น

รายละเอียดของขาสัญญาณต่าง ๆ บน ช่องเสียบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.7 สัญญาณต่าง ๆ บนช่องเสียบของระบบ AT
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณต่าง ๆ บนช่องเสียบของชิสเต็มบอร์ด

ชื่อสัญญาณ	อินพุต/เอาต์พุต	หน้าที่
CLK	เอาต์พุต	สัญญาณนาฬิกานี้จะซิงโครไนซ์กับซีพียูขึ้นอยู่กับซีพียู จะใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่เท่าใดถ้าใช้ 6 เมกะเฮิร์ตซ์ ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกาจะเท่ากับ 166.6 นาโนวินาที แต่ถ้าใช้สัญญาณนาฬิกา 8 เมกะเฮิร์ตซ์ ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกาจะเท่ากับ 125 นาโนวินาที
OSC	เอาต์พุต	เป็นความถี่ของคริสตอล 14.31818 เมกะเฮิร์ตซ์ และจะไม่ซิงโครไนซ์กับสัญญาณนาฬิกาของระบบ
RESET DRV	เอาต์พุต	สัญญาณนี้จะใช้ในการเริ่มต้นระบบใหม่หรือรีเซตระบบ
SA0 – SA19	อินพุตเอาต์พุต	แอดเดรสบิต 0-19 จะใช้เป็นแอดเดรสของหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตภายในระบบ แอดเดรสทั้ง 20 จะรวมกับสัญญาณLA17-LA23เพื่อให้สามารถอ้างหน่วยความจำได้ถึง 16 เมกะไบต์ SA0 – SA19 จะถูกแลตช์ด้วยสัญญาณ BALE ที่ขอบขาของสัญญาณ BALE
LA17 – LA23	อินพุตเอาต์พุต	สัญญาณนี้จะใช้เป็นแอดเดรสของหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตภายในระบบ สัญญาณนี้จะถูกต้อเมื่อ BALE เป็น “1” LA17 – LA23 จะไม่ถูกแลตช์ระหว่างบัสไซเกิลของซีพียูเหมือน SA0-SA19 ซึ่งจะทำงานเร็วกว่าและใช้งานแบบ 16 บิต
BALE	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณเอาต์พุตจาก 82288 จะใช้ในการแลตช์แอดเดรสจากซีพียู
SD0 – SD15	อินพุตเอาต์พุต	สัญญาณนี้กำหนด คาด้าบัส บิต 0-15 สำหรับซีพียู หน่วยความจำ และอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต

ชื่อสัญญาณ	อินพุต/เอาต์พุต	หน้าที่
I/O CH CK	อินพุต	เป็นสัญญาณอินพุตใช้ตรวจสอบความผิดพลาดของการตรวจสอบพาริตี (parity error) ของหน่วยความจำที่อยู่บนอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต
I/O CH RDY	อินพุต	เป็นสัญญาณอินพุต หากสัญญาณนี้เป็น “0” จะทำให้หน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตนั้นยึดเวลาของบัสไชเกิลออกไปอีกกรณีที่อุปกรณ์อินพุตหรือหน่วยความจำทำงานช้ากว่าซีพียู ซึ่งทำให้เกิด wait state ขึ้น แต่ถ้าเป็น “1” แสดงว่าอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตหรือหน่วยความจำพร้อมจะติดต่อกับซีพียู
IRQ3 – IRQ7, IRQ9 – IRQ12, IRQ14 – IRQ15	อินพุต	สัญญาณการขออินเทอร์รัพต์จะเป็นสัญญาณการขออินเทอร์รัพต์จากอุปกรณ์อินพุตหรือเอาต์พุตต่างๆ สัญญาณ IRQ9 – IRQ15 มีความสำคัญกว่า IRQ3 – IRQ7
– IOR	อินพุตเอาต์พุต	เป็นสัญญาณการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตโดย ซีพียูหรือดีเอ็มเอคอนโทรลเลอร์จะแอกติฟ “0”
– IOW	อินพุตเอาต์พุต	เป็นสัญญาณการเขียนข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตโดยซีพียูหรือดีเอ็มเอคอนโทรลเลอร์จะแอกติฟ “0”
– SMEMR, – MEMR	เอาต์พุต อินพุตเอาต์พุต	สัญญาณ–SMEMRจะแอกติฟ เมื่อมีการถอดรหัสหน่วยความจำไดนามิกแรมภายในระบบต่ำกว่า 1 เมกะ ไบต์ ส่วนสัญญาณ–MEMRจะแอกติฟในบัสไชเกิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโดยซีพียูหรือดีเอ็มเอคอนโทรลเลอร์ สัญญาณทั้ง 2 เส้นนี้แอกติฟ “0”

ชื่อสัญญาณ	อินพุต/เอาต์พุต	หน้าที่
DRQ0 – 3, DRQ5 – 7	อินพุต	สัญญาณการขอทำกระบวนการดีเอ็มเอ 0 – 3 และ 5 – 7 จะชิงโครไนซ์กับแขนเนลของการขออุปกรณ์อินพุต เอาต์พุตที่ขอการดีเอ็มเอ DRQ0 มีความสำคัญสูงสุด และ DRQ7 จะมีความสำคัญต่ำสุดตามลำดับ สัญญาณ DRQ นั้นจะต้องแอกตีฟค้างจนกระทั่งสัญญาณตอบสนองการขอทำดีเอ็มเอหรือสัญญาณตอบรับการดีเอ็มเอแอกตีฟ DRQ0 – DRQ3 จะกระทำการรับส่งข้อมูลเพียง 8 บิต ส่วน DRQ5 – DRQ7 จะกระทำการรับส่งข้อมูล 16 บิต และสัญญาณ DRQ4 จะใช้เป็นคาสเคดบนซิสเต็มบัสไม่อยู่บนสล็อต
– DACK0 – 3, – DACK5 – 7	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณเอาต์พุตเรียกว่าสัญญาณการตอบรับดีเอ็มเอ จะใช้สำหรับตอบสนองการขอทำดีเอ็มเอของแต่ละแขนเนล สัญญาณเหล่านี้แอกตีฟ “0”
AEN	เอาต์พุต	สัญญาณ AEN นี้จะเป็นตัวบอกให้อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตและหน่วยความจำทราบว่าบัสไซเกิลที่เกิดขึ้นนี้เป็นบัสไซเกิลของกระบวนการดีเอ็มเอไม่ใช่ของซีพียูเมื่อดีเอ็มเอกอนโทรลเลอร์ เริ่มทำงานจะควบคุมแอดเดรสดาต้าบัส และผลิตสัญญาณที่จะเป็นในการทำกระบวนการดีเอ็มเอขึ้นเอง
REFRESH	อินพุตเอาต์พุต	เป็นสัญญาณใช้บ่งชี้ในการรีเฟรชหน่วยความจำ
T/C	เอาต์พุต	สัญญาณนี้จะใช้ในการบอกให้ทราบว่า การรับส่งข้อมูลของกระบวนการดีเอ็มเอได้หมดลงแล้ว
SBHE	อินพุตเอาต์พุต	เป็นสัญญาณกำหนดในการส่งข้อมูลเฉพาะไบต์บนของข้อมูล คือ SD8 – SD15

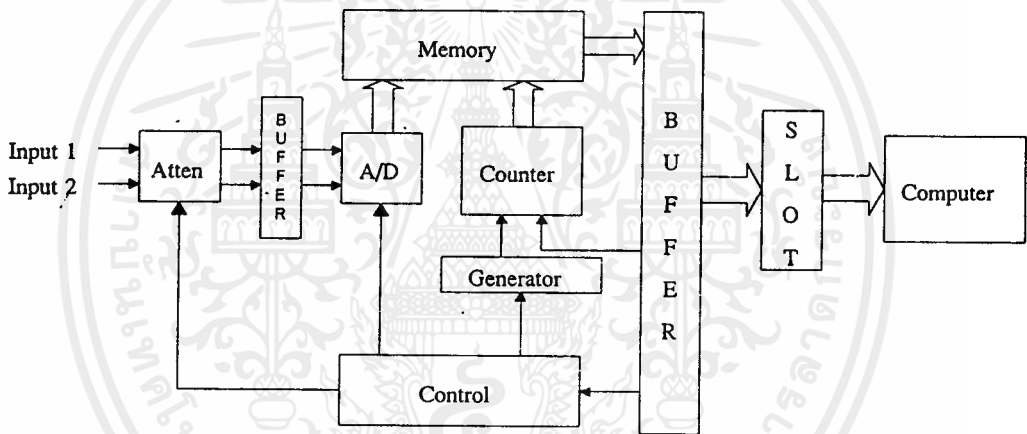
ชื่อสัญญาณ	อินพุต/เอาต์พุต	หน้าที่
- MASTER	อินพุต	สัญญาณนี้จะใช้ร่วมกับสัญญาณDRQของคิเอ็มเอกอนโทรลเลอร์ในโหมดคาสเคด
OVS	อินพุต	เป็นสัญญาณที่บอกให้ชิพียูทราบว่าบัสไซเกิลนี้ปราศจาก wait state
- MEM CS 16	อินพุต	สัญญาณในการส่งข้อมูล 1 wait state 16 บิต ไซเกิลของหน่วยความจำ (เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าส่งข้อมูลแบบ 16 บิต)
- I/O CS 16	อินพุต	สัญญาณในการส่งข้อมูล 16 บิต 1 wait state ไซเกิลอินพุตเอาต์พุต (เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าส่งข้อมูลแบบ 16 บิต)

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) ของ DSO

ในส่วนการทำงานฮาร์ดแวร์ของเครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยหน้าที่การทำงานต่าง ๆ ดังผังการทำงานรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของ PC Base Digital Storage OSC

จากผังการทำงานในส่วนของภาคต่าง ๆ มีหน้าที่การทำงานดังนี้

ภาค Atten สามารถรับสัญญาณได้ 2 ช่อง คือ Input 1 และ Input 2 โดยมี ช่อง ละ 25 MHz ถ้าใช้ช่องเดียวจะรับสัญญาณได้ 50 MHz เนื่องจากสัญญาณต่าง ๆ ที่ทำการวัดมีระดับความแรงของสัญญาณไม่เท่ากันเพราะฉะนั้นภาค Atten จะลดทอนสัญญาณลงให้มีความเหมาะสมจึงส่งไปยัง Buffer และ A/D (Analog to Digital Converter) ตามลำดับ

ภาค A/D ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นดิจิทัลจากนั้นจะนำข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory)

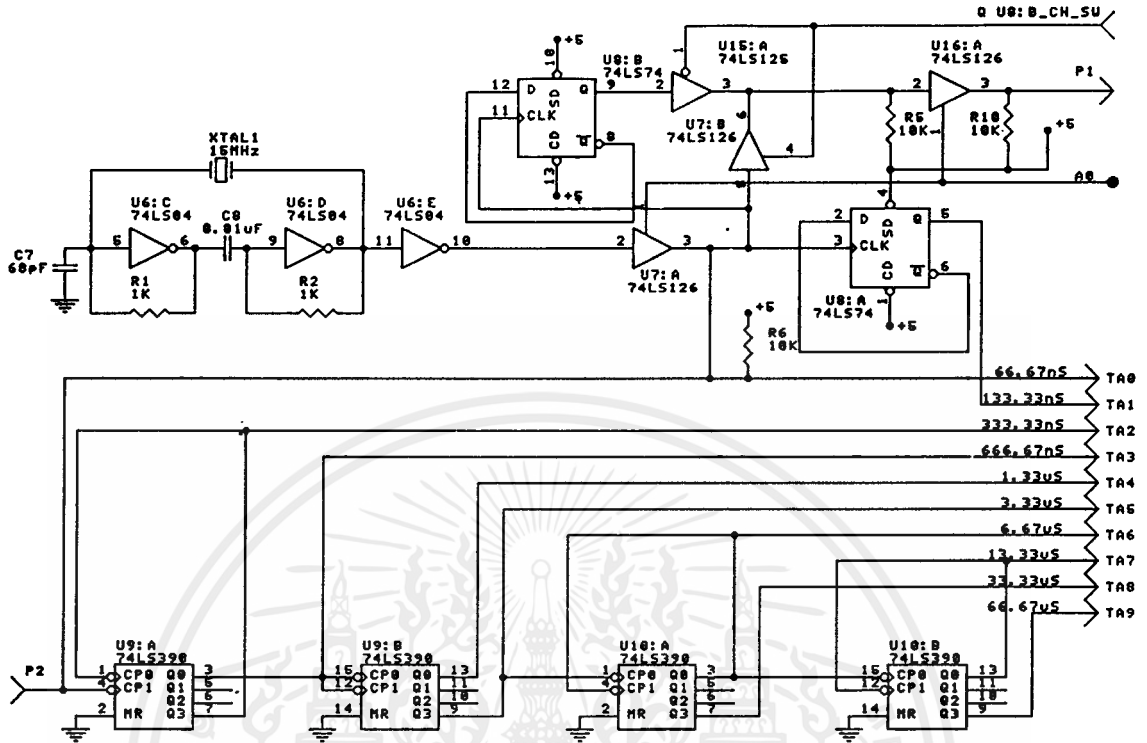
ภาค Control ทำหน้าที่ควบคุมภาค Atten เช่นเลือกช่อง,การเลือกสัญญาณที่จะวัดเป็น Volt AC หรือ DC เป็นต้น และควบคุมภาค A/D เช่น ควบคุมให้ส่ง Data ไปอย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังควบคุมภาค Generator โดยจะไปควบคุม Time/DIV

ภาค Generator ทำหน้าที่เลือก Time/DIV จากนั้นส่งไปภาค Counter เพื่อทำการเพิ่ม Address ครึ่งละ 1 ตำแหน่ง โดยภาค Counter นี้สามารถเพิ่ม Address ได้ถึง 18k จากนั้นจึงส่ง Address ไปยังหน่วยความจำ และ Data ที่ได้จากหน่วยความจำจะส่งไป Buffer โดย Buffer จะเป็นการคั่นขนาด 16 Bit ซึ่งออกแบบมาให้ใช้กับ Slot ของคอมพิวเตอร์

ในส่วนของภาคต่าง ๆ สามารถนำมาออกแบบวงจรต่าง ๆ ได้ดังนี้

3.1.1 หลักการออกแบบวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา (Clock)

การออกแบบวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ผลิตสัญญาณนาฬิกา 1 (Clock1) และ ผลิตสัญญาณนาฬิกา 2 (Clock2) จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา 1 ซึ่งใช้ คริสตัล (Crystal) ความถี่ 15 MHz ทำการผลิตความถี่ร่วมกันกับ Not-Gate เบอร์ 7404 ซึ่งจำเป็นต้องใช้ ไอซี TTL เนื่องจากมีความเร็วสูงมากซึ่งสามารถผลิตความถี่ได้สูงกว่า ไอซี ชนิด CMOS วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกานี้จะนำไปจ่ายให้กับหน่วยความจำ , วงจรนับ และ ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D)



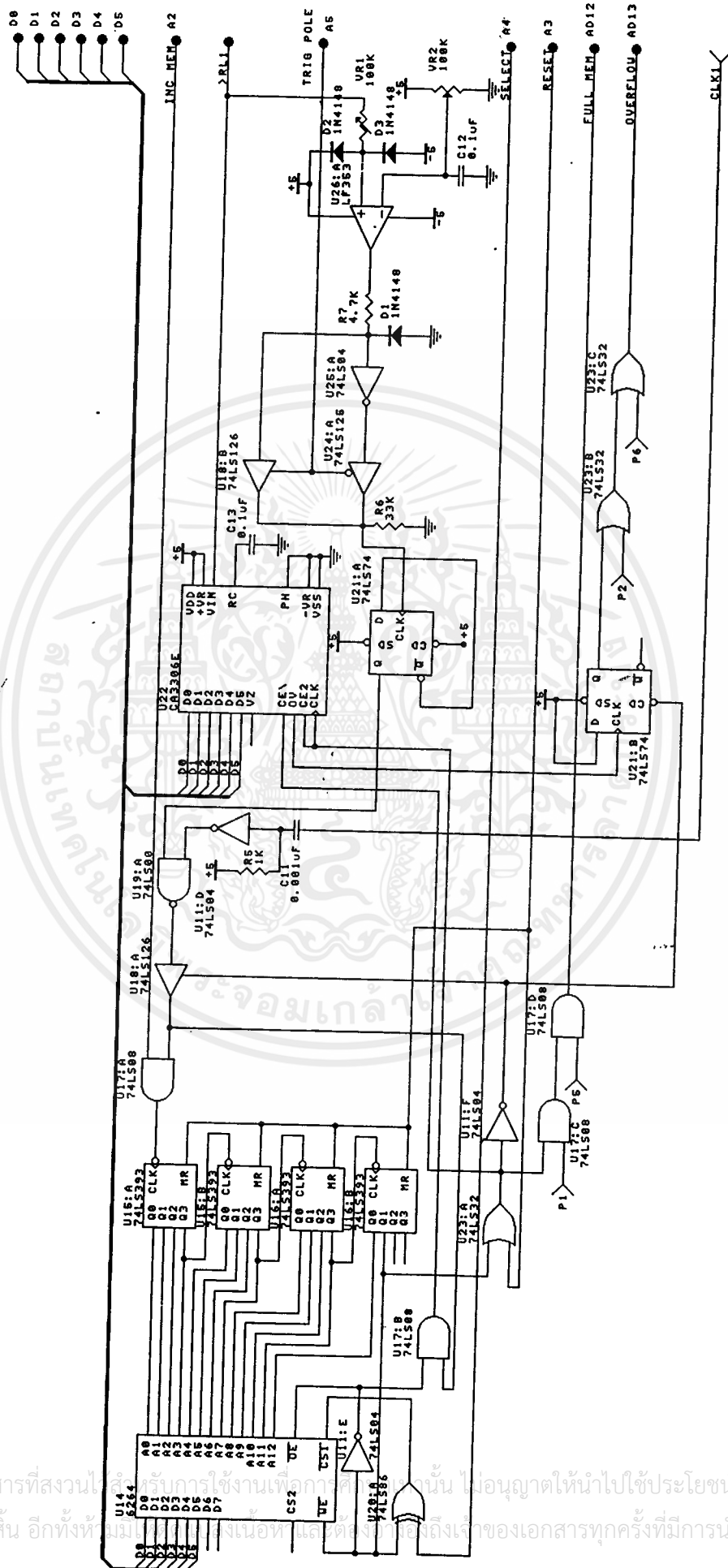
รูปที่ 3.2 วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา 1 (Clock1)

ในการทำนองเดียวกันจากวงจรรูปที่ 3.3 เป็นวงจรผลิตสัญญาณพิก้า 2 (Clock2) ซึ่งใช้คริสตัล (Crystal) ความถี่ 455 KHz ทำการผลิตความถี่ร่วมกันกับไอซี Not-Gate เบอร์ 7404 ซึ่งจำเป็นต้องใช้ ไอซี TTL เนื่องจากมีความเร็วสูงมากซึ่งสามารถผลิตความถี่ได้สูงกว่า ไอซีชนิด CMOS วงจรผลิตสัญญาณพิก้านี้จะนำไปจ่ายให้กับหน่วยความจำ, วงจรนับ และตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล

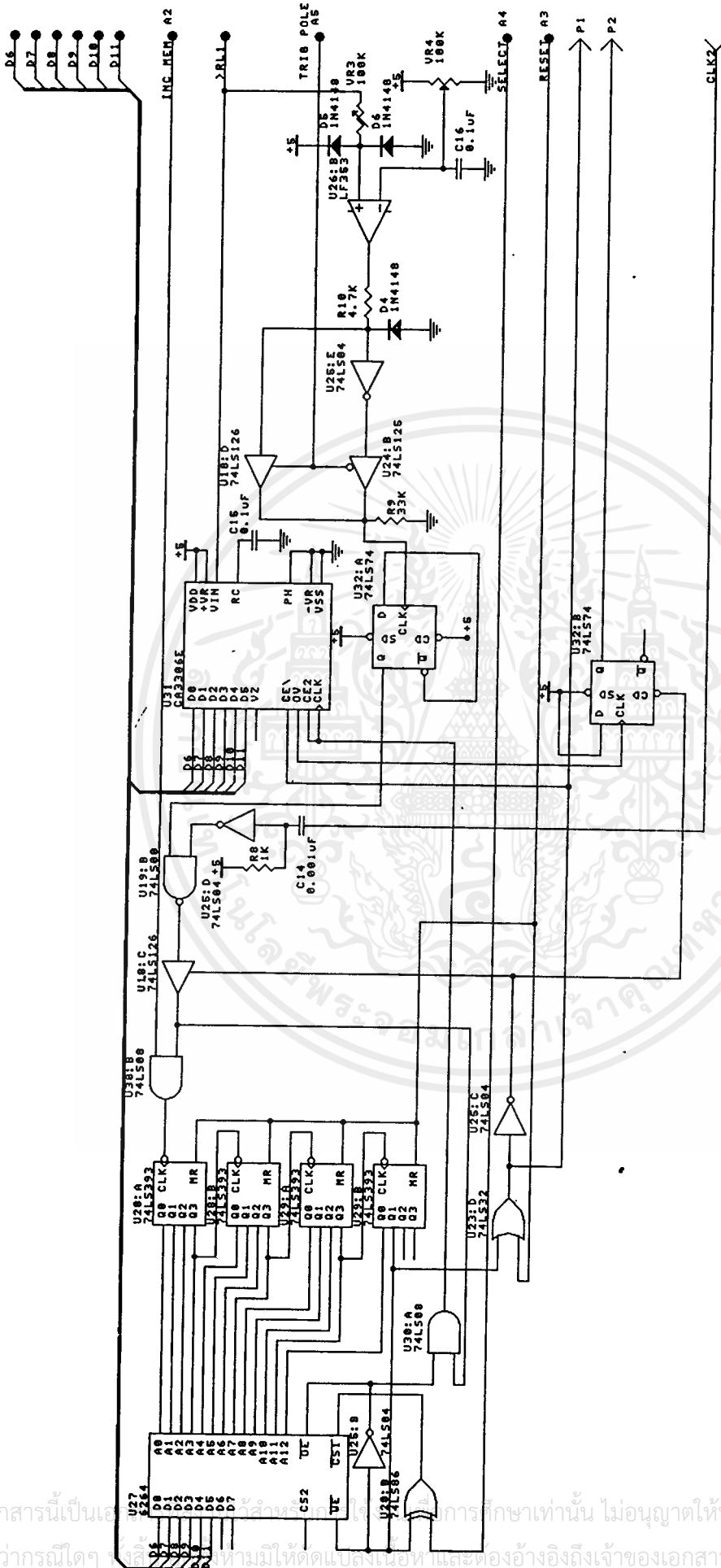
รูปที่ 3.3 วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา 2 (Clock2)

3.1.2 การออกแบบวงจร Main ADC

จากวงจรรูปที่ 3.4 จะประกอบด้วยตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (A/D) 4 ชุด โดยจะมีช่องสัญญาณช่องละ 2 ชุด เนื่องจากในการออกแบบต้องการให้สามารถวัดความถี่สูง ๆ ได้จึงใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลแบบแฟลช (Flash) วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลนั้นมีหลายแบบด้วยกันแต่แบบที่มีความเร็วสูงที่สุดคือ แบบ แฟลช ในวงจรเลือกใช้เบอร์ CA3306E มีความละเอียดขนาด 6 บิต และมีอัตราการสุ่มสูงถึง 10 MHz ที่อินพุตของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลนั้นจะใช้หน่วยความจำขนาด 8 Kb เป็นหน่วยความจำชนิดสแตติก (Static) เหตุที่ต้องใช้เพราะมีความเร็วหรือเวลาเข้าถึงข้อมูล (Access time) ต่ำทำให้สามารถเก็บข้อมูลจากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลได้ทันทีโดยเลือกใช้เบอร์ 6264 ขนาด 8 บิต แต่ใช้เพียง 6 บิต เพื่อให้เข้ากับแอสเครส (Address) ขนาด 15 เส้นของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลและในส่วนของวงจรรนับ (Counter) ที่ใช้จะเป็นชนิด ไอซี Dual-4 Bit Binary Counter เบอร์ 74393 ซึ่งจะอยู่ร่วมกับ Main ADC และมีอยู่ด้วยกัน 4 ชุด



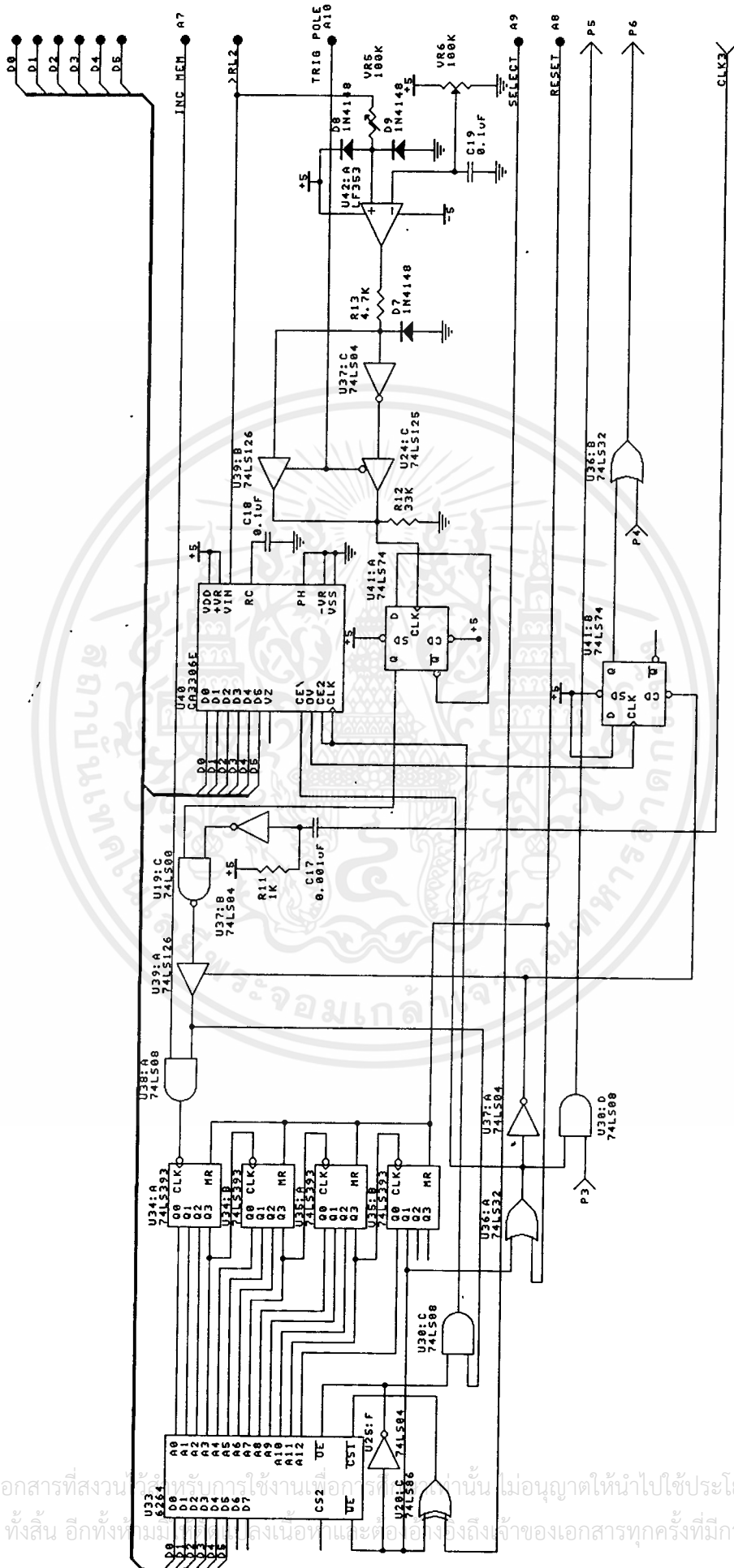
รูป (ก)



รูปที่ 3.4 วงจร Main ADC 1

(ก) Main ADC 1 ชุดที่ 1

(ข) Main/ADC 1 ชุดที่ 2



รูป (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเอกสารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำเนื้อหาและข้อมูลไปเผยแพร่หรือแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจร Main ADC 2

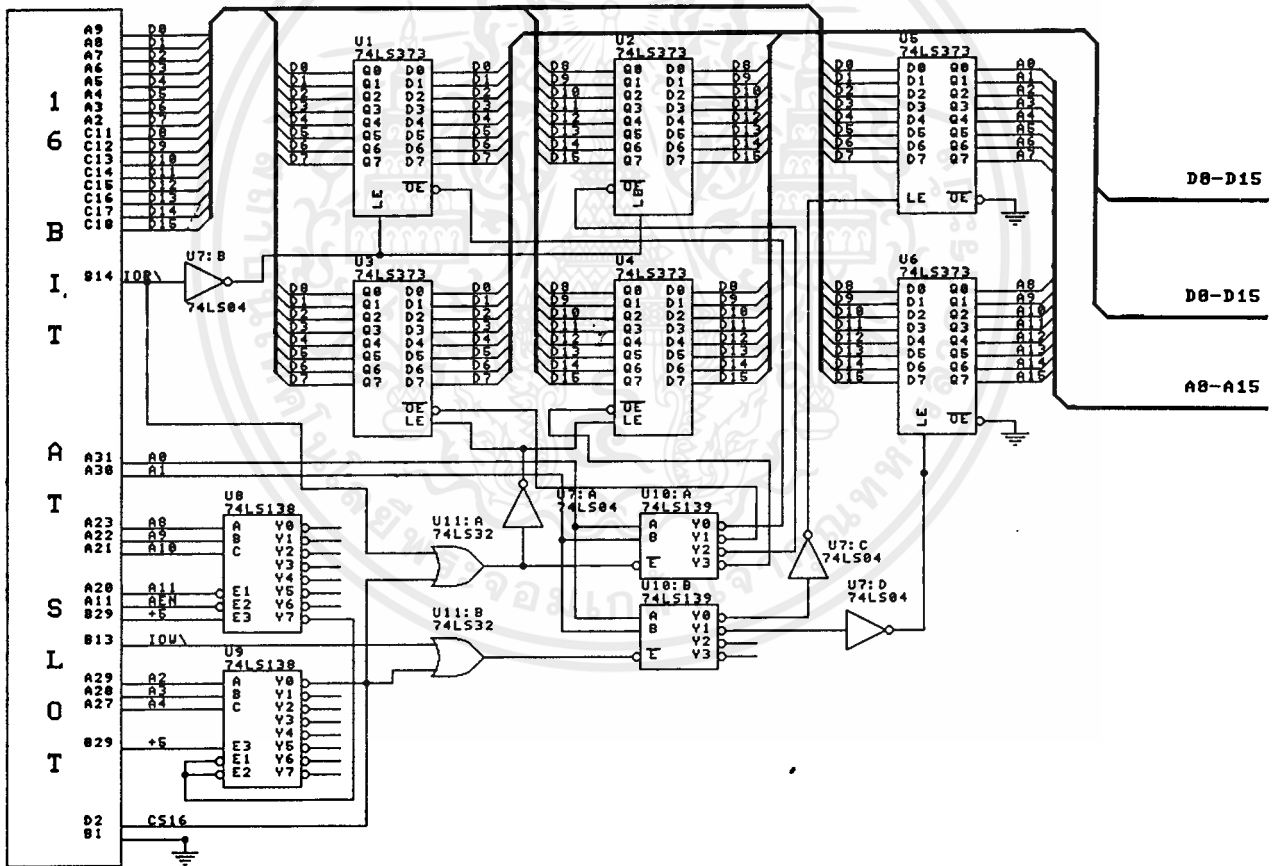
(ก) Main ADC 2 ชุดที่ 1

๕.๖) Main ADC 2 ชุดที่ 2

3.1.3 การออกแบบวงจรถอดรหัส (Decode Circuit)

หมายเลขพอร์ต (Port) ที่ใช้คือ 700H เพราะเป็นพอร์ตว่างการถอดรหัสจะใช้ ไอซีเบอร์ 74138 2 ตัว โดยตัวแรกจัดเบอร์พอร์ตให้ได้ 700H - 7FFH ตัวที่ 2 จะจัดให้อยู่ที่ 700H - 71FH โดยใช้ Y0 ของ 74138 ตัวที่ 2 ต่อไปที่ OR Gate 7432 ก็จะได้หมายเลขพอร์ต ตั้งแต่ 700H-703H โดยใช้ 74139 เป็นตัวแยกพอร์ต

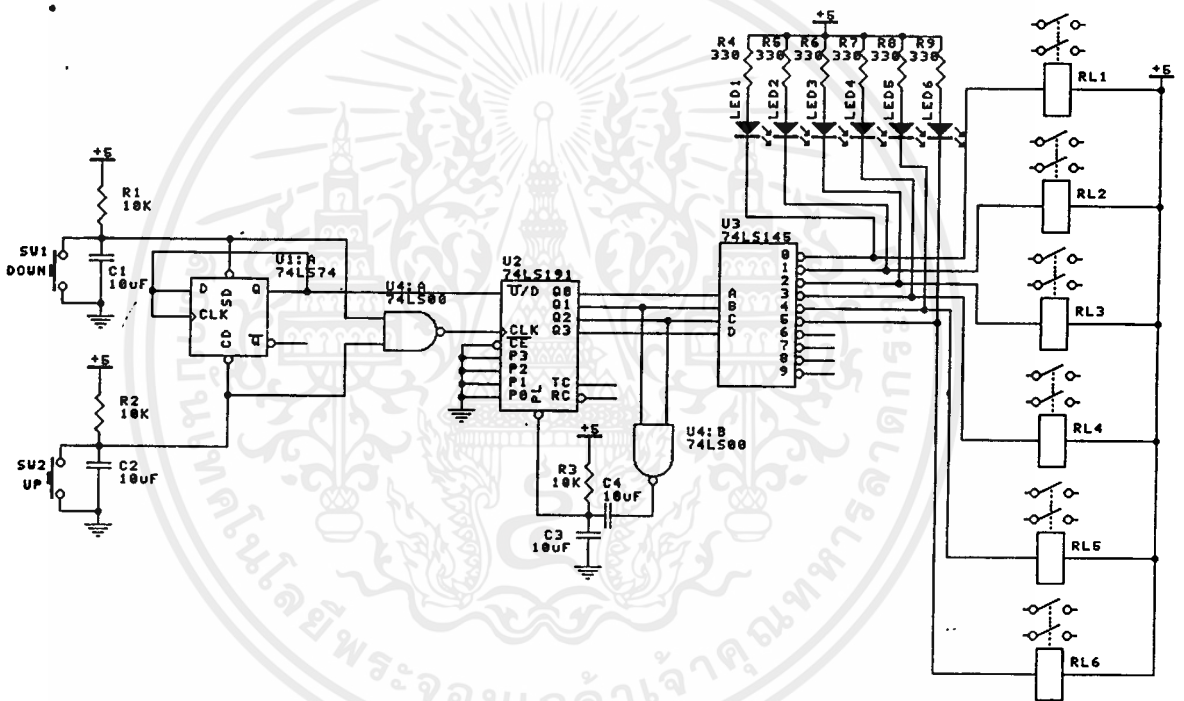
การเลือกพอร์ตจะใช้ไอซีเบอร์ 74373 จำนวน 6 ตัว เป็นข้อมูลเข้า 4 ตัว และเป็นข้อมูลออกไปควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์



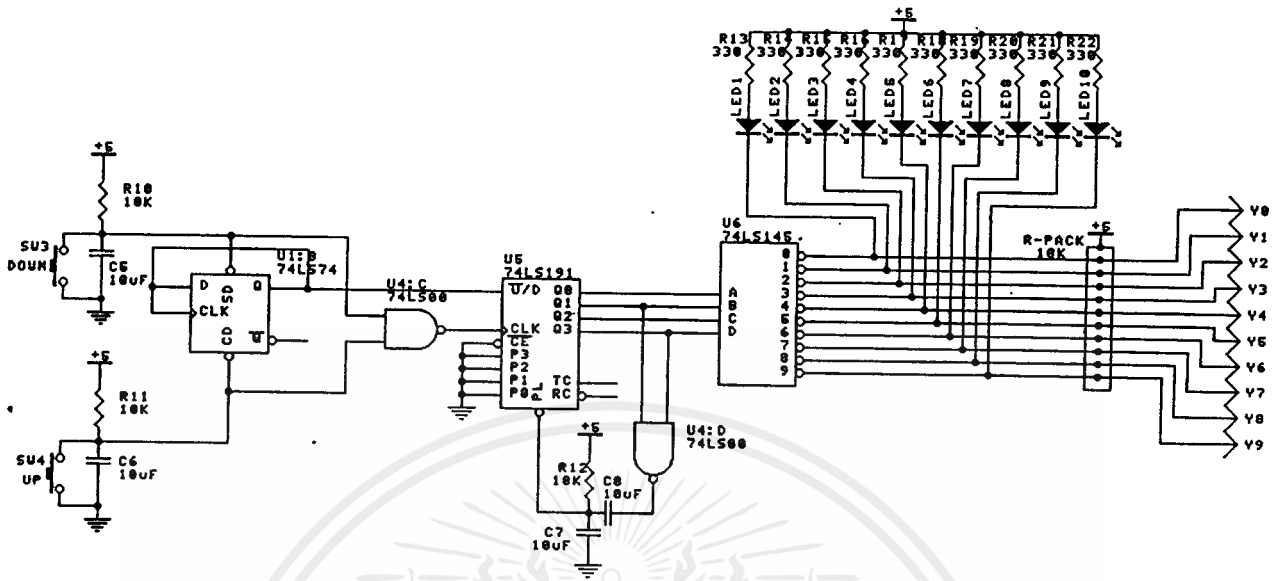
รูปที่ 3.6 วงจรถอดรหัส (Decoder Circuit)

3.1.4 การออกแบบวงจรสวิตช์ลดทอนสัญญาณ (Attenuator Switch)

จากรูปที่ 3.7 จะใช้ไอซี 7474 เป็น D-Flip Flop โดยจะทำหน้าที่เพิ่มค่าและลดค่าซึ่งเกิดจากการเลือกสวิตช์ส่วนไอซี 74191 จะทำหน้าที่เป็นตัวนับขึ้นและลง หลังจากนั้นจึงส่งสัญญาณไปไอซี 74145 ซึ่งเป็น BCD-to-Decimal แบบ Open Collector โดยจะทำการขับรีเลย์ (Driver Relay) อีกทหนึ่ง ส่วนวงจรในรูปที่ 3.8 จะมีลักษณะการทำงานเหมือนรูปที่ 3.7 ต่างกันตรงที่ สัญญาณที่ได้จากไอซี 74145 จะไปควบคุมสัญญาณนาฬิกาอีกทีหนึ่ง



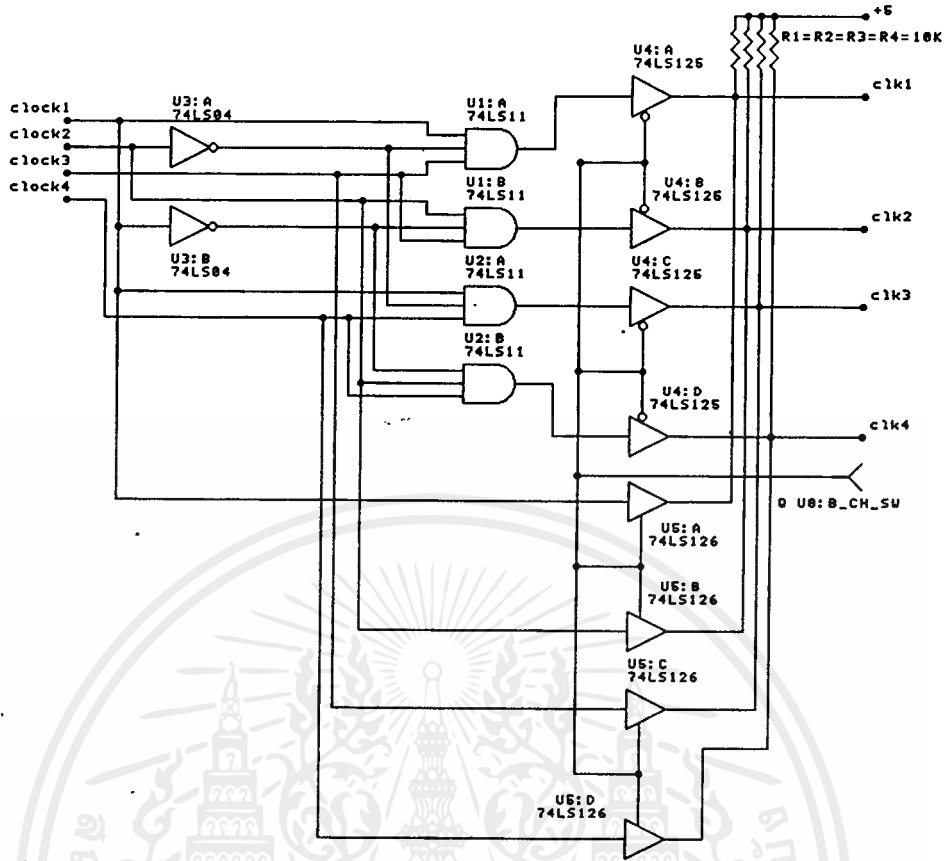
รูปที่ 3.7 วงจรสวิตช์ลดทอนสัญญาณ (Attenuator Switch)



รูปที่ 3.8 วงจรสวิตช์เลื่อนความถี่

3.1.5 การออกแบบวงจรเลื่อนเฟสสัญญาณนาฬิกา (Phase Shift Clock)

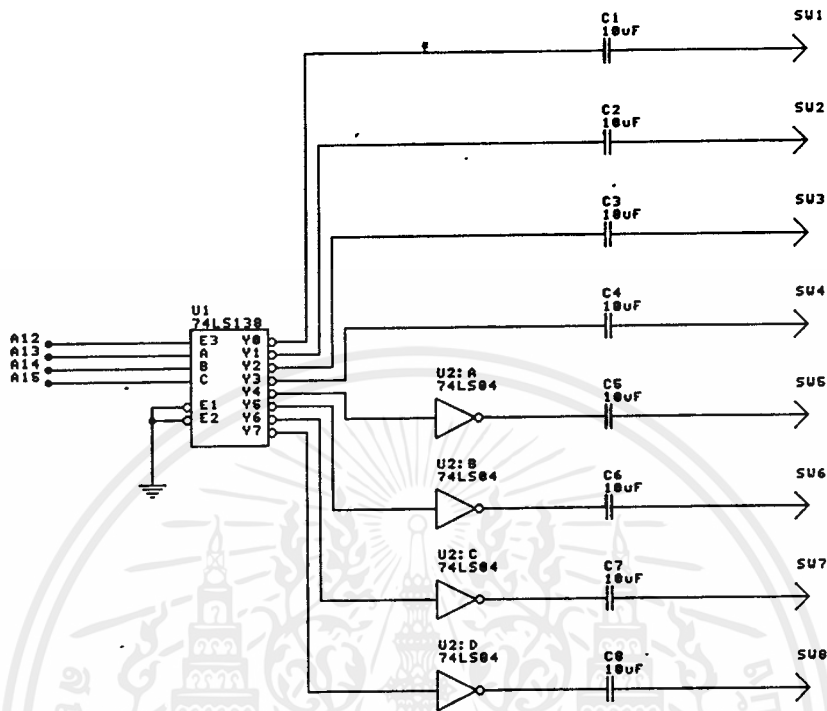
จากวงจรรูปที่ 3.9 ไอซี 7411 ซึ่งเป็น AND Gate ชนิด 2 อินพุต ซึ่งทำหน้าที่จัดเฟสการเลื่อนสัญญาณนาฬิกาส่วนทางด้านเอาต์พุตจะใช้ไอซี 74125 ทำหน้าที่เป็น Buffer ชนิด 3 สถานะโดยจะทำการเลือกใช้การเลื่อนสัญญาณนาฬิกาหรือไม่ใช้ และ ไอซี 74126 เป็น Buffer ชนิด 3 สถานะทำหน้าที่เป็นตัวเลือกสัญญาณนาฬิกาโดยตรงซึ่งจะไม่มี การเลื่อนเฟส



รูปที่ 3.9 วงจรเลื่อนเฟสสัญญาณนาฬิกา

3.1.6 การออกแบบวงจรสวิตช์เลือก(Selector Switch)

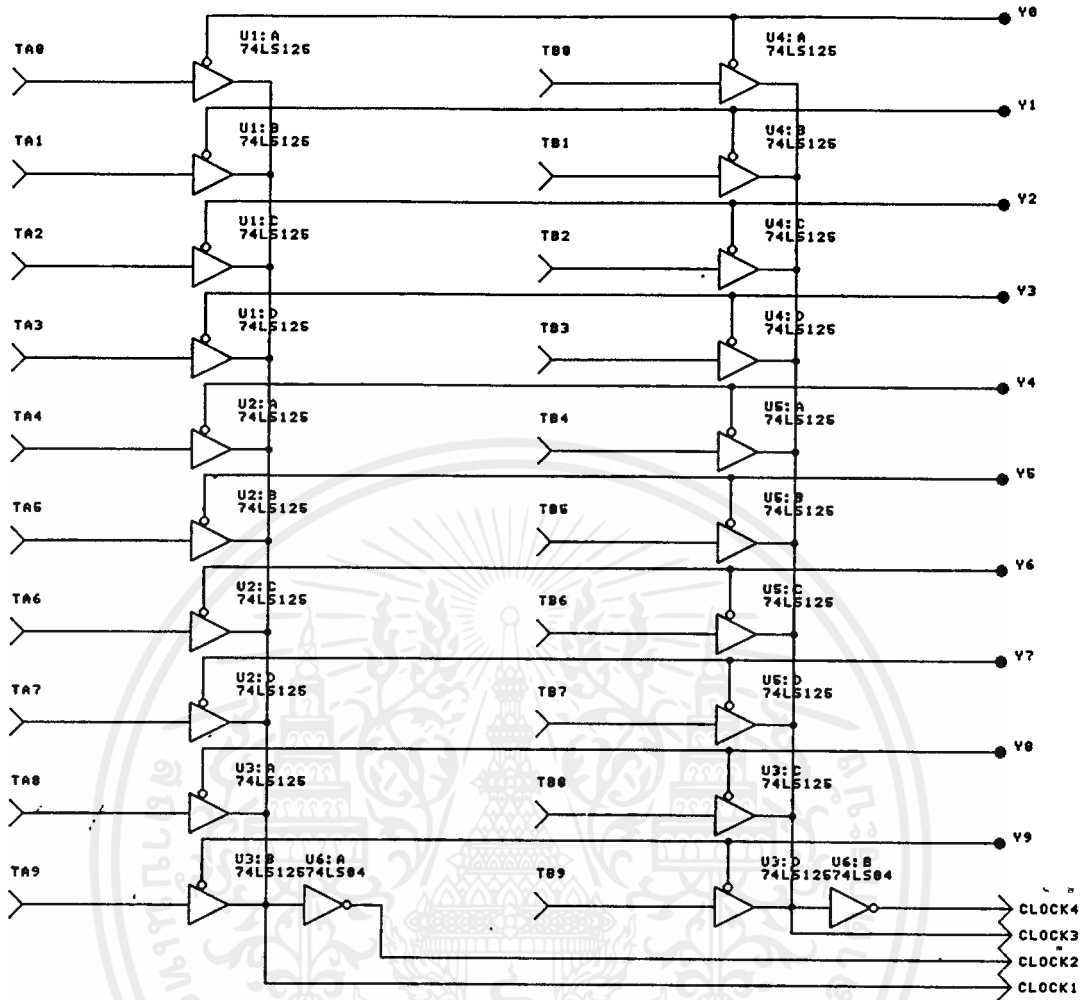
วงจรรูปที่ 3.10 ไอซี 74138 เป็น ไอซี ชนิด 3 Line-to-8 Line Decoder จะทำการรับสัญญาณเพื่อไปควบคุมสวิตช์ที่วงจรสวิตช์ลดทอนสัญญาณ, สวิตช์ AC-DC ,สวิตช์เลื่อนความถี่และสวิตช์เลือกช่องสัญญาณ



รูปที่ 3.10 วงจรสวิตช์เลือก

3.1.7 การออกแบบวงจรเลือกความถี่การสุ่ม (Sampling)

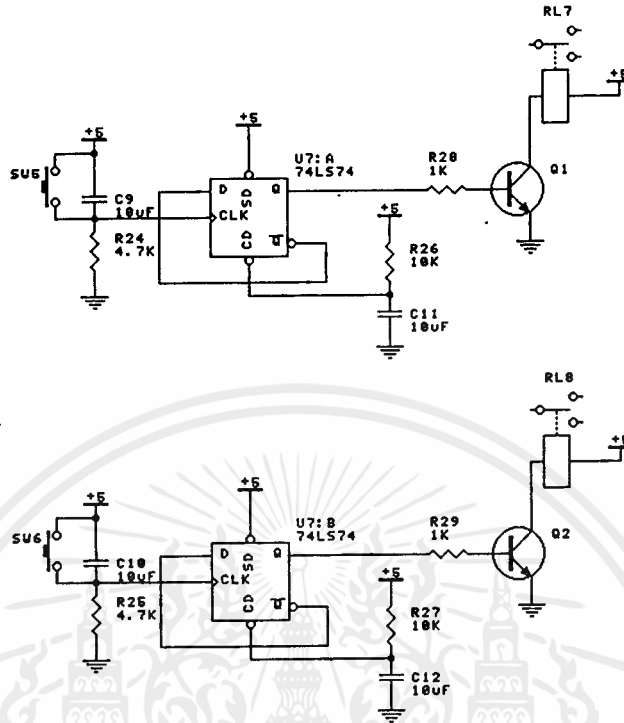
วงจรเลือกความถี่จะใช้ไอซี 74125 ทำหน้าที่เป็น Buffer ชนิด 3 สถานะ 2 ชุด ทำหน้าที่เลือกความถี่การสุ่มโดยใช้ไอซี 7404 ทำการกลับเฟสสัญญาณนาฬิกา 2 ชุด



รูปที่ 3.11 วงจรเลือกความถี่การสุ่ม

3.1.8 การออกแบบวงจรเลือกวัดสัญญาณ AC และ DC

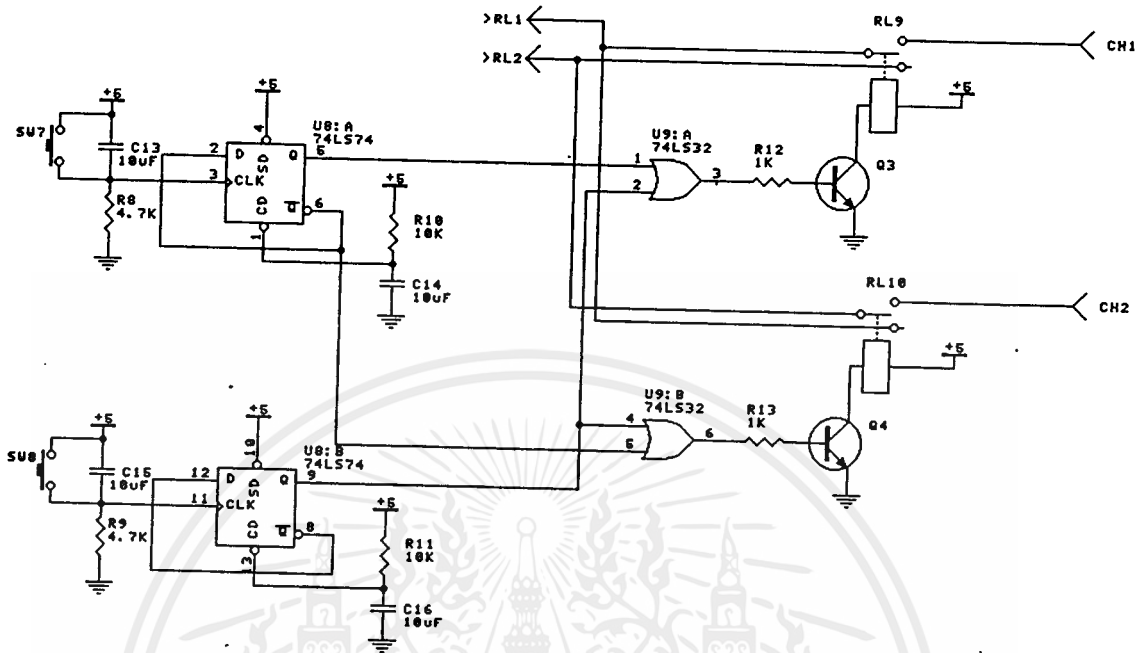
จากวงจรเลือกวัดสัญญาณ AC และ DC โดยใช้ ไอซี 7474 ซึ่งเป็น D-Flip Flop ทำหน้าที่รับการกดปุ่มจากสวิตช์เพื่อเปิดและปิดรีเลย์ (Relay) อีกทีหนึ่ง



รูปที่ 3.12 วงจรเลือกวัดสัญญาณ AC และ DC

3.1.9 การออกแบบวงจรสวิตช์เลือกช่องสัญญาณ (Channel Switch)

จากวงจร 7474 เป็น ไอซี D-Flip Flop ทำหน้าที่รับการกดปุ่มจากสวิตช์โดยไอซี U8a ทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณ 1 (Channel 1) หรือ ช่องสัญญาณ 2 (Channel 2) ส่วนไอซี U8b ทำหน้าที่เพื่อให้ทั้งช่องสัญญาณ 1 และช่องสัญญาณ 2 ทำงานพร้อมกันดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจรเลือกช่องสัญญาณ

3.1.10 การออกแบบวงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuator)

ความต้านทาน R1-R6 ทำหน้าที่ลดทอนสัญญาณทาง input เนื่องจากขณะที่เลือก Switch S2a นั้นจะเป็นการเลือกกระดบของ Amplitude ที่ต้องการหรือเป็นการเลือกย่านวัด (Range) จะนั้ันย่านวัดแต่ละย่านจะมี Amplitude ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่า R1-R6 นั้นเอง ส่วน CV1-CV4 คือ Trimmer Capacitors จะทำหน้าที่ใช้ในการปรับเพื่อชดเชยความถี่ของสัญญาณ

U5a คือ ไอซี เบอร์ TL072 เป็นอุปกรณ์ชนิด FET-input, โดยนำมาต่อเป็น Buffer ซึ่งมี input impedance $1M\Omega$ จะเห็นว่าเป็น Impedance ที่เป็นมาตรฐานของ Scope ทั่ว ๆ ไป จากรูปวงจรทางด้าน Input ของ U5a จะมีความต้านทาน R7 และไดโอด D1, D2 ต่ออยู่โดยจะทำหน้าที่ป้องกันการเกิด Distortion เพื่อเป็นการป้องกัน U5a เสียหายอันเกิดจากการป้อนแรงดันเกิน (Overload)

Output ที่ได้จาก U5a ก่อนที่จะป้อนให้กับ U8b จะต้องถูกเลือกจากสวิตช์ คือ S2a และ S2b เป็นสวิตช์ 2 ทาง 6 ขั้ว ซึ่งเป็นสวิตช์ ที่ใช้ในการเลือกย่านวัด (Range) ดังได้กล่าวไว้แล้ว

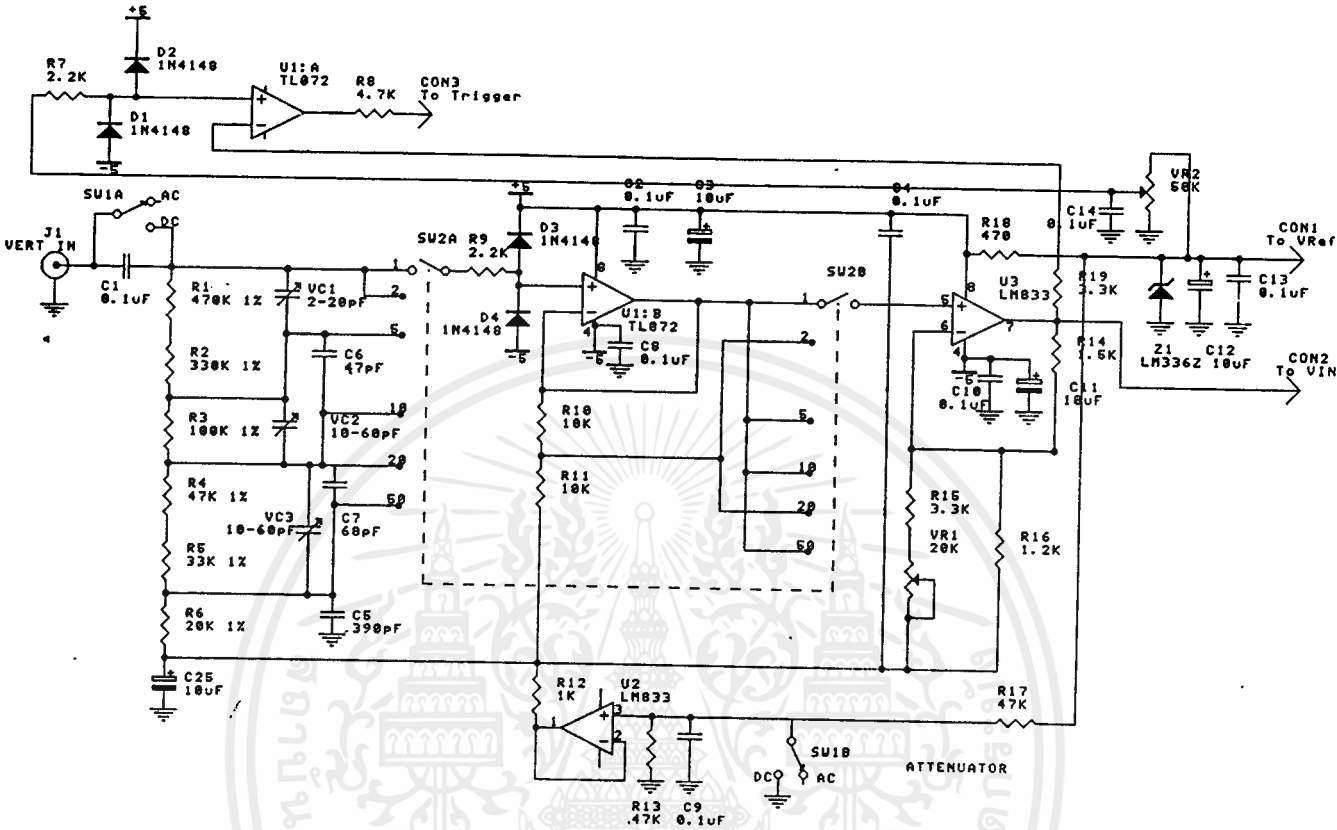
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลทั้งหมด ไม่สามารถนำออกจากรายการนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในข้างต้น สัญญาณที่ถูกเลือกโดยสวิตช์ S2b จะถูกป้อนให้กับ U8b เป็น ไอซี เบอร์ LM833 ซึ่งเป็น OP-AMP ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำซึ่งมีอัตราขยายประมาณ 2.5 โดยมีตัวต้านทาน R15, R18, R19 และตัวต้านทานปรับค่าได้ VR1 เป็น negative feedback divider จะทำหน้าที่เป็นตัวปรับอัตราขยายให้ Balance โดยจะเป็นแรงดันอ้างอิงให้กับ U11 (เป็น Calibrating ความไวของ Vertical) ซึ่ง U11 คือ ไอซี เบอร์ LM336Z เป็น Zener Diode ขนาด 2.5V ป้อนให้กับ A/D เพื่อเป็นแรงดันอ้างอิง

จากวงจรที่สวิตช์ S1a และ S1b เป็นสวิตช์ 2 ทางใช้ในการเลือกวัดสัญญาณที่เป็น AC หรือ DC ขณะที่เลือกวัดสัญญาณ DC จะต้องมีความดัน 0V ป้อนเข้าที่อินพุตของ A/D แต่ถ้าเลือกวัดสัญญาณ AC ก็จะต้องมีความดัน 1.25 V ป้อนเข้าที่อินพุตของ A/D ดังนั้นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือไอซี U8a

ที่สวิตช์ S1b ขณะที่เลือกสวิตช์ไปที่ DC จะทำให้อินพุตของไอซี U8a ต่อลงกราวด์ ๖ (Ground) และเนื่องจากไอซี U8a ต่อกันในลักษณะเป็น Buffer ดังนั้นเอาต์พุตของ U8a จึงมีความดันเป็น 0V ในขณะที่เลือกสวิตช์ไปที่ AC ซึ่งจากเดิมจะมีความดันอ้างอิงขนาด 2.5V ป้อนให้กับ A/D ตลอดเวลา ดังนั้นจึงนำแรงดัน 2.5V มาทำการแบ่งแรงดันโดย R10 และ R11 จะนำแรงดันขนาด 1.25V ป้อนให้กับอินพุตของ U8a ทำให้ได้แรงดันเอาต์พุต 1.25V ด้วย

เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าสวิตช์ S1a และ S1b เป็นสวิตช์ 2 ทางทำหน้าที่เลือกวัดสัญญาณที่เป็น DC หรือ AC ขณะที่เลือกวัดสัญญาณที่เป็น DC จะทำให้มีความดัน 0V ป้อนเข้าที่อินพุตของ A/D ในทางกลับกันถ้าเลือกวัดสัญญาณที่เป็น AC จะทำให้มีความดัน 1.25V ป้อนเข้าที่อินพุตของ A/D ส่วนแรงดันอ้างอิงที่ป้อนให้กับ A/D นั้นไม่ว่าจะเลือกวัดสัญญาณที่เป็น DC หรือ AC ก็ตามก็ยังคงมีความดัน 2.5V เช่นเดิม ส่วนสวิตช์ S2a และ S2b เป็นสวิตช์ 2 ทางเช่นกัน ทำหน้าที่เลือกย่านวัด (Range) ซึ่งมีทั้งหมด 6 ย่านวัด



รูปที่ 3.14 วงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuator)

3.2 หลักการออกแบบซอฟต์แวร์ (Software)

ในส่วนของการออกแบบซอฟต์แวร์นั้นก่อนอื่นจะต้องศึกษาว่ามีโปรแกรมชนิดใดบ้างที่สามารถอ้างอิงกับพอร์ต (Port) และสามารถทำงานร่วมกับการ์ดอินเตอร์เฟสได้จึงนำโปรแกรมภาษา Visual Basic มาใช้เขียนโปรแกรมเนื่องจากเป็นโปรแกรมบน Window ที่พัฒนาได้ง่ายสะดวกรวดเร็วและมีความสวยงาม

3.2.1 อุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ

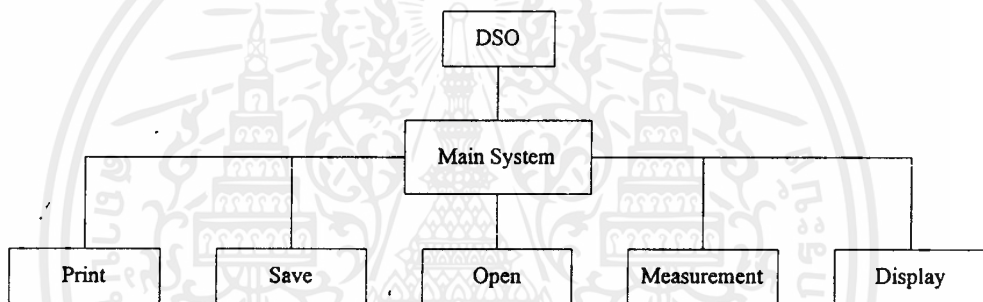
- คอมพิวเตอร์ CPU 80386-XX ขึ้นไป
- แรมอย่างน้อย 4 Mbyte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จอ VGA หรือ Super VGA (สี)
- ระบบงาน Window Version 3.X ขึ้นไป
- อุปกรณ์สนับสนุนการทำงาน Window เช่น Mouse , เครื่องพิมพ์ (Printer)

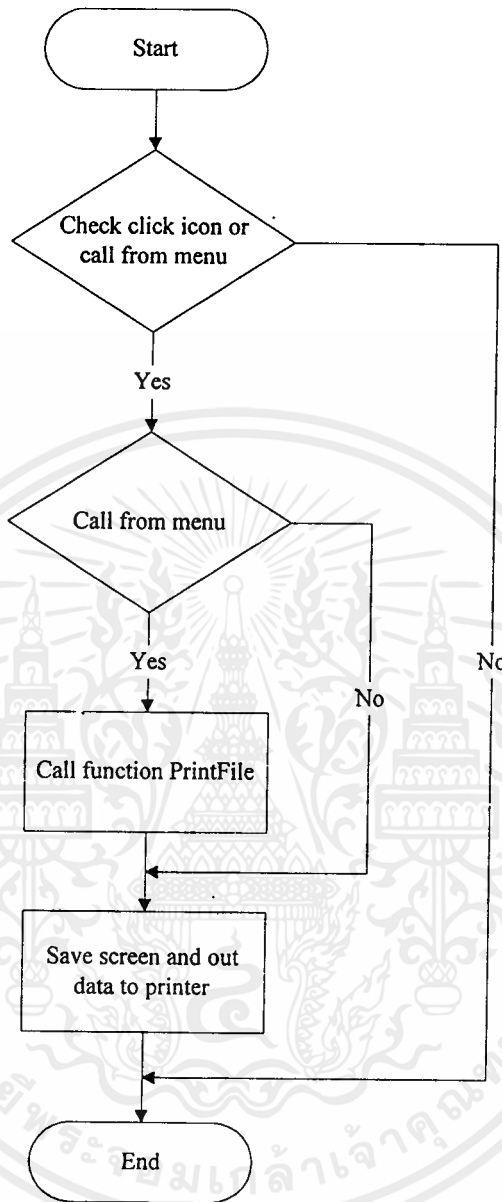
3.2.2 การออกแบบในส่วนของซอฟต์แวร์

การออกแบบในส่วนของซอฟต์แวร์นั้นซึ่งเขียนด้วยภาษา Visual Basic โดยสามารถแสดงการทำงานขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

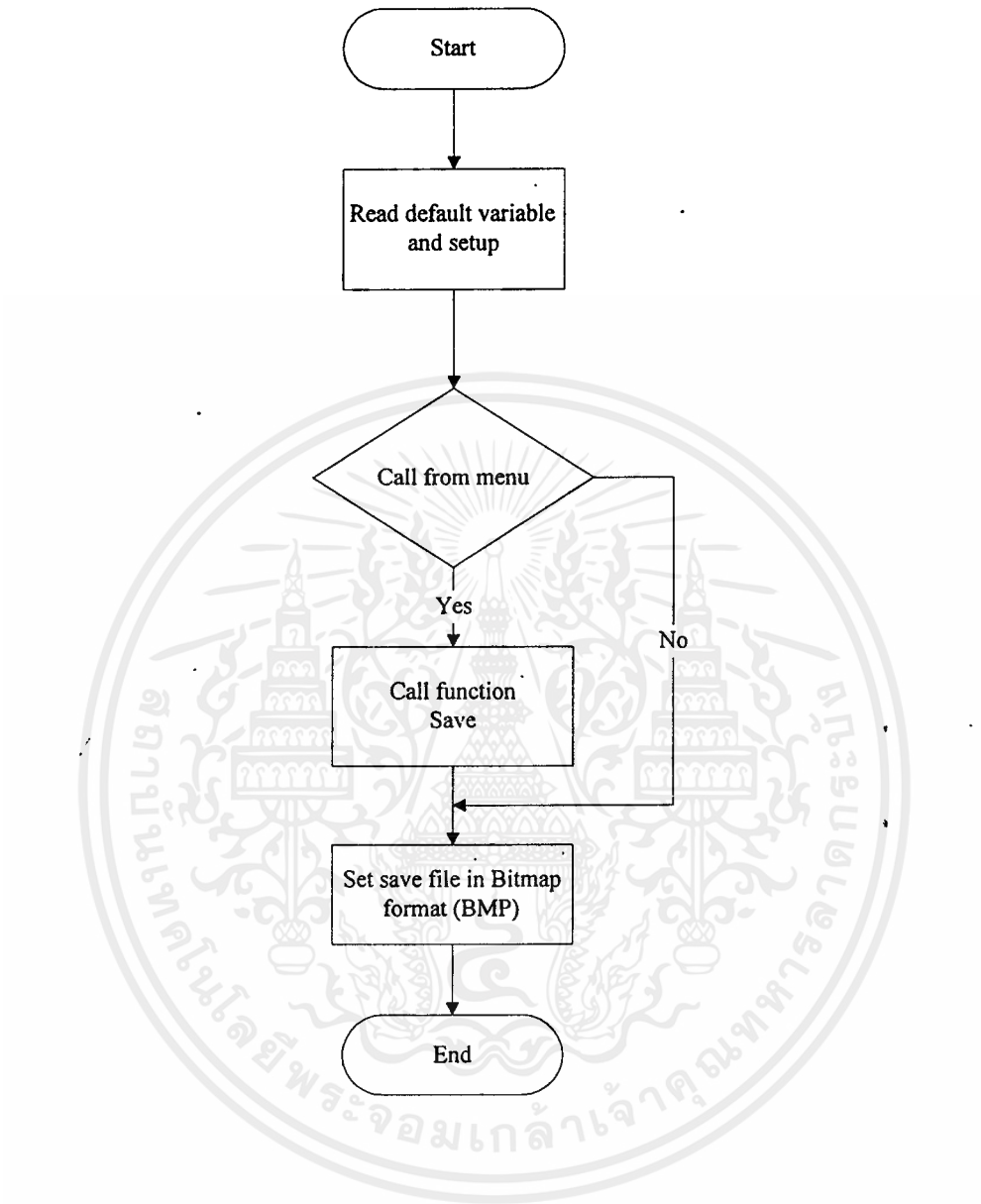


รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการทำงาน

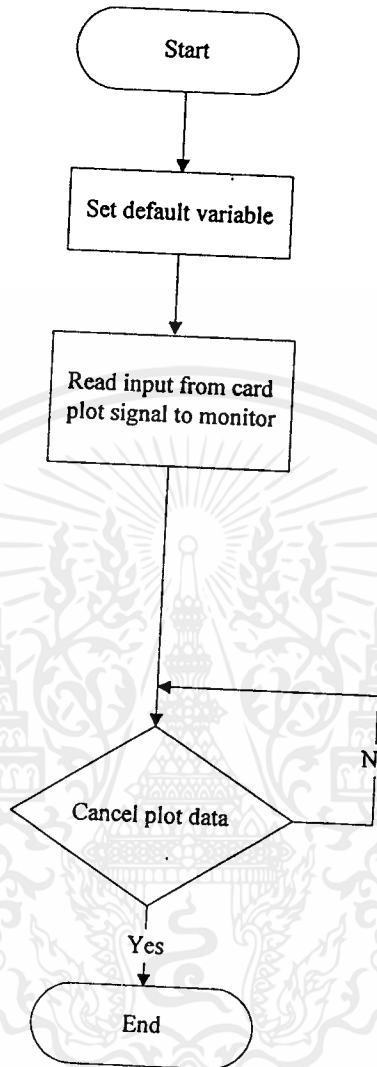
จากรูปที่ 3.15 ในแต่ละส่วนสามารถแสดงผังการทำงาน (Flow Chart) ต่าง ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของฟังก์ชันการพิมพ์ (Print)

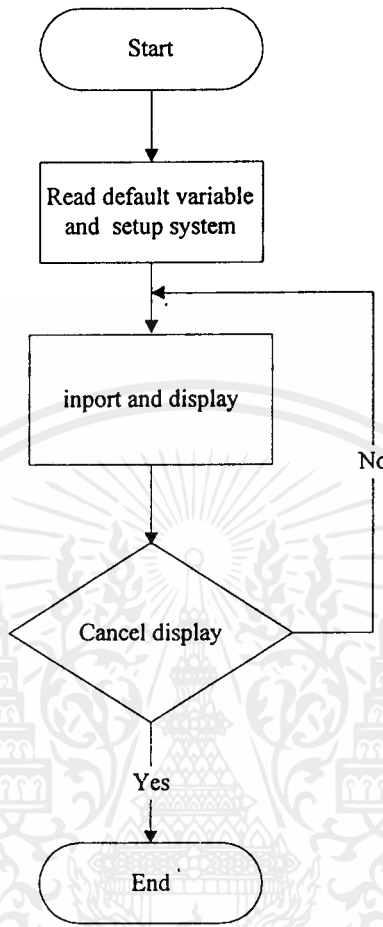


รูปที่ 3.17 ผังการทำงานของฟังก์ชันบันทึก (Save)



รูปที่ 3.18 ผังการทำงานของฟังก์ชันการวัด (Measurement)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ผังการทำงานของฟังก์ชันแสดงผล (Display)

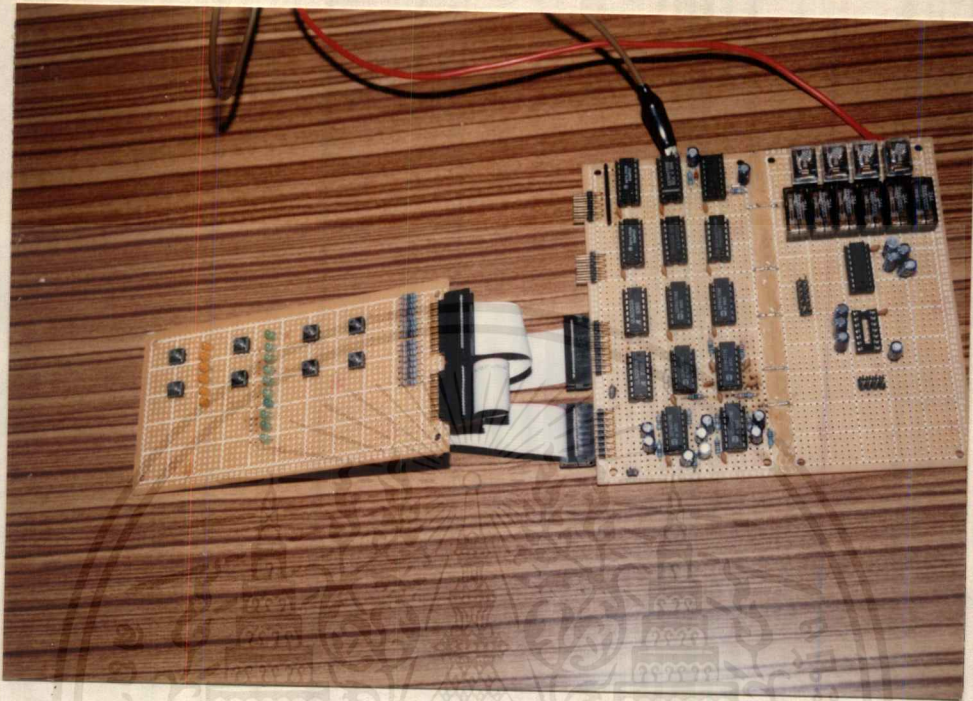
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทที่ผ่านมาเป็นขั้นตอนการออกแบบซึ่งหลังจากที่ออกแบบเป็นวงจรที่สมบูรณ์แล้ว จะต้องนำวงจรที่ออกแบบมานั้นมาทดสอบว่าทำงานตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งผลจากการทดลองจะเป็นเนื้อหาในบทนี้คือบทที่ 4 ผลจากการทดลองวงจรในส่วนต่าง ๆ มีดังนี้

4.1 การทดสอบการทำงานของสวิตช์ (Switch)

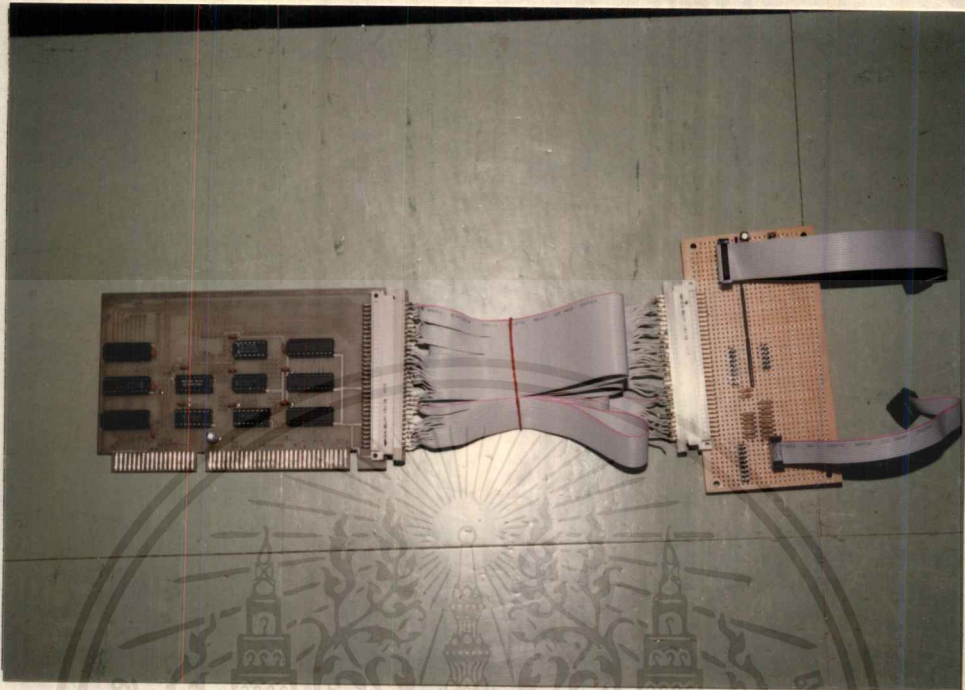
ในส่วนวงจรของชุดสวิตช์ประกอบด้วยสวิตช์เลือก 4 ชุดคือ ชุดสวิตช์เลือกโวลต์ (Volt/DIV), ชุดสวิตช์เลือกความถี่ (Time/DIV), ชุดสวิตช์เลือกวัดสัญญาณไฟกระแสดตรงและไฟกระแสดสลับ (DC-AC) รวมทั้งชุดสวิตช์เลือกช่องสัญญาณ (Channel) โดยสามารถเลือกใช้ช่องวัดสัญญาณ 1 (Channel 1) หรือ ช่องสัญญาณ 2 (Channel 2) ได้ สวิตช์ทั้ง 3 ชุดแสดงดังรูปที่ 4.1 จากการทดลองนี้ผลที่ได้คือ เมื่อกดสวิตช์จะทำให้ในบางครั้งมีการเกิดเบ้าที่ขึ้นซึ่งเกิดจากสัญญาณรบกวน



รูปที่ 4.1 แผงวงจรสวิทช์

4.2 การทดสอบการทำงานของการ์ด (Card)

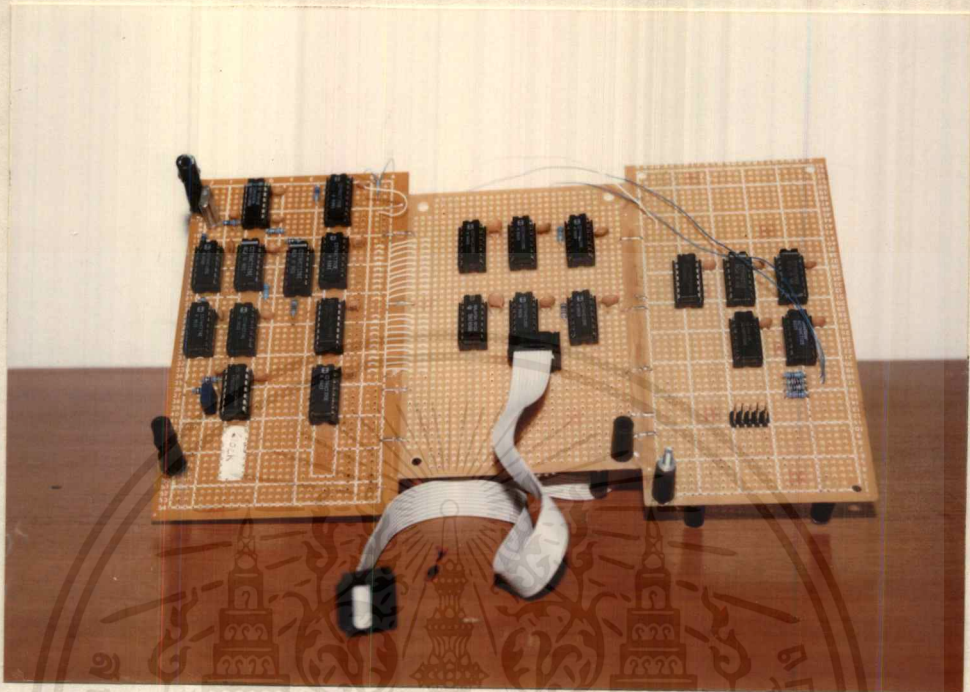
การ์ดอินเตอร์เฟซแสดงดังรูปที่ 4.2 การ์ดอินเตอร์เฟซที่ออกแบบมานั้นจะเสียบที่ช่องเสียบ (Slot) ของเครื่องคอมพิวเตอร์และจากการทดสอบการ์ดอินเตอร์เฟซพบว่าสามารถรับข้อมูลเข้า (In Data) แสดงผลและส่งข้อมูลออก (Out Data) ได้ซึ่งตรงกับความต้องการ



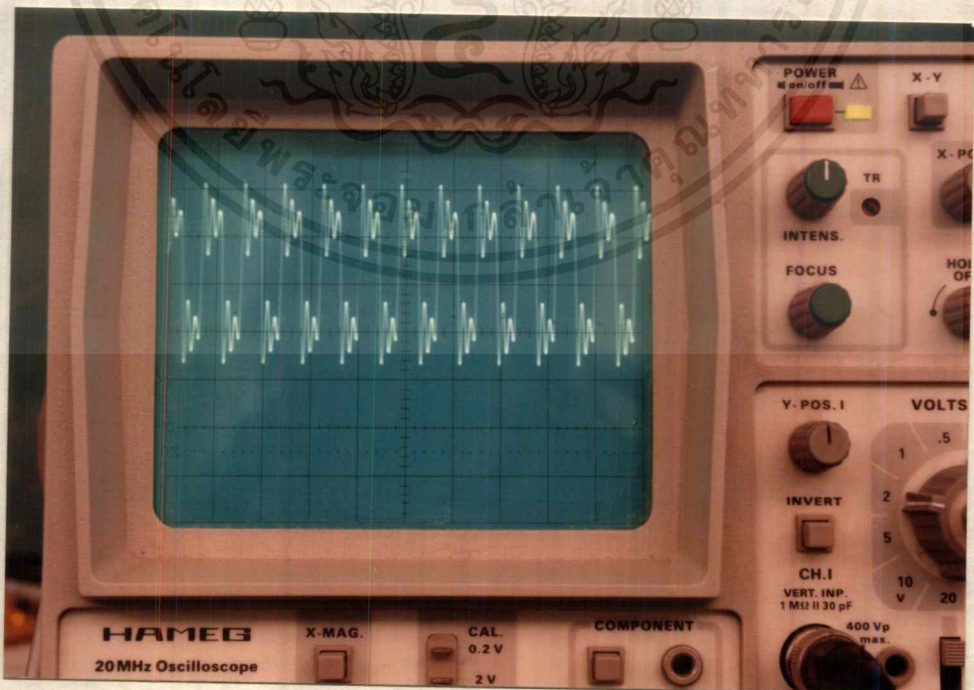
รูปที่ 4.2 แผงวงจรการ์ดอินเตอร์เฟซ,สายเชื่อมต่อและชุดต่อแยกสัญญาณ

4.3 การทดสอบการทำงานของสัญญาณนาฬิกา (Clock)

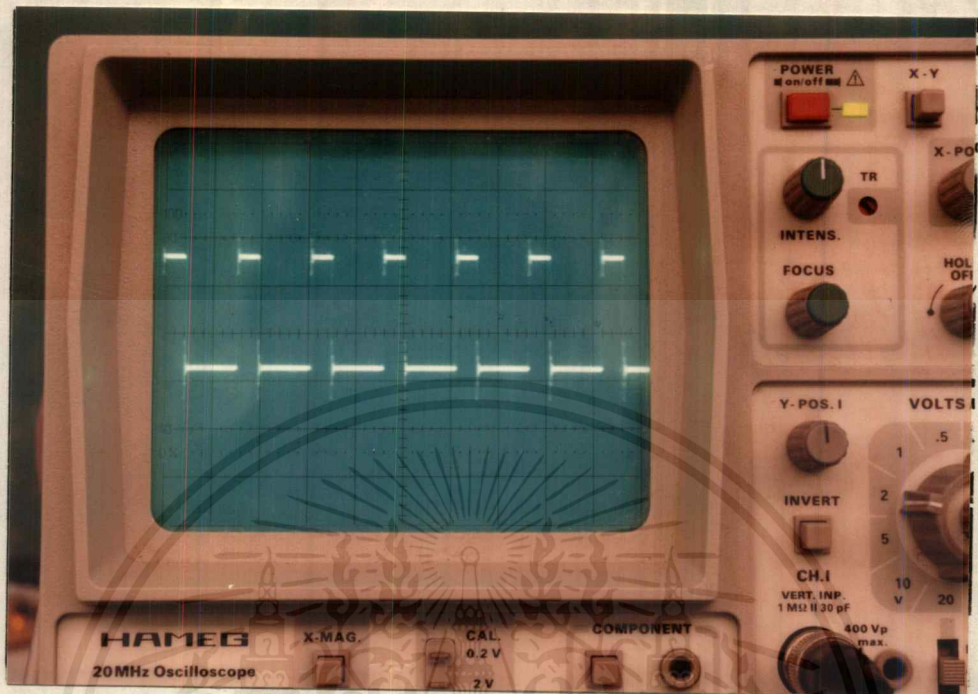
จากรูปที่ 4.3 เป็นแผงวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา ส่วนในรูปที่ 4.4 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่ 15 MHz โดยวัดที่ขา 10 ของ IC U6:E ส่วนในรูปที่ 4.5 เป็นสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่ 455 KHz โดยวัดที่ขา 6 ของ IC U11:C ผลจากการทดลองปรากฏว่าสัญญาณนาฬิกาที่วัดได้จะเกิดสัญญาณรบกวนขึ้น (Noise) ดังรูปสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นเกิดจากความถี่การออกแบบให้สัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง ๆ ประกอบกับการใช้แผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์มาทำเป็นวงจรต้นแบบ ดังนั้นสัญญาณนาฬิกาที่ได้จึงไม่สมบูรณ์มากนัก



รูปที่ 4.3 แผงวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา (Clock)



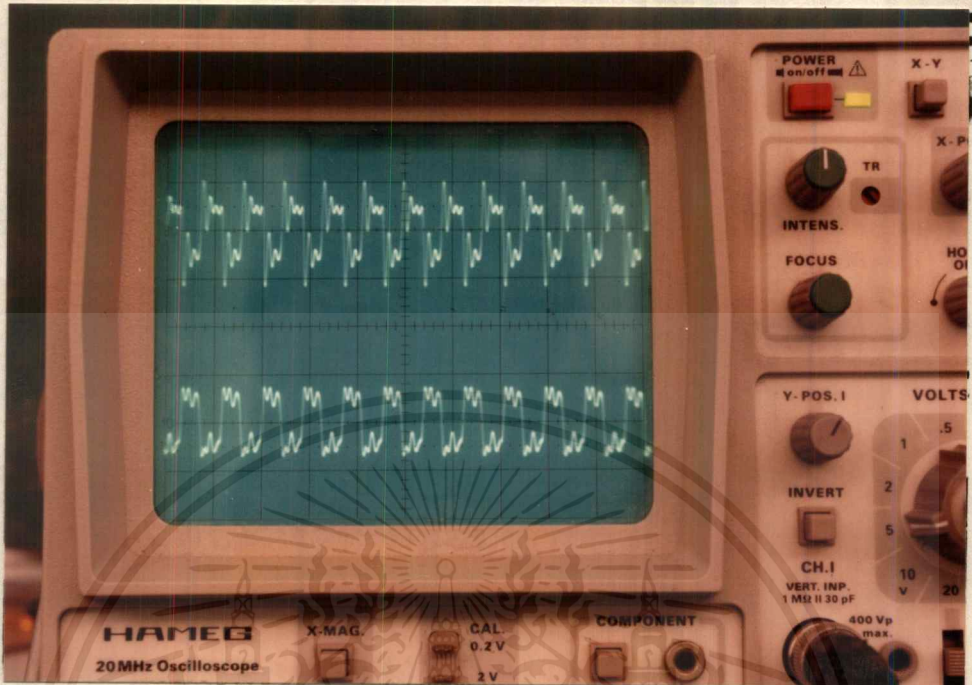
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดย บริษัท เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (Clock) ที่ความถี่ 15 MHz ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



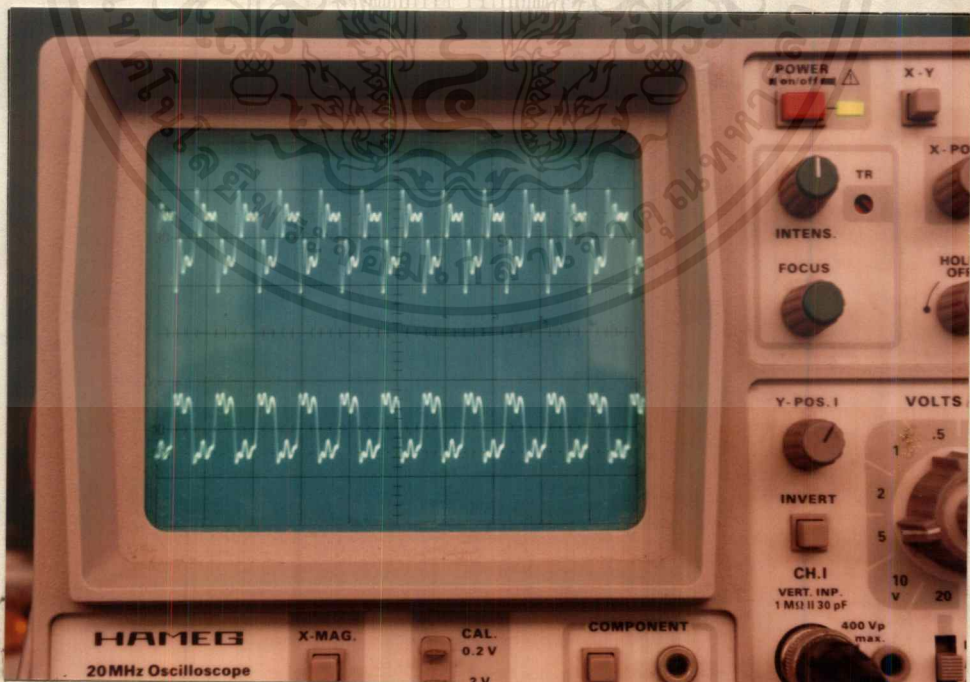
รูปที่ 4.5 สัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่ความถี่ 455 KHz

4.4 การทดสอบการทำงานของวงจรกลับเฟสสัญญาณนาฬิกา (Phase Clock)

สัญญาณนาฬิกาจะมีอยู่ 4 สัญญาณซึ่งสัญญาณนาฬิกาทั้ง 4 สัญญาณนี้จะกลับเฟสกัน 180 องศา โดยสัญญาณนาฬิกา 1 (สัญญาณด้านบน) และสัญญาณนาฬิกา 2 (สัญญาณด้านล่าง) จะกลับเฟสกันดังรูป 4.6 ส่วนสัญญาณนาฬิกา 3 (สัญญาณด้านบน) และสัญญาณนาฬิกา 4 (สัญญาณด้านล่าง) จะกลับเฟสกันดังรูป 4.7 ทั้ง 4 สัญญาณนั้นเป็นสัญญาณที่ความถี่ 10 MHz



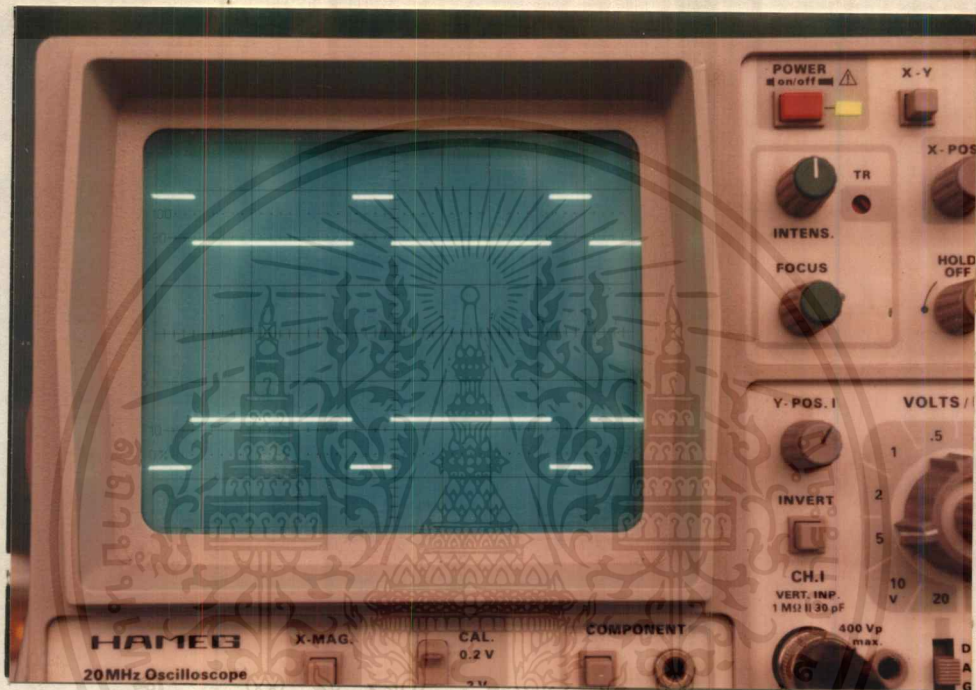
รูปที่ 4.6 สัญญาณนาฬิกา 1 (Clock 1) และสัญญาณนาฬิกา 2 (Clock2) ตามลำดับ



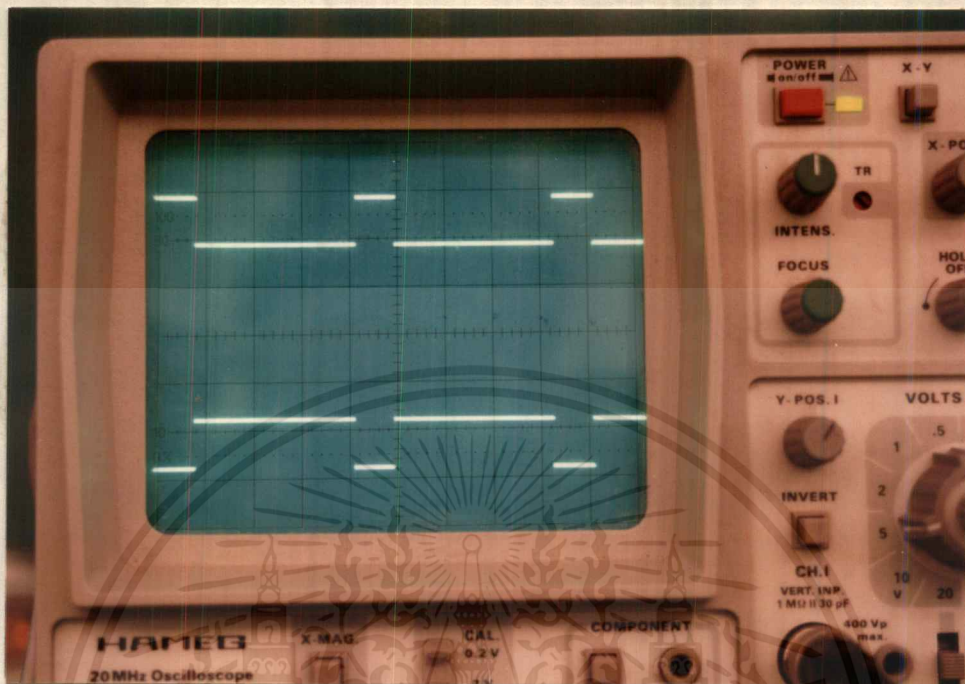
รูปที่ 4.7 สัญญาณนาฬิกา 3 (Clock 3) และสัญญาณนาฬิกา 4 (Clock 4) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสัญญาณพิกัดรูปที่ 4.8 และ 4.9 เป็นสัญญาณพิกัดทั้ง 4 สัญญาณซึ่งมีลักษณะเหมือนรูปที่ 4.6 และ 4.7 แตต่างกันตรงที่สัญญาณพิกัดรูปที่ 4.8 และ 4.9 เป็นสัญญาณพิกัดที่ความถี่ 455 KHz



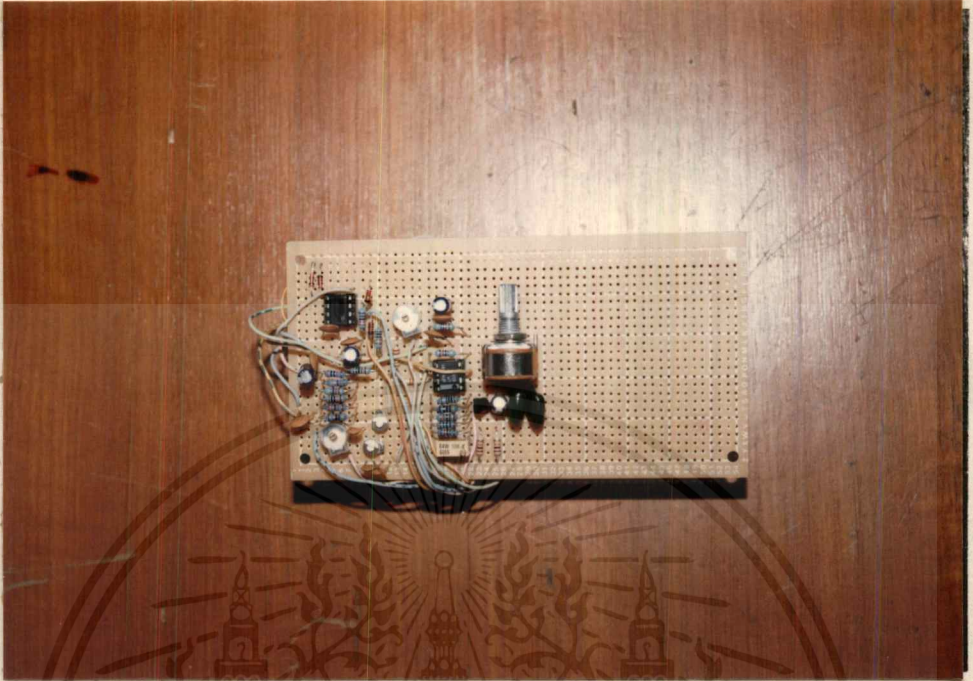
รูปที่ 4.8 สัญญาณพิกัด 1 (Clock 1) และสัญญาณพิกัด 2 (Clock 2) ตามลำดับ



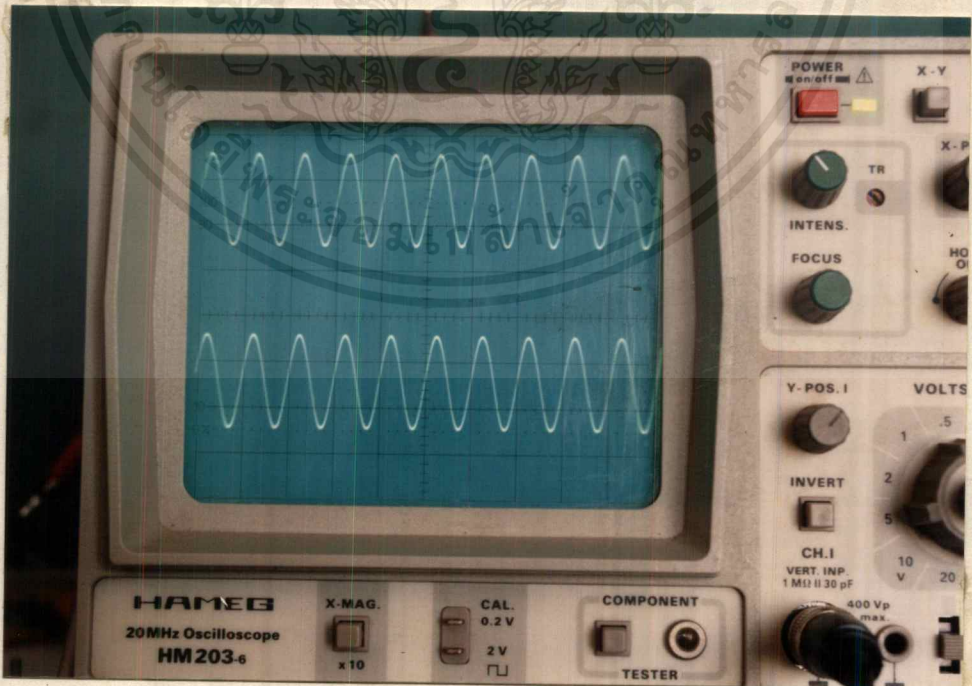
รูปที่ 4.9 สัญญาณนาฬิกา 3 (Clock 3) และสัญญาณนาฬิกา 4 (Clock 4) ตามลำดับ

4.5 การทดสอบการทำงานของวงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuator)

จากรูปที่ 4.10 เป็นแผงวงจรลดทอนสัญญาณส่วนในรูปที่ 4.11 จะเป็นสัญญาณอินพุต และสัญญาณเอาต์พุตตามลำดับที่ป้อนให้กับภาคลดทอนสัญญาณโดยป้อนอินพุตสัญญาณซายร์ (Signal Sine Wave) ที่มีขนาด 2 Vp-p ที่ความถี่ 100 KHz จะได้เอาต์พุตสัญญาณซายร์ (Signal Sine Wave) ที่มีขนาด 2 Vp-p เมื่อปรับย่านวัดที่ภาคลดทอนสัญญาณเป็น 1 V

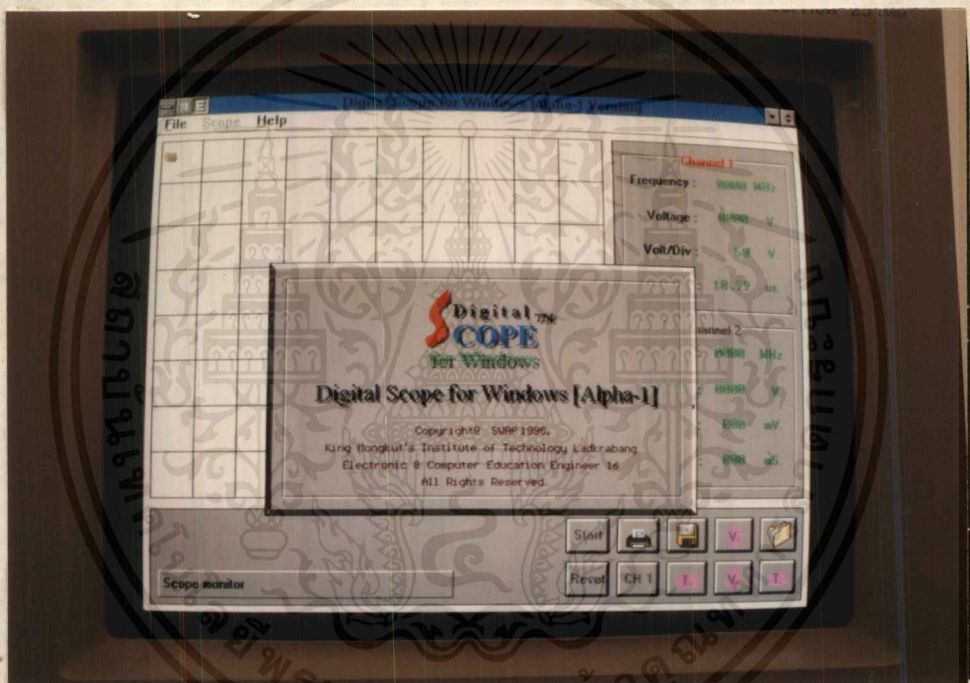


รูปที่ 4.10 แผงวงจรลดทอนสัญญาณนาฬิกา (Attenuator)



รูปที่ 4.11 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ป้อนอินพุต 2 Vp-p ได้เอาต์พุต 2 Vp-p ตามลำดับ
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์ทุกวงจรปรากฏว่าทุกวงจรทำงานได้ถูกต้องจะมีความผิดพลาดบ้างเล็กน้อยอันเกิดจากสัญญาณรบกวนและตัวแผ่นวงจรพิมพ์
 อนุกรมประสงค์ที่นำมาทำเป็นต้นแบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นและในส่วนของการทดลอง
 ทางซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมนั้นเมื่อเข้าโปรแกรมประยุกต์ (Digital Scope for Windows) จะ
 ปรากฏภาพสัญลักษณ์ (LOGO) ดังในรูปที่ 4.12.



รูปที่ 4.12 สัญลักษณ์ (LOGO) ของโปรแกรมประยุกต์ (Digital Scope for Windows)

เมื่อภาพสัญลักษณ์ (LOGO) ปรากฏขึ้นอีกสักครู่จะหายและเมนูคำสั่งจะปรากฏขึ้นซึ่งประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ ดังนี้

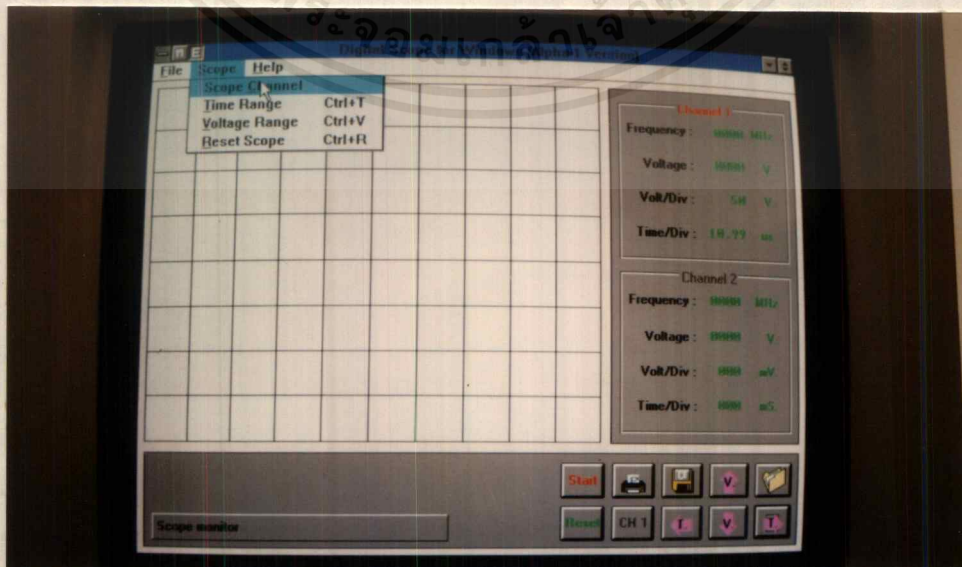
คำสั่ง File คำสั่งย่อยในเมนู File จะประกอบด้วย คำสั่งเปิดแฟ้ม (Open), คำสั่ง บันทึก (Save As), คำสั่งเคลียร์หน้าจอ (Clear Screen), คำสั่งเริ่มทำงาน (Start System), คำสั่งหยุดทำงาน (Stop System), คำสั่งพิมพ์ (print) และคำสั่งออกจากโปรแกรม (Exit) ดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



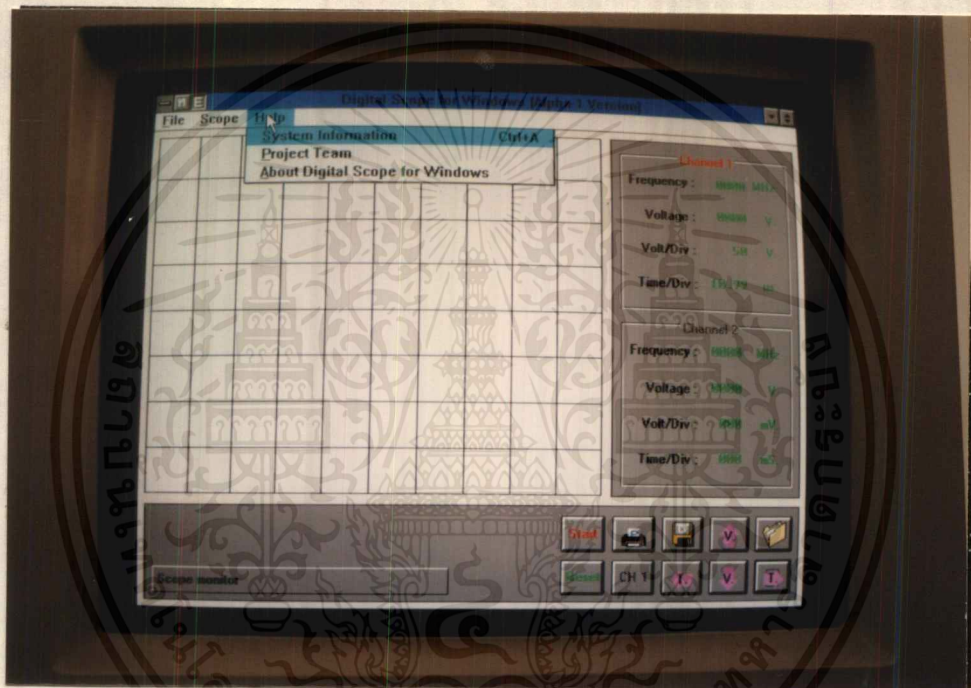
รูปที่ 4.13 คำสั่งย่อยในเมนูแฟ้ม (File)

คำสั่งสโคป (Scope) คำสั่งย่อยในเมนูสโคป (Scope) จะประกอบด้วยคำสั่งเลือกช่องสัญญาณเข้า (Scope Channel), คำสั่งย่านวัดเวลา หรือ Time/DIV (Time Range), คำสั่งย่านวัดแรงดัน (Voltage Range), คำสั่งเคลียค่าของระบบ (Reset Scope) ดังในรูปที่ 4.14



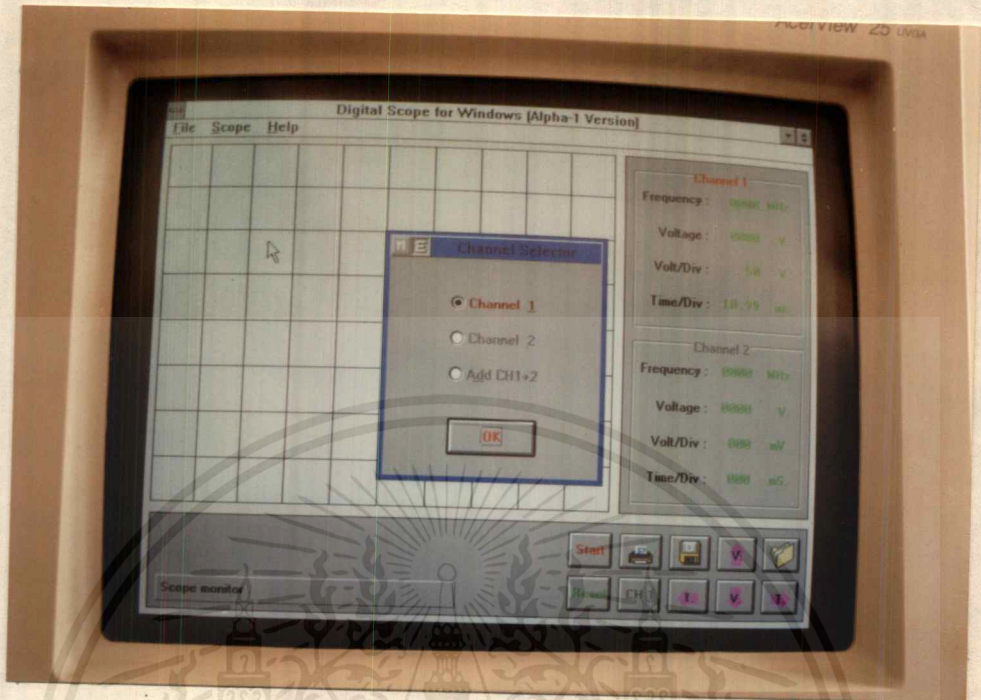
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.14 คำสั่งย่อยในเมนูสโคป (Scope) หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งช่วย (Help) คำสั่งย่อยในเมนูช่วย (Help) จะประกอบด้วย คำสั่งรายละเอียดของระบบ (System Information), คำสั่งกลุ่มผู้จัดทำโครงการ (Project Team), คำสั่งคุณสมบัติทั่วไปของสโคป (About Digital Scope for Windows) ดังในรูปที่ 4.15



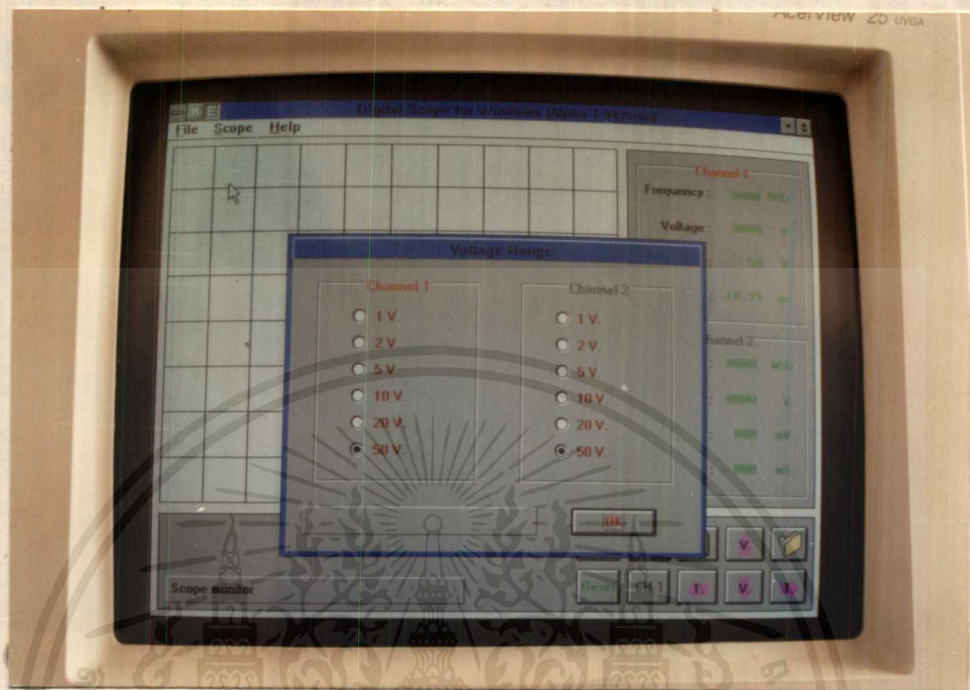
รูปที่ 4.15 คำสั่งย่อยในเมนูช่วย (Help)

ในส่วนการทำงานของฟังก์ช้อย่างต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังนี้ ส่วนของฟังก์ชันของการเลือกช่องสัญญาณเข้าสามารถเลือกได้โดยการคลิกเมาส์ตามตำแหน่งของช่องสัญญาณเข้า ซึ่งมีอยู่สองช่องแล้วตามด้วยคลิกเมาส์ที่ปุ่มตกลง (OK) เพื่อเป็นการยอมรับการเลือกช่องสัญญาณเข้า ซึ่งลักษณะของฟังก์ชันดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ฟังก์ชันการทำงานของ การเลือกช่องสัญญาณเข้า

ฟังก์ชันของการเลือกแรงดันต่อช่อง (Voltage/Division) ของสัญญาณเข้า สามารถเลือกได้โดยการคลิกเมาส์ตามตำแหน่งของแรงดันต่อช่องตามที่ต้องการ ซึ่งมีอยู่สองช่องแล้วตามด้วยคลิกเมาส์ที่ปุ่มตกลง (OK) เพื่อเป็นการยอมรับการเลือกแรงดันต่อช่อง ซึ่งลักษณะของฟังก์ชันดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ฟังก์ชันการทำงานของ การเลือกแรงดันต่อช่อง

ฟังก์ชันของการเลือกเวลาต่อช่อง (Time/Division) ของสัญญาณเข้า สามารถเลือกได้ โดยการคลิกเมาส์ตามตำแหน่งของเวลาต่อช่อง แล้วตามด้วยคลิกเมาส์ที่ปุ่มตกลง (OK) เพื่อเป็นการยอมรับการเลือกเวลาต่อช่องซึ่งลักษณะของฟังก์ชันดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ฟังก์ชันการทำงานของ การเลือกเวลาต่อช่อง

ฟังก์ชันของการแสดงการรายงานข่าวสารต่าง ๆ ของระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้รวมทั้งทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ๆ สามารถเลือกได้โดยการคลิกเมาส์ที่เมนูช่วย (Help) จะมีคำสั่งย่อปรากฏขึ้น ให้เลือกคำสั่งที่ชื่อว่า System Information โดยการคลิกเมาส์เลือกหรือกดปุ่ม Ctrl+A ถ้าต้องการยกเลิกให้คลิกเมาส์ที่ปุ่ม OK เพื่อเป็นการยอมรับการยกเลิกแสดงข่าวสาร ซึ่งลักษณะของฟังก์ชันดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ฟังก์ชันการรายงานข่าวสารของระบบเครื่องคอมพิวเตอร์

จากการทดลองการวัดสัญญาณด้วยเครื่อง DSO โดยการป้อนสัญญาณความถี่ขนาด 22.7 KHz ด้วยแรงดันขนาด 8 V เข้าในช่องสัญญาณที่หนึ่ง โดยตั้งเวลาต่อช่อง (Time/Division) ที่ 10.99 μ S และตั้งแรงดันต่อช่อง 2 V จากผลการทดลองสามารถวัดสัญญาณได้ดังในรูปที่ 4.20



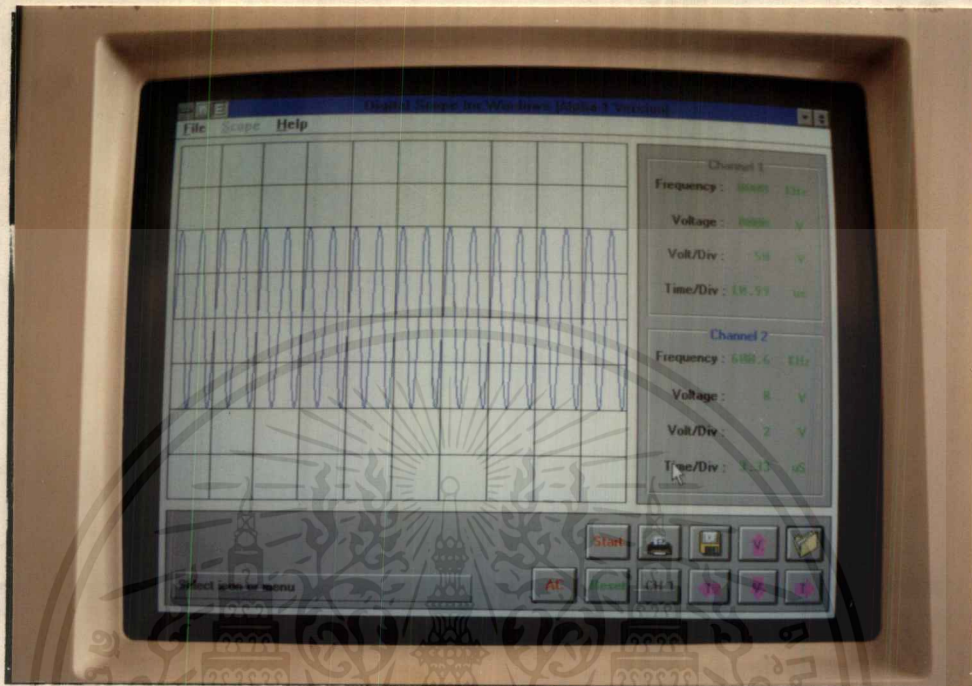
รูปที่ 4.20 การวัดสัญญาณที่ความถี่ 22.7 KHz แรงดันขนาด 8 V

การทดลองส่วนต่อมาจะการป้อนสัญญาณความถี่ขนาด 1.5 MHz ด้วยแรงดันขนาด 8 V เข้าในช่องสัญญาณที่หนึ่ง โดยตั้งเวลาต่อช่อง (Time/Division) ที่ 1.33 μ s ตั้งแรงดันต่อช่อง 2 V จากผลการทดลองสามารถวัดสัญญาณได้ดังในรูปที่ 4.21



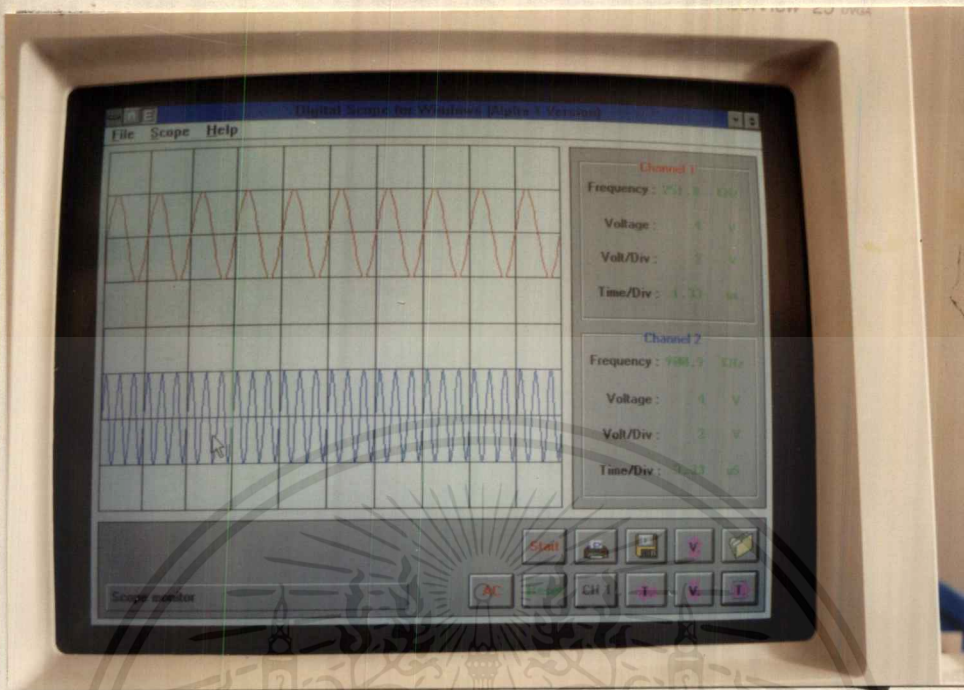
รูปที่ 4.21 การวัดสัญญาณที่มีความถี่ 1.5 MHz แรงดันขนาด 8 V

การทดลองการวัดสัญญาณด้วยความถี่ขนาด 600.6 KHz โดยปรับแรงดันขนาด 8 V เข้าในช่องสัญญาณที่สอง และตั้งเวลาต่อช่อง (Time/Division) ที่ 3.33 μ s ตั้งแรงดันต่อช่อง 2 V จากผลการทดลองสามารถวัดสัญญาณได้ดังในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การวัดสัญญาณที่ความถี่ 600.6 KHz แรงดันขนาด 8 V

การทดลองการวัดสัญญาณโดยใช้ปุ่ม DUAL เป็นการสั่งให้เครื่องทำงานทั้งสองช่องสัญญาณพร้อมกันโดยป้อนสัญญาณความถี่ขนาด 751.8 KHz ด้วยแรงดันขนาด 8 V เข้าในช่องสัญญาณที่สอง โดยตั้งเวลาต่อช่อง (Time/Division) ที่ 1.33 μ s และตั้งแรงดันต่อช่อง 2 V ป้อนสัญญาณความถี่ขนาด 900.9 KHz ด้วยแรงดันขนาด 8 V เข้าในช่องสัญญาณที่สอง โดยตั้งเวลาต่อช่อง (Time/Division) ที่ 3.33 μ s และตั้งแรงดันต่อช่อง 2 V จากผลการทดลองสามารถวัดสัญญาณได้ดังแสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การวัดสัญญาณที่มีความถี่ 600.6 KHz แรงดันขนาด 8 V

จากผลการทดลองทั้งหมดในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์นั้นสามารถทำงานได้ตามต้องการ

บทที่ 5

สรุปอภิปรายและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมานี้ทำขึ้นเพื่อเป็น การศึกษาการทำงานของ DSO (Digital Storage Oscilloscope) และเพื่อออกแบบวงจรเครื่อง DSO รวมทั้งสามารถนำไปใช้วัดสัญญาณและแสดงผลได้

จากที่ได้ทำการศึกษา และ ทดลองดังกล่าวปรากฏว่าในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นทุก ๆ ส่วนทำงานตามต้องการที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อต้องการวัดสัญญาณ 2 ช่องพร้อมกัน จะสามารถ วัดสัญญาณความถี่ประมาณ ช่วงละ 15 MHz แต่ถ้าใช้วัดสัญญาณแบบคู่ (Dual) นั่นคือ ตัว แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลของช่องวัดแต่ละช่องมาทำงานร่วมกัน เป็นช่องเดียวจะทำให้วัดสัญญาณความถี่สูงขึ้นและมีความรวดเร็ว

5.2 ปัญหาที่พบ

ในส่วนของปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีทั้งส่วนที่เป็นทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งปัญหา ต่าง ๆ มีดังนี้

5.2.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์

ปัญหา เนื่องจากแผ่นวงจรต้นแบบได้ใช้แผ่นปริ้นท์เอนกประสงค์และใช้สายวอร์ (Wire) จึงทำให้เกิดความถี่รบกวนกันมาก

แนวทางการแก้ไข ควรจะต้องมีการออกแบบลายวงจรพิมพ์เพื่อเป็นการป้องกันการ เกิดสัญญาณรบกวนที่ความถี่สูง ๆ

ปัญหา จากการออกแบบได้ใช้ลอจิกเกตเป็นจำนวนมากทำให้วงจรมีความซับซ้อน ทำให้ยากแก่การตรวจแก้และเหตุผลดังกล่าวทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายอย่างมากในการสั่งทำ แผ่นวงจรพิมพ์

แนวทางการแก้ไข ควรจะใช้อุปกรณ์ PAL เพื่อลดลอจิกเกตให้น้อยลงทำให้ง่ายต่อ การตรวจแก้และเสียค่าใช้จ่ายน้อยในการสั่งทำ แผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา ระบบกราวด์ (Ground) ของ DSO มีการรบกวนกันบางขณะ

แนวทางการแก้ไข ระบบ กราวด์ควรใช้สายที่เส้นใหญ่

ปัญหา มีเบ้าที่ขึ้นเนื่องมาจากสวิตช์

แนวทางการแก้ไข จะต้องเปลี่ยนค่าของตัวเก็บประจุให้มีค่ามากขึ้น หรือออกแบบวงจรป้องกันสัญญาณรบกวน

5.2.2 ส่วนของซอฟต์แวร์

ปัญหา เนื่องจากโปรแกรมที่เขียนขึ้นเป็นโปรแกรมที่ทำงานบน Microsoft Windows และเขียนด้วย Visual Basic จึงทำให้มีการทำงานที่ช้าและการติดต่อกับการ์ดอินเทอร์เฟซมีกระบวนการ

แนวทางการแก้ไข จะต้องเขียนโปรแกรมด้วย Visual C หรือ Borland C

ปัญหา โปรแกรมที่เขียนไม่สามารถทำเป็น Real Time ได้

แนวทางการแก้ไข จะต้องเขียนโปรแกรมที่เข้าถึงระบบภายใน

5.3 การพัฒนา

จากที่ได้ทำโครงการนี้มีข้อผิดพลาดต่าง ๆ ทั้งที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งเมื่อแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ เหล่านั้นแล้วจะทำให้โครงการนี้หรือเครื่องวัดและบันทึกสัญญาณโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นอีก แนวทางการพัฒนามีดังนี้

5.3.1 ฮาร์ดแวร์

- ควรใช้ตัวเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) แบบ 8 บิตแทนแบบ 6 บิต
- ควรจะมีการเพิ่มเติมวงจรป้องกันเบ้าที่สวิตช์ เช่น ใช้วงจรโมโนสเตเบิล
- ควรใช้ไอซีประเภทพาว (PAL) แทนการใช้ไอซีลอจิกเกต

5.3.2 ซอฟต์แวร์

- ควรใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถเข้าถึงฮาร์ดแวร์ในระดับต่ำได้ดี เช่น ภาษาซี หรือ

เอกสารนี้เป็นต้นฉบับสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม ABOUT.FRM

```

Sub AboutOK_Click ()
Unload About
End Sub

Sub Command1_Click ()
Unload About
End Sub

Sub Form_Load ()
0 Left = (Screen.Width - Width) / 2
Top = (Screen.Height - Height) / 2
Img1.Left = 720
Img1.Top = 2040
'Img2.Left = 720
'Img2.Top = 1800
Img1.ZOrder
x& = GetFreeSpace(0)
y& = GetFreeSystemResources(0)
About.Text1 = "Free Memory =" & x& & " Free Resources =" & y& & "%"
End Sub

```

โปรแกรม LOGO.FRM

```

Dim StTime As Integer
Dim SpTime As Integer 'Variant
Dim EpTime As Integer 'Variant
Sub Form_Load ()
Cls
Left = (Screen.Width - Width) / 2
Top = (Screen.Height - Height) / 2
'StTime = Second(Now)
'EpTime = StTime + 10
'Timer1_Timer
End Sub
Sub Timer1_Timer ()
Beep
For i = 1 To 100000
Next i
Unload logo1
End Sub

```

โปรแกรม MODULE1.BAS

```

Declare Function GetFreeSpace Lib "Kernel" (ByVal wFlags As Integer) As Long
Declare Function GetFreeSystemResources Lib "User" (ByVal fuSysResource As Integer) As
Integer
Declare Function GetVersion Lib "Kernel" () As Long
Declare Function GetCurrentTime Lib "User" () As Long
Declare Function GetDoubleClickTime Lib "User" () As Integer
Declare Function GetSystemMetrics Lib "User" (ByVal nIndex As Integer) As Integer
Declare Function GetWinFlags Lib "Kernel" () As Long
Global Const WF_PMODE = &H1
Global Const WF_CPU086 = &H40
Global Const WF_CPU186 = &H80
Global Const WF_CPU286 = &H2
Global Const WF_CPU386 = &H4
Global Const WF_CPU486 = &H8
Global Const WF_CPU586 = &H16 'TEST
Global Const WF_STANDARD = &H10
Global Const WF_WIN286 = &H10
Global Const WF_ENHANCED = &H20
Global Const WF_WIN386 = &H20
Global Const WF_LARGEFRAME = &H100
Global Const WF_SMALLFRAME = &H200
Global Const WF_80X87 = &H400
Const SM_CXSCREEN = 0
Const SM_CYSCREEN = 1
Const SM_CXVSCROLL = 2
Const SM_CYHSCROLL = 3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Const SM_CYCAPTION = 4
 Const SM_CXBORDER = 5
 Const SM_CYBORDER = 6
 Const SM_CXDLGFRAME = 7
 Const SM_CYDLGFRAME = 8
 Const SM_CYVTHUMB = 9
 Const SM_CXHTHUMB = 10
 Const SM_CXICON = 11
 Const SM_CYICON = 12
 Const SM_CXCURSOR = 13
 Const SM_CYCURSOR = 13
 Const SM_CYMENU = 15
 Const SM_CXFULLSCREEN = 16
 Const SM_CYFULLSCREEN = 17
 Const SM_CYKANJIWINDOW = 18
 Const SM_MOUSEPRESENT = 19
 Const SM_CYVSCROLL = 20
 Const SM_CXHSCROLL = 21
 Const SM_DEBUG = 22
 Const SM_SWAPBUTTON = 23
 Const SM_RESERVED1 = 24
 Const SM_RESERVED2 = 25
 Const SM_RESERVED3 = 26
 Const SM_RESERVED4 = 27
 Const SM_CXMIN = 28
 Const SM_CYMIN = 29
 Const SM_CXSIZE = 30
 Const SM_CYSIZE = 31

Const SM_CXFRAME = 32

Const SM_CYFRAME = 33

Const SM_CXMINTRACK = 34

Const SM_CYMINTRACK = 35

Const SM_CMETRICS = 36

'About MsgBox

Const MB_OK = 0, MB_OKCANCEL = 1 ' Define buttons.

Const MB_YESNOCANCEL = 3, MB_YESNO = 4

Const MB_ICONSTOP = 16, MB_ICONQUESTION = 32 ' Define Icons.

Const MB_ICONEXCLAMATION = 48, MB_ICONINFORMATION = 64

Const MB_DEFBUTTON2 = 256, IDYES = 6, IDNO = 7 ' Define other.

Const HELP_KEY = &H101

Const OFN_SHOWHELP = &H10&

Const OFN_HIDEREADONLY = &H4&

'File constant

Global FileConst As Variant

' Function for in/out port

Declare Function h_inp Lib "OUT.DLL" (ByVal x As Integer) As Integer

Declare Sub h_outp Lib "OUT.DLL" (ByVal x As Integer, ByVal y As Integer)

Dim x

' set Constant of TRange and Vrange

Global CR As Integer

Global Vc1 As Integer

Global Vc2 As Integer

Global Vref1 As Integer

Global Vref2 As Integer

Global Tc1 As Integer

Global Tc2 As Integer

Global Tref1 As Integer

Global Tref2 As Integer

Global plotOK As Integer 'check status plot ok

Global Din1() 'set data in

Global Din2(8102) 'set data in

Global Tout1 As Integer 'set output data time 1 range 1

Global Tout2 As Integer 'set output data time 2 range 1

Global Vout1 As Integer 'set output data volt 1 range 1

Global Vout2 As Integer 'set output data time 2 range 1

Global Acdc As Integer

Sub Ch_Control ()

If CR = 1 Then ' Channel 1 on only

Vrange.VFrame(1).Enabled = True

Vrange.VFrame(2).Enabled = False

Trange.TrHelp.Caption = "Channel 1"

Monitor3.icoChC.Caption = "CH 2"

End If

If CR = 2 Then ' Channel 2 on only

Vrange.VFrame(2).Enabled = True

'Trange.TFrame(2).Enabled = True

Vrange.VFrame(1).Enabled = False

'Trange.TFrame(1).Enabled = False

Trange.TrHelp.Caption = "Channel 2"

Monitor3.icoChC.Caption = "CH 1"

End If

If CR = 3 Then ' Channel 1 and 2

Vrange.VFrame(1).Enabled = True

'Trange.TFrame(1).Enabled = True

```

Vrange.VFrame(2).Enabled = True
'Trange.TFrame(2).Enabled = True
Monitor3.icoChC.Caption = "CH 1"
End If
End Sub

```

```

Sub CheckD ()
Dim ab As Variant
Dim ac As Variant
ab = Hex(h_inp(&H378))
Monitor3.TEST.Caption = ab
'ac = ab And 2
If ac = &H2 Then ReadD
End Sub

```

```

Sub ClearM ()
Monitor1.Picture = LoadPicture()
ReDraw
End Sub

```

```

Sub Form_Load ()
Call h_outp(&H306, 0)
End Sub

```

```

Sub Openfile ()
Dim SourceFile

```

```

' mnuFSave.Enabled = False

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'Set an error trap to detect if the user clicked the Cancel

'button of the Open dialog box

On Error GoTo OpenError

NL\$ = Chr\$(13) + Chr\$(10) ' Check Enter

BF\$ = "Scopt Bitmap Files (*.BMP)|*.bmp" ' Listing Bmp in Combo Box

AF\$ = "All Files (*.*)|*.*" ' Listing All Files

Monitor3.cmOpen.DefaultExt = "BMP" ' Default Ext is BMP

Monitor3.cmOpen.Filter = BF\$ + "|" + AF\$

Monitor3.cmOpen.FilterIndex = 0 ' Select Display index=BMP

Monitor3.cmOpen.FileName = "*.BMP"

Monitor3.cmOpen.Flags = &H4& Or &H2000& Or &H4&

Monitor3.cmOpen.Action = 1 ' Set Common Dialog is Open

On Error GoTo 0

Dim Msg ' Declare variables.

On Error Resume Next ' Set up error handling.

Monitor1.Picture = LoadPicture(Monitor3.cmOpen.FileName) ' Load bitmap.

MDIF1.mnuPrint.Enabled = True

Monitor3.icoPrint.Enabled = True

FileConst = File

If Err Then

Msg = "Could not open File. "

MsgBox Msg ' Display error message.

Exit Sub ' Quit if error occurs.

End If

Exit Sub

OpenError: ' User clicked cancel button

Exit Sub

End Sub

Sub plot ()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'pi = 22 / 7
For x = 0 To 500
'y = 0 + 100 * Exp(-x / 100) * Cos(x / (2 * pi))
Monitor1.PSet (x, y), RGB(255, 0, 0) ' plot point for channel 1
Monitor1.Line (x1, y1)-(x, y), RGB(255, 0, 0) ' Add line between 2 point
x1 = x
y1 = y
Next x
End Sub

Sub PrintSetup ()
On Error GoTo PrintSError
Monitor3.cmPrint.CancelError = True
Monitor3.cmPrint.Copies = 1
'Monitor3.cmPrint.Flags = PD_NOSELECTION Or PD_DISABLEPRINTTOFILE Or
HIDEPRINTTOFILE Or PD_NOPAGENUMS Or PD_PRINTSETUP
Monitor3.cmPrint.Flags = &H40&
Monitor3.cmPrint.Action = 5
On Error GoTo 0
Debug.Print "Can Print"
PrintSError:
Msg = "The Scope could not be printed."
MsgBox Msg ' Display message.
Exit Sub
End Sub

Sub ReadD ()
n = 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Call h_outp(&H702, &H71)
Call h_outp(&H702, &H75)
Din1(n) = Hex(h_inp(&H700))
Monitor3.TEST.Caption = Din1(n)
Dch1 = Hex(h_inp(&H704))
n = n + 1
Loop
For i = 0 To 8102
Call h_outp(&H702, &H35)
Call h_outp(&H702, &H75)
Din2(i) = Hex(h_inp(&H701))
Next i
ResetScope
Call h_outp(&H702, &H65) 'Start Scope
Call h_outp(&H703, &H0) '
End Sub

```

```

Sub ReDraw ()
Monitor1.Line (0, 0)-(500, 0), RGB(0, 0, 0) ' line -
Monitor1.Line (0, 150)-(500, 150), RGB(0, 0, 0)
Monitor1.Line (0, -150)-(500, -150), RGB(0, 0, 0)
Monitor1.Line (0, 100)-(500, 100), RGB(0, 0, 0)
Monitor1.Line (0, -100)-(500, -100), RGB(0, 0, 0)
Monitor1.Line (0, 50)-(500, 50), RGB(0, 0, 0)
Monitor1.Line (0, -50)-(500, -50), RGB(0, 0, 0)
Monitor1.Line (50, 200)-(50, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (100, 200)-(100, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (150, 200)-(150, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (200, 200)-(200, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |

```

```

Monitor1.Line (250, 200)-(250, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (300, 200)-(300, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (350, 200)-(350, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (400, 200)-(400, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
Monitor1.Line (450, 200)-(450, -200), RGB(0, 0, 0) 'line |
End Sub

```

```

Sub ResetScope ()
' out port to clear data
Call h_outp(&H702, &HFD)
Call h_outp(&H702, &HF)
ClearM
End Sub

```

```

Sub SaveFile ()
On Error GoTo SaveError
NL$ = Chr$(13) + Chr$(10) ' Check Enter
BF$ = "Scope Bitmap Files (*.BMP)|*.bmp" ' Listing Scope Bmp in Combo Box
'Monitor3.cmSave.DefaultExt = "BMP" ' Default Ext is BMP
Monitor3.cmSave.Filename = FileConst 'if file will Save New name file =Scope.bmp
Monitor3.cmSave.Filter = BF$
Monitor3.cmSave.FilterIndex = 1 ' Select Display index=BMP
Monitor3.cmSave.Flags = &H4& + &H2& + &H800& + &H10& + &H1000& + &H2000
Monitor3.cmSave.Action = 2 ' Set Common Dialog is Save
Debug.Print Dir(Monitor3.cmSave.Filename)
On Error GoTo 0
SavePicture Monitor1.Image, Monitor3.cmSave.Filename

```

```
FileConst = Monitor3.cmSave.Filename
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beep

Exit Sub

SaveError: ' User clicked cancel button

Exit Sub

End Sub

Sub Tchange ()

Select Case Tc1

Case 1

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "2.19"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "ms"

Case 2

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "1.09"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "ms."

Case 3

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "439.56"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 4

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "219.78"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 5

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "109.89"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 6

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "43.96"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 7

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "21.98"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 8

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "10.99"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 9

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "4.39"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 10

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "2.19"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 11

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "66.67"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 12

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "33.33"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 13

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "13.33"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 14

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "6.67"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 15

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "3.33"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 16

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "1.33"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "us."

Case 17

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "666.67"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "ns."

Case 18

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "333.33"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "ns."

Case 19

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "133.33"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "ns."

Case 20

Monitor2.Cpanel1(7).Caption = "66.67"

Monitor2.Cpanel1(8).Caption = "ns."

End Select

End Sub

Sub TEST ()

Dim x

Call h_outp(&H304, 0)

Call h_outp(&H306, 0)

'Hscroll1.Value = (h_inp(&H304) And (&HFF) - 1) \ &HF

' text1.Text = (h_inp(&H304) And (&HFF) - 1) \ &HF

Call h_outp(&H304, 1)

Call h_outp(&H306, 0)

' Hscroll2.Value = (h_inp(&H304) And (&HFF) - 1) \ &HF

' text2.Text = (h_inp(&H304) And (&HFF) - 1) \ &HF

'command 1

x = h_inp(&H300)

Debug.Print Hex(x)

Call h_outp(&H306, 0)

'comMAND2

Call h_outp(&H300, x)

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sub Tout ()

'set time out for channel 1

If Tc1 = 1 Then Tout1 = xxx

If Tc1 = 2 Then Tout1 = xxx

If Tc1 = 3 Then Tout1 = xxx

If Tc1 = 4 Then Tout1 = xxx

If Tc1 = 5 Then Tout1 = xxx

If Tc1 = 6 Then Tout1 = xxx

If Tc1 = 7 Then Tout1 = xxx

'if Tc1 <> Tref1 then Call h_outp(&H70x,Tout1) ' Out data

'set time out for channel 2

'If Tc2 = 1 Then Tout2 = xxx

'If Tc2 = 2 Then Tout2 = xxx

'If Tc2 = 3 Then Tout2 = xxx

'If Tc2 = 4 Then Tout2 = xxx

'If Tc2 = 5 Then Tout2 = xxx

'If Tc2 = 6 Then Tout2 = xxx

'If Tc2 = 7 Then Tout2 = xxx

'if Tc2 <> Tref2 then Call h_outp(&H70x,Tout1) ' Out data

End Sub

Sub Vchange ()

Select Case Vc1

Case 1

Monitor2.Cpanel1(5).Caption = "1"

Monitor2.Cpanel1(6).Caption = "V."

Case 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monitor2.Cpanel1(5).Caption = "2"

Monitor2.Cpanel1(6).Caption = "V."

Case 3

Monitor2.Cpanel1(5).Caption = "5"

Monitor2.Cpanel1(6).Caption = "V."

Case 4

Monitor2.Cpanel1(5).Caption = "10"

Monitor2.Cpanel1(6).Caption = "V."

Case 5

Monitor2.Cpanel1(5).Caption = "20"

Monitor2.Cpanel1(6).Caption = "V."

Case 6

Monitor2.Cpanel1(5).Caption = "50"

Monitor2.Cpanel1(6).Caption = "V."

End Select

End Sub

โปรแกรม MODULE2.BAS

' Visual Basic global constant file. This file can be loaded
' into a code module.
' Some constants are commented out because they have
' duplicates (e.g., NONE appears several places).
' If you are updating a Visual Basic application written with
' an older version, you should replace your global constants
' with the constants in this file.

' General

' Clipboard formats

Global Const CF_LINK = &HBF00

Global Const CF_TEXT = 1

Global Const CF_BITMAP = 2

Global Const CF_METAFILE = 3

Global Const CF_DIB = 8

Global Const CF_PALETTE = 9

' DragOver

Global Const ENTER = 0

Global Const LEAVE = 1

Global Const OVER = 2

' Drag (controls)

Global Const CANCEL = 0

Global Const BEGIN_DRAG = 1

Global Const END_DRAG = 2

' Show parameters

Global Const MODAL = 1

Global Const MODELESS = 0

' Arrange Method

' for MDI Forms

Global Const CASCADE = 0

Global Const TILE_HORIZONTAL = 1

Global Const TILE_VERTICAL = 2

Global Const ARRANGE_ICONS = 3

'ZOrder Method

Global Const BRINGTOFRONT = 0

Global Const SENDTOBACK = 1

' Key Codes

Global Const KEY_LBUTTON = &H1

Global Const KEY_RBUTTON = &H2

Global Const KEY_CANCEL = &H3

Global Const KEY_MBUTTON = &H4 ' NOT contiguous with L & RBUTTON

Global Const KEY_BACK = &H8

Global Const KEY_TAB = &H9

Global Const KEY_CLEAR = &HC

Global Const KEY_RETURN = &HD

Global Const KEY_SHIFT = &H10

Global Const KEY_CONTROL = &H11

Global Const KEY_MENU = &H12

Global Const KEY_PAUSE = &H13

Global Const KEY_CAPITAL = &H14

Global Const KEY_ESCAPE = &H1B

Global Const KEY_SPACE = &H20

Global Const KEY_PRIOR = &H21

Global Const KEY_NEXT = &H22

Global Const KEY_END = &H23

Global Const KEY_HOME = &H24

Global Const KEY_LEFT = &H25 .

Global Const KEY_UP = &H26

Global Const KEY_RIGHT = &H27

Global Const KEY_DOWN = &H28

Global Const KEY_SELECT = &H29

Global Const KEY_PRINT = &H2A

Global Const KEY_EXECUTE = &H2B

Global Const KEY_SNAPSHOT = &H2C

Global Const KEY_INSERT = &H2D

Global Const KEY_DELETE = &H2E

Global Const KEY_HELP = &H2F



Global Const KEY_F1 = &H70
 Global Const KEY_F2 = &H71
 Global Const KEY_F3 = &H72
 Global Const KEY_F4 = &H73
 Global Const KEY_F5 = &H74
 Global Const KEY_F6 = &H75
 Global Const KEY_F7 = &H76
 Global Const KEY_F8 = &H77
 Global Const KEY_F9 = &H78
 Global Const KEY_F10 = &H79
 Global Const KEY_F11 = &H7A
 Global Const KEY_F12 = &H7B
 Global Const KEY_F13 = &H7C
 Global Const KEY_F14 = &H7D
 Global Const KEY_F15 = &H7E
 Global Const KEY_F16 = &H7F
 Global Const KEY_NUMLOCK = &H90
 ' Variant VarType tags
 Global Const V_EMPTY = 0
 Global Const V_NULL = 1
 Global Const V_INTEGER = 2
 Global Const V_LONG = 3
 Global Const V_SINGLE = 4
 Global Const V_DOUBLE = 5
 Global Const V_CURRENCY = 6
 Global Const V_DATE = 7
 Global Const V_STRING = 8

' Event Parameters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ' ErrNum (LinkError)
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const WRONG_FORMAT = 1

Global Const DDE_SOURCE_CLOSED = 6

Global Const TOO_MANY_LINKS = 7

Global Const DATA_TRANSFER_FAILED = 8

' QueryUnload

Global Const FORM_CONTROLMENU = 0

Global Const FORM_CODE = 1

Global Const APP_WINDOWS = 2

Global Const APP_TASKMANAGER = 3

Global Const FORM_MDIFORM = 4

' Properties

' Colors

Global Const BLACK = &H0&

Global Const RED = &HFF&

Global Const GREEN = &HFF00&

Global Const YELLOW = &HFFFF&

Global Const BLUE = &HFF0000

Global Const MAGENTA = &HFF00FF

Global Const CYAN = &HFFFF00

Global Const WHITE = &HFFFFFF

' System Colors

Global Const SCROLL_BARS = &H80000000 ' Scroll-bars gray area.

Global Const DESKTOP = &H80000001 ' Desktop.

Global Const ACTIVE_TITLE_BAR = &H80000002 ' Active window caption.

Global Const INACTIVE_TITLE_BAR = &H80000003 ' Inactive window caption.

Global Const MENU_BAR = &H80000004 ' Menu background.

Global Const WINDOW_BACKGROUND = &H80000005 ' Window background.

Global Const WINDOW_FRAME = &H80000006 ' Window frame.

Global Const MENU_TEXT = &H80000007 ' Text in menus.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const WINDOW_TEXT = &H80000008 ' Text in windows.

Global Const TITLE_BAR_TEXT = &H80000009 ' Text in caption, size box, scroll-bar arrow box..

Global Const ACTIVE_BORDER = &H8000000A ' Active window border.

Global Const INACTIVE_BORDER = &H8000000B ' Inactive window border.

Global Const APPLICATION_WORKSPACE = &H8000000C ' Background color of multiple document interface (MDI) applications.

Global Const HIGHLIGHT = &H8000000D ' Items selected item in a control.

Global Const HIGHLIGHT_TEXT = &H8000000E ' Text of item selected in a control.

Global Const BUTTON_FACE = &H8000000F ' Face shading on command buttons.

Global Const BUTTON_SHADOW = &H80000010 ' Edge shading on command buttons.

Global Const GRAY_TEXT = &H80000011 ' Grayed (disabled) text. This color is set to 0 if the current display driver does not support a solid gray color.

Global Const BUTTON_TEXT = &H80000012 ' Text on push buttons.

' Enumerated Types

' Align (picture box)

Global Const NONE = 0

Global Const ALIGN_TOP = 1

Global Const ALIGN_BOTTOM = 2

' Alignment

Global Const LEFT_JUSTIFY = 0 ' 0 - Left Justify

Global Const RIGHT_JUSTIFY = 1 ' 1 - Right Justify

Global Const CENTER = 2 ' 2 - Center

' BorderStyle (form)

' Global Const NONE = 0 ' 0 - None

Global Const FIXED_SINGLE = 1 ' 1 - Fixed Single

Global Const SIZABLE = 2 ' 2 - Sizable (Forms only)

Global Const FIXED_DOUBLE = 3 ' 3 - Fixed Double (Forms only)

'BorderStyle (Shape and Line)

'Global Const TRANSPARENT = 0 '0 - Transparent

'Global Const SOLID = 1 '1 - Solid

'Global Const DASH = 2 '2 - Dash

'Global Const DOT = 3 '3 - Dot

'Global Const DASH_DOT = 4 '4 - Dash-Dot

'Global Const DASH_DOT_DOT = 5 '5 - Dash-Dot-Dot

'Global Const INSIDE_SOLID = 6 '6 - Inside Solid

'MousePointer

Global Const DEFAULT = 0 '0 - Default

Global Const ARROW = 1 '1 - Arrow

Global Const CROSSHAIR = 2 '2 - Cross

Global Const IBEAM = 3 '3 - I-Beam

Global Const ICON_POINTER = 4 '4 - Icon

Global Const SIZE_POINTER = 5 '5 - Size

Global Const SIZE_NE_SW = 6 '6 - Size NE SW

Global Const SIZE_N_S = 7 '7 - Size N S

Global Const SIZE_NW_SE = 8 '8 - Size NW SE

Global Const SIZE_W_E = 9 '9 - Size W E

Global Const UP_ARROW = 10 '10 - Up Arrow

Global Const HOURGLASS = 11 '11 - Hourglass

Global Const NO_DROP = 12 '12 - No drop

'DragMode

Global Const MANUAL = 0 '0 - Manual

Global Const AUTOMATIC = 1 '1 - Automatic

'DrawMode

Global Const BLACKNESS = 1 '1 - Blackness

Global Const NOT_MERGE_PEN = 2 '2 - Not Merge Pen

Global Const MASK_NOT_PEN = 3 '3 - Mask Not Pen

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const NOT_COPY_PEN = 4 ' 4 - Not Copy Pen

Global Const MASK_PEN_NOT = 5 ' 5 - Mask Pen Not

Global Const INVERT = 6 ' 6 - Invert

Global Const XOR_PEN = 7 ' 7 - Xor Pen

Global Const NOT_MASK_PEN = 8 ' 8 - Not Mask Pen

Global Const MASK_PEN = 9 ' 9 - Mask Pen

Global Const NOT_XOR_PEN = 10 ' 10 - Not Xor Pen

Global Const NOP = 11 ' 11 - Nop

Global Const MERGE_NOT_PEN = 12 ' 12 - Merge Not Pen

Global Const COPY_PEN = 13 ' 13 - Copy Pen

Global Const MERGE_PEN_NOT = 14 ' 14 - Merge Pen Not

Global Const MERGE_PEN = 15 ' 15 - Merge Pen

Global Const WHITENESS = 16 ' 16 - Whiteness

' DrawStyle

Global Const SOLID = 0 ' 0 - Solid

Global Const DASH = 1 ' 1 - Dash

Global Const DOT = 2 ' 2 - Dot

Global Const DASH_DOT = 3 ' 3 - Dash-Dot

Global Const DASH_DOT_DOT = 4 ' 4 - Dash-Dot-Dot

Global Const INVISIBLE = 5 ' 5 - Invisible

Global Const INSIDE_SOLID = 6 ' 6 - Inside Solid

' FillStyle

' Global Const SOLID = 0 ' 0 - Solid

Global Const TRANSPARENT = 1 ' 1 - Transparent

Global Const HORIZONTAL_LINE = 2 ' 2 - Horizontal Line

Global Const VERTICAL_LINE = 3 ' 3 - Vertical Line

Global Const UPWARD_DIAGONAL = 4 ' 4 - Upward Diagonal

Global Const DOWNWARD_DIAGONAL = 5 ' 5 - Downward Diagonal

Global Const CROSS = 6 ' 6 - Cross

Global Const DIAGONAL_CROSS = 7 ' 7 - Diagonal Cross

' LinkMode (forms and controls)

' Global Const NONE = 0 ' 0 - None

Global Const LINK_SOURCE = 1 ' 1 - Source (forms only)

Global Const LINK_AUTOMATIC = 1 ' 1 - Automatic (controls only)

Global Const LINK_MANUAL = 2 ' 2 - Manual (controls only)

Global Const LINK_NOTIFY = 3 ' 3 - Notify (controls only)

' LinkMode (kept for VB1.0 compatibility, use new constants instead)

Global Const HOT = 1 ' 1 - Hot (controls only)

Global Const SERVER = 1 ' 1 - Server (forms only)

Global Const COLD = 2 ' 2 - Cold (controls only)

' ScaleMode

Global Const USER = 0 ' 0 - User

Global Const TWIPS = 1 ' 1 - Twip

Global Const POINTS = 2 ' 2 - Point

Global Const PIXELS = 3 ' 3 - Pixel

Global Const CHARACTERS = 4 ' 4 - Character

Global Const INCHES = 5 ' 5 - Inch

Global Const MILLIMETERS = 6 ' 6 - Millimeter

Global Const CENTIMETERS = 7 ' 7 - Centimeter

' ScrollBar

' Global Const NONE = 0 ' 0 - None

Global Const HORIZONTAL = 1 ' 1 - Horizontal

Global Const VERTICAL = 2 ' 2 - Vertical

Global Const BOTH = 3 ' 3 - Both

' Shape

Global Const SHAPE_RECTANGLE = 0

Global Const SHAPE_SQUARE = 1

Global Const SHAPE_OVAL = 2

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const SHAPE_CIRCLE = 3

Global Const SHAPE_ROUNDED_RECTANGLE = 4

Global Const SHAPE_ROUNDED_SQUARE = 5

' WindowState

Global Const NORMAL = 0 ' 0 - Normal

Global Const MINIMIZED = 1 ' 1 - Minimized

Global Const MAXIMIZED = 2 ' 2 - Maximized

' Check Value

Global Const UNCHECKED = 0 ' 0 - Unchecked

Global Const CHECKED = 1 ' 1 - Checked

Global Const GRAYED = 2 ' 2 - Grayed

' Shift parameter masks

Global Const SHIFT_MASK = 1

Global Const CTRL_MASK = 2

Global Const ALT_MASK = 4

' Button parameter masks

Global Const LEFT_BUTTON = 1

Global Const RIGHT_BUTTON = 2

Global Const MIDDLE_BUTTON = 4

' Function Parameters

' MsgBox parameters

Global Const MB_OK = 0 ' OK button only

Global Const MB_OKCANCEL = 1 ' OK and Cancel buttons

Global Const MB_ABORTRETRYIGNORE = 2 ' Abort, Retry, and Ignore buttons

Global Const MB_YESNOCANCEL = 3 ' Yes, No, and Cancel buttons

Global Const MB_YESNO = 4 ' Yes and No buttons

Global Const MB_RETRYCANCEL = 5 ' Retry and Cancel buttons

Global Const MB_ICONSTOP = 16 ' Critical message

Global Const MB_ICONQUESTION = 32 ' Warning query

Global Const MB_ICONEXCLAMATION = 48 ' Warning message

Global Const MB_ICONINFORMATION = 64 ' Information message

Global Const MB_APPLMODAL = 0 ' Application Modal Message Box

Global Const MB_DEFBUTTON1 = 0 ' First button is default

Global Const MB_DEFBUTTON2 = 256 ' Second button is default

Global Const MB_DEFBUTTON3 = 512 ' Third button is default

Global Const MB_SYSTEMMODAL = 4096 'System Modal

' MsgBox return values

Global Const IDOK = 1 ' OK button pressed

Global Const IDCANCEL = 2 ' Cancel button pressed

Global Const IDABORT = 3 ' Abort button pressed

Global Const IDRETRY = 4 ' Retry button pressed

Global Const IDIGNORE = 5 ' Ignore button pressed

Global Const IDYES = 6 ' Yes button pressed

Global Const IDNO = 7 ' No button pressed

' SetAttr, Dir, GetAttr functions

Global Const ATTR_NORMAL = 0

Global Const ATTR_READONLY = 1

Global Const ATTR_HIDDEN = 2

Global Const ATTR_SYSTEM = 4

Global Const ATTR_VOLUME = 8

Global Const ATTR_DIRECTORY = 16

Global Const ATTR_ARCHIVE = 32

'Grid

'ColAlignment,FixedAlignment Properties

Global Const GRID_ALIGNLEFT = 0

Global Const GRID_ALIGNRIGHT = 1

Global Const GRID_ALIGNCENTER = 2

Global Const GRID_SINGLE = 0

Global Const GRID_REPEAT = 1

'Data control

'Error event Response arguments

Global Const DATA_ERRCONTINUE = 0

Global Const DATA_ERRDISPLAY = 1

'Editmode property values

Global Const DATA_EDITNONE = 0

Global Const DATA_EDITMODE = 1

Global Const DATA_EDITADD = 2

'Options property values

Global Const DATA_DENYWRITE = &H1

Global Const DATA_DENYREAD = &H2

Global Const DATA_READONLY = &H4

Global Const DATA_APPENDONLY = &H8

Global Const DATA_INCONSISTENT = &H10

Global Const DATA_CONSISTENT = &H20

Global Const DATA_SQLPASSTHROUGH = &H40

'Validate event Action arguments

Global Const DATA_ACTIONCANCEL = 0

Global Const DATA_ACTIONMOVEFIRST = 1

Global Const DATA_ACTIONMOVEPREVIOUS = 2

Global Const DATA_ACTIONMOVENEXT = 3

Global Const DATA_ACTIONMOVELAST = 4

Global Const DATA_ACTIONADDNEW = 5

Global Const DATA_ACTIONUPDATE = 6

Global Const DATA_ACTIONDELETE = 7

Global Const DATA_ACTIONFIND = 8

Global Const DATA_ACTIONBOOKMARK = 9

Global Const DATA_ACTIONCLOSE = 10

Global Const DATA_ACTIONUNLOAD = 11

'OLE Client Control

'Actions

Global Const OLE_CREATE_EMBED = 0

Global Const OLE_CREATE_NEW = 0 'from ole1 control

Global Const OLE_CREATE_LINK = 1

Global Const OLE_CREATE_FROM_FILE = 1 'from ole1 control

Global Const OLE_COPY = 4

Global Const OLE_PASTE = 5

Global Const OLE_UPDATE = 6

Global Const OLE_ACTIVATE = 7

Global Const OLE_CLOSE = 9

Global Const OLE_DELETE = 10

Global Const OLE_SAVE_TO_FILE = 11

Global Const OLE_READ_FROM_FILE = 12

Global Const OLE_INSERT_OBJ_DLG = 14

Global Const OLE_PASTE_SPECIAL_DLG = 15

Global Const OLE_FETCH_VERBS = 17

Global Const OLE_SAVE_TO_OLE1FILE = 18

'OLEType

Global Const OLE_LINKED = 0

Global Const OLE_EMBEDDED = 1

Global Const OLE_NONE = 3

'OLETypeAllowed

Global Const OLE_EITHER = 2

'UpdateOptions

Global Const OLE_AUTOMATIC = 0

Global Const OLE_FROZEN = 1

Global Const OLE_MANUAL = 2

'AutoActivate modes

'Note that OLE_ACTIVATE_GETFOCUS only applies to objects that

'support "inside-out" activation. See related Verb notes below.

Global Const OLE_ACTIVATE_MANUAL = 0

Global Const OLE_ACTIVATE_GETFOCUS = 1

Global Const OLE_ACTIVATE_DOUBLECLICK = 2

'SizeModes

Global Const OLE_SIZE_CLIP = 0

Global Const OLE_SIZE_STRETCH = 1

Global Const OLE_SIZE_AUTOSIZE = 2

'DisplayTypes

Global Const OLE_DISPLAY_CONTENT = 0

Global Const OLE_DISPLAY_ICON = 1

'Update Event Constants

Global Const OLE_CHANGED = 0

Global Const OLE_SAVED = 1

Global Const OLE_CLOSED = 2

Global Const OLE_RENAMED = 3

'Special Verb Values

Global Const VERB_PRIMARY = 0

Global Const VERB_SHOW = -1

Global Const VERB_OPEN = -2

Global Const VERB_HIDE = -3

Global Const VERB_INPLACEUIACTIVATE = -4

Global Const VERB_INPLACEACTIVATE = -5

'The last two verbs are for objects that support "inside-out" activation,

'meaning they can be edited in-place, and that they support being left

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
'in-place-active even when the input focus moves to another control or form.
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'These objects actually have 2 levels of being active. "InPlace Active" means that the object is ready for the user to click inside it and start working with it. "In-Place UI-Active" means that, in addition, if the object has any other UI associated with it, such as floating palette windows, that those windows are visible and ready for use. Any number of objects can be "In-Place Active" at a time, although only one can be "InPlace UI-Active".

'You can cause an object to move to either one of states programmatically by setting the Verb property to the appropriate verb and setting Action=OLE_ACTIVATE. Also, if you set AutoActivate = OLE_ACTIVATE_GETFOCUS, the server will automatically be put into "InPlace UI-Active" state when the user clicks on or tabs into the control.

'VerbFlag Bit Masks

Global Const VERBFLAG_GRAYED = &H1

Global Const VERBFLAG_DISABLED = &H2

Global Const VERBFLAG_CHECKED = &H8

Global Const VERBFLAG_SEPARATOR = &H800

'MiscFlag Bits - Or these together as desired for special behaviors

'MEMSTORAGE causes the control to use memory to store the object while it is loaded. This is faster than the default (disk-tempfile), but can consume a lot of memory for objects whose data takes up a lot of space, such as the bitmap for a paint program.

Global Const OLE_MISCFLAG_MEMSTORAGE = &H1

'DISABLEINPLACE overrides the control's default behavior of allowing in-place activation for objects that support it. If you are having problems activating an object inplace, you can force it to always activate in a separate window by setting this

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า bit
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'These objects actually have 2 levels of being active. "InPlace Active" means that the object is ready for the user to click inside it and start working with it. "In-Place UI-Active" means that, in addition, if the object has any other UI associated with it, such as floating palette windows, that those windows are visible and ready for use. Any number of objects can be "In-Place Active" at a time, although only one can be "InPlace UI-Active".

'You can cause an object to move to either one of states programmatically by setting the Verb property to the appropriate verb and setting Action=OLE_ACTIVATE. Also, if you set AutoActivate = OLE_ACTIVATE_GETFOCUS, the server will automatically be put into "InPlace UI-Active" state when the user clicks on or tabs into the control.

'VerbFlag Bit Masks

Global Const VERBFLAG_GRAYED = &H1

Global Const VERBFLAG_DISABLED = &H2

Global Const VERBFLAG_CHECKED = &H8

Global Const VERBFLAG_SEPARATOR = &H800

'MiscFlag Bits - Or these together as desired for special behaviors

'MEMSTORAGE causes the control to use memory to store the object while it is loaded. This is faster than the default (disk-tempfile), but can consume a lot of memory for objects whose data takes up a lot of space, such as the bitmap for a paint program.

Global Const OLE_MISCFLAG_MEMSTORAGE = &H1

'DISABLEINPLACE overrides the control's default behavior of allowing in-place activation for objects that support it. If you are having problems activating an object inplace, you can force it to always activate in a separate window by setting this

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
bit
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const CF_SCREENFONTS = &H1&

Global Const CF_PRINTERFONTS = &H2&

Global Const CF_BOTH = &H3&

Global Const CF_SHOWHELP = &H4&

Global Const CF_INITTOLOGFONTSTRUCT = &H40&

Global Const CF_USESTYLE = &H80&

Global Const CF_EFFECTS = &H100&

Global Const CF_APPLY = &H200&

Global Const CF_ANSIONLY = &H400&

Global Const CF_NOVECTORFONTS = &H800&

Global Const CF_NOSIMULATIONS = &H1000&

Global Const CF_LIMITSIZE = &H2000&

Global Const CF_FIXEDPITCHONLY = &H4000&

Global Const CF_WYSIWYG = &H8000& 'must also have CF_SCREENFONTS &
CF_PRINTERFONTS

Global Const CF_FORCEFONTEXIST = &H10000

Global Const CF_SCALABLEONLY = &H20000

Global Const CF_TTONLY = &H40000

Global Const CF_NOFACESEL = &H80000

Global Const CF_NOSTYLESEL = &H100000

Global Const CF_NOSIZESEL = &H200000

'Printer Dialog Flags

Global Const PD_ALLPAGES = &H0&

Global Const PD_SELECTION = &H1&

Global Const PD_PAGENUMS = &H2&

Global Const PD_NOSELECTION = &H4&

Global Const PD_NOPAGENUMS = &H8&

Global Const PD_COLLATE = &H10&

Global Const PD_PRINTTOFILE = &H20&

Global Const PD_PRINTSETUP = &H40&

Global Const PD_NOWARNING = &H80&

Global Const PD_RETURNDC = &H100&

Global Const PD_RETURNIC = &H200&

Global Const PD_RETURNDEFAULT = &H400&

Global Const PD_SHOWHELP = &H800&

Global Const PD_USEDEVMODECOPIES = &H40000

Global Const PD_DISABLEPRINTTOFILE = &H80000

Global Const PD_HIDEPRINTTOFILE = &H100000

'Help Constants

Global Const HELP_CONTEXT = &H1 'Display topic in ulTopic

Global Const HELP_QUIT = &H2 'Terminate help

Global Const HELP_INDEX = &H3 'Display index

Global Const HELP_CONTENTS = &H3

Global Const HELP_HELPONHELP = &H4 'Display help on using help

Global Const HELP_SETINDEX = &H5 'Set the current Index for multi index help

Global Const HELP_SETCONTENTS = &H5

Global Const HELP_CONTEXTPOPUP = &H8

Global Const HELP_FORCEFILE = &H9

Global Const HELP_KEY = &H101 'Display topic for keyword in offabData

Global Const HELP_COMMAND = &H102

Global Const HELP_PARTIALKEY = &H105 'call the search engine in winhelp

'Error Constants

Global Const CDERR_DIALOGFAILURE = -32768

Global Const CDERR_GENERALCODES = &H7FFF

Global Const CDERR_STRUCTSIZE = &H7FFE

Global Const CDERR_INITIALIZATION = &H7FFD

Global Const CDERR_NOTEMPLATE = &H7FFC

Global Const CDERR_NOINSTANCE = &H7FFB

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทเอกชน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const CDERR_LOADSTRFAILURE = &H7FFA

Global Const CDERR_FINDRESFAILURE = &H7FF9

Global Const CDERR_LOADRESFAILURE = &H7FF8

Global Const CDERR_LOCKRESFAILURE = &H7FF7

Global Const CDERR_MEMALLOCFAILURE = &H7FF6

Global Const CDERR_MEMLOCKFAILURE = &H7FF5

Global Const CDERR_NOHOOK = &H7FF4

'Added for CMDIALOG.VBX

Global Const CDERR_CANCEL = &H7FF3

Global Const CDERR_NODLL = &H7FF2

Global Const CDERR_ERRPROC = &H7FF1

Global Const CDERR_ALLOC = &H7FF0

Global Const CDERR_HELP = &H7FEF

Global Const PDERR_PRINTERCODES = &H6FFF

Global Const PDERR_SETUPFAILURE = &H6FFE

Global Const PDERR_PARSEFAILURE = &H6FFD

Global Const PDERR_RETDEFFAILED = &H6FFC

Global Const PDERR_LOADDRVFAILURE = &H6FFB

Global Const PDERR_GETDEVMODEFAIL = &H6FFA

Global Const PDERR_INITFAILURE = &H6FF9

Global Const PDERR_NODEVICES = &H6FF8

Global Const PDERR_NODEFAULTPRN = &H6FF7

Global Const PDERR_DNDMMISMATCH = &H6FF6

Global Const PDERR_CREATEICFAILURE = &H6FF5

Global Const PDERR_PRINTERNOTFOUND = &H6FF4

Global Const CFERR_CHOOSEFONTCODES = &H5FFF

Global Const CFERR_NOFONTS = &H5FFE

Global Const FNERR_FILENAMECODES = &H4FFF

Global Const FNERR_SUBCLASSFAILURE = &H4FFE

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Global Const FNERR_INVALIDFILENAME = &H4FFD

Global Const FNERR_BUFFERTOOSMALL = &H4FFC

Global Const FRERR_FINDREPLACECODES = &H3FFF

Global Const CCERR_CHOOSECOLORCODES = &H2FFF

'-----

' Table of Contents for Visual Basic Professional

" 1. 3-D Controls

' (Frame/Panel/Option/Check/Command/Group Push)

' 2. Animated Button

' 3. Gauge Control

' 4. Graph Control Section

' 5. Key Status Control

' 6. Spin Button

' 7. MCI Control (Multimedia)

' 8. Masked Edit Control

' 9. Comm Control

' 10. Outline Control

'-----

'-----

'3D Controls

'-----

'Alignment (Check Box)

Global Const SSCB_TEXT_RIGHT = 0 '0 - Text to the right

Global Const SSCB_TEXT_LEFT = 1 '1 - Text to the left

'Alignment (Option Button)

Global Const SSOB_TEXT_RIGHT = 0 '0 - Text to the right

Global Const SSOB_TEXT_LEFT = 1 '1 - Text to the left

'Alignment (Frame)

Global Const SSFR_LEFT_JUSTIFY = 0 '0 - Left justify text

Global Const SSFR_RIGHT_JUSTIFY = 1 '1 - Right justify text

Global Const SSFR_CENTER = 2 '2 - Center text

'Alignment (Panel)

Global Const SSPN_LEFT_TOP = 0 '0 - Text to left and top

Global Const SSPN_LEFT_MIDDLE = 1 '1 - Text to left and middle

Global Const SSPN_LEFT_BOTTOM = 2 '2 - Text to left and bottom

Global Const SSPN_RIGHT_TOP = 3 '3 - Text to right and top

Global Const SSPN_RIGHT_MIDDLE = 4 '4 - Text to right and middle

Global Const SSPN_RIGHT_BOTTOM = 5 '5 - Text to right and bottom

Global Const SSPN_CENTER_TOP = 6 '6 - Text to center and top

Global Const SSPN_CENTER_MIDDLE = 7 '7 - Text to center and middle

Global Const SSPN_CENTER_BOTTOM = 8 '8 - Text to center and bottom

'Autosize (Command Button)

Global Const SS_AUTOSIZE_NONE = 0 '0 - No Autosizing

Global Const SSPB_AUTOSIZE_PICTOBUT = 1 '0 - Autosize Picture to Button

Global Const SSPB_AUTOSIZE_BUTTOPIC = 2 '0 - Autosize Button to Picture

'Autosize (Ribbon Button)

'Global Const SS_AUTOSIZE_NONE = 0 '0 - No Autosizing

Global Const SSRI_AUTOSIZE_PICTOBUT = 1 '0 - Autosize Picture to Button

Global Const SSRI_AUTOSIZE_BUTTOPIC = 2 '0 - Autosize Button to Picture

'Autosize (Panel)

'Global Const SS_AUTOSIZE_NONE = 0 '0 - No Autosizing

Global Const SSPN_AUTOSIZE_WIDTH = 1 '1 - Autosize Panel width to Caption

Global Const SSPN_AUTOSIZE_HEIGHT = 2 '2 - Autosize Panel height to Caption

Global Const SSPN_AUTOSIZE_CHILD = 3 '3 - Autosize Child to Panel

'BevelInner (Panel)

Global Const SS_BEVELINNER_NONE = 0 '0 - No Inner Bevel

Global Const SS_BEVELINNER_INSET = 1 '1 - Inset Inner Bevel

Global Const SS_BEVELINNER_RAISED = 2 '2 - Raised Inner Bevel

'BevelOuter (Panel)

Global Const SS_BEVELOUTER_NONE = 0 '0 - No Outer Bevel

Global Const SS_BEVELOUTER_INSET = 1 '1 - Inset Outer Bevel

Global Const SS_BEVELOUTER_RAISED = 2 '2 - Raised Outer Bevel

'FloodType (Panel)

Global Const SS_FLOODTYPE_NONE = 0 '0 - No flood

Global Const SS_FLOODTYPE_L_TO_R = 1 '1 - Left to right

Global Const SS_FLOODTYPE_R_TO_L = 2 '2 - Right to left

Global Const SS_FLOODTYPE_T_TO_B = 3 '3 - Top to bottom

Global Const SS_FLOODTYPE_B_TO_T = 4 '4 - Bottom to top

Global Const SS_FLOODTYPE_CIRCLE = 5 '5 - Widening circle

'Font3D (Panel, Command Button, Option Button, Check Box, Frame)

Global Const SS_FONT3D_NONE = 0 '0 - No 3-D text

Global Const SS_FONT3D_RAISED_LIGHT = 1 '1 - Raised with light shading

Global Const SS_FONT3D_RAISED_HEAVY = 2 '2 - Raised with heavy shading

Global Const SS_FONT3D_INSET_LIGHT = 3 '3 - Inset with light shading

Global Const SS_FONT3D_INSET_HEAVY = 4 '4 - Inset with heavy shading

'PictureDnChange (Ribbon Button)

Global Const SS_PICDN_NOCHANGE = 0 '0 - Use 'Up'bitmap with no change

Global Const SS_PICDN_DITHER = 1 '1 - Dither 'Up'bitmap

Global Const SS_PICDN_INVERT = 2 '2 - Invert 'Up'bitmap

'ShadowColor (Panel, Frame)

Global Const SS_SHADOW_DARKGREY = 0 '0 - Dark grey shadow

Global Const SS_SHADOW_BLACK = 1 '1 - Black shadow

'ShadowStyle (Frame)

Global Const SS_SHADOW_INSET = 0 '0 - Shadow inset

Global Const SS_SHADOW_RAISED = 1 '1 - Shadow raised

'-----

'Animated Button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'-----

'Cycle property

Global Const ANI_ANIMATED = 0

Global Const ANI_MULTISTATE = 1

Global Const ANI_TWO_STATE = 2

'Click Filter property

Global Const ANI_ANYWHERE = 0

Global Const ANI_IMAGE_AND_TEXT = 1

Global Const ANI_IMAGE = 2

Global Const ANI_TEXT = 3

'PicDrawMode Property

Global Const ANI_XPOS_YPOS = 0

Global Const ANI_AUTOSIZE = 1

Global Const ANI_STRETCH = 2

'SpecialOp Property

Global Const ANI_CLICK = 1

'TextPosition Property

Global Const ANI_CENTER = 0

Global Const ANI_LEFT = 1

Global Const ANI_RIGHT = 2

Global Const ANI_BOTTOM = 3

Global Const ANI_TOP = 4

'-----

'GAUGE

'-----

'Style Property

Global Const GAUGE_HORIZ = 0

Global Const GAUGE_VERT = 1

Global Const GAUGE_SEMI = 2

Global Const GAUGE_FULL = 3

'-----

'Graph Control

'-----

'General

Global Const G_NONE = 0

Global Const G_DEFAULT = 0

Global Const G_OFF = 0

Global Const G_ON = 1

Global Const G_MONO = 0

Global Const G_COLOR = 1

'Graph Types

Global Const G_PIE2D = 1

Global Const G_PIE3D = 2

Global Const G_BAR2D = 3

Global Const G_BAR3D = 4

Global Const G_GANTT = 5

Global Const G_LINE = 6

Global Const G_LOGLIN = 7

Global Const G_AREA = 8

Global Const G_SCATTER = 9

Global Const G_POLAR = 10

Global Const G_HLC = 11

'Colors

Global Const G_BLACK = 0

Global Const G_BLUE = 1

Global Const G_GREEN = 2

Global Const G_CYAN = 3

Global Const G_RED = 4

Global Const G_MAGENTA = 5

Global Const G_BROWN = 6

Global Const G_LIGHT_GRAY = 7

Global Const G_DARK_GRAY = 8

Global Const G_LIGHT_BLUE = 9

Global Const G_LIGHT_GREEN = 10

Global Const G_LIGHT_CYAN = 11

Global Const G_LIGHT_RED = 12

Global Const G_LIGHT_MAGENTA = 13

Global Const G_YELLOW = 14

Global Const G_WHITE = 15

Global Const G_AUTOBW = 16

'Patterns

Global Const G_SOLID = 0

Global Const G_HOLLOW = 1

Global Const G_HATCH1 = 2

Global Const G_HATCH2 = 3

Global Const G_HATCH3 = 4

Global Const G_HATCH4 = 5

Global Const G_HATCH5 = 6

Global Const G_HATCH6 = 7

Global Const G_BITMAP1 = 16

Global Const G_BITMAP2 = 17

Global Const G_BITMAP3 = 18

Global Const G_BITMAP4 = 19

Global Const G_BITMAP5 = 20

Global Const G_BITMAP6 = 21

Global Const G_BITMAP7 = 22

Global Const G_BITMAP8 = 23

Global Const G_BITMAP9 = 24
 Global Const G_BITMAP10 = 25
 Global Const G_BITMAP11 = 26
 Global Const G_BITMAP12 = 27
 Global Const G_BITMAP13 = 28
 Global Const G_BITMAP14 = 29
 Global Const G_BITMAP15 = 30
 Global Const G_BITMAP16 = 31

'Symbols

Global Const G_CROSS_PLUS = 0
 Global Const G_CROSS_TIMES = 1
 Global Const G_TRIANGLE_UP = 2
 Global Const G_SOLID_TRIANGLE_UP = 3
 Global Const G_TRIANGLE_DOWN = 4
 Global Const G_SOLID_TRIANGLE_DOWN = 5
 Global Const G_SQUARE = 6
 Global Const G_SOLID_SQUARE = 7
 Global Const G_DIAMOND = 8
 Global Const G_SOLID_DIAMOND = 9

'Line Styles

'Global Const G_SOLID = 0
 Global Const G_DASH = 1
 Global Const G_DOT = 2
 Global Const G_DASHDOT = 3
 Global Const G_DASHDOTDOT = 4

'Grids

Global Const G_HORIZONTAL = 1
 Global Const G_VERTICAL = 2

Global Const G_MEAN = 1

Global Const G_MIN_MAX = 2

Global Const G_STD_DEV = 4

Global Const G_BEST_FIT = 8

'Data Arrays

Global Const G_GRAPH_DATA = 1

Global Const G_COLOR_DATA = 2

Global Const G_EXTRA_DATA = 3

Global Const G_LABEL_TEXT = 4

Global Const G_LEGEND_TEXT = 5

Global Const G_PATTERN_DATA = 6

Global Const G_SYMBOL_DATA = 7

Global Const G_XPOS_DATA = 8

Global Const G_ALL_DATA = 9

'Draw Mode

Global Const G_NO_ACTION = 0

Global Const G_CLEAR = 1

Global Const G_DRAW = 2

Global Const G_BLIT = 3

Global Const G_COPY = 4

Global Const G_PRINT = 5

Global Const G_WRITE = 6

'Print Options

Global Const G_BORDER = 2

'Pie Chart Options

Global Const G_NO_LINES = 1

Global Const G_COLORED = 2

Global Const G_PERCENTS = 4

'Bar Chart Options

'Global Const G_HORIZONTAL = 1

Global Const G_STACKED = 2

Global Const G_PERCENTAGE = 4

Global Const G_Z_CLUSTERED = 6

'Gantt Chart Options

Global Const G_SPACED_BARS = 1

'Line/Polar Chart Options

Global Const G_SYMBOLS = 1

Global Const G_STICKS = 2

Global Const G_LINES = 4

'Area Chart Options

Global Const G_ABSOLUTE = 1

Global Const G_PERCENT = 2

'HLC Chart Options

Global Const G_NO_CLOSE = 1

Global Const G_NO_HIGH_LOW = 2

'-----

'Key Status Control

'-----

'Style

Global Const KEYSTAT_CAPSLOCK = 0

Global Const KEYSTAT_NUMLOCK = 1

Global Const KEYSTAT_INSERT = 2

Global Const KEYSTAT_SCROLLLOCK = 3

'-----

'MCI Control (Multimedia)

'-----

'NOTE:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดหรือข้อสงสัยใดๆ กรุณาแจ้งไปยังผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'in the WINMMSYS.TXT file from the \VB\WINAPI

'subdirectory.

'Mode Property

'Global Const MCI_MODE_NOT_OPEN = 11

'Global Const MCI_MODE_STOP = 12

'Global Const MCI_MODE_PLAY = 13

'Global Const MCI_MODE_RECORD = 14

'Global Const MCI_MODE_SEEK = 15

'Global Const MCI_MODE_PAUSE = 16

'Global Const MCI_MODE_READY = 17

'NotifyValue Property

'Global Const MCI_NOTIFY_SUCCESSFUL = 1

'Global Const MCI_NOTIFY_SUPERSEDED = 2

'Global Const MCI_ABORTED = 4

'Global Const MCI_FAILURE = 8

'Orientation Property

'Global Const MCI_ORIENT_HORZ = 0

'Global Const MCI_ORIENT_VERT = 1

'RecordMode Property

'Global Const MCI_RECORD_INSERT = 0

'Global Const MCI_RECORD_OVERWRITE = 1

'TimeFormat Property

'Global Const MCI_FORMAT_MILLISECONDS = 0

'Global Const MCI_FORMAT_HMS = 1

'Global Const MCI_FORMAT_MSF = 2

'Global Const MCI_FORMAT_FRAMES = 3

'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_24 = 4

'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_25 = 5

'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_30 = 6

'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_30DROP = 7

'Global Const MCI_FORMAT_BYTES = 8

'Global Const MCI_FORMAT_SAMPLES = 9

'Global Const MCI_FORMAT_TMSF = 10

'-----

'Spin Button

'-----

'SpinOrientation

Global Const SPIN_VERTICAL = 0

Global Const SPIN_HORIZONTAL = 1

'-----

'Masked Edit Control

'-----

'ClipMode

Global Const ME_INCLIT = 0

Global Const ME_EXCLIT = 1

'-----

'Comm Control

'-----

'Handshaking

Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_NONE = 0

Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_XONXOFF = 1

Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTS = 2

Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTSXONXOFF = 3

'Event constants

Global Const MSCOMM_EV_SEND = 1

Global Const MSCOMM_EV_RECEIVE = 2

Global Const MSCOMM_EV_CTS = 3

Global Const MSCOMM_EV_DSR = 4

Global Const MSCOMM_EV_CD = 5

Global Const MSCOMM_EV_RING = 6

Global Const MSCOMM_EV_EOF = 7

'Error code constants

Global Const MSCOMM_ER_BREAK = 1001

Global Const MSCOMM_ER_CTSTO = 1002

Global Const MSCOMM_ER_DSRT0 = 1003

Global Const MSCOMM_ER_FRAME = 1004

Global Const MSCOMM_ER_OVERRUN = 1006

Global Const MSCOMM_ER_CDTO = 1007

Global Const MSCOMM_ER_RXOVER = 1008

Global Const MSCOMM_ER_RXPARITY = 1009

Global Const MSCOMM_ER_TXFULL = 1010

'-----

'MAPI SESSION CONTROL CONSTANTS

'-----

'Action

Global Const SESSION_SIGNON = 1

Global Const SESSION_SIGNOFF = 2

'-----

'MAPI MESSAGE CONTROL CONSTANTS

'-----

'Action

Global Const MESSAGE_FETCH = 1 ' Load all messages from message store

Global Const MESSAGE_SENDDL0 = 2 ' Send mail bring up default mapi dialog

Global Const MESSAGE_SEND = 3 ' Send mail without default mapi dialog

Global Const MESSAGE_SAVEMSG = 4 ' Save message in the compose buffer

Global Const MESSAGE_COPY = 5 ' Copy current message to compose buffer

Global Const MESSAGE_COMPOSE = 6 ' Initialize compose buffer (previous

' data is lost

Global Const MESSAGE_REPLY = 7 ' Fill Compose buffer as REPLY

Global Const MESSAGE_REPLYALL = 8 ' Fill Compose buffer as REPLY ALL

Global Const MESSAGE_FORWARD = 9 ' Fill Compose buffer as FORWARD

Global Const MESSAGE_DELETE = 10 ' Delete current message

Global Const MESSAGE_SHOWADBOOK = 11 ' Show Address book

Global Const MESSAGE_SHOWDETAILS = 12 ' Show details of the current recipient

Global Const MESSAGE_RESOLVENAME = 13 ' Resolve the display name of the recipient

Global Const RECIPIENT_DELETE = 14 ' Fill Compose buffer as FORWARD

Global Const ATTACHMENT_DELETE = 15 ' Delete current message

'-----

' ERROR CONSTANT DECLARATIONS (MAPI CONTROLS)

'-----

Global Const SUCCESS_SUCCESS = 32000

Global Const MAPI_USER_ABORT = 32001

Global Const MAPI_E_FAILURE = 32002

Global Const MAPI_E_LOGIN_FAILURE = 32003

Global Const MAPI_E_DISK_FULL = 32004

Global Const MAPI_E_INSUFFICIENT_MEMORY = 32005

Global Const MAPI_E_ACCESS_DENIED = 32006

Global Const MAPI_E_TOO_MANY_SESSIONS = 32008

Global Const MAPI_E_TOO_MANY_FILES = 32009

Global Const MAPI_E_TOO_MANY_RECIPIENTS = 32010

Global Const MAPI_E_ATTACHMENT_NOT_FOUND = 32011

Global Const MAPI_E_ATTACHMENT_OPEN_FAILURE = 32012

Global Const MAPI_E_ATTACHMENT_WRITE_FAILURE = 32013

Global Const MAPI_E_UNKNOWN_RECIPIENT = 32014

Global Const MAPI_E_BAD_RECIPTYPE = 32015

Global Const MAPI_E_NO_MESSAGES = 32016

Global Const MAPI_E_INVALID_MESSAGE = 32017

Global Const MAPI_E_TEXT_TOO_LARGE = 32018

Global Const MAPI_E_INVALID_SESSION = 32019

Global Const MAPI_E_TYPE_NOT_SUPPORTED = 32020

Global Const MAPI_E_AMBIGUOUS_RECIPIENT = 32021

Global Const MAPI_E_MESSAGE_IN_USE = 32022

Global Const MAPI_E_NETWORK_FAILURE = 32023

Global Const MAPI_E_INVALID_EDITFIELDS = 32024

Global Const MAPI_E_INVALID_RECIPS = 32025

Global Const MAPI_E_NOT_SUPPORTED = 32026

Global Const CONTROL_E_SESSION_EXISTS = 32050

Global Const CONTROL_E_INVALID_BUFFER = 32051

Global Const CONTROL_E_INVALID_READ_BUFFER_ACTION = 32052

Global Const CONTROL_E_NO_SESSION = 32053

Global Const CONTROL_E_INVALID_RECIPIENT = 32054

Global Const CONTROL_E_INVALID_COMPOSE_BUFFER_ACTION = 32055

Global Const CONTROL_E_FAILURE = 32056

Global Const CONTROL_E_NO_RECIPIENTS = 32057

Global Const CONTROL_E_NO_ATTACHMENTS = 32058

'-----

' MISCELLANEOUS GLOBAL CONSTANT DECLARATIONS (MAPI CONTROLS)

'-----

Global Const RECIPTYPE_ORIG = 0

Global Const RECIPTYPE_TO = 1

Global Const RECIPTYPE_CC = 2

Global Const RECIPTYPE_BCC = 3

Global Const ATTACHTYPE_DATA = 0

Global Const ATTACHTYPE_EOLE = 1

Global Const ATTACHTYPE_SOLE = 2

'-----

' Outline

'-----

' PictureType

Global Const MSOUTLINE_PICTURE_CLOSED = 0

Global Const MSOUTLINE_PICTURE_OPEN = 1

Global Const MSOUTLINE_PICTURE_LEAF = 2

'Outline Control Error Constants

Global Const MSOUTLINE_BADPICFORMAT = 32000

Global Const MSOUTLINE_BADINDENTATION = 32001

Global Const MSOUTLINE_MEM = 32002

Global Const MSOUTLINE_PARENTNOTEXPANDED = 32003

' Program scope set environment

Global ChannelTrue As Integer

Global TimeRange1 As Integer

Global TimeRange2 As Integer

Dim VoltRange As Variant

โปรแกรม SYSINFO.FRM

```
Sub Form_Click ()
```

```
Form_Resize
```

```
End Sub
```

```
Sub Form_Load ()
```

```
Cls
```

```
Left = (Screen.Width - Width) / 2
```

```
Top = (Screen.Height - Height) / 2
```

```
End Sub
```

```
Sub Form_Resize ()
```

```
Cls
```

```
V& = GetVersion()
```

```
'MS-DOS Version
```

```
a1$ = Format$((V& \ &H1000000) And &HFF, "###")
```

```
a2$ = Format$((V& \ &H10000) And &HFF, "0")
```

```
Sysc(1).Caption = a1$ + "." + a2$
```

```
'Windows Version
```

```
a3$ = Format$(V& And &HFF, "###")
```

```
a4$ = Format$((V& \ &H100) And &HFF, "0")
```

```
Sysc(5).Caption = a3$ + "." + a4$
```

```
Mem& = GetFreeSpace(0)
```

```
'Memory byte free :
```

```
Sysc(2).Caption = Mem&
```

```
WinFlags& = GetWinFlags()
```

```
'80X87 Coprocessor
```

```
If (WinFlags& And WF_80X87) Then
```

```
Sysc(4).Caption = "Present"
```

Else

Sysc(4).Caption = "No Present"

End If

' check processor

If (WinFlags& And WF_CPU086) Then

Sysc(3).Caption = "8086/8088 Present"

ElseIf (WinFlags& And WF_CPU186) Then

Sysc(3).Caption = "80186 Present"

ElseIf (WinFlags& And WF_CPU286) Then

Sysc(3).Caption = "80286 Present"

ElseIf (WinFlags& And WF_CPU386) Then

Sysc(3).Caption = "80386 Present"

ElseIf (WinFlags& And WF_CPU486) Then

Sysc(3).Caption = "80486 Present"

ElseIf (WinFlags& And WF_CPU586) Then

Sysc(3).Caption = "486 HP or Pentium "

End If

If (WinFlags& And WF_ENHANCED) Then

Sysc(7).Caption = "386 Enhanced Mode "

End If

If (WinFlags& And WF_LARGEFRAME) Then

Sysc(8).Caption = "EMS Large Frame "

ElseIf (WinFlags& And WF_SMALLFRAME) Then

Sysc(8).Caption = "EMS Small Frame "

ElseIf (WinFlags& And WF_PMODE) Then

Sysc(6).Caption = "Protected Mode "

ElseIf (WinFlags& And WF_STANDARD) Then

Sysc(7).Caption = "Standard Mode"

End If

```

' System Millisecond
Sysc(9).Caption = GetCurrentTime()
y& = GetFreeSystemResources(0)
Sysc(8).Caption = y& & " %"
End Sub

Sub sysOK_Click ()
Unload Sysinfo
End Sub

Function YesNo (n&) As String
If n& Then
YesNo = "Yes"
Else YesNo = "No"
End If
End Function

```

โปรแกรม TEAM.FRM

Option Explicit

Dim n

Sub Form_Click ()

Unload Info

End Sub

Sub Form_Load ()

Cls

Left = (Screen.Width - Width) / 2

Top = (Screen.Height - Height) / 2

Dim n

End Sub

Sub Pic0_Click ()

Unload Info

End Sub

Sub Pic1_Click ()

Unload Info

End Sub

Sub Pic2_Click ()

Unload Info

End Sub

Sub Pic3_Click ()

Unload Info

End Sub

Sub Pic4_Click ()

Unload Info

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sub Pname_Click ()
```

```
Unload Info
```

```
End Sub
```

```
Sub Pname2_Click ()
```

```
Unload Info
```

```
End Sub
```

```
Sub Prob1_Click () .
```

```
Unload Info
```

```
End Sub
```

```
Sub Prob2_Click ()
```

```
Unload Info
```

```
End Sub
```

```
Sub Prob3_Click ()
```

```
Unload Info
```

```
End Sub
```

```
Sub Prob4_Click ()
```

```
Unload Info
```

```
End Sub
```

```
Sub Timer1_Timer ()
```

```
n = n + 1
```

```
If n = 1 Then
```

```
Info.Pic0.Visible = False
```

```
Info.Pic4.Visible = False
```

```
Info.Pic1.Visible = True
```

```
Info.Pname.Caption = "ปรีชา สอนธิสุทธิ์"
```

```
Info.Pname2.Caption = "Preecha Sontisut"
```

```
Info.Prob1.Caption = "- System Designer"
```

```
Info.Prob2.Caption = "- System Analysis"
```

```
Info.Prob3.Caption = "- Co Programmer"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Info.Prob4.Caption = "- Co Thesis Writer"

End If

If n = 2 Then

Info.Pic1.Visible = False

Info.Pic2.Visible = True

Info.Pname.Caption = "วิชัช กรองไทรรัตน์"

Info.Pname2.Caption = "Wichai Krungtrirat"

Info.Prob1.Caption = "- Measurement Specialist"

Info.Prob2.Caption = "- Co System Designer"

Info.Prob3.Caption = "- Co Thesis Writer"

Info.Prob4.Caption = "- Co Project Tester"

End If

If n = 3 Then

Info.Pic2.Visible = False

Info.Pic3.Visible = True

Info.Pname.Caption = "ศุภวุฒิ ใจงาม"

Info.Pname2.Caption = "Suppawoot ED. Jai-ngarm"

Info.Prob1.Caption = "- Computer Programmer"

Info.Prob2.Caption = "- Co System Tester"

Info.Prob3.Caption = "- Co Thesis Writer"

Info.Prob4.Caption = "- Co Project Tester"

End If

If n = 4 Then

Info.Pic3.Visible = False

Info.Pic4.Visible = True

Info.Pname.Caption = "เอกราช รัตนอุดมพิสุทธิ"

Info.Pname2.Caption = "Erkrarad Ratanaudompisut"

Info.Prob1.Caption = "- Thesis Director"

Info.Prob2.Caption = "- Graphics Computer"

```

Info.Prob3.Caption = "- Co System Tester"
Info.Prob4.Caption = "- Co Project Tester"
End If

If n = 5 Then
Info.Pic4.Visible = False
Info.Pic0.Visible = True
Info.Pname.Caption = "อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ"
Info.Pname2.Caption = "Project Advisor"
Info.Prob1.Caption = "- อ. วรวิทย์ สมหา"
Info.Prob2.Caption = "- อ. กิตติพงศ์ มะโน"
Info.Prob3.Caption = "- อ. สุชิน อาจหาญ"
Info.Prob4.Caption = "- ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน"
End If

If n > 5 Then n = 0
End Sub

```

โปรแกรม CHS.FRM

```
Sub Chan_Click (Index As Integer, Value As Integer)
```

```
CR = Index
```

```
End Sub
```

```
Sub Cok_Click ()
```

```
If CR = 1 Then
```

```
'call h_outp(&H703, 0) ' out port control channel 1
```

```
ElseIf CR = 2 Then
```

```
'call h_outp(&H703, 0) ' out port control channel 2
```

```
ElseIf CR = 3 Then
```

```
'call h_outp(&H703, 0) ' out port control channel 3
```

```
End If
```

```
'Ch_Control
```

```
Monitor3.Test.Caption = CR
```

```
Unload ChS
```

```
End Sub
```

```
Sub Form_Load ()
```

```
Dim Cin1 'set Command input
```

```
Left = (Screen.Width - Width) / 2
```

```
Top = (Screen.Height - Height) / 2
```

```
' inport control channel
```

```
Cin1 = h_inp(&H700)
```

```
If Cin1 = xxx Then
```

```
CR = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ElseIf Cin1 = xxx Then
CR = 2
ElseIf Cin1 = xxx Then
CR = 3
End If

' set start channel
If CR = 0 Then
CR = 1
'call h_outp(&H703, 0) ' out port control channel
Chan(CR).Value = True
Else
Chan(CR).Value = True
End If
End Sub

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CA3306, CA3306A, CA3306C

CMOS Video-Speed 6-Bit Flash Analog-to-Digital Converter

GENERAL DESCRIPTION

The Harris CA3306 family are CMOS parallel (FLASH) analog-to-digital converters designed for applications demanding both low-power consumption and high-speed digitization. Digitizing at 15 MHz, for example, requires only about 50 mW.

The CA3306 family operates over a wide, full-scale signal input-voltage range of 1V up to the DC supply voltage. Power consumption is as low as 15 mW, depending upon the clock frequency selected. The CA3306 types may be directly retrofitted into CA3300 sockets, offering improved linearity at a lower reference voltage and higher operating speed with a 5V supply.

The intrinsic high conversion rate makes the CA3306 types ideally suited for digitizing high-speed signals. The overflow bit makes possible the connection of two or more CA3306s in series to increase the resolution of the conversion system. A series connection of two CA3306s may be used to produce a 7-bit high-speed converter. Operation of two CA3306s in parallel doubles the conversion speed (i.e., increases the sampling rate from 15 MHz to 30 MHz).

Sixty-four paralleled auto-balanced comparators measure the input voltage with respect to a known reference to produce the parallel-bit outputs in the CA3306. Sixty-three comparators are required to quantize all input voltage levels in this 6-bit converter, and the additional comparator is required for the overflow bit.

ORDERING INFORMATION

Part Number	Linearity (INL, DNL)	Sampling Rate	Temperature Range	Package
CA3306E	± 0.5 LSB	15 MHz (67 ns)	-40°C to +85°C	18 Pin Plastic DIP
CA3306AE	± 0.25 LSB	15 MHz (67 ns)	-40°C to +85°C	18 Pin Plastic DIP
CA3306CE	± 0.5 LSB	10 MHz (100 ns)	-40°C to +85°C	18 Pin Plastic DIP
CA3306D	± 0.5 LSB	15 MHz (67 ns)	-55°C to +125°C	18 Pin Ceramic DIP
CA3306AD	± 0.25 LSB	15 MHz (67 ns)	-55°C to +125°C	18 Pin Ceramic DIP
CA3306CD	± 0.5 LSB	10 MHz (100 ns)	-55°C to +125°C	18 Pin Ceramic DIP

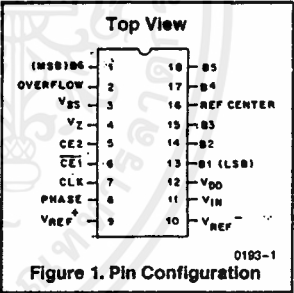
NOTE: Consult sales office for availability of SOIC package.

FEATURES

- CMOS Low Power with Video Speed (~70 mW typ)
- Parallel Conversion Technique
- Signal Power Supply Voltage (3V to 7.5V)
- 15-MHz Sampling Rate with Single 5V Supply
- 6-Bit Latched 3-State Output with Overflow Bit
- Pin-For-Pin Retrofit for the CA3300

APPLICATIONS

- TV Video Digitizing
- High-Speed A/D Conversion
- Ultrasound Signature Analysis
- Transient Signal Analysis
- High-Energy Physics Research
- High-Speed Oscilloscope Storage/Display
- General-Purpose Hybrid ADCs
- Optical Character Recognition
- Radar Pulse Analysis
- Motion Signature Analysis
- Robot Vision



0193-1
Figure 1. Pin Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CA3306, CA3306A, CA3306C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DC Supply-Voltage Range, (V_{DD})

Supply Voltage (Voltage Referenced)

to V_{SS} Terminal) . . .

.. -0.5V to +8.5V

Input Voltage Range

All Inputs except Zener $-0.5V$ to $V_{DD} + 0.5V$

DC Input Current

CLK, PH, CE1, CE2, V_{IN}..... ±20 mA

Power Dissipation per Package (P_D):

For $T_A = -55^{\circ}\text{C}$ to $+55^{\circ}\text{C}$ 315 mW

For $T_A = +55^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ Derate Linearly

at 3.3 mW/°C

Operating Temperature Range (T_A):

Ceramic Package—D Suffix..... -55°C to +125°C

Plastic Package—E Suffix -40°C to +85°C

Storage Temperature Range (T_{STG}) -65°C to +150°C

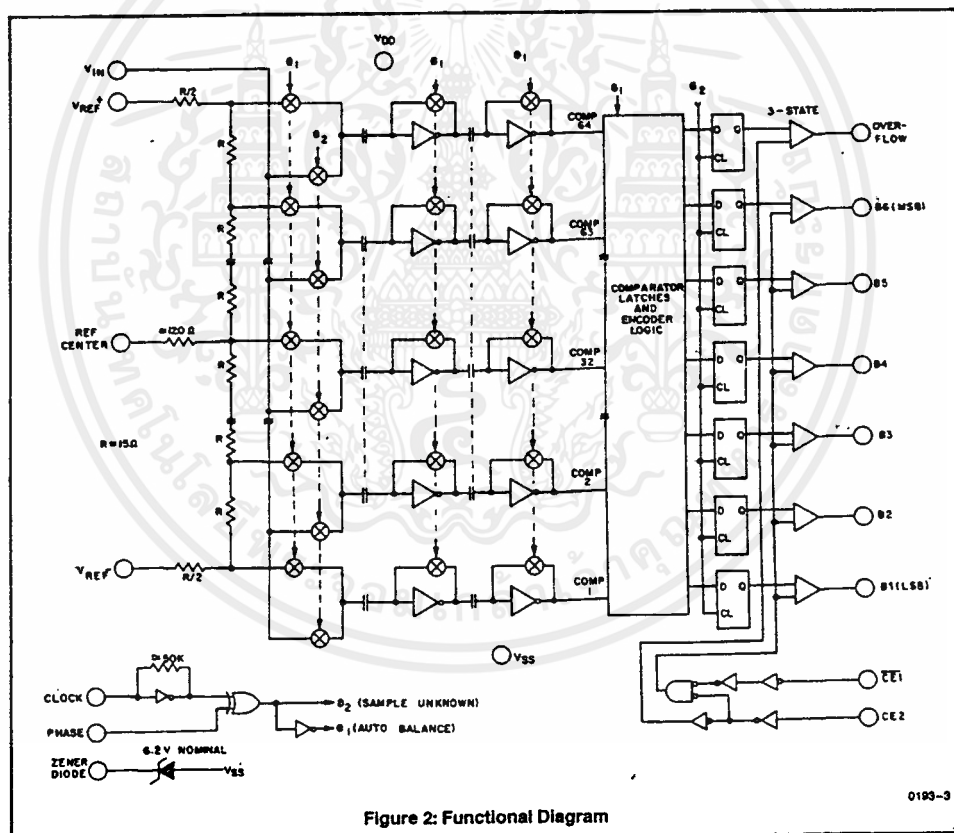
Lead Temperature (During Soldering):

At Distance $\frac{1}{16} \pm \frac{1}{32}$ in. (1.59 $\pm$ 0.79 mm) from

Case for 10s Max. + 265°C

NOTE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Recommended Supply Voltage Range 3V to 8V



CA3306, CA3306A, A3306C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS • $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{REF+} = 4.8\text{V}$, $V_{SS} = V_{REF-} = \text{GND}$, Clock = 15 MHz Square Wave for CA3306 or CA3306A, 10 MHz for CA3306C

Parameter	Test Conditions	Limits			Units
		Min	Typ	Max	
Resolution		6			Bits
Integral Linearity Error	3306, 3306C 3306A		± 0.25 ± 0.2	± 0.5 ± 0.25	LSB
Differential Linearity Error	3306, 3306C 3306A		± 0.25 ± 0.2	± 0.5 ± 0.25	
Quantizing Error	Inherent			± 0.5	
Offset Error	3306, 3306C 3306A (Note 1)		± 0.5 ± 0.25	± 1 ± 0.5	
Gain Error	3306, 3306C 3306A (Note 2)		± 0.5 ± 0.25	± 1 ± 0.5	
Positive Full Scale Input Range	(Note 3, 4)	1	4.8	$V_{DD} + 0.5$	V
Negative Full Scale Input Range	(Note 3, 4)	-0.5	0	$V_{DD} - 1$	
Input Capacitance			15		pF
Input Current	$V_{IN} = 4.82\text{V}$, $V_{DD} = 5\text{V}$			± 500	μA
Resistor Ladder Impedance		650	1100	1550	Ω
Maximum Conversion Speed	3306C 3306, 3306A	10 15	13 20		MSPS
Maximum Conversion Speed	3306C 3306, 3306A (Note 4) $\phi 1, \phi 2 \geq \text{Minimum}$	12 18			
Auto Balance Time ($\phi 1$)	3306C 3306, 3306A	50 33		∞ ∞	ns
Sample Time ($\phi 2$)	3306C 3306, 3306A	33 22		5000 5000	
Aperture Delay			8		
Aperture Jitter			100		ps _{p-p}
Allowable Input Bandwidth	(Note 4)	DC		$f_{\text{CLOCK}}/2$	MHz
-3 dB Input Bandwidth			30		
Output Data Valid Delay (T_D)	3306C 3306, 3306A		35 30	50 40	ns
Output Data Hold Time (T_H)	(Note 4)	15	25		
Output Enable Time (T_{EN})			20		
Output Disable Time (T_{DIS})			15		
I_{DD} Current, Refer to Figure 3	3306C 3306, 3306A	Continuous Conversion (Note 4)	11 14	20 25	mA
I_{DD} Current		Continuous $\phi 1$	7.5	15	
Maximum V_{IN} , Logic 0	All Digital Inputs (Note 4)			$0.3 \times V_{DD}$	V
Minimum V_{IN} , Logic 1	All Digital Inputs (Note 4)	$0.7 \times V_{DD}$			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จันนิภา อิศรัตน์,ยุพิน พงษ์พรหม,วรวิทย์ สมหา,ศิริ ก้อนทอง. “เครื่องวัดบันทึกสัญญาณและวิเคราะห์แถบความถี่โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์”, ปริญญาานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2534

ยีน ฎั้วรวรรณ. “เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ IBM PC”,บ.ซีเอ็ดยูเคชั่น(มหาชน) จำกัด, กรุงเทพฯ,2533

สุชาย ธนวลเสถียร. “โครงสร้างข้อมูล”,กรุงเทพมหานคร:หจก.เอช-แอน การพิมพ์, 2535.

International Business Machines Corporation. “PC/AT Technical Reference”,1984

Microsoft Corporation. “รวมข้อมูล PC สำหรับโปรแกรมเมอร์”,1993

