เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

OPTICAL DISTANCE METER

โดย

นางสาวดาริน หิรัญวิทย์

นางสาวภัทรวรรณ เชาวสกุ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32592
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

OPTICAL DISTANCE METER

โดย

นางสาวดาริน หิรัญวิทย์ 38014160

นางสาวภัทรวรรณ เชาวสกู 38014366

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

OPTICAL DISTANCE METER

ผู้จัดทำ

1.นางสาวดาริน	หิรัญวิทย์	38014160
2.นางสาวภัทรวรรณ	เชาวสกู	38014366

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

OPTICAL DISTANCE METER

โดย นางสาวดาริน หิรัญวิทย์ 38014160
นางสาวภัทรวรรณ เชาวสกู 38014366

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์เทคโนโลยีทางด้านแสงในการวัดระยะทางด้วยวงจรอิเลคทรอนิกส์ โดยการแปลงปริมาณและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแสงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยมีหลักการส่งแสงเลเซอร์ที่มีการผสมสัญญาณ 3.5 เมกะเฮิร์ทให้ไปตกสะท้อนวัตถุ แล้วนำเอาเฟสของสัญญาณที่ได้มาเปรียบเทียบกับสัญญาณก่อนส่งออกไป ระยะทางที่วัดได้จะประเมินจากความต่างเฟสโดยอาศัยความสัมพันธ์เฉพาะ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงทางจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ABSTRACT

This thesis purpose the application of optical technology in distance measurement using electronic circuit. Based on the conversion from quantity and property of light to electrical signal, the principle of this thesis is to transmit the laser light with modulated signal 3.5 MHz to impact the object. Then the phase of received signal is compared to the transmitted one, the measured distance is evaluated from the phase difference using specific formular ,The result is displayed on the personal computer monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง	1
	1.2 ส่วนควบคุมและแสดงผล	2
บทที่ 2	ทฤษฎีหรือหลักการ	5
	2.1 คุณสมบัติของแสงและวิธีการนำแสงมาประยุกต์ใช้ในเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง	5
	2.2 หลักการและทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยแสง	5
	2.3 หลักการวัดความต่างเฟส	8
	2.4 หลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง	10
	2.5 ส่วนควบคุมและแสดงผล	14
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	20
	3.1 วงจรส่งสัญญาณ	20
	3.2 วงจรรับสัญญาณ	21
	3.3 วงจรออสซิลเลเตอร์	25
	3.4 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	26
	3.5 วงจรซีโรครอสซิง	28
	3.6 วงจรขยายสัญญาณความถี่สูง	28
	3.7 วงจรเปรียบเทียบเฟส	29
	3.8 วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ	30
	3.9 วงจรนับ 16 บิท	31
	3.10 วงจรหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในเครื่องวัดระยะทาง	32
	3.11 การคำนวณจำนวนสัญญาณนาฬิกา	32
	3.12 การคำนวณความยาวคลื่นสูงสุดที่วัดได้	32
	3.13 ส่วนควบคุม	33
	3.14 ส่วนประมวลผลและแสดงผล	36
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	42
	4.1 เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง	42
	4.2 การทดลองของภาคส่งและภาครับ	42
	4.3 แสดงผลการทดลองของภาคส่งและภาครับ	43
	4.4 แสดงผลการทดลองของส่วนควบคุม	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 แสดงผลการทดลองของส่วนประมวลผลและแสดงผล 53
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 55
5.1 วงจรส่งสัญญาณ 55
5.2 วงจรรับสัญญาณ 55
5.3 วงจรออสซิลเลเตอร์ 55
5.4 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน 56
5.5 วงจรซีโรครอสซิง 56
5.6 วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ 56
5.7 วงจรขยายสัญญาณความถี่สูง 56
5.8 วงจรเปรียบเทียบเฟส 56
5.9 ส่วนควบคุม 56
5.10ส่วนประมวลผลและแสดงผล 57
ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง 1
รูปที่ 1.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทาง 2
รูปที่ 1.3 แสดงแนวคิดพื้นฐานการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเพื่อใช้เป็นสวิทช์ตัดต่อหรือควบคุมอุปกรณ์ 3
รูปที่ 1.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนควบคุม 3
รูปที่ 1.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนประมวลผลและแสดงผล 4
รูปที่ 2.1 แสดงความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ต่างๆ 5
รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมตามหลักการและทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยแสง 6
รูปที่ 2.3 แสดงการวัดความต่างเฟสของสัญญาณ S_1 และ S_2 6
รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมตามหลักการวัดความต่างเฟส 8
รูปที่ 2.5 แสดงการแปลงสัญญาณคลื่นซายน์เป็นสัญญาณคลื่นสแควร์ด้วยวงจรชีโรครอสซิงดีเทคเตอร์ 9
รูปที่ 2.6 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความต่างเฟส 9
รูปที่ 2.7 แสดงการแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 10
รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง 11
รูปที่ 2.9 แสดงรายละเอียดของพอร์ทข้อมูล , พอร์ทสถานะ และพอร์ทควบคุม 18
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรส่งสัญญาณ 20
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรรับสัญญาณ 21
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรขยายสัญญาณแบบทรานสอิมพีแดนซ์ 22
รูปที่ 3.4 แสดงแบบจำลองของสัญญาณในวงจร 23
รูปที่ 3.5 แสดงไดอะแกรมของวงจรทรานสอิมพีแดนซ์ 24
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรออสซิลเลเตอร์ 25
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน 26
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรชีโรครอสซิง 28
รูปที่ 3.9 แสดงวงจรขยายสัญญาณความถี่สูง 29
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรเฟสคอมพาเรเตอร์ 29
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 วงจรนับขนาด 16 บิท 31
รูปที่ 3.13 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด 36
รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลเข้ามาประมวลผลและแสดงผล 37
รูปที่ 3.15 แสดงวงจรภาคส่ง 38
รูปที่ 3.16 แสดงวงจรภาครับ 39
รูปที่ 3.17 แสดงวงจรส่วนควบคุม 40
รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนประมวลผลและแสดงผล 41
รูปที่ 4.1 แสดงเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ 3.5791 เมกะเฮิร์ท 44
รูปที่ 4.2 แสดงเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรขยายสัญญาณความถี่สูง 44
รูปที่ 4.3 แสดงเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์และภาคส่ง 45
รูปที่ 4.4 แสดงเอาต์พุตของวงจรภาครับ 45
รูปที่ 4.5 แสดงเอาต์พุตของวงจรภาคส่งและภาครับ 46
รูปที่ 4.6 แสดงเอาต์พุตของวงจรซีโรครอสชิงค์ทางภาคส่งและภาครับ 46
รูปที่ 4.7 แสดงพัลส์ความต่างเฟส ,แสดงเอาต์พุตคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ทและ
เอาต์พุตของวงจรแอนเกต 47
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณด้านส่ง ,ด้านรับที่ระยะ 20 ซม.,พัลส์ความต่างเฟสและ
พัลส์ความต่างเฟสที่แอนกับคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ท 47
รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณด้านส่ง ,ด้านรับที่ระยะ 2 ม.,พัลส์ความต่างเฟสและ
พัลส์ความต่างเฟสที่แอนกับคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ท 48
รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณด้านส่ง ,ด้านรับที่ระยะ 6 ม.,พัลส์ความต่างเฟสและ
พัลส์ความต่างเฟสที่แอนกับคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ท 48
รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณด้านส่ง ,ด้านรับที่ระยะ 10 ม.,พัลส์ความต่างเฟสและ
พัลส์ความต่างเฟสที่แอนกับคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ท 49
รูปที่ 4.12 แสดงสัญญาณด้านส่ง ,ด้านรับที่ระยะ 14 ม.,พัลส์ความต่างเฟสและ
พัลส์ความต่างเฟสที่แอนกับคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ท 49
รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณด้านส่ง ,ด้านรับที่ระยะ 20 ม.,พัลส์ความต่างเฟสและ
พัลส์ความต่างเฟสที่แอนกับคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮิร์ท 50
รูปที่ 4.14 แสดงเอาต์พุตของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน 51
รูปที่ 4.15 แสดงเอาต์พุตของส่วนควบคุม ซึ่งทำการสวิทช์การควบคุมโดยคอมพิวเตอร์
ด้วยเซนทรอนิคส์ 52
รูปที่ 4.16 แสดงเอาต์พุตของส่วนควบคุม ซึ่งทำการสวิทช์การควบคุมโดยคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเซนทรอนิคส์ 52
รูปที่ 4.17 แสดงเอาต์พุตของส่วนประมวลผลและแสดงผลในตำแหน่งไบต์ต่ำสุด 54
รูปที่ 4.18 แสดงเอาต์พุตของส่วนประมวลผลและแสดงผลในตำแหน่งไบต์สูงสุด 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบซายน์ 12

ตารางที่ 2.2 แสดงสัญญาณของเซนทรอนิคส์ (CENTRONICS PRINTER) 15

ตารางที่ 2.3 แสดงสัญญาณของคอนเนคเตอร์แบบ DB25 16

ตารางที่ 2.4 แสดงปริ้นเตอร์พอร์ทของไอบีเอ็ม (IBM PC PRINTER PORT) และฟังก์ชัน 18

ตารางที่ 3.1 ตารางความจริง 30

ตารางที่ 3.2 แสดงเงื่อนไขทางลอจิกของไอซี 74HC74 34

ตารางที่ 3.3 แสดงเงื่อนไขทางลอจิกของไอซี 74HC273 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านแสงได้มีการพัฒนารุดหน้าไปมากเช่นเดียวกันกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาข้อดีของเทคโนโลยีทั้งสองมาเป็นพื้นฐานของโครงงานนี้

เครื่องวัดระยะทางด้วยแสงนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านการวัดระยะทางต่างๆได้มากมาย อาทิเช่น ใช้ในการวัดระยะทางในงานวิศวกรรมโยธา , ระบบงานวัดภายในโรงงานอุตสาหกรรม , ระบบการค้นหาเป้าหมายในงานทางด้านการทหารและงานทางด้านอื่นๆอีกมากมาย ที่ยังมิได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งล้วนแต่เป็นเทคโนโลยีที่สร้างความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ทั้งสิ้น

การทำงานในส่วนต่างๆของโครงงานนี้สามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ ดังรูป

รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

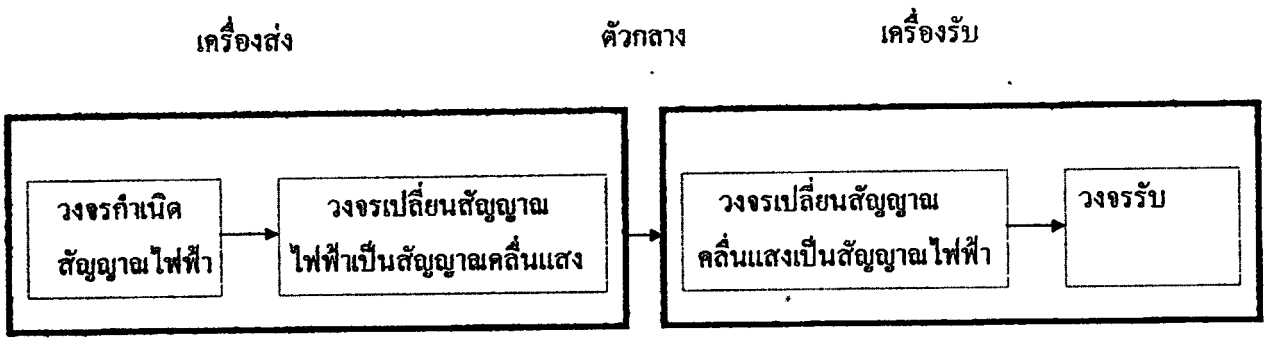
จากบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 เครื่องวัดระยะทาง

เนื่องจากแสงมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมากกว่าความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่วิทยุมากถึงระดับ 10^{14} เฮิร์ท และมีความเร็วในการเดินทางในสูญญากาศประมาณ 299,792,458 เมตรต่อวินาที จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติต่างๆเหล่านี้ไม่สามารถทำงานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิคส์ได้โดยตรงดังนั้นจึงได้มีการนำเอาวิธีการอย่างหนึ่งเข้ามาช่วย เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสัญญาณที่ได้จากแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิคส์ได้

หลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางนั้นจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่นำมาใช้ในตัวเครื่องส่งให้มีความเข้มแสงมากน้อย เปลี่ยนแปลงตามขนาดของสัญญาณไฟฟ้าภายในตัวของเครื่องวัดระยะทาง ดังนั้นในตัวเครื่องส่งจะมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณคลื่นแสง และในตัวเครื่องรับก็จะมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณคลื่นแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยสามารถแสดงเป็นขั้นตอนพื้นฐาน ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทาง

จากบล็อกไดอะแกรมข้างต้น สามารถอธิบายการทำงานของส่วนประกอบต่างๆขั้นพื้นฐานของระบบได้ ดังนี้

1. <u>วงจรกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า</u>

สัญญาณไฟฟ้าภายในเครื่องวัดระยะทางเป็นสัญญาณซายน์เวฟที่มีความถี่สูง

2. <u>วงจรที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณคลื่นแสง</u>

ตัวเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าความถี่สูงภายในตัวส่งให้เป็นสัญญาณคลื่นแสง ซึ่งเป็นหลักการทำงานของตัวส่งภายในเครื่องวัด

3. <u>ตัวกลาง</u>

ตัวกลางที่คลื่นแสงใช้ในการเคลื่อนที่ในที่นี้ คือ อากาศ

4. <u>วงจรที่เปลี่ยนสัญญาณคลื่นแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า</u>

ตัวเปลี่ยนสัญญาณคลื่นแสงให้กลับไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าซึ่งเป็นหลักการทำงานของตัวรับภายในเครื่องวัด

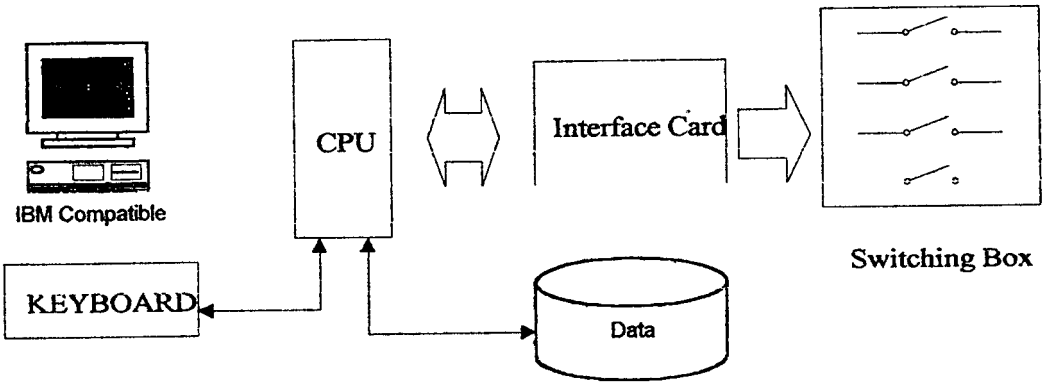
5. <u>วงจรรับ</u>

วงจรทางด้านอิเล็กทรอนิคส์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากตัวรับเพื่อนำเอาสัญญาณที่ได้รับไปทำการประมวลผลภายในเครื่องวัด

1.2 ส่วนควบคุมและแสดงผล

ปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าเรื่องของคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในงานแขนงต่างๆ เกือบทุกสาขาไม่ว่า จะนำมาพิมพ์งาน , นำมาเพื่อสันทนาการ , นำมาเพื่อใช้ในการหาข่าวทางอินเตอร์เนท และนำมาใช้ในงานทางอิเลคทรอนิคส์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 แสดงแนวคิดพื้นฐานการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเพื่อใช้เป็นสวิทช์ตัดต่อหรือควบคุมอุปกรณ์

การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเพื่อควบคุมหรือการอินเตอร์เฟส (INTERFACE) สู่โลกภายนอกระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ นั่นเอง จึงเป็นที่มาของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานในการควบคุมหรือทำหน้าที่เป็นสวิทช์ตัดต่อเครื่องไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งแนวคิดพื้นฐานแสดงดังรูปที่ 1.3 เป็นชุดคอมพิวเตอร์มาตรฐานจะต่ออยู่กับชุดหรือ การ์ดอินเตอร์เฟส (INTERFACE CARD) แล้วนำสัญญาณเพื่อไปควบคุมสวิทช์ต่างๆ

แต่ในการใช้งานในวิธีใดๆ ก็ตามจะพบว่าต้องสิ้นเปลืองเงินเป็นจำนวนมากเพื่อซื้อการ์ดควบคุม จากนั้นก็นำมาเสียบช่องหรือสลอท (SLOT) ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งปัจจุบันช่องเสียบภายในก็น้อยอยู่แล้ว อีกทั้งยังไม่สะดวกในการที่จะติดตั้งเนื่องจากในตัวเครื่องเองก็มีสายระโยงระยางอาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นควรใช้การ์ดควบคุมที่ต่อจากอุปกรณ์มาตรฐานรอบนอกของคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นชุดต่อสัญญาณต่างๆ เช่น ชุดต่อสัญญาณอนุกรม (SERIAL PORT) หรือ ชุดต่อสัญญาณขนาน (PARALLEL PORT) 1,2,3 หรือ 4 ซึ่งคือ ปริ้นเตอร์พอร์ทนั่นเอง จะเห็นได้ว่าจากชุดต่อเหล่านี้สามารถที่จะออกแบบวงจรควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อนำมาต่อยังพอร์ทมาตรฐานเหล่านี้ในกรณีนี้จึงใช้การ์ดควบคุมต่อที่ปริ้นเตอร์พอร์ท (PRINTER PORT) หรือ เซนทรอนิคส์ โดยจะแบ่งลักษณะการทำงานของเซนทรอนิคส์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.2.1 <u>ส่วนควบคุม</u>

รูปที่ 1.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนควบคุม

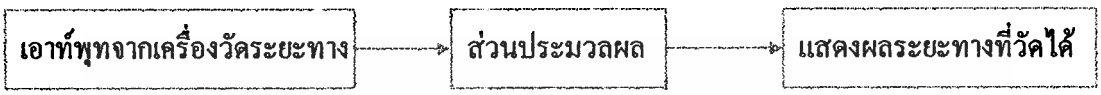
ในส่วนนี้จะทำหน้าที่อินเตอร์เฟส (Interface) ระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดระยะทาง เพื่อเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ในการควบคุมการทำงาน โดยจะใช้การ์ดควบคุม ซึ่งเรียกว่า "เซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด "(CENTRONICS RELAY CARD) ทำการต่อที่ปริ้นเตอร์พอร์ท (PRINTER PORT) ซึ่งเป็นพอร์ทแบบขนานโดยที่เซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ดเป็นวงจรทางอิเลคทรอนิคส์ที่ไม่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยไอซีชุดลอจิกแบบซีมอส (CMOS) และรีเลย์ (RELAY) จำนวน 8 ตัว เพื่อตัดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ด้วย รูปแบบหรือโปรโตคอล (PROTOCAL) ที่ใช้ในเซนทรอนิคส์ หรือพอร์ทขนานนั้นเป็นรูปแบบพื้นฐาน โดยที่พอร์ทดังกล่าวประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆดังนี้ คือ สัญญาณข้อมูลขนาด 8 บิต (DATABUS 8 BIT) และสัญญาณควบคุม 3 เส้น

ในส่วนควบคุมนี้จะใช้สัญญาณต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น มาเป็นตัวควบคุมให้เครื่องวัดระยะทางทำงานตามคำสั่ง โดยใช้ภาษาซีเป็นหลักในการเขียนโปรแกรมควบคุม

1.2.2 <u>ส่วนประมวลและแสดงผล</u>



รูปที่ 1.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนประมวลผลและแสดงผล

ในส่วนนี้จะใช้เซนทรอนิคส์ เป็นตัวอินเตอร์เฟส (interface) ระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดระยะทางเช่นเดียวกันกับส่วนควบคุม แต่ ทำหน้าที่ต่างกันโดยส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผล

เมื่อนำข้อมูลจากเครื่องวัดระยะทางซึ่งเป็นพัลส์ความต่างเฟสทำการแอนเกตกับสัญญาณนาฬิกาซึ่งมีความถี่ 80 เมกะเฮิร์ท แล้วทำการนับโดยใช้วงจรนับขนาด 16 บิทก่อน แล้วจึงเข้าสู่ส่วนประมวลผลโดยใช้สัญญาณจากเซนทรอนิคส์ที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้นในการรับข้อมูลเข้ามาและทำการแสดงผลข้อมูลที่รับเข้ามาได้โดยใช้ภาษาซีเป็นหลักในการเขียนโปรแกรม

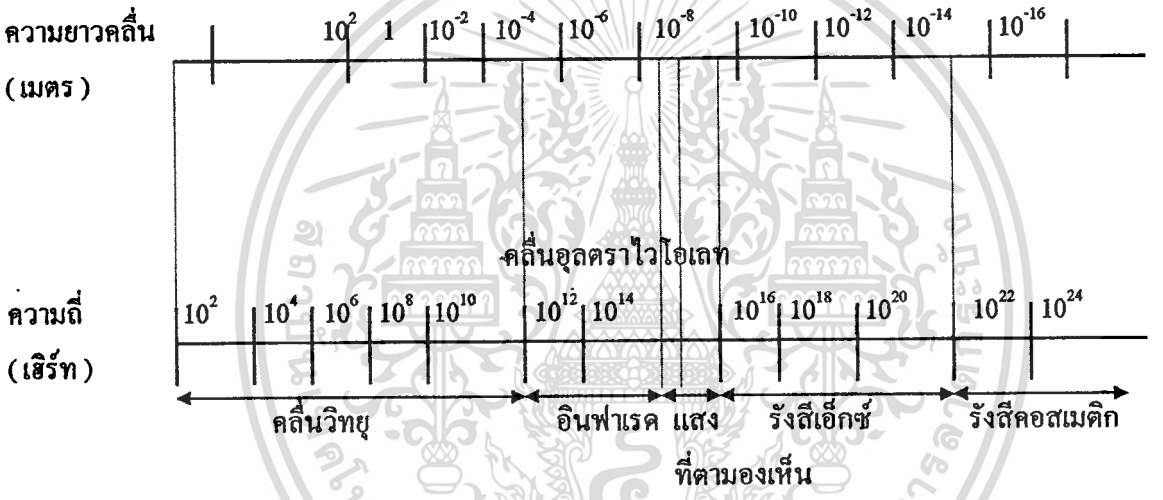
จะเห็นได้ว่าการติดตั้งการ์ดควบคุมภายในคอมพิวเตอร์นี้สะดวก , ปลอดภัยและง่ายในการติดตั้ง นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ยังสามารถแสดงผลของระยะทางที่เครื่องวัดระยะทางทำการวัดได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 คุณสมบัติของแสงและวิธีการนำแสงมาประยุกต์ใช้ในเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีความถี่อยู่ในช่วง 10^{14}- 10^{16} เฮร์ท ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่สายตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ จะเห็นได้ว่าแสงมีความถี่อยู่ในย่านที่สูงกว่าความถี่วิทยุมาก จึงทำให้แสงมีคุณสมบัติและพฤติกรรมบางอย่างแตกต่างไปจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่อื่นๆ หลายประการ เช่น คุณสมบัติในการสะท้อน (Reflection) , การเบี่ยงเบน (Diffraction) , การหักเห (Refraction) เป็นต้น และแสงมีความเร็วในการเคลื่อนที่ในระบบสูญญากาศประมาณ 299,792,458 เมตรต่อวินาที



รูปที่ 2.1 แสดงความถี่ และ ความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ต่างๆ

2.2 หลักการและทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยแสง

ในการวัดระยะทางด้วยแสงนั้น ไม่สามารถที่จะทำการวัดระยะทางได้โดยตรง ด้วยการวัดเวลาการเคลื่อนที่ ของแสงระหว่างจุดที่ต้องการวัด 2 จุด แล้วนำเอาเวลาที่ได้นี้มาคูณกับอัตราเร็วของแสงตามสมการที่ 2.1

$$S = VT \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

S (Distance) : ระยะทางที่ต้องการวัด (เมตร)

T (Time) : เวลาที่แสงใช้ในการเคลื่อนที่ (วินาที)

V (Light Velocities) : อัตราเร็วของแสง (299,792,459 เมตรต่อวินาที)

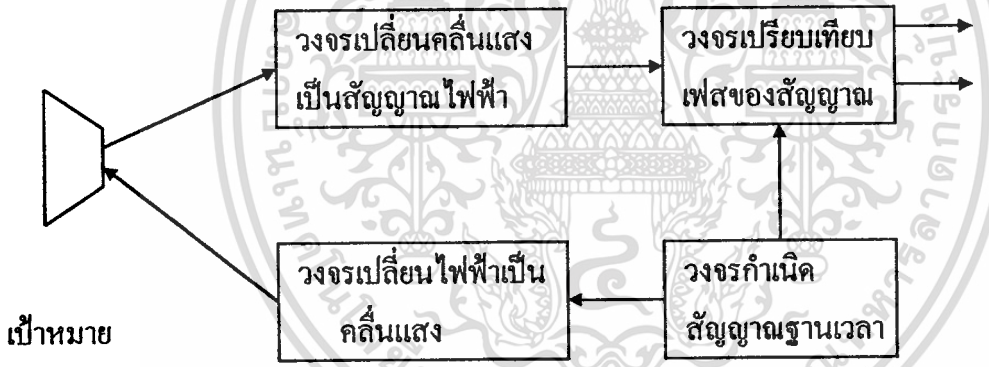
เนื่องด้วยขอบเขตการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และความแม่นยำของอุปกรณ์ในการสวิตซ์นั้นไม่สามารถตอบสนองการทำงานในย่านความถี่แสงได้ ฉะนั้นจึงได้นำเอาคุณสมบัติเด่นๆหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประการของคลื่นแสง อาทิเช่น คุณสมบัติในการเดินทางเป็นเส้นตรง , คุณสมบัติในการสะท้อน และความเร็วในการเคลื่อนที่สูงเป็นต้น โดยจะนำคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น มาประยุกต์ใช้ในเครื่องวัดระยะทาง ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น และใช้กับวงจรทางอิเล็กทรอนิคส์ได้

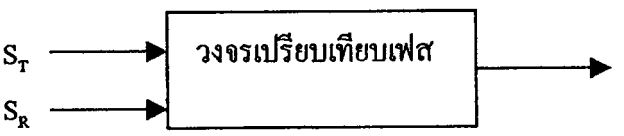
ในการวัดระยะทางด้วยแสงจะใช้วิธีการวัดความต่างเฟสของสัญญาณ 2 สัญญาณ ที่กำเนิดจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน โดยสัญญาณทั้งสองเป็นสัญญาณที่มีคาบเวลาที่แน่นอน โดยจะกำหนดให้สัญญาณตัวแรก (S_1) เป็นสัญญาณฐานเวลา (Time Base Signals) และเป็นสัญญาณที่อยู่ภายในตัวเครื่องวัด และสัญญาณอีกตัวหนึ่ง (S_2) เป็นสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนอกตัวเครื่อง โดยก่อนที่สัญญาณตัวที่สอง (S_2) นี้จะถูกส่งออกไป สัญญาณนี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณคลื่นแสงที่มีความเข้มแปรเปลี่ยนตามขนาดของสัญญาณ(S_2) เมื่อสัญญาณถูกส่งไปกระทบกับเป้าหมายที่ต้องการวัด คลื่นแสงที่ถูกส่งออกไปจะมีส่วนหนึ่งที่สะท้อนกลับมายังเครื่องวัด หลังจากนั้นเครื่องวัดก็จะรับคลื่นแสงที่สะท้อนกลับมาแล้ว สัญญาณคลื่นแสงก็จะถูกเปลี่ยนให้กลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าดังเดิมภายในเครื่อง

ดังนั้นสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนอกเครื่องวัดจะต้องใช้เวลาในการเดินทางไปและกลับระหว่างเครื่องวัดและเมื่อนำสัญญาณทั้งสองมาเปรียบเทียบเฟสกันภายในตัวเครื่องวัดด้วยวงจรเปรียบเทียบเฟส สัญญาณตัวที่สอง(S_2) ก็ล้าหลังสัญญาณตัวแรก (S_1)เป็นมุมเฟสค่าๆหนึ่ง



รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมตามหลักการและทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยแสง

ในรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าสัญญาณรายคาบ (Periodic Signals) ที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสัญญาณภายในเครื่องวัด คือ สัญญาณคลื่นซายน์ (Sine Wave) เพราะสัญญาณคลื่นซายน์เป็นสัญญาณพื้นฐานของสัญญาณอื่นๆ ที่อยู่ในรูปฮาร์โมนิค (Harmonics) ต่างๆ และเป็นสัญญาณที่ไม่มีความซับซ้อนเหมือนสัญญาณรูปอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

รูปที่ 2.3 แสดงการวัดความต่างเฟสของสัญญาณ S_1 และ S_2

จากรูปที่ 2.3 กำหนดให้สัญญาณที่ใช้วัดเป็นสัญญาณฐานเวลา(S_1)ที่มีค่าเป็นSin (wt - ϕ) แล้วถูกส่งออกไปจากเครื่องวัดในรูปของสัญญาณ (S_2) ไปยังเป้าหมาย โดยที่ค่า $\phi = wt_0$ หลังจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป t_0 วินาที สัญญาณ (S_2) ที่ถูกส่งออกไปก็จะเดินทางกลับมายังเครื่องวัด ในเวลาเดียวกัน สัญญาณ (S_1) ที่อยู่ภายในเครื่องจะมีค่าเป็น Sin (wt - ϕ + ϕ) = Sin (wt) แสดงว่าเฟสของสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนั้นจะตามหลัง(lagging)สัญญาณ(S_1) ซึ่งเป็นสัญญาณฐานเวลาอยู่เป็นมุม ϕ หรือล้าหลังอยู่เป็นเวลา t_0 โดยมุม $\phi < 2\pi$ เรเดียน ซึ่งมุมเฟสความแตกต่างของสัญญาณทั้งสองนั้นก็คือ เวลาที่สัญญาณ(S_2) ใช้ในการเดินทางไปและกลับ ซึ่งเป็น 2 เท่าของเวลาที่แสงใช้ในการเดินทางจากเครื่องวัดไปยังเป้าหมายที่ต้องการวัดนั่นเอง ดังนั้นถ้ารู้ค่าอัตราเร็วของคลื่นแสง และรู้ค่าความถี่ของสัญญาณฐานเวลาภายในเครื่องวัด ก็จะสามารถนำเอามุมเฟสของสัญญาณทั้งสองที่วัดได้ต่างกัน มาคำนวณหาระยะทางได้ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรต่างๆดังสมการที่ 2.2 , สมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4 ตามลำดับ

$$V = \frac{S}{t_o} \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

$$F_m = \frac{V}{L} \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

$$\varnothing = w * t_o \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

$$t_o = \frac{\varnothing}{w}$$

จากทั้ง 3 สมการข้างต้น จะได้ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ดังนี้

$$\begin{aligned} S &= V * t_0 \\ &= V * (\phi / w) \\ &= V * (\phi / 2\pi F_m) \\ &= (V / F_m) * (\phi / 2\pi) \\ S &= (L * \phi) / 2\pi \end{aligned}$$

กำหนดให้

S = ระยะทางที่ต้องการวัด (เมตร)

L = ความยาวคลื่นของสัญญาณฐานเวลาภายในเครื่อง (เมตร)

t_0 = เวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางไปและกลับ (วินาที)

w = ความถี่เชิงมุมของสัญญาณฐานเวลาภายในตัวเครื่อง (เรเดียนต่อวินาที)

ϕ = มุมเฟสที่ต่างกันของสัญญาณทั้งสอง (เรเดียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V = อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของแสง (เมตรต่อวินาที)

F_m = ความถี่ของสัญญาณฐานเวลาภายในเครื่อง (เฮิร์ท)

จากความสัมพันธ์ต่างๆจะเห็นว่าค่า t_0 เป็นเวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางไปและกลับระหว่างเครื่องวัดกับเป้าหมายดังนั้นเวลาที่สัญญาณใช้ในการเคลื่อนที่จากเครื่องวัดไปยังเป้าหมายจริงก็จะเป็นครึ่งหนึ่งของเวลา t_0 เพราะฉะนั้น ระยะทางที่วัดได้จริง จึงควรมีค่าดังสมการที่ 2.5

$$S = (L * \phi)/4\pi \qquad \text{สมการที่ 2.5}$$

จากสมการที่ 2.5 จะเห็นได้ว่า ระยะทางที่วัดได้จะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของระยะทางในสมการที่ 2.4 และจากสมการคำนวณหาค่าระยะทางทั้งสอง จะเห็นว่า ปริมาณแสงไม่ได้ถูกนำมาใช้ภายในเครื่องมือวัด แต่จะเกี่ยวข้องกับค่าตัวแปรต่างๆที่ขึ้นอยู่กับสัญญาณฐานเวลาและค่าคงที่เท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วความแม่นยำและประสิทธิภาพของเครื่องวัดยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายตัวแปร อาทิเช่น กำลังส่งของตัวส่ง ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็นต้น ดังนั้น ในการนำเอาหลักการวัดระยะทางด้วยแสงไปใช้จะต้องคำนึงถึงระยะทางที่วัดและความถี่ที่จะนำ ไปใช้ภายในตัวเครื่องวัด ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ที่จะใช้และระยะทางที่ต้องการจะวัดสูงสุด ได้ตามสมการที่ 2.6

$$F_m = V/(2S) \qquad \text{สมการที่ 2.6}$$

กำหนดให้ F_m = ความถี่ของสัญญาณฐานเวลาที่ใช้ภายในเครื่อง (เฮิร์ท)

V = อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (เมตรต่อวินาที)

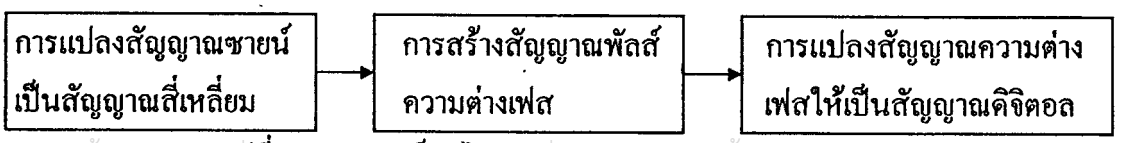
S = ระยะทางที่ต้องการจะวัด (เมตร)

2.3 หลักการวัดความต่างเฟส

<u>ขั้นแรก</u> คือ การแปลงสัญญาณคลื่นซายน์(Sine wave)เป็นสัญญาณคลื่นสแควร์ (Square wave)

<u>ขั้นที่สอง</u> คือ การสร้างสัญญาณพัลส์ (pulse) ความต่างเฟส เป็นการนำเอาสัญญาณทั้งสองมาทำการเปรียบเทียบความต่างเฟสก็จะได้สัญญาณพัลส์ความต่างเฟสออกมา

<u>ขั้นที่สาม</u> คือ การแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เป็นการนำเอาสัญญาณพัลส์ความต่างเฟส จากขั้นที่สองไปแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปประมวลผลเป็นระยะทางในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมตามหลักการวัดความต่างเฟส

จากรูปที่ 2.4 สามารถอธิบายหลักการและทฤษฎีในแต่ละขั้นตอนได้ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ...เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

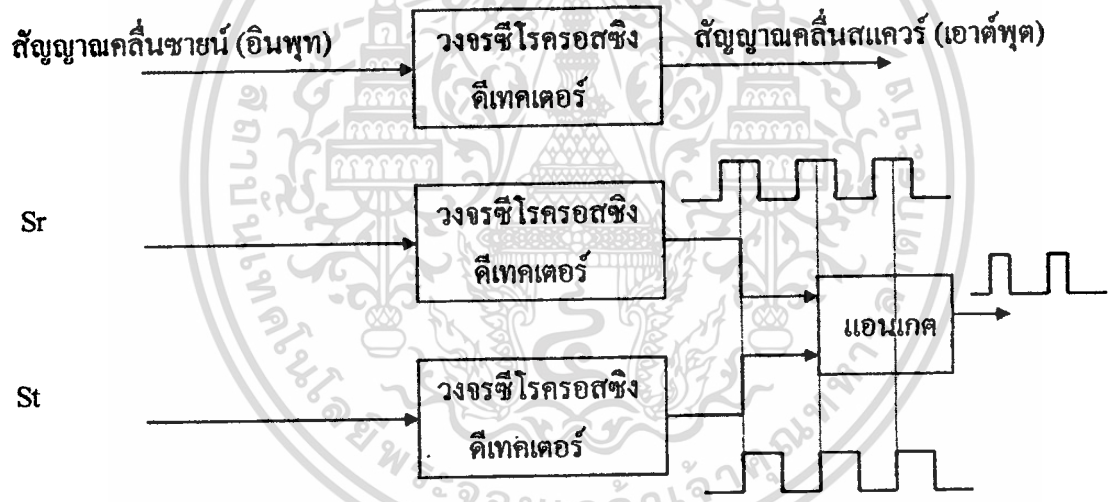
1. การแปลงสัญญาณคลื่นซายน์ (Sine Wave) เป็นสัญญาณคลื่นสแควร์ (Square Wave)

ในการแปลงสัญญาณคลื่นซายน์ไปเป็นสัญญาณคลื่นสแควร์นั้นสามารถทำได้โดยการใช้วงจรซีโรครอสซิงดีเทคเตอร์ (Zero Crossing Detectors) เป็นวงจรหลัก

รูปที่ 2.5 แสดงการแปลงสัญญาณคลื่นซายน์เป็นสัญญาณคลื่นสแควร์ด้วยวงจรซีโรครอสซิงดีเทคเตอร์

2 การสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse) ความต่างเฟส

นำเอาสัญญาณคลื่นสแควร์ทั้งสองที่ต้องการเปรียบเทียบเฟสไปเข้าสู่วงจรลอจิก ดังรูปที่ 2.6 โดยเอาท์พุทที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสออกมาค่าหนึ่งซึ่งความกว้างของสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสนี้ จะมีค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสอง นั่นก็คือ ระยะทางที่วัดได้

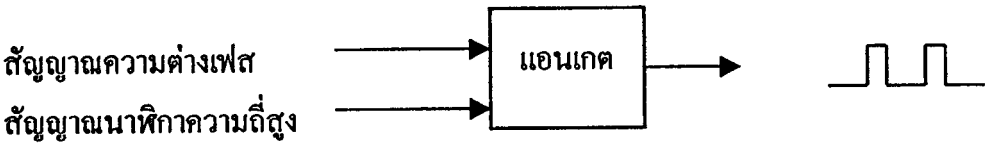


รูปที่ 2.6 แสดงวงจรสร้างสัญญาณความต่างเฟส

3. การแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

เมื่อได้สัญญาณพัลส์ (Pulse) ความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสองแล้ว จะทำการแปลงสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยทำการป้อนสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสไปเป็นสัญญาณเปิดเกตให้กับสัญญาณนาฬิกา เพราะฉะนั้น จำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ออกทางด้านเอาต์พุตของวงจรแอนเกต (And Gate) จะขึ้นอยู่กับความกว้างของพัลส์ความต่างเฟส นี่ก็แสดงให้เห็นว่าเป็นการขึ้นกับระยะทาง ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนการแปลงระยะทางที่วัดได้ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนั่นเองภายในเครื่องวัดจะใช้สัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่มีขนาด 80 เมกะเฮิร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

เมื่อได้สัญญาณนาฬิกาจากการแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอลแล้ว จำนวนสัญญาณนาฬิกาที่วัดได้ ก็จะถูกส่งไปเข้าวงจรนับเพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาว่ามีจำนวนเท่าใด โดยในการนับสัญญาณนาฬิกาจะใช้วงจรนับแบบไบนารีเคาท์เตอร์ ขนาด 16 บิท หลังจากนั้นเอาต์พุตที่ได้จากวงจรนับ ก็จะถูกส่งไปประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์

2.4 หลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

จากรูปที่ 2.8 หลักการทำงานด้วยแสงซึ่งจะสามารถอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงได้ดังต่อไปนี้

ในภาคส่งนั้นประกอบวงจรออสซิลเลเตอร์แบ่งออกได้เป็น วงจรออสซิลเลเตอร์รูปซายน์และวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ไม่ใช่รูปซายน์ เช่น รูปสี่เหลี่ยม พัลส์เป็นต้น

วงจรออสซิลเลเตอร์คลื่นรูปซายน์ (sinewave oscillator) จะให้กำเนิด สัญญาณคลื่นรูปซายน์ออกมาตลอดเวลา โดยมีความถี่และขนาดคงที่ ชนิดของการออสซิลเลทแบ่งได้จากอุปกรณ์ที่ใช้ ฉะนั้นวงจรออสซิลเลเตอร์คลื่นรูปซายน์จะแบ่งได้เป็น

1) วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ LC

2) วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ CR

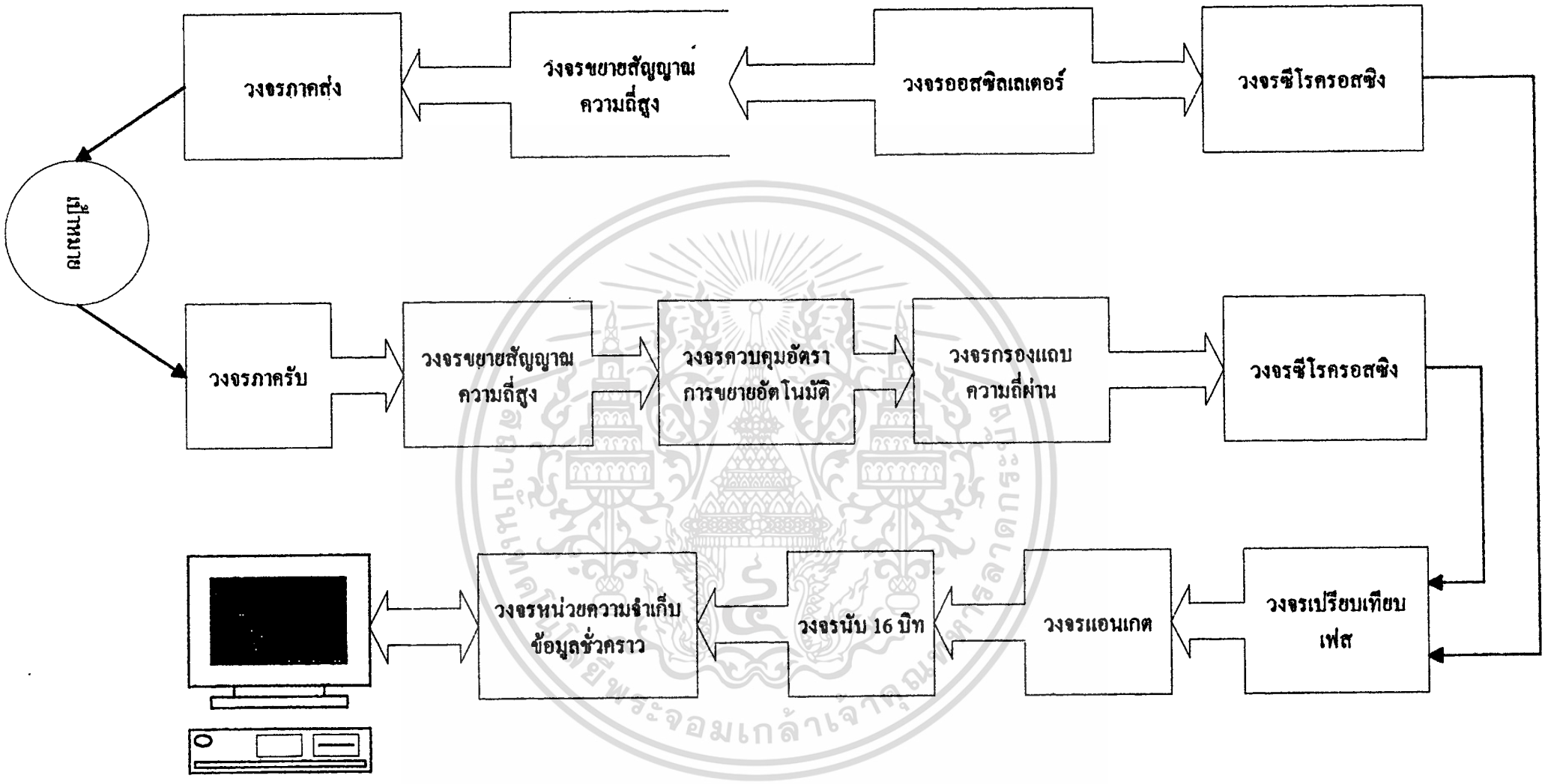
3) วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ก้อนผลึก (Crystal)

จากการแบ่งตามข้างบนนี้ ยังสามารถแยกออกไปเพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้นได้อีก ตามตารางที่ 2.1

ในเครื่องวัดระยะทางนี้เลือกใช้วงจรออสซิลเลเตอร์แบบใช้ชิ้นผลึกอาศัยการสั่นของชิ้นผลึกแทนการใช้อุปกรณ์ที่นำมากำเนิดความถี่ และเป็นวงจรที่มีเสถียรภาพทางด้านความถี่สูงมาก

ชิ้นผลึกที่ใช้กำเนิดความถี่เป็นแบบควอทซ์เปียโซอิเล็กตริก (quartz piezoeletric) การสั่นไหวของมันจะทำให้เกิดความถี่ขึ้น ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ โดยเมื่อป้อนกดหรือจ่ายแรงดันให้กับชิ้นผลึก แล้วเอาแรงกดนี้ออก ชิ้นผลึกจะเริ่มเกิดการยืดและหดตัวและสร้างการสั่นสะเทือนทางกลขึ้นตามคุณสมบัติความถี่ของตัวมัน ในลักษณะกลับไปกลับมา (บวกและลบ) การสั่นนี้จะทำให้เกิดศักดาบวกและลบขึ้นเป็นสัดส่วนตรงกับความแรงของการสั่น นั่นคือจะเกิดศักดาไฟสลับ (เอซี) มีความถี่เท่ากับคุณสมบัติด้านความถี่ของชิ้นผลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

ตารางที่ 2.1 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบซายน์

องค์ประกอบของออสซิลเลเตอร์	ชื่อของออสซิลเลเตอร์	ลักษณะการใช้งาน	ที่ใช้งาน
วงจรออสซิลเลเตอร์ LC	1.เลือกความถี่ที่คอลเลคเตอร์ 2.เลือกความถี่ที่เบส 3.เลือกความถี่ที่อิมิตเตอร์ 4.ฮาร์ทเลย์ 5.คอลพิลท์	1.ความถี่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย 2.เสถียรภาพของความถี่ไม่ดี 3.มักใช้กันโดยทั่วไป 4. ใช้ในย่านความถี่สูง	1.ใช้ในเครื่องรับวิทยุ ทีวี เอฟเอ็ม 2.ใช้เป็นตัวออสซิล-เลเตอร์ความถี่สูง
วงจรออสซิลเลเตอร์ CR	1.แบบเลื่อนเฟส 2.แบบเวนบริดจ์	1.ใช้ช่วงความถี่ต่ำ 2.ความถี่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3.เสถียรภาพของความถี่ไม่ดี	ใช้เป็นตัวออสซิลเลเตอร์ในการวัดค้านความถี่ต่ำ
วงจรออสซิลเลเตอร์แบบใช้ชิ้นผลึก	1.ชิ้นผลึกต่อระหว่างB กับ E 2.ชิ้นผลึกต่อระหว่าง CกับB	1.เสถียรภาพของความถี่ดีเป็นพิเศษ 10^{-5}-10^{-7}/องศา 2.ใช้ในย่านความถี่สูง	1.ใช้ในเครื่องส่งวิทยุ นาฬิกา เครื่องมือวัดต่างๆ ฯลฯ 2.เมื่อนำมาใช้งานร่วมกับวงจรเฟสล็อกลูป (PLL)จะนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

การทำงานวงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งมีหน้าที่ผลิตสัญญาณซายน์ (Sine Wave) ที่มีความถี่ประมาณ 3.579 เมกะเฮิร์ท เพื่อเป็นสัญญาณฐานเวลาภายในตัวเครื่องและส่วนหนึ่งจะเป็นสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนอกเครื่องวัดแต่ก่อนที่สัญญาณฐานเวลานี้จะถูกส่งออกไปนั้น จะถูกขยายให้มีขนาดสูงขึ้นด้วย ภาคขยายสัญญาณความถี่สูง (High Frequency Amp.) หลังจากนั้นจึงถูกนำไปยังภาคส่ง (Transmitter) ซึ่งจะทำ

การเปลี่ยนสัญญาณความถี่ 3.579 เมกะเฮิร์ท ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าให้กลายเป็นสัญญาณคลื่นแสงเลเซอร์ โดยในภาคส่ง จะอาศัยเลเซอร์พอยเตอร์ เป็นอุปกรณ์หลัก ในการให้กำเนิดเลเซอร์ สัญญาณคลื่นแสงที่ได้จากภาคส่งแล้ว จะมีขนาดความเข้มของแสงมากน้อยตามขนาดสัญญาณไฟฟ้า หลังจากนั้นสัญญาณแสงเลเซอร์จากภาคส่งจะไปกระทบเป้าหมายที่ต้องการวัดด้วยคุณสมบัติการสะท้อนของแสงสัญญาณแสงที่สะท้อนกลับมาก็จะถูกดีเทค (Detected) โดยภาครับ (Receiver)

ภาครับจะทำการเปลี่ยนสัญญาณความเข้มของแสงเลเซอร์ที่ดีเทคเข้ามาให้กลายเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยอาศัยวงจรทรานอิมพีแดนซ์(Transimpedance) ที่อยู่ในภาครับเป็นตัวเปลี่ยนกระแสไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าความถี่ 3.579 เมกะเฮิร์ท ซึ่งสัญญาณที่รับมาได้จะถูกขยายด้วยภาคขยายสัญญาณความถี่สูง ให้มีขนาดสูงขึ้น หลังจากนั้น สัญญาณที่ได้รับการขยายแล้วจะถูกส่งไปยังภาคควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Controls) เพื่อควบคุมขนาดของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าคงที่ต่อจากนั้น สัญญาณที่ผ่านการควบคุมจากภาคควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ จากนั้นจึงนำไปเข้าวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน เพื่อกรองเอาความถี่ที่ไม่ต้องการออก

จากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปยังภาค ซีโรครอสซิ่งดีเทคเตอร์ (Zero crossing detector) เพื่อทำการเปลี่ยนสัญญาณซายน์ให้กลายเป็นสัญญาณสแควร์ เนื่องจากเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงนี้จะต้องนำสัญญาณที่รับมาได้ไปทำการประมวลผลการวัดด้วยระบบดิจิตอลจึงต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณซายน์ให้เป็นสัญญาณสแควร์ เสียก่อน โดยอาศัยภาคซีโรครอสซิ่งดีเทคเตอร์แล้วจึงส่งไปยังภาคเปรียบเทียบเฟส (Phase Comparator) เพื่อทำการเปรียบเทียบเฟสระหว่างสัญญาณทั้งสอง ผลจากการเปรียบเทียบเฟสในภาคเปรียบเทียบเฟส ก็จะได้สัญญาณความต่างเฟสของสัญญาณที่นำไปเปรียบเทียบกัน สัญญาณความต่างเฟสที่ได้จะเป็นสัญญาณพัลส์ เรียกว่า " สัญญาณพัลส์ความต่างเฟส " ซึ่งสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสนี้ จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่สัญญาณแสงใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างเครื่องวัดและเป้าหมายที่ต้องการวัด สัญญาณความต่างเฟสที่ได้นี้ ไม่สามารถที่จะนำเอาไปประมวลผลเป็นระยะทางได้ จึงต้องทำการแปลงสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสที่ได้ให้อยู่ในรูปของจำนวนสัญญาณนาฬิกาเสียก่อน โดยการนำเอาสัญญาณความต่างเฟสไปเปิดเกต (Gate) ให้กับสัญญาณนาฬิกาขนาด 80 เมกะเฮิร์ท โดยภาคแอนเกต ดังรูปที่ 2.7 ดังนั้นจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ได้จากเอาต์พุตของภาคแอนเกต ก็จะมีจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับ ความกว้างของสัญญาณพัลส์ความต่างเฟส สัญญาณนาฬิกาที่ได้รับเนื่องจากการเปิดเกตก็จะถูกส่งไปยังวงจรนับขนาด 16 บิท (16 bits counter) เพื่อทำการนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ได้ สัญญาณเอาต์พุตที่นับได้จากวงจรเคาเตอร์ 16 บิท จะถูกส่งเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่องวัด ซึ่งเป็นหน่วยความจำชั่วคราวขนาด 16 บิท มีขนาด 2048 ตำแหน่งเมื่อหน่วยความจำชั่วคราวภายในเครื่องทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากเคาเตอร์ 16 บิท ครบ 2048 ตำแหน่งแล้วจะนำเอาค่าข้อมูลที่ได้มาทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อทำการประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทำการส่งผลการทดลองให้กับภาคแสดงผลเพื่อแสดงผลออกมาเป็นจำนวนระยะทางที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ส่วนควบคุมและแสดงผล

ปริ้นเตอร์พอร์ท และสัญญาณเชื่อมโยงต่างๆนั้นก่อนที่จะทำการเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆนั้นควรทำความเข้าใจถึงข้อมูลต่างทางด้านเทคนิคของตัวพอร์ทและสัญญาณต่างๆที่อยู่บนปริ้นเตอร์พอร์ทหรือพอร์ทขนานนี้ก่อน

อุปกรณ์ขนานที่พบในพอร์ทเครื่องพิมพ์ของคอมพิวเตอร์นั้นส่วนใหญ่แล้วจะเป็นคอนเน็กเตอร์ (CONNECTOR) แบบ DB25 มีทั้งหมด 25 ขา รายละเอียดของสัญญาณตามตารางที่ 2.2โดยต่ออยู่กับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนอีกด้านหนึ่งมีจุดต่อเป็นคอนเน็กเตอร์หรือที่เรียกว่า เซนทรอนิคส์ มีทั้งหมด 36 ขา ในบางกรณีถ้าหากพบคอนเน็กเตอร์แตกต่างกันนั้นถือว่าเป็นสิ่งปกติที่อาจแตกต่างกันในทางฮาร์ดแวร์ (Hard ware) แต่ในเรื่องของสัญญาณแล้วต้องเหมือนกัน สัญญาณต่างๆที่ปรากฏบนคอนเน็กเตอร์นั้นจะมีชื่อเรียกตำแหน่งของขา แหล่งที่มาของสัญญาณและรายละเอียดตามตาร้างที่ 2.3

ในการติดต่อทางพอร์ทขนานโดยใช้เซนทรอนิคส์นั้นจะใช้80x86PC เป็นมาตรฐานในการอินเตอร์เฟส ซึ่งจะสามารถแบ่งกลุ่มของสัญญาณจากเซนทรอนิคส์ได้เป็น ดังนี้

1. สัญญาณข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณที่ใช้ถ่ายเทข้อมูล จากคอมพิวเตอร์ไปยังปริ้นเตอร์
2. สัญญาณแสดงสถานะของปริ้นเตอร์ ซึ่งจะเป็นตัวแสดงสถานะของปริ้นเตอร์ในขณะนั้นๆ
3. สัญญาณควบคุมปริ้นเตอร์ ซึ่งถูกใช้ในการควบคุมการทำงานต่างๆของปริ้นเตอร์
4. สัญญาณกราวด์

2.5.1 รายละเอียดของสัญญาณต่างๆ จากเซนทรอนิคส์ (Centronics Printer) มี ดังนี้

1. $\overline{\text{STROBE}}$ เป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการอ่านข้อมูลโดยความกว้างของพัลส์ (Pulse width) จะมีค่ามากกว่า 0.5 ไมโครวินาที จึงจะสามารถรับสัญญาณข้อมูลจากภายนอกได้ โดยปกติสัญญาณนี้จะมีสถานะเป็นหนึ่ง (high) แต่ในสภาวะที่อ่านข้อมูลเข้าจะมีสถานะเป็นศูนย์ (low)
2. DATA สัญญาณนี้จะแทนข้อมูลในลำดับที่1-8ของพอร์ทขนานโดยสัญญาณที่มีระดับสูง (high) จะแสดงถึงข้อมูลที่เป็น 1 และสัญญาณในระดับต่ำ (low)จะแสดงถึงข้อมูลที่เป็น 0
3. $\overline{\text{ACKNLG}}$ ความกว้างของพัลส์ประมาณ 0.5 ไมโครวินาทีในสภาวะที่สัญญาณมีระดับต่ำ (low) แสดงว่าข้อมูลถูกรับเข้ามาและปริ้นเตอร์ก็พร้อมที่จะทำงานตามคำสั่ง
4. BUSY ในสภาวะที่สัญญาณมีระดับสูง (high) แสดงว่าปริ้นเตอร์ไม่สามารถที่จะรับข้อมูล โดยสัญญาณนี้จะมีระดับสูงก็ต่อเมื่อ
   - ในระหว่างที่ข้อมูลกำลังเข้ามา
   - ในระหว่างที่ปริ้นเตอร์กำลังทำงาน
   - ในสภาวะที่ปริ้นเตอร์มีสถานะออฟลายน์ (off-linc status)
   - ในสภาวะที่ปริ้นเตอร์มีสถานะผิดพลาดเกิดขึ้น(printer error status)
5. PE แสดงสภาวะที่ปริ้นเตอร์ไม่มีกระดาษ (out of paper) โดยสัญญาณนี้จะมีระดับสูง(high)
6. SLCT แสดงสภาวะที่ปริ้นเตอร์อยู่ในสถานะเลือกทำงาน (state selected)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณของเซนทรอนิคส์ (CENTRONICS PRINTER) ที่นำมาใช้งาน

ตำแหน่งขา	ชื่อสัญญาณ	แหล่งสัญญาณ	ใช้สำหรับ	คำอธิบาย
1	$\overline{\text{STROBE}}$	COMPUTER	ควบคุม	ส่งสัญญาณพัลล์เป็นLOW เพื่อควบคุมสัญญาณข้อมูล
2-9	DATA 0-7	COMPUTER	ข้อมูล	ส่งสัญญาณ 8 บิตไปสร้าง CHRACTER
10	$\overline{\text{ACKNLG}}$	PERIPHERAL	ควบคุม	ให้พัลล์เป็น LOWเมื่อรับข้อมูลแล้ว
11	BUSY	PERIPHERAL	ควบคุม	ให้พัลล์เป็น HIGHเมื่ออุปกรณ์ร่วม (PERIPHERAL DEVICE) ไม่พร้อมทำงาน
12	PE	PERIPHERAL	ควบคุม	ให้พัลล์เป็น HIGH เมื่อต้องการ. กระดาษเพิ่ม EMPTY
13 -	SLCT	PERIPHERAL	ควบคุม	ให้พัลล์เป็น HIGH เมื่ออุปกรณ์ร่วม ONLINE
14	$\overline{\text{AUTO FEEDXT}}$	COMPUTER	ควบคุม	พัลล์เป็น LOW เมื่ออุปกรณ์ร่วมต้องการ LINEFEED
16	SIGNAL GROUND	-	-	สัญญาณอ้างอิง 0 โวลต์
17	CHASSIS GROUND	PERIPHERAL	กราวด์	กราวด์แท่น
35	+ 5 VOLT	PERIPHERAL	-	เป็นแรงดัน PULL UP
19 -30, 33	GROUND RETURNS	-	-	เป็นสายซีลด์ต่อระหว่างขา 1-12
31	$\overline{\text{INIT}}$	COMPUTER	ควบคุม	พัลล์เป็น LOW เพื่อรีเซต อุปกรณ์ร่วม
32	$\overline{\text{ERROR}}$	PERIPHERAL	ควบคุม	ให้พัลล์เป็น LOW เพื่อแสดงสถานะของการผิดพลาด
36	$\overline{\text{SLCT IN}}$	COMPUTER	-	ENABLE DC1/DC3 เมื่อโปรโตคอลเป็น HIGH
15,18,34	NOTUSE	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. $\overline{\text{AUTOFEEDXT}}$ สัญญาณนี้จะเริ่มมีสถานะต่ำ(low) เมื่อมีการเลื่อนกระดาษโดยอัตโนมัติ

8. CHASISGND กราวด์แท่น

9. GND กราวด์

10. $\overline{\text{INIT}}$ สัญญาณนี้จะเริ่มมีระดับต่ำ(low) ก็ต่อเมื่อส่วนควบคุมของปริ้นเตอร์ (printer controller) ถูกรีเซตให้อยู่ในสถานะเริ่มต้น และปริ้นเตอร์บัฟเฟอร์(printer buffer) ถูกเคลียร์ โดยปกติสัญญาณนี้จะมีสถานะสูง(high) และความกว้างของพัลส์จะต้องมากกว่า 50 ไมโครวินาที จึงจะสามารถที่จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกได้

11. $\overline{\text{ERROR}}$ สัญญาณนี้จะเปลี่ยนเป็นระดับต่ำ(low) เมื่อปริ้นเตอร์อยู่ในสถานะต่างๆ ดังนี้ กระดาษหมด (paper end) , ปิดเครื่อง (off-line) และเกิดสถานะผิดพลาด (error state)

12. $\overline{\text{SLCT IN}}$ ข้อมูลจะเข้ามายังปริ้นเตอร์ได้ ก็ต่อเมื่อระดับสัญญาณนี้มีสถานะต่ำ (low)

2.5.2 รายละเอียดและกระบวนการทำงานของสัญญาณต่างๆจากปริ้นเตอร์

ตารางที่ 2.3 แสดงสัญญาณของคอนเนคเตอร์แบบ DB - 25

ขา	ชื่อสัญญาณ
1	Strobe
2	Data bit 0
3	Data bit 1
4	Data bit 2
5	Data bit 3
6	Data bit 4
7	Data bit 5
8	Data bit 6
9	Data bit 7
10	Acknowledge
11	Busy
12	Out of paper
13	Select
14	Auto feed
15	Error

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา	ชื่อสัญญาณ
16	Initialize printer
17	Select input
18	Ground
19	Ground
20	Ground
21	Ground
22	Ground
23	Ground
24	Ground
25	Ground

1. สัญญาณข้อมูลและกราวด์ (Data lines and ground)

ขาอินพุทของสัญญาณข้อมูลขา 2-9 ในลำดับที่ 1- 8 จะถูกเตรียมไว้ให้รับและส่งผ่านข้อมูล 8 บิท จากคอมพิวเตอร์ไปยังปริ้นเตอร์ และขากราวด์ตั้งแต่ 18 -25

2. สัญญาณแสดงสถานะของปริ้นเตอร์ (Printer status signals)

เป็นสัญญาณขาเอาต์พุตจากปริ้นเตอร์ จะถูกใช้เพื่อแสดงสถานะของปริ้นเตอร์ในขณะนั้น

- PE (ขา12) เป็นสัญญาณแสดงสภาวะของปริ้นเตอร์ว่าไม่มีกระดาษ (out of paper)
- BUSY(ขา11) ถ้าสัญญาณนี้มีระดับสูง แสดงว่าปริ้นเตอร์ไม่พร้อมที่จะรับคำสั่งใหม่ โดยปกติจะมีระดับสูงก็ต่อเมื่อปริ้นเตอร์มีสภาวะออฟลายน์ (off-line) หรือเมื่อทำการพิมพ์จึงไม่สามารถรับค่าใดๆได้
- $\overline{\text{ERROR}}$(ขา32) ในสภาวะปกติสัญญาณนี้จะมีระดับสูง แต่จะถูกกระตุ้นให้มีสถานะต่ำ เมื่อมีเงื่อนไขต่อไปนี้ คือ กระดาษหมด (out-of-paper) , สถานะปิด(off-line state) , กระดาษซ้อนกัน (jammed printed) ซึ่งทำให้ปริ้นเตอร์ไม่สามารถทำงานได้
- SLCT(ขา13) สัญญาณนี้จะถูกกระตุ้นให้มีระดับสูงและปริ้นเตอร์จะส่งสัญญาณนี้ไปยังคอมพิวเตอร์เมื่อมีการเปิดปริ้นเตอร์ เพื่อเป็นการชี้รูปแบบการทำงานของปริ้นเตอร์
- $\overline{\text{ACKNLG}}$(ขา10)จะใช้แสดงสถานะเมื่อปริ้นเตอร์รับข้อมูลเข้ามาได้

3. สัญญาณควบคุมปริ้นเตอร์ (Printer control signals)

$\overline{\text{STROBE}}$(ขา1) และ $\overline{\text{ACKNLG}}$ เป็นสัญญาณที่ถูกใช้ในสถานะควบคุมและสถานะของปริ้นเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะทำการส่งข้อมูลไปยังปริ้นเตอร์ ซึ่งจะกระตุ้นขาสัญญาณ $\overline{\text{STROBE}}$ ของปริ้นเตอร์เพื่อเป็นการแสดงว่ามีสัญญาณข้อมูล 8 บิทเข้ามาที่ขาข้อมูล เมื่อปริ้นเตอร์รับข้อมูลเข้ามาแล้วจะทำการส่งสัญญาณ $\overline{\text{ACKNLG}}$ กลับไป ในขณะที่หน่วยประมวลผลกลางจะใช้สัญญาณ $\overline{\text{STROBE}}$ และรับสัญญาณ $\overline{\text{ACKNLG}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

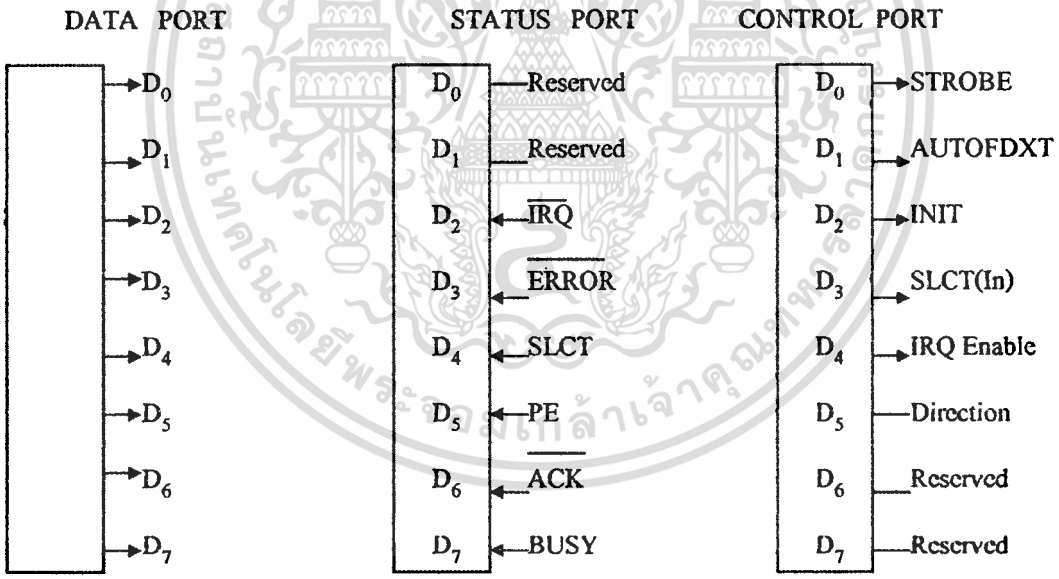
$\overline{\text{INIT}}$(ขา31) เป็นสัญญาณอินพุทภายในปริ้นเตอร์และโดยปกติแล้วสัญญาณนี้จะมีระดับสูง (high) เมื่อสัญญาณนี้ถูกกระตุ้นให้มีระดับต่ำ (low) จะเป็นการรีเซตปริ้นเตอร์

2.5.3 รายละเอียดของฟังก์ชันปริ้นเตอร์พอร์ทของไอบีเอ็ม (IBM PC Printer Port)

ในส่วนควบคุมและแสดงผลของโครงงานนี้ จะใช้ LPT 2 ซึ่งภายใน LPT 2 ประกอบด้วยพอร์ทข้อมูล (Data Port), พอร์ทสถานะ (Status Port) และพอร์ทควบคุม (Control Port)

ตารางที่ 2.4 แสดงปริ้นเตอร์พอร์ทของไอบีเอ็ม (IBM PC Printer Port)และฟังก์ชัน

Line Printer	Data Port	Status Port (Read Only)	Control Port (R/W)
LPT 1	03BCH	03BDH	03BEH
LPT 2	0378H	0379H	037AH
LPT 3	0278H	0279H	027AH



รูปที่ 2.9 แสดงรายละเอียดของพอร์ทข้อมูล , พอร์ทสถานะ และพอร์ทควบคุม

จากตารางที่ 2.4 และรูปที่ 2.9 จะใช้พอร์ทข้อมูลในการรับ - ส่งข้อมูล พอร์ทสถานะเป็นการแสดงสถานะต่างๆของคอมพิวเตอร์และปริ้นเตอร์เมื่อมีการรับส่งข้อมูล และในพอร์ทควบคุมจะใช้ D5 หรือสัญญาณชี้ทิศทาง (Direction) เป็นตัวชี้การทำงานของปริ้นเตอร์ว่าจะทำการส่งหรือรับข้อมูล โดยถ้าทำการส่งข้อมูลจะทำการเซตสัญญาณชี้ทิศทาง (Direction) ให้มีค่าเป็นศูนย์ และในกรณีที่รับข้อมูลจะทำการเซตสัญญาณชี้ทิศทาง (Direction) ให้มีค่าเป็นหนึ่ง ซึ่งในการเซตนี้จะทำการเซตภายในคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า

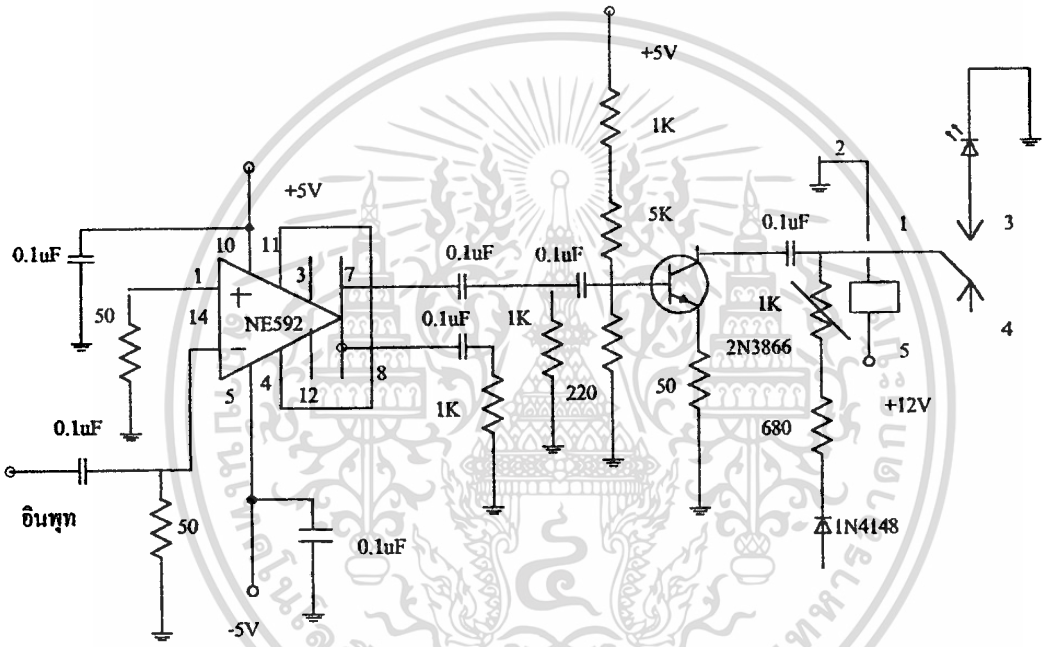
จากรูปที่ 2.9 พอร์ททั้ง 3 จะประกอบด้วยสัญญาณต่างๆโดยสัญญาณใดที่มีลูกศรแสดงว่าเป็นขา สัญญาณที่มีในคอนเนคเตอร์แบบ DB-25 และเซนทรอนิคส์ (Centronics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

เครื่องวัดระยะทางด้วยแสงนี้ประกอบด้วย เครื่องวัดระยะทาง ,ส่วนควบคุมและแสดงผล จากทฤษฎีหรือหลักการที่ได้อธิบายมาแล้วในบทที่ 2 สามารถจะนำมาประยุกต์ในการออกแบบวงจรในภาคต่างๆที่ใช้ภายในเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง โดยมีรายละเอียดแบ่งเป็นส่วนๆ ดังนี้

3.1 วงจรส่งสัญญาณ (Transmitter)



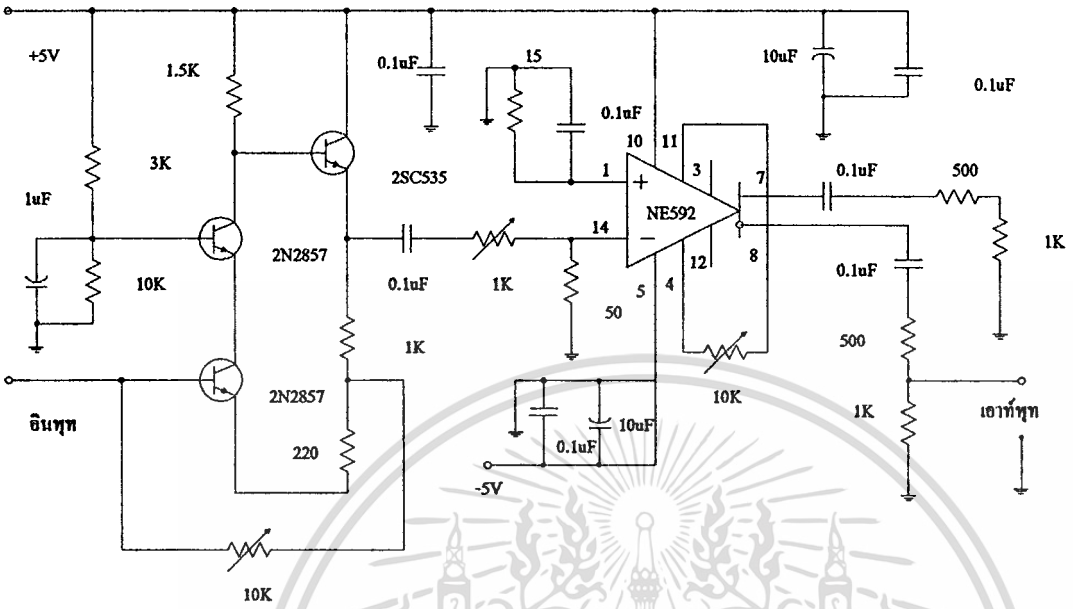
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรส่งสัญญาณ

เนื่องจากเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงมีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยแหล่งกำเนิดแสงที่มีความเข้มสูง และเป็นแหล่งกำเนิดที่มีความแน่นอนสูงไม่แผ่กระจายเป็นมุมกว้าง เมื่อส่งไปในระยะทางไกลๆ แสงที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้งานมากที่สุดคือ แสงเลเซอร์ ในการออกแบบวงจรในภาคส่งนี้จึงอาศัย เลเซอร์พอยเตอร์ มาเป็นแหล่งกำเนิด

นอกจากนั้นในการจ่ายกระแสให้กับตัวเลเซอร์พอยเตอร์ต้องควบคุมให้ได้ขนาดของกระแสมีค่าคงที่มากที่สุดส่วนความเข้มของแสงเลเซอร์ที่ส่งออกมาจะถูกดีเทคโดยตัวโฟโตไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรรับสัญญาณ (Receiver)



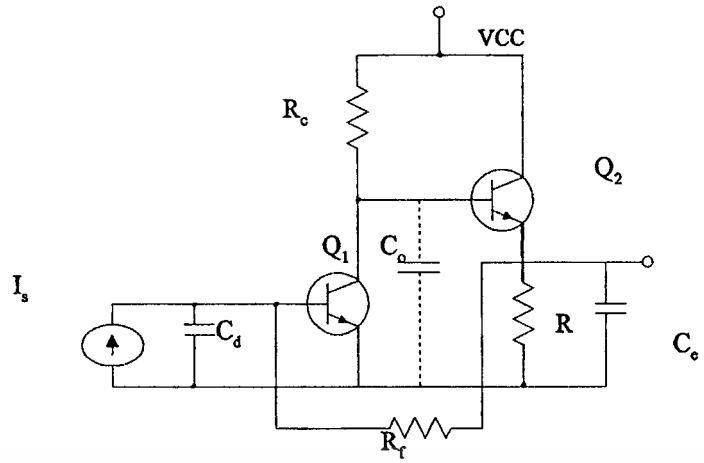
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรรับสัญญาณ

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรรับสัญญาณ มีตัวโฟโตดีเทคเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวดีเทคสัญญาณแสงเลเซอร์ที่รับเข้ามาให้กลายเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้า ที่มีขนาดแปรตามความเข้มของสัญญาณแสงเลเซอร์ หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าโดยวงจรขยายสัญญาณแบบทรานส์อิมพีแดนซ์ สัญญาณแรงดันที่ได้จากวงจรขยายสัญญาณแบบทรานส์อิมพีแดนซ์จะถูกขยายด้วยวงจรขยายสัญญาณความถี่สูงทำให้ขนาดของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้สูงขึ้น

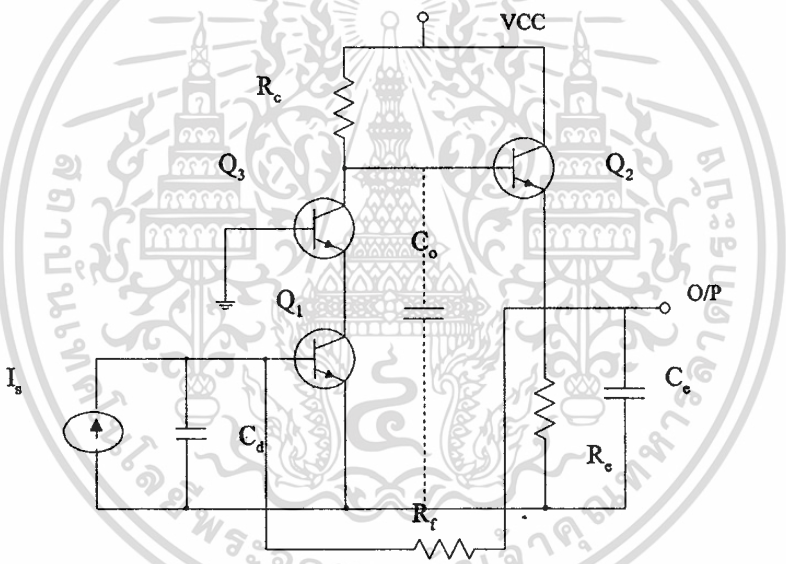
วงจรขยายสัญญาณแบบทรานสอิมพีแดนซ์ (Transimpedance Amp) เป็นวงจรขยายสัญญาณในภาครับสัญญาณแสงที่เหมาะสมมาก ทั้งนี้เนื่องจากวงจรนี้ให้สัญญาณรบกวนต่ำและให้แบนด์วิดท์ที่กว้าง โดยวงจรจะทำการแปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้า ให้เป็นแรงดันไฟฟ้าจึงทำให้อินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าต่ำลง เพราะเนื่องจากการป้อนกลับแบบลบภายในวงจร

วงจรทรานสอิมพีแดนซ์ที่นำมาพิจารณาจะมีอยู่ 2 แบบ คือ วงจรขยายสัญญาณภาครับดังรูปที่ 3.3 (ก). ซึ่งต่อแบบคอมมอนอิมิตเตอร์ / คอมมอนคอลเลคเตอร์(Common Emitter / Common Collector) และวงจรในรูปที่ 3.3(ข). ซึ่งต่อแบบคาสเคด (Cascade / Common Collector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ (ก.) แบบคอมมอนอิมิตเตอร์ / คอมมอนคอลเลคเตอร์



รูปที่ (ข.) แบบคาสเคด

รูปที่ 3.3 แสดงวงจรขยายสัญญาณแบบทรานสอิมพีแดนซ์

แต่ลักษณะของวงจรที่ต้องการนำมาใช้งาน คือ วงจรขยายสัญญาณแบบทรานสอิมพีแดนซ์ที่มีวงจรส่วนแรกมีสัญญาณรบกวนต่ำและมีเสถียรภาพในการทำงาน ซึ่งสามารถเขียนวงจรสมมูลย์ของค่าสัญญาณรบกวนภายในวงจรได้ ดังรูปที่ 3.4

กำหนดให้

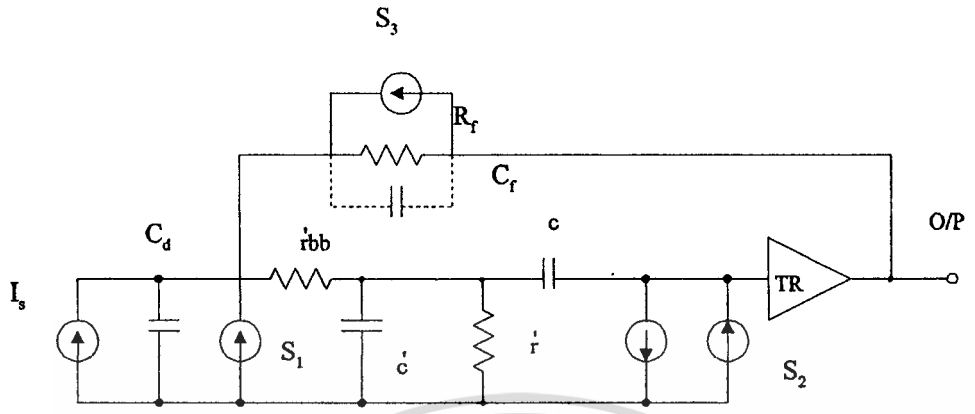
S1 = เป็นสัญญาณรบกวน (Shot Noise) ที่เกิดขึ้นที่ขาเบส (Base)

S2 = เป็นสัญญาณรบกวน (Shot Noise) ที่เกิดขึ้นที่ขาคอลเลคเตอร์ (Collector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S3 = เป็นสัญญาณรบกวน (Thermal Noise) ที่เกิดขึ้นจาก Rf

TR = ทรานสอิมพีแดนซ์ของภาคขยายสัญญาณที่ 2



รูปที่ 3.4 แสดงแบบจำลองของสัญญาณในวงจร

จากรูปที่ 3.4 จะได้ทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer Function) ของวงจรขยายสัญญาณแบบนี้ โดยกำหนดให้ $r'_{bb} = 0$) เป็น

$$Z_c(s) = \frac{A_o R_{eff}}{1 + (SR_{eff} / R'_f)(t_c + C_t R'_f) + S^2 t_c C'_t R_{eff}}$$

โดยที่

$$R_{eff} = \frac{r_d R_f /(1 + A_o)}{r_d + R_f /(1 + A_o)}$$

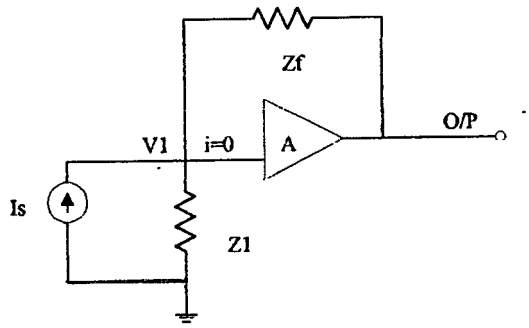
$$= \frac{R_f r_d}{R_f + r_d}$$

เมื่อกำหนดให้

C_t = ค่าอินพุทคาปาซิแตนซ์ลูปปิดสูงสุดของวงจรขยาย (Amplifier Total Close-Loop Input Capacitance)

C'_t = ค่าอินพุทคาปาซิแตนซ์ของวงจรขยายลูปเปิด (Amplifier Total Open-Loop Input Capacitance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงไดอะแกรมของวงจรทรานสอิมพีแดนซ์

ดังนั้น $Z_c(s)$ จะมีโพล (Pole) อยู่ 2 ค่า

$$Z_c(s) = \frac{Z_c(0)}{1 + s(1/Qw_o) + s^2(1/w_o)^2}$$

K คือ แดมปิ้งแฟคเตอร์ (Damping Factor) = 1/2Q

โดยสมมติว่า $t_c \langle\langle C_t R_f$ และ $C_t' = C_t$ (สำหรับ $C_f << C_t$) ซึ่งทำให้สามารถพิจารณาออกแบบค่าต่างๆ ในวงจรขยายสัญญาณแบบทรานสอิมพีแดนซ์ได้ โดยกำหนดให้ r'_{bb} มีค่าน้อยซึ่งจะไม่มีผลต่อเสถียรภาพของวงจร

แบนวิดท์ของสัญญาณ (Signals Banwidth) ค่าความถี่ 3 dB ของ Z_c (jw) ขึ้นกับค่าของ K และกำหนดได้ดังนี้

B	≈	B	เมื่อ	K >> 1
B	≈	1.2872B	เมื่อ	K = 1
B	≈	1.414B	เมื่อ	K = $1/\sqrt{2}$

โดยที่ $B = \frac{1}{2\pi C_t R_{eff}}$

หาค่า R_c โดย

$$R_c = \frac{1}{8\pi B_{-} 2C_c + C_o} \quad \text{เมื่อ } K >> 1$$

$$R_c = \frac{1.2872}{8\pi B_{-} 2C_c + C_o} \quad \text{เมื่อ } K = 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_c = \frac{1.414}{8\pi B_{=} 2C_c + C_o} \qquad \text{เมื่อ} \quad K = 1/\sqrt{2}$$

C_o = คาปาซิแตนซ์ที่แฝงอยู่ที่ R_C ทั้งหมด (Total Parasitic Capacitance Across R_C)
ซึ่งค่าเทียบเท่าของแบนวิดท์ของสัญญาณรบกวน (Equivalent Noise Bandwidth) ถูกประมาณโดย

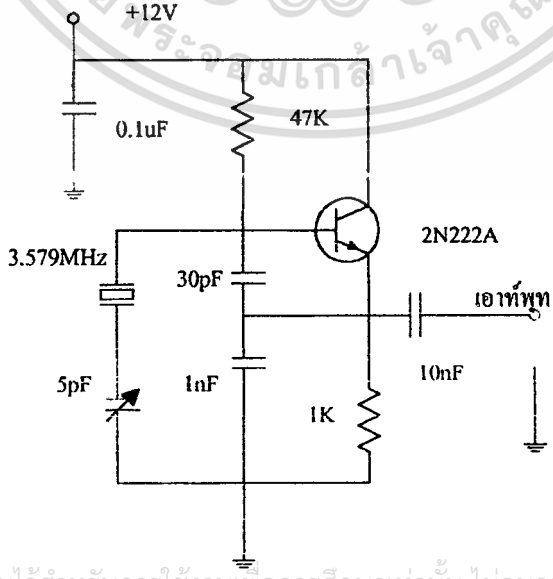
$$B = (\pi / 2)B$$

ฉะนั้น กระแส I_B ที่เหมาะสมเพื่อไบอัสแก่ทรานสซิสเตอร์ เพื่อให้วงจรมีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด

$$I_B = \frac{(KT/q)(2\pi C_i B_{=})}{3B_{=}}$$

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวงจรทรานสอิมพีแดนซ์ทั้งสองแบบจะพบว่าการต่อวงจรแบบคาสเคด (Cascade) จะมีสัญญาณรบกวนน้อยกว่าการต่อวงจรแบบคอมมอนอิมิตเตอร์/คอมมอนคอลเลคเตอร์ (CE/CC) ข้อดีของการต่อวงจรแบบคาสเคด (Cascade) อีกประการหนึ่ง คือ ให้แบนด์วิดท์กว้างกว่าการต่อแบบคอมมอนอิมิตเตอร์/คอมมอนคอลเลคเตอร์ (CE/CC) ทั้งนี้เพราะสามารถมิลเลอร์คาปาซิแตนซ์มัลติพลิเคชั่น (Miller Capacitance Multiplication) ในทางปฏิบัติจะต้องปรับค่า เพื่อให้ได้แบนวิดท์ตามต้องการ

3.3 วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

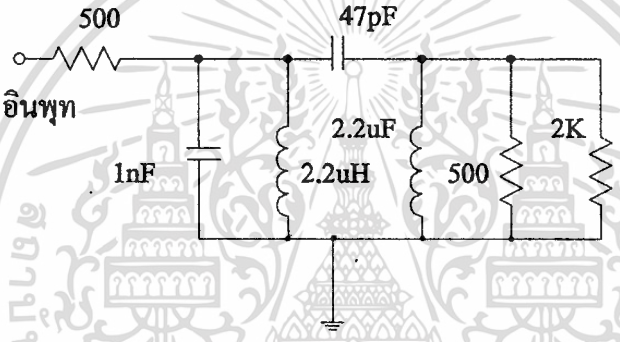


รูปที่ 3.6 แสดงวงจรออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่สูง เพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับวงจรอื่นๆ รวมทั้งใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงการออสซิลเลตของวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งอาศัยหลักการป้อนกลับแบบบวกวงจรที่เป็นตัวกำเนิดความถี่อาจเป็นวงจรจูนแอลซี (LC) หรือใช้คริสตอลก็ได้ ซึ่งค่า Q ของวงจรยิ่งมาก ความถี่ที่วงจรออสซิลเลตก็ จะยิ่งคงที่ จากวงจร ออสซิลเลเตอร์เป็นวงจรคอลพิทออสซิลเลเตอร์โดยใช้คริสตอล (crystal) ความถี่ 3.579 เมกะเฮร์ท เป็นตัวผลิตและควบคุมความถี่ในวงจร ซึ่งความถี่ที่ได้จากวงจรจะมีความเที่ยงตรงสูงมากจากวงจรจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N222A ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ความถี่สูง ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณออสซิลเลตที่เกิดขึ้นส่วนตัวเก็บประจุปรับค่าได้จะทำหน้าที่ปรับค่าความถี่ที่เกิดขึ้นให้มีค่าใกล้เคียง 3.579 เมกะเฮร์ท

3.4 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Bandpass Filter)



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

วงจรกรองช่วงความถี่ผ่านนี้จะทำหน้าที่คัดเลือกสัญญาณที่ต้องการให้สามารถผ่านวงจรออกไปได้ โดยที่ไม่ถูกลดทอน

วงจรกรองช่วงความถี่ผ่าน แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ วงจรกรองช่วงความถี่ผ่านช่วงแคบ (narrow band filter) และวงจรกรองช่วงความถี่ผ่านช่วงกว้าง (wide band filter) โดย วงจรกรองความถี่ผ่านช่วงแคบ จะมีแบนด์วิธน้อยกว่า 0.1 เท่าของความถี่รีโซแนนซ์ ($B < 0.1\ W_r$) และวงจรกรองช่วงความถี่ผ่านช่วงกว้าง จะมีแบนด์วิธมากกว่า 0.1 เท่าของความถี่รีโซแนนซ์ ($B > 0.1\ W_r$) อัตราส่วนระหว่างความถี่รีโซแนนซ์กับแบนด์วิธ เรียกว่า quality factor (Q) โดย

$$B = \frac{W_r}{Q}$$

หรือ

$$Q = \frac{W_r}{B}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือค่า Q ของวงจรกรองความถี่ผ่านช่วงแคบ จะมีค่ามากกว่า 10 และค่า Q ของวงจรกรองช่วงความถี่ผ่านช่วงกว้าง จะมีค่าน้อยกว่า 10

สำหรับวงจรกรองช่วงความถี่ผ่านเราใช้วงจรแบบ Narrow-Band Coupled Resonators แสดงดังรูปที่ 3.7

การออกแบบเราจะกำหนดความถี่ที่ต้องการ (f_o) และค่า BW 3 dB ขั้นตอนในการออกแบบมีดังนี้ คือ

1. หาค่า Q_{bp} จาก

$$Q_{bp} = \frac{f_o}{BW_{3dB}}$$

2. หาค่า q และ k พารามิเตอร์ของแต่ละออเดอร์ (nth-order) จากตาราง (Bessel Capacitive Coupled Resonators)

นำค่าที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์ โดย

$$Q_1 = Q_{bp} \times q_1$$

$$Q_n = Q_{bp} \times q_n$$

$$K_{xy} = \frac{k_{xy}}{Q_{bp}}$$

3. เลือกค่า L ที่เหมาะสมเพื่อนำมาหาค่า R_S และ R_L จาก

$$R_S = w_o L Q_1$$

$$R_L = w_o L Q_n$$

4. หาค่าคาปาซิเตอร์ที่โหนดทั้งหมดจาก

$$C_{node} = \frac{1}{w_o^2 L}$$

หาค่าคาปาซิเตอร์คัปปลิ้ง จาก

$$C_{xy} = K_{xy} C_{node}$$

5. หาค่าคาปาซิเตอร์ขนานของแต่ละโหนด ซึ่งเมื่อนำมารวมกันจะต้องเท่ากับค่า C_{node} ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

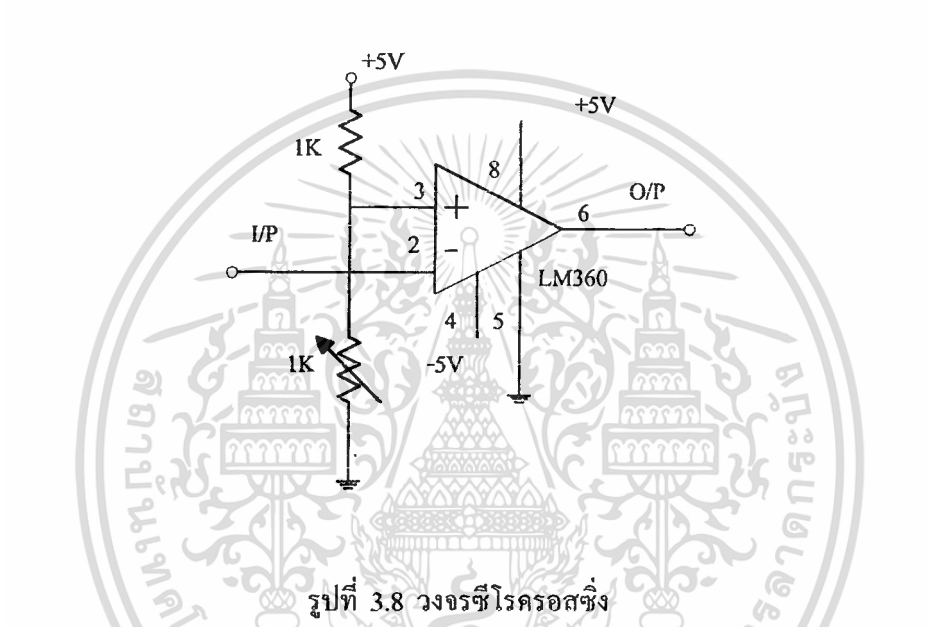
ค่าคาปาซิเตอร์ขนานของแต่ละโหนดหาจากเอา C_{node} ลบด้วยค่า คาปาซิเตอร์คับปลิ้งของแต่ละโหนด เช่น

$$C_1 = C_{node} - C_{12}$$

$$C_2 = C_{node} - C_{12} - C_{23}$$

$$C_7 = C_{node} - C_{67} - C_{78}$$

3.5 วงจรซีโรครอสซิ่ง (Zero Crossing Detector)



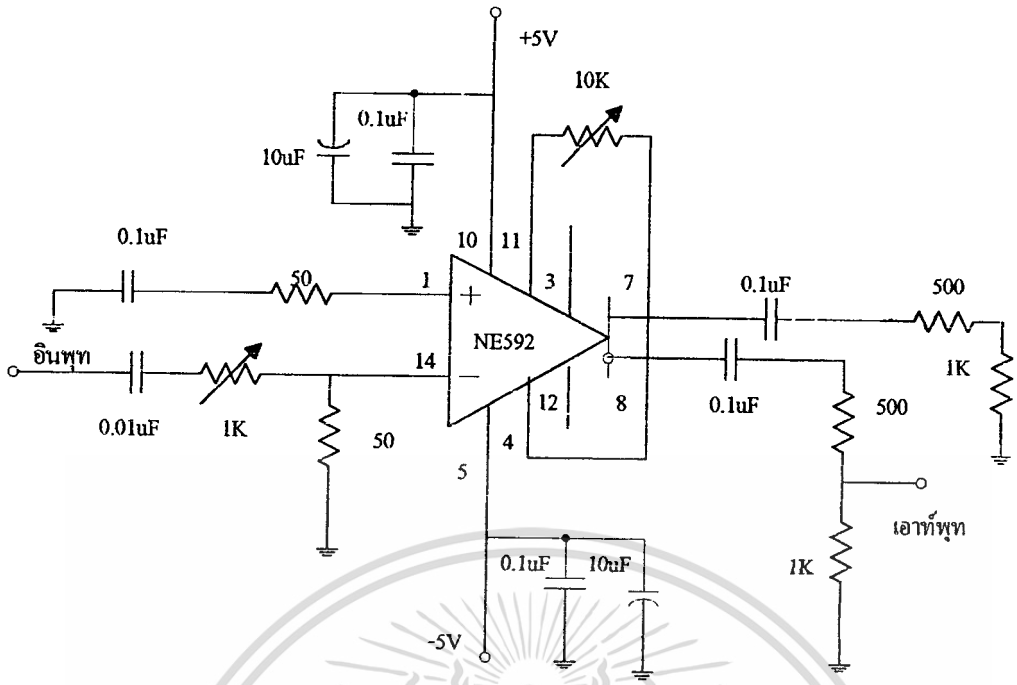
รูปที่ 3.8 วงจรซีโรครอสซิ่ง

วงจรซีโรครอสซิ่ง ภายในเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงจะทำการแปลงสัญญาณรูปคลื่นซายน์ (sine wave) ให้เป็นสัญญาณคลื่นสแควร์ (square wave) ที่มีความถี่เท่าเดิม โดยวงจรจะทำการดีเทคเมื่อระดับสัญญาณซายน์ (sine wave) มีค่าเท่ากับศูนย์ เอาท์พุทของวงจรก็จะมีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์เช่นกัน เมื่อสัญญาณคลื่นซายน์ (sine wave) มีค่าสูงกว่าระดับศูนย์โวลต์เพียงเล็กน้อย สัญญาณทางด้านเอาต์พุตของวงจรก็จะมีค่าเป็นหนึ่ง (high) และในทางตรงกันข้ามเมื่อระดับสัญญาณตกลงมาที่ระดับสัญญาณศูนย์อีกครั้ง ระดับสัญญาณที่ออกทางเอาต์พุตจะมีค่าเป็นศูนย์ (low)

3.6 วงจรขยายสัญญาณความถี่สูง (High Frequency Amplifer)

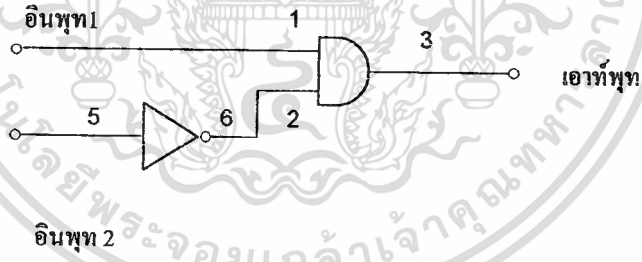
วงจรขยายสัญญาณความถี่สูงนี้ ใช้สำหรับขยายสัญญาณออสซิลเลเตอร์ 1 เพื่อป้อนเป็นอินพุทให้กับวงจรขับเลเซอร์ไดโอดโดยภายในวงจรจะใช้ ไอซี วีดีโอแอมป์. เบอร์ NE 592 จะให้สัญญาณที่ทางเอาต์พุตดีกว่าและสัญญาณรบกวนน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรขยายสัญญาณความถี่สูง

3.7 วงจรเปรียบเทียบเฟส (Phase Comparator)



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรเฟสคอมพาเรเตอร์

วงจรเปรียบเทียบเฟส (Phase Comparator) นี้จะทำหน้าที่เปรียบเทียบเฟสของสัญญาณภายในเครื่องวัดกับสัญญาณที่เครื่องรับเข้ามา เพื่อหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสอง หลังจากเมื่อได้สัญญาณความต่างเฟสออกมาแล้วสัญญาณก็ถูกส่งไปประมวลผลอีกครั้ง

จากรูปที่ 3.10 เป็นวงจรเปรียบเทียบเฟส (Phase Comparator) ที่มีอุปกรณ์แอนเกตและอินเวอร์สเตอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในการทำงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นวงจรทางด้านดิจิตอลและสามารถเขียนฟังก์ชั่นการทำงานได้ดังนี้

$$\text{Diff. Pulse} = S_1 . S_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางความจริง

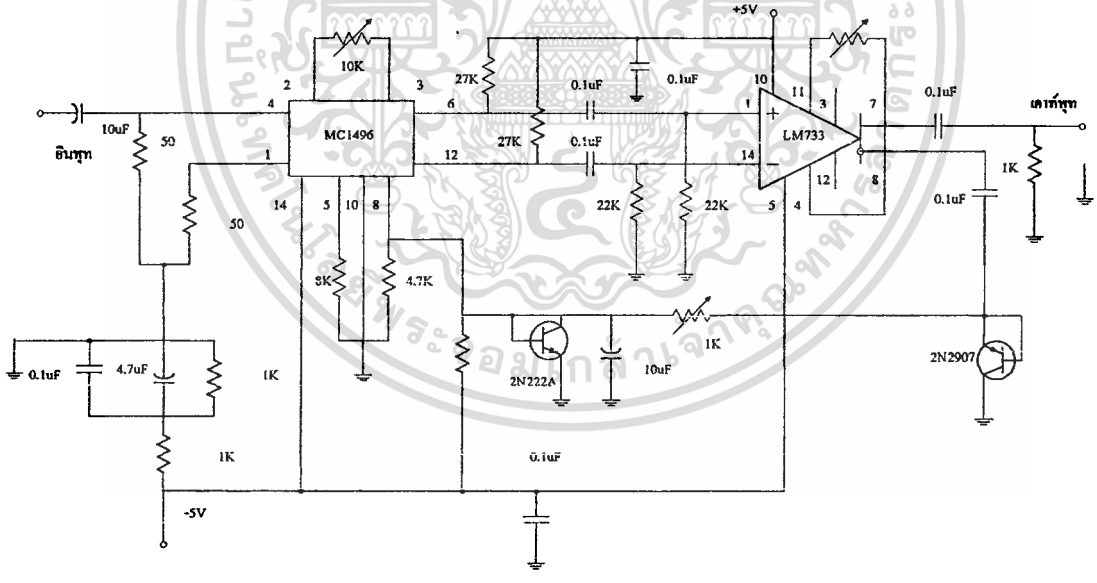
S_1	S_2	diff.pulse
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

โดย S_1 = สัญญาณสี่เหลี่ยมภายในเครื่องวัด

S_2 = สัญญาณสี่เหลี่ยมที่รับเข้ามา

Diff . Pulse = สัญญาณพัลส์ความต่างเฟส

3.8 วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Control : AGC)



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ

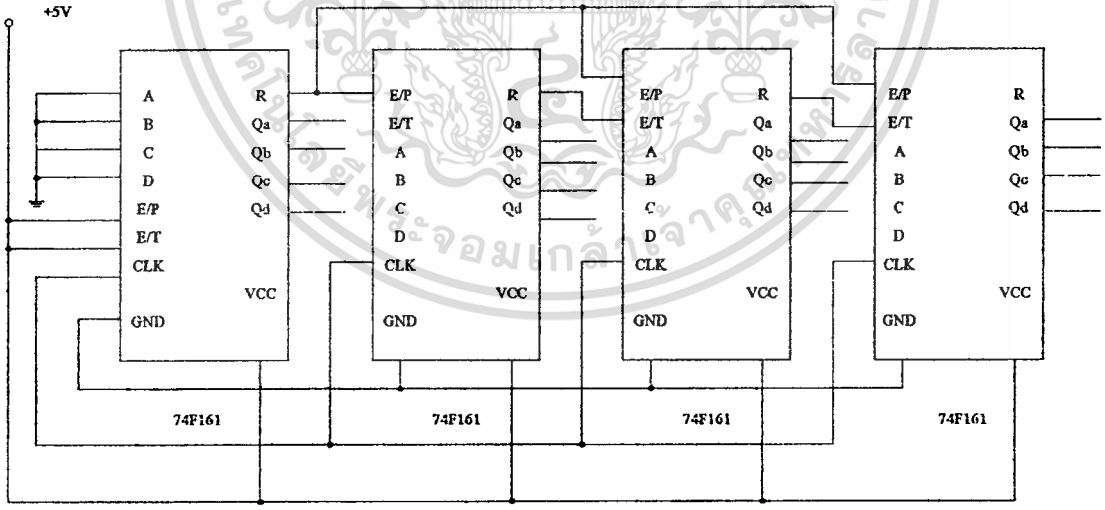
ในการรับสัญญาณของภาครับนั้น ปกติสัญญาณที่รับได้จะไม่คงที่ คือ รับสัญญาณได้มากบ้างอ่อนบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากระยะทางที่นำเครื่องวัดไปวัดจะมีระยะทางแตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำให้ขนาดของสัญญาณที่รับได้ ในแต่ละครั้งมีค่ามากน้อยไม่เท่ากันซึ่งการที่ขนาดของสัญญาณที่รับได้เปลี่ยนแปลงเช่นนี้ ทำให้วงจรทำงานมีประสิทธิภาพในการวัดลดลงดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้ ผู้ใช้งานต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดจึงต้องควบคุมอัตราการขยายสัญญาณมิให้ขยายสัญญาณมากในกรณีที่รับสัญญาณแรง และขยายเต็มที่เมื่อรับสัญญาณอ่อน วิธีการนี้เรียกว่า การควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Control , AGC) ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จะมีระดับสัญญาณคงที่

วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติที่ดี ควรจะทำงานดังนี้คือ เมื่อสัญญาณอินพุตของเครื่องรับแรง จนกระทั่งถึงจุดๆหนึ่ง ซึ่งถ้าสัญญาณอินพุต แรงถึงจุดนี้จะเกิดโอเวอร์โหลด วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ จะควบคุมอัตราขยายของเครื่องรับไว้มิให้ระดับความแรงของสัญญาณเพิ่มอีกจากรูปที่ 3.10 เป็นรูปของวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ ซึ่งใช้ ไอซีบาลานซ์มอดูเลเตอร์เบอร์ MC 1496 ทำหน้าที่ในลักษณะ เป็นวงจรคูณสัญญาณและมี ไอซี วีดีโอแอมป์เบอร์ LM 733 ทำหน้าที่เป็น วงจรดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมป์(Differential Amplifier) สัญญาณอินพุตจะถูกป้อนเข้ามาที่ขาอินพุตข้างหนึ่งของ MC 1496 ส่วนเอาต์พุตจะถูกขยายโดย LM 733 ในลักษณะเป็นตัวไดโอดโดยวงจรนี้จะทำการเรดทิไฟย์ (rectify) สัญญาณและกรองให้เป็นไฟตรงป้อนกลับแบบลบมาที่ขาอินพุตอีกข้างหนึ่งของ MC 1496 ซึ่งการป้อนกลับนี้จะช่วยให้ เอาต์พุตของวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ คงที่ไปด้วย สัญญาณที่ผ่านการเรดทิไฟย์ (rectify) จะถูกฟิลเตอร์ด้วยตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัด และมีทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N222A ต่อในลักษณะไดโอด เพื่อทำหน้าที่ควบคุมระดับแรงดันที่ขาอินพุตแคร์เรีย ของ MC1496 ให้มีค่า 0.7 โวลต์

3.9 วงจรนับ 16 บิท (16 Bits Counter)



รูปที่ 3.12 วงจรนับขนาด 16 บิท

วงจรนับขนาด 16 บิท เป็นวงจรที่ใช้ในการนับจำนวนสัญญาณนาฬิกา ที่ถูกส่งมาจากวงจรแอนเกต เพื่อทำการแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้อยู่ในรูปสัญญาณไบนารี ที่สามารถทราบค่าได้ จากวงจรในรูปที่ 3.12 เป็นรูปวงจรนับ 16 บิท จากวงจรจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์หลักที่ใช้ในวงจรจะเป็นไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74F161 ซึ่งเป็นไอซีวงจรนับจำนวนเลขฐานสองขนาด 4 บิท จำนวน 4 ตัว เพื่อต้องการทำให้เป็นวงจรนับขนาด 16 บิท จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ไบต์ หลังจากนั้นเอาต์พุตของวงจรนับจะถูกเชื่อมต่อกับวงจรดีฟลิบฟลอบ (D-Type Flip-Flops) ขนาด 8 บิท 2 ตัว

หลักการทำงานของขั้นตอนนี้คือ ป้อนสัญญาณนาฬิกาให้เคาน์เตอร์ โดยตั้งค่าเริ่มต้นของเคาน์เตอร์ให้เท่ากับศูนย์ ในช่วงที่พัลส์ความต่างเฟสออฟ(off) และเมื่อพัลส์ความต่างเฟสออน(on) ก็ให้เคาน์เตอร์ ทำการนับที่ความถี่นาฬิกา จนกระทั่งพัลส์ความต่างเฟสกลับลงมาเป็นออฟ(off) เคาน์เตอร์จึงหยุดนับ

3.10 วงจรหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในเครื่องวัดระยะทาง (Shift Register)

วงจรหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในเครื่องวัดระยะทาง เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดความต่างเฟส ที่อยู่ในรูปสัญญาณดิจิตอลขนาด 16 บิท เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลทางอินพุทให้กับส่วนประมวลผลภายในเครื่อง วงจรหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในเครื่องวัดระยะทาง มีหลักการทำงาน ดังนี้ คือ วงจรจะรับสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรนับขนาด 16 บิท มาเก็บไว้ในหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราว (Shift Register) ที่มีขนาด 8 บิท 2 ตัว ที่มีอยู่ในวงจร โดยการเก็บข้อมูลนี้วงจรจะไม่เก็บพร้อมกันทั้ง 16 บิท แต่วงจรจะผลัดกันเก็บทีละ 8 บิท

3.11 การคำนวณจำนวนสัญญาณนาฬิกา

จากสูตร $T = \frac{1}{F}$

ดังนั้นสัญญาณ 3.579 เมกะเฮริ์ท จะมีคาบเวลาเป็น $T = \frac{1}{3.579 \times 10^6}$

$= 2.794 \times 10^{-7}$ วินาที

ดังนั้นจำนวนสัญญาณนาฬิกา $= 80 \times 10^6 \times \frac{2.794 \times 10^{-7}}{2}$

≈ 11 ลูก

3.12 การหาจำนวนความยาวคลื่นสูงสุดที่วัดได้

จาก $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{3.579 \times 10^6} = 84$ เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่จาก $S = v\frac{t}{2}$ โดย $t = \frac{\varnothing}{w}$

ดังนั้น $S = \frac{v\varnothing}{2w} = \frac{\varpi\varnothing}{2(2\pi\phi)}$

$= \frac{\varpi}{\phi} * \frac{\varnothing}{4\pi} = \frac{\lambda\varnothing}{4\pi}$

ดังนั้นระยะทางสูงสุดที่วัดได้ $= \frac{84\pi}{4\pi}$ = 21 เมตร

สัญญาณนาฬิกา 11 ลูก วัดระยะทางได้ 21 เมตร

สัญญาณนาฬิกา 1 ลูก วัดระยะทางได้ $\frac{21}{11} \approx 1.909$ เมตร

3.13 ส่วนควบคุม (Centronics Relay Card)

ในส่วนควบคุมจะประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ จากรูปที่ 3.15 แสดงวงจรและการทำงานของวงจรเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ดซึ่งเป็นการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์โดย

เซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด มีอุปกรณ์ไอซี ชุดลอจิกแบบซีมอส และรีเลย์ จำนวน 8 ตัว ส่วนแรงดันไฟเลี้ยงวงจรจะใช้แยกจากชุดคอมพิวเตอร์ พอร์ทขนานประกอบด้วยสัญญาณต่างๆ ดังนี้คือ สัญญาณข้อมูลขนาด 8 บิต (DATABUS 8 BIT) และสัญญาณควบคุม 3 เส้น

คอมพิวเตอร์จะใช้สัญญาณสโตรบ (STROBE) เพื่อแสดงให้รู้ว่าข้อมูลที่ส่งมาที่บัสข้อมูล นั้นเสถียรและสามารถนำค่าไปใช้ได้ เมื่อมีข้อมูลเข้ามาในช่วงเวลาหนึ่ง สัญญาณสโตรบจะมีการแอกทีฟ (ACTIVE LOW) เพื่อแสดงให้รู้ว่าข้อมูลนั้นพร้อมใช้งานได้แล้ว ขณะเดียวกันสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ต้องรอรับเพื่อทำการประมวลผลสัญญาณจะมีสัญญาณบีซี่(BUSY)และสัญญาณแอคโนเลจ (ACKNOWLEDGE) การจัดการสัญญาณข้อมูล โดยสัญญาณข้อมูลนี้เป็นข้อมูลขนาด 8 บิท ในขณะที่คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลขนาด 8 บิท มาที่ขา 2-9 โดยมีระยะเวลาในการรอหรือหน่วง (อย่างต่ำ 0.5 ไมโครวินาที) จากนั้นสัญญาณสโตรบจะถูกทำให้เป็นระดับต่ำ (LOGIC LOW) และหน่วงเวลาระยะหนึ่ง (อย่างต่ำ 0.5 ไมโครวินาที) แล้วสัญญาณสโตรบก็จะกลับมาอยู่ในสภาวะเดิมคือระดับสูง(LOGIC HIGH) ซึ่งในช่วงเวลาที่สัญญาณสโตรบเปลี่ยนแปลงนี้ จะทำให้ข้อมูลถูกส่งผ่านไปเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด

พิจารณาฮาร์ดแวร์ ของเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด ในรูปที่ 3.15 จะพบว่าแหล่งจ่ายแรงดันถูกแยกออกจากกันกับชุดแหล่งจ่ายของคอมพิวเตอร์โดยใช้ ไอซีเรกกูเรเตอร์ 7805 โดยแปลงจากแรงดันไฟตรง

ส่วนไอซี 74HC74 (IC DUAL D-TYPE-EDGE-TRIGGERED FLIP FLOP WITH PRESET AND CLEAR) ทำหน้าที่เป็นดูอัลไบสเตเบิล (DUAL BISTABLE) ซึ่งใช้สร้างสัญญาณบีซี่ (BUSY) และสัญญาณแอคโนเลจ (ACKNOWLEDGE) โดยที่ไอซี (IC2b) ถูกต่อเสมือนเป็นโมโนสเตเบิ้ล โดยใช้ตัวต้านทาน ไดโอด และตัวเก็บประจุช่วยซึ่งไอซี (IC2b) จะรับสัญญาณเป็นพัลส์ จากของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สโตรบ และจะทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ ดังแสดงในรูปแผนภูมิเวลา จากวงจร สัญญาณลอจิกที่อินพุทขา 12 D (DATA) ถูกต่อให้ค้างค่าเป็น 1 โดยวิธีการต่อไฟบวก +5โวลต์. ยังผลให้เอาท์พุทขา Q ปรากฏเป็น 1 และ /Q เป็น 0 ในกรณีที่มีสัญญาณสโตรบมาปรากฏ และเงื่อนไขทางลอจิกของไอซี 74HC74 แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงเงื่อนไขทางลอจิกของไอซี 74HC74

PR	CLR	CLK	D	Q	/Q
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q0	/Q0
H* : UNSTABLE CONDITION					

ตารางที่ 3.3 แสดงเงื่อนไขทางลอจิกของไอซี 74HC 273

อินพุท			เอาท์พุท
CLR	CLK	D	Q
L	X	X	L
H	↑	H	H
H	↑	L	L
H	L	X	Q0

ที่สภาวะเริ่มต้นสถานะของขา 8 คือ /Q ของไอซี (IC2b) ก่อนหน้าที่วงจรจะเริ่มทำงานสถานจะมีค่าเป็น 1 มาจากการตั้งค่าขา 10 เซต (SET) = 1 และรีเซต (RESET) = 0 และเมื่อขา 8 /Q อยู่ในสภาวะ 1 จะมีค่าแรงดันเป็นลอจิกสูง ทำให้มีการชาร์ทกระแสผ่านตัวต้านทาน (R3)ไดโอด(DIODE)ไปยังตัวเก็บประจุ (C4) ผลจากการชาร์ทจะทำให้ค่าแรงดันที่ขา 13 รีเซต (RESET) ไอซี(IC2b) มีค่าเปลี่ยนแปลงเป็น 1 ทำให้เอาท์พุทของไอซี (IC2b) อยู่ในสภาวะเดิมจนกว่าจะมีสัญญาณสโตรบเข้ามา ทำให้ /Q เป็นลอจิก 0 ชั่วขณะ เนื่องจากการคายประจุ ของตัวเก็บประจุ (C4) ผ่านตัวต้านทาน (R4) ทำให้แรงดันที่ตัวเก็บประจุ (C4) ลดจนแรงดันเป็นลอจิก 0 ป้อนกลับไปรีเซตขารีเซต ของไอซี (I C 2b) ทำให้ /Q เปลี่ยนแปลงค่าเป็นลอจิก 1 เมื่อมีสัญญาณสโตรบมากระตุ้นในช่วงขอบสัญญาณขาขึ้น ที่อินพุทของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(IC2b) คือขา 3 (คล็อก) จะทำให้เอาท์พุทขา 8 /Q เป็นลอจิก 0 ชั่วขณะแล้วเปลี่ยนเป็นลอจิก 1 ตามเดิม

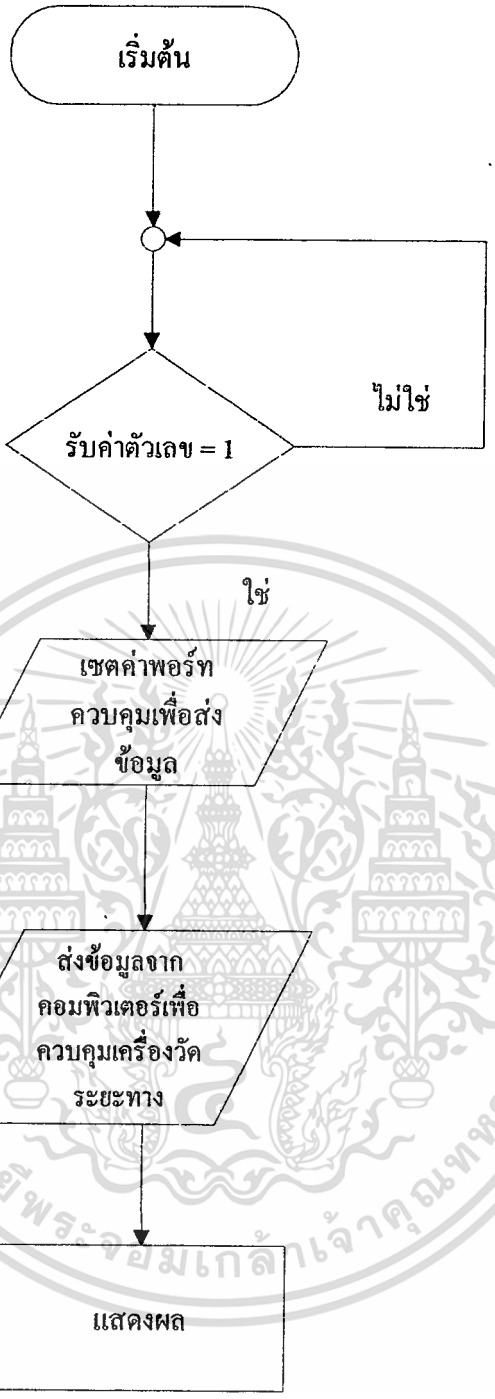
ในส่วนสัญญาณบีซี่(BUSY)จะถูกสร้างมาพร้อมๆกับสัญญาณแอคโนเลจ (ACKNOWLEDGE) เมื่อสัญญาณสโตรบลอจิก 0 ปรากฏที่อินพุทขา 4 (SET)และขารีเซตมีค่าเป็นลอจิก 1 จะทำให้เอาต์พุต ขา 5 (Q) เป็น 1 เมื่อหมดสัญญาณสโตรบ ที่ขาสโตรบจะเป็นลอจิก 1 ทำให้ขาอินพุตเซตของไอซี (IC2b) กลับเป็น 1 และขาอินพุตรีเซตเป็น 0 ทำให้ขาเอาท์พุท /Q ของไอซี (IC2b) เป็น 0 โดยขานี้ต่ออยู่กับขาอินพุตรีเซต ของไอซี (IC2a) ทำให้ส่วนของวงจรไบสเตเบิลถูกรีเซต ทำให้สัญญาณบีซี่(BUSY) หยุดทำงาน

เนื่องจากเอาต์พุตของไอซี (IC1) ไม่สามารถจ่ายกระแสให้ขดลวดรีเลย์ได้โดยตรง ต้องอาศัยไอซี ที่ทำหน้าที่ช่วยขับกระแสเพิ่มขึ้น และทำหน้าที่บัฟเฟอร์ของวงจรไอซี ที่ใช้คือ ULN2803 ภายในไอซี (IC3) จะเป็นทรานซิสเตอร์ไดร์ฟเวอร์ (TRANSISTOR DRIVER) โดยมีเอาต์พุตเป็นโอเพนท์คอลเลคเตอร์ (OPEN COLLECTOR) ในแต่ละชุดของทรานซิสเตอร์ที่ต่อออกมาเพื่อขับรีเลย์ จะมีไดโอดต่อคร่อมเพื่อป้องกันการเกิดการเหนี่ยวนำของขดลวดในรีเลย์ ในวงจรเซนทรอนิคส์รีเลย์ การ์ด มีวงจรรีเซตประกอบด้วยค่าความต้านทาน (R2) และตัวเก็บประจุ (C1) โดยมีสวิทช์รีเซต (S1) ต่ออยู่ สามารถรีเซตวงจรได้ด้วยการกดสวิทช์ (S1) และมีค่าความต้านทานพูลอัพ จำนวน 4 ตัว ประกอบด้วยความต้านทาน (R13-R16) ที่แรงดัน +5โวลต์ โดยแต่ละตัวต่อไปยังปริ้นเตอร์พอร์ทอินพุท คือ ERROR , SELECT , RESET และ +5โวลต์

ส่วนของแหล่งจ่ายไฟของเซนทรอนิคส์รีเลย์การ์ดจะแยกส่วนออกจากระบบไฟของคอมพิวเตอร์โดยมีแหล่งจ่ายไฟเอง มีไดโอด (D18) เป็นตัวป้องกันไฟกลับขั้วและมีไอซี 7805 รักษาแรงดันไฟ + 5 โวลต์

พิจารณาทางด้านซอฟท์แวร์จะใช้ภาษาซีเป็นหลักในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน โดยจะทำการเซตพอร์ทควบคุม ในบิท D5 ให้เป็นศูนย์ก่อน ซึ่งเป็นการแสดงการทำงานเพื่อส่งข้อมูลไปควบคุมเครื่องวัดระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



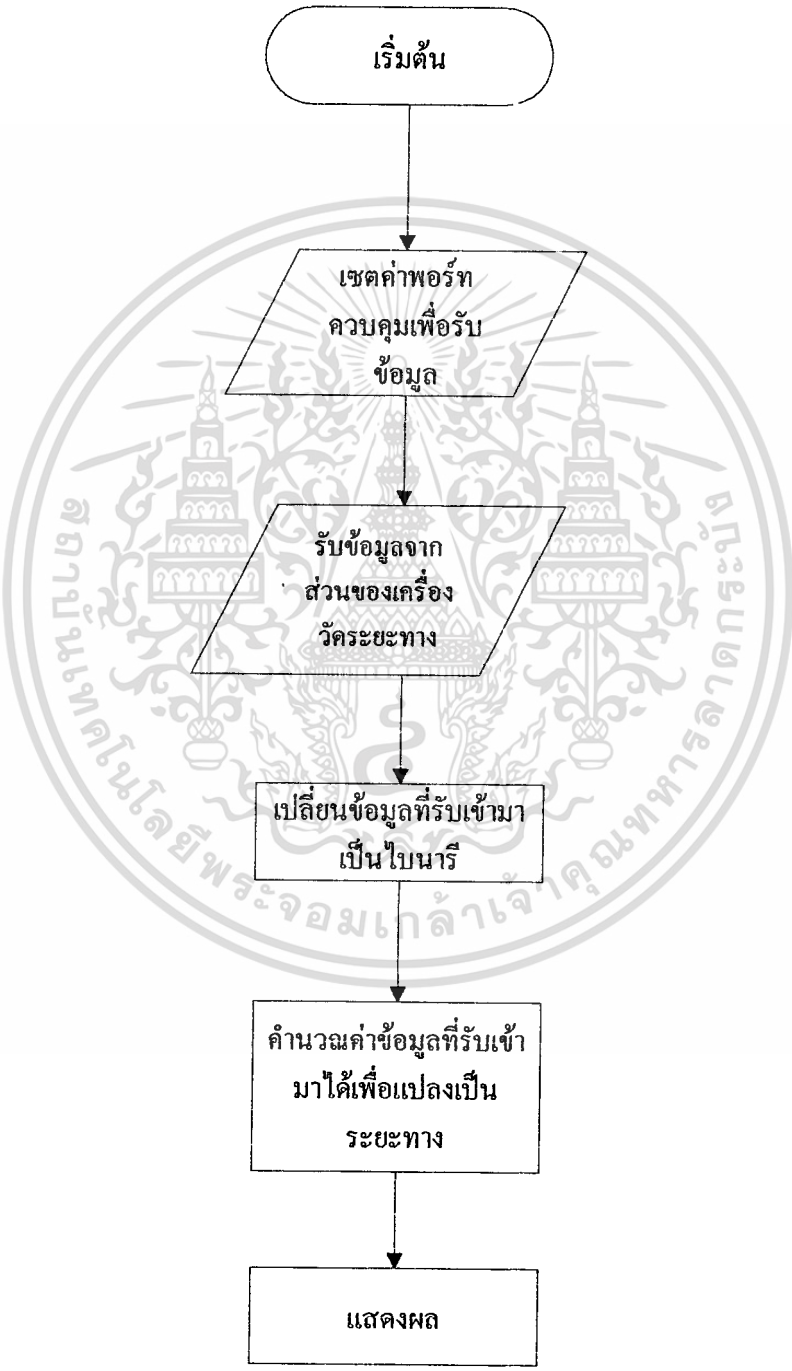
รูปที่ 3.13 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน เซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด

3.12 ส่วนประมวลผลและแสดงผล

จากรูปที่ 3.17 เมื่อเครื่องวัดระยะทางทำการวัดวัตถุแล้ว จะได้สัญญาณพัลส์ความต่างเฟสออกมา จากนั้นนำมาแอนเกตกับสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่ 80 เมกะเฮิร์ท แล้วเข้าวงจรนับขนาด 16 บิท เมื่อเคาท์เตอร์ทำการนับแล้วจึงนำเอาสัญญาณที่ได้นี้ไปเก็บไว้ในวงจรหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในเครื่องวัดระยะทาง แล้วจึงนำเอาสัญญาณนี้เข้าไปประมวลผลและแสดงผล

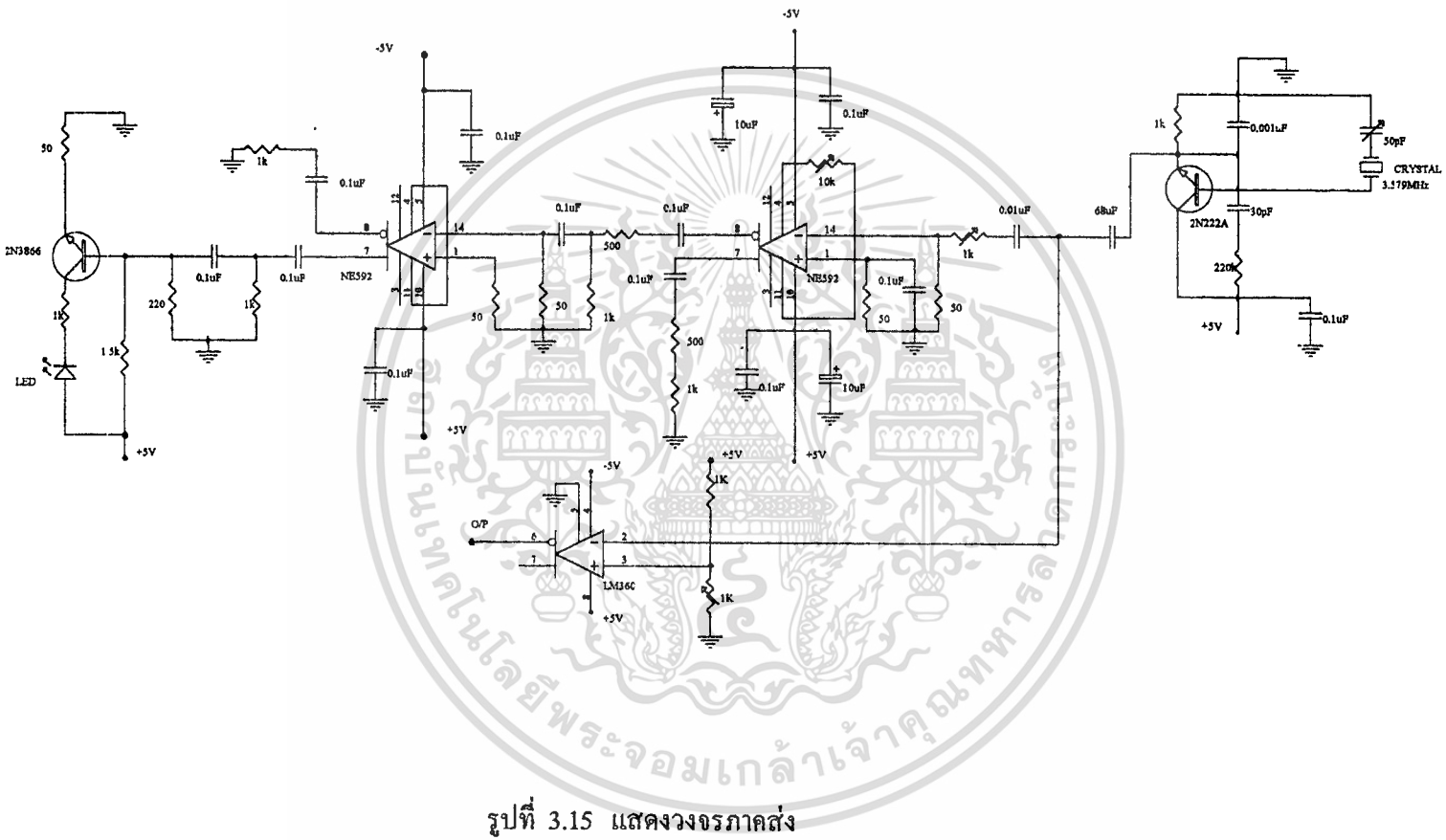
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำข้อมูลจากเครื่องวัดระยะทางไปประมวลผลและแสดงผลทางคอมพิวเตอร์นั้น จะอาศัยสัญญาณต่างๆ จากพอร์ทขนานที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น โดยใช้คอนเนคเตอร์แบบเซนทรอนิคส์ในการอินเตอร์เฟสเช่นเดียวกับส่วนควบคุม และใช้ภาษาซีเป็นหลักในการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลและแสดงผลระยะทางที่วัดได้ออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่ในการรับข้อมูลเข้ามาประมวลผลนี้จะต้องทำการเซตพอร์ทควบคุมที่ตำแหน่ง D5 ให้เป็น หนึ่งก่อน



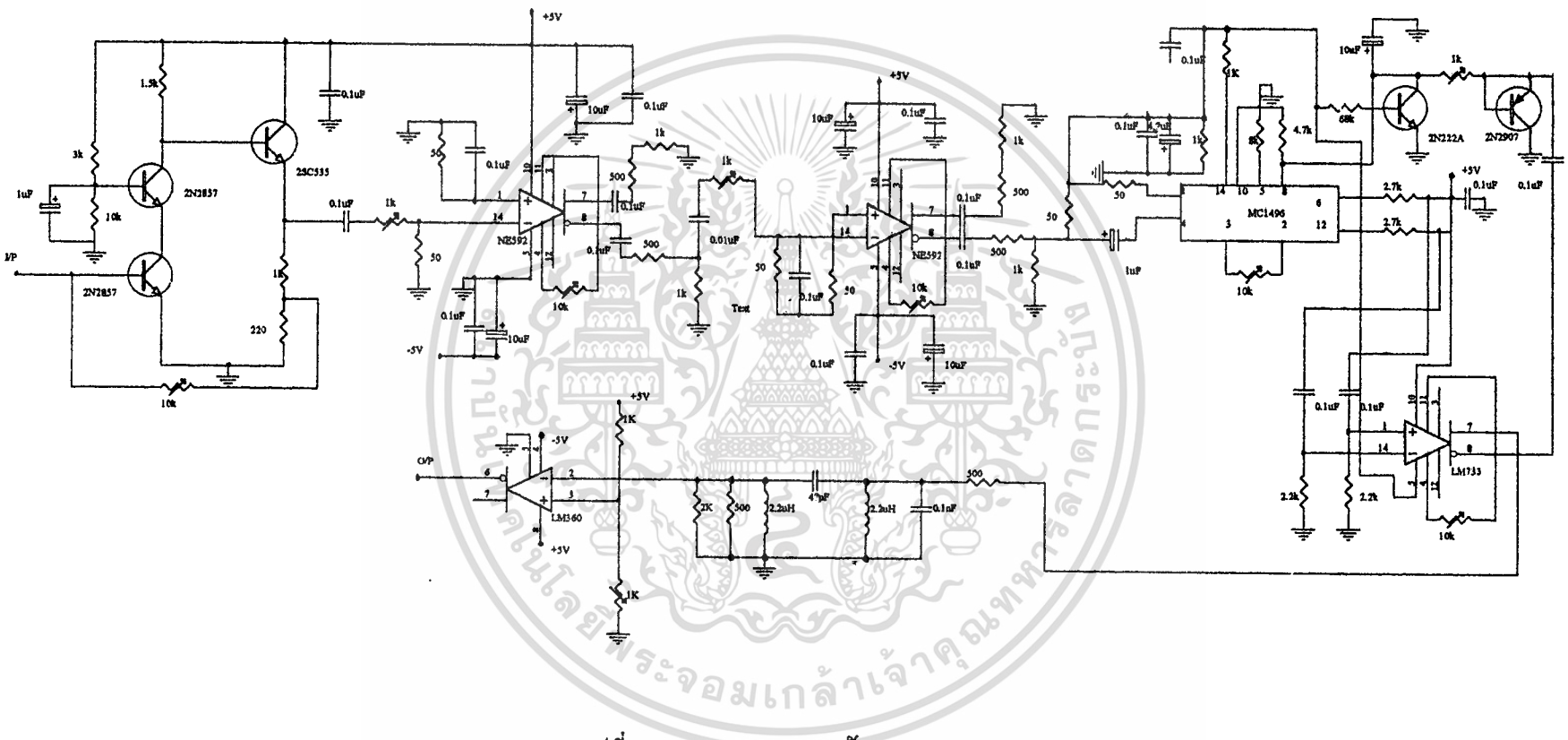
รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลเข้ามาประมวลผลและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

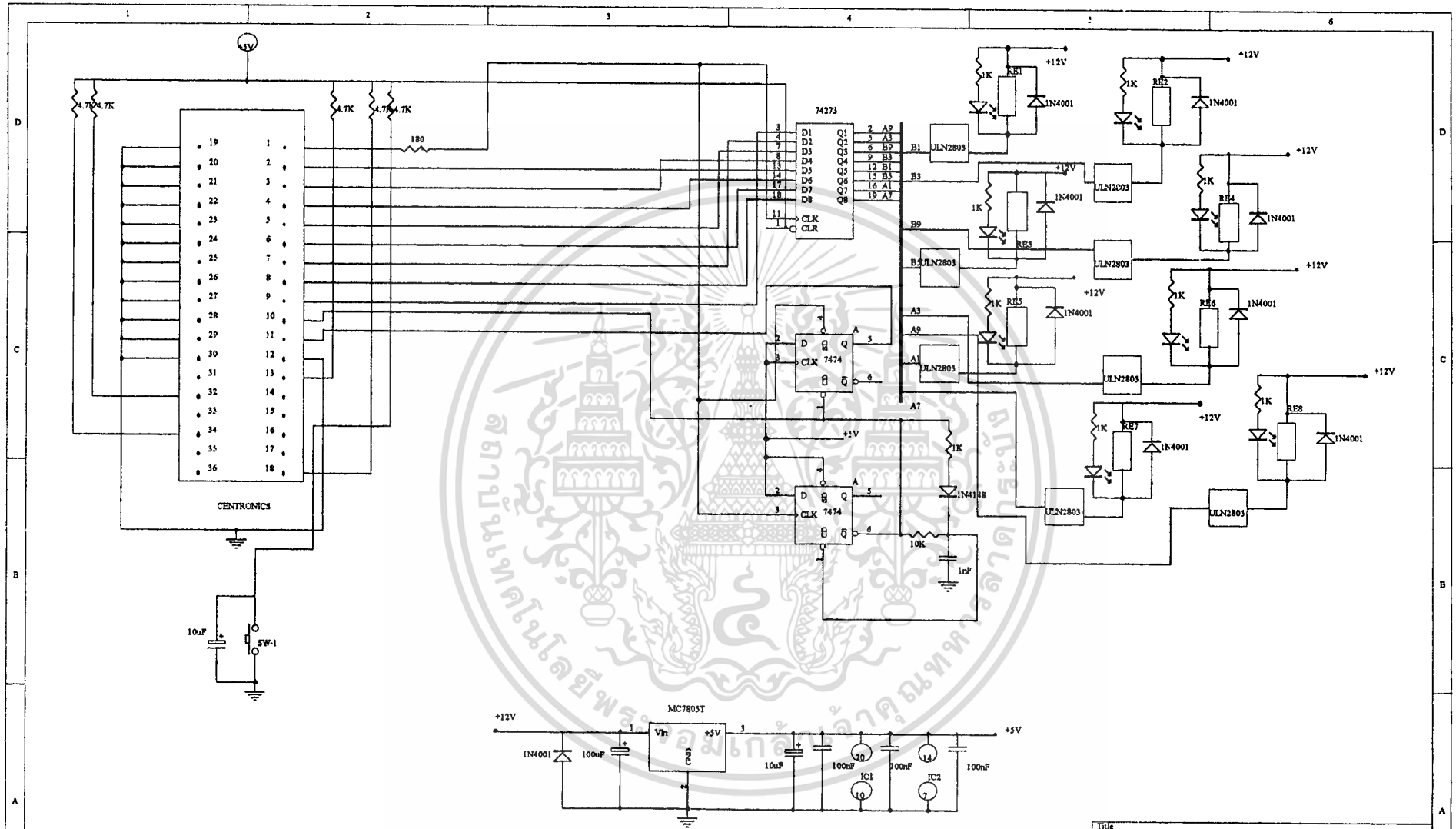


รูปที่ 3.15 แสดงวงจรภาคส่ง

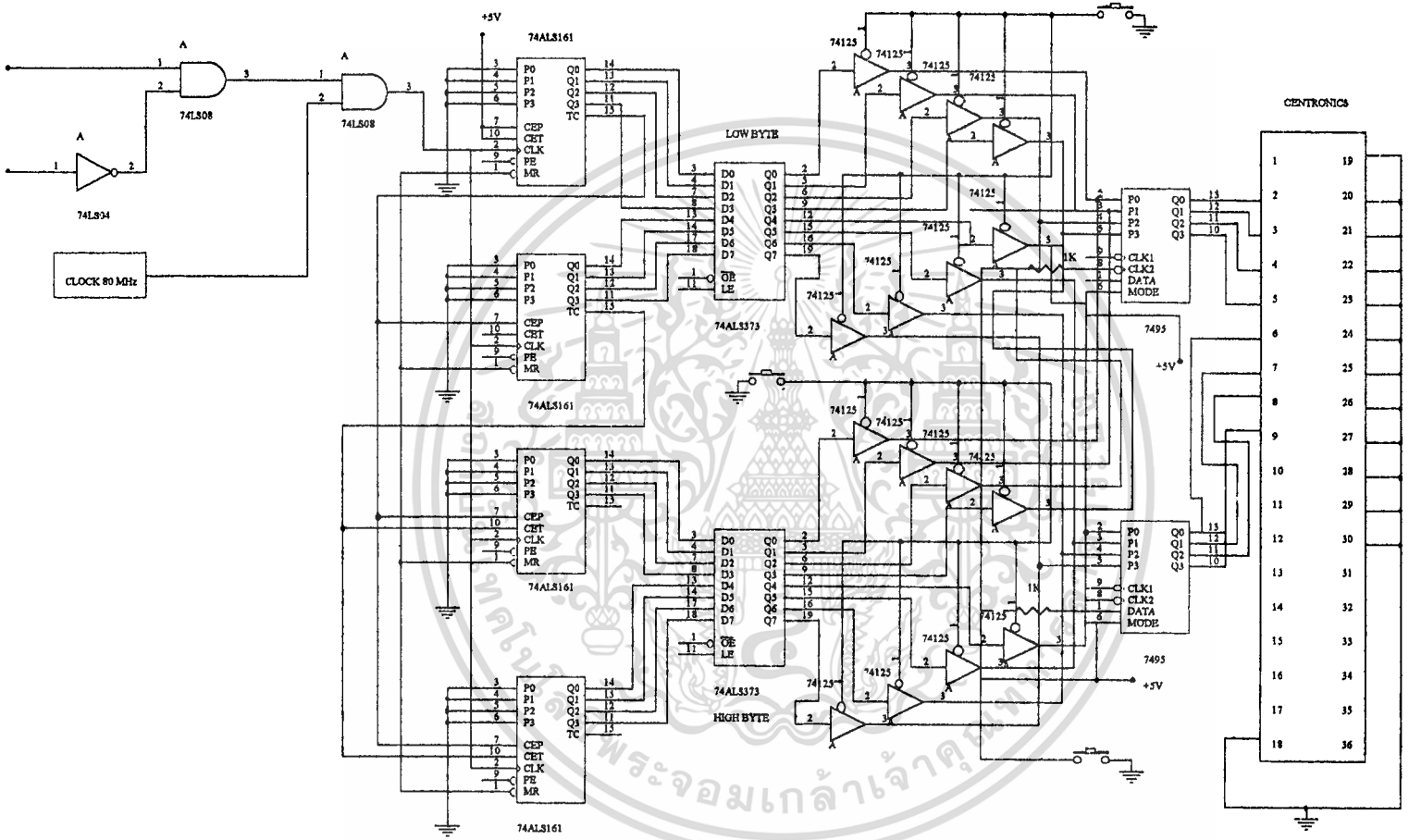
Title		
Size: B	Number	Revision
Date: 2-Apr-1999		Sheet of
File: A:\T2.sch		Drawn By:



รูปที่ 3.16 แสดงวงจรภาครับ



รูปที่ 3.17 แสดงวงจรส่วนควบคุม



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนประมวลผลและแสดงผล

Title			
Size B	Number		Revision
Date:	2-Apr-1999	Sheet of	
File:	A:\Out.sch	Drawn By:	

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เครื่องวัดระยะทางด้วยแสงนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ ในส่วนแรกเป็นเครื่องวัดระยะทางด้วยแสง และส่วนที่สองเป็นส่วนควบคุมและแสดงผล เมื่อพิจารณาตามรูปที่ 2.8 ซึ่งแสดงถึงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงจะเห็นได้ว่าส่วนประกอบที่สำคัญนั้นมีเพียง 2 ส่วนตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

4.1 เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง

จากหลักการและทฤษฎีที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบวงจรต่างๆของเครื่องวัดระยะทางได้ ซึ่งในการทำงานนั้นจะประกอบด้วย ภาคส่ง และ ภาครับ

4.1.1 ภาคส่ง เมื่อทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.13 แล้วจะเห็นได้ว่า ภาคส่งนี้จะประกอบด้วยวงจรต่างๆ คือวงจรส่งสัญญาณ (Transmitter) , วงจรขยายสัญญาณ (High Frequency Amplifier) , วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillater) , วงจรซีโรครอสซิ่งดีเทคเตอร์ (Zero Crossing Detecter) , วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Bandpass Filter) ซึ่งรายละเอียดและหลักการพื้นฐานในการออกแบบของแต่ละวงจรนั้นได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3

4.1.2 ภาครับ เมื่อทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.14 แล้วจะเห็นได้ว่า ภาคส่งนี้จะประกอบด้วยวงจรต่างๆ คือ วงจรรับสัญญาณ (Receiver) , วงจรขยายสัญญาณ (High Frequency Amplifier) , วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Control) , วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Bandpass Filter) และวงจรซีโรครอสซิ่งดีเทคเตอร์ (Zero Crossing Detecter) ซึ่งรายละเอียดและหลักการพื้นฐานในการออกแบบของแต่ละวงจรนั้น ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เช่นกันแล้วจึงนำสัญญาณของทางภาคส่งและภาครับมาเข้าวงจรเฟสคอมพาเรเตอร์

4.2 การทดลองของภาคส่งและภาครับ

4.2.1 การทดลองวงจรออสซิลเลเตอร์

เมื่อทำการต่อวงจรตามรูปที่ 3.3 จะได้สัญญาณซายน์ที่มีความถี่ประมาณ 3.579 เมกะเฮร์ทและมีแอมปลิจูดขนาด 162 มิลลิโวลต์ ตามรูปที่ 4.1

4.2.2 การทดลองวงจรขยายสัญญาณความถี่สูง

ในวงจรขยายสัญญาณความถี่สูงจะประกอบด้วย NE592 ซึ่งจะช่วยทำให้วงจรมีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพในการทำงานที่สูงขึ้นและมีสัญญาณรบกวน , ความเพี้ยนของสัญญาณที่มีค่าน้อย จากการทดลองจะมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองวงจรส่งสัญญาณ

นำเอาต์พุตที่ได้จากวงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งเป็นสัญญาณซายน์ที่มีความถี่ 3.579 เมกะเฮร์ทและมีขนาดดังรูป เมื่อเข้าสู่วงจรส่งสัญญาณจะได้สัญญาณไฟฟ้าที่มีอัตราขยายเพิ่มขึ้นเพื่อนำไปเปลี่ยนเป็นสัญญาณคลื่นแสงแสดงผลเอาท์พุทดังรูปที่ 4.3

4.2.4 การทดลองวงจรรับสัญญาณ

การทดลองการทำงานของวงจรรับสัญญาณ ได้จากการทดลองป้อนอินพุตสัญญาณซายน์ความถี่ 3.579 เมกะเฮร์ท ขนาด 289.1 มิลลิโวลต์ ให้กับวงจรโดยผ่านพินไดโอด จะพบว่ามีอัตราขยายเพิ่มขึ้น

4.2.5 การทดลองวงจรส่งสัญญาณและวงจรรับสัญญาณ

จากเอาต์พุตที่ได้จากวงจรส่งสัญญาณเมื่อป้อนไปยังวงจรรับสัญญาณ สัญญาณที่ได้จะมีการผิดเพี้ยนและถูกลดทอนลง แสดงดังรูปที่ 4.8

4.2.6 การทดลองวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

โดยการป้อนสัญญาณซายน์จากฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์ โดยการวัดค่าแรงดันจากสัญญาณเอาต์พุตที่ค่าความถี่ต่างๆ เมื่อนำมาพล็อตกราฟจะได้ดังรูป 4.12 จากกราฟจะได้ความถี่คัตออฟที่ 3.4 และ 3.78 เมกะเฮร์ท มีค่าแบนวิดธ์ประมาณ 380 กิโลเฮร์ท

4.2.7 การทดลองวงจรซีโรครอสซิ่งดีเทคเตอร์

ทำการทดลองโดยการป้อนสัญญาณคลื่นซายน์ (sine wave) ให้กับวงจรทางด้านอินพุต จากนั้นทำการวัดสัญญาณทางด้านเอาต์พุต จะได้สัญญาณคลื่นสแควร์ (square wave) ออกมาโดยมีความถี่เท่าเดิม ดังรูปที่ 4.5

4.2.8 การทดลองวงจรเปรียบเทียบเฟส

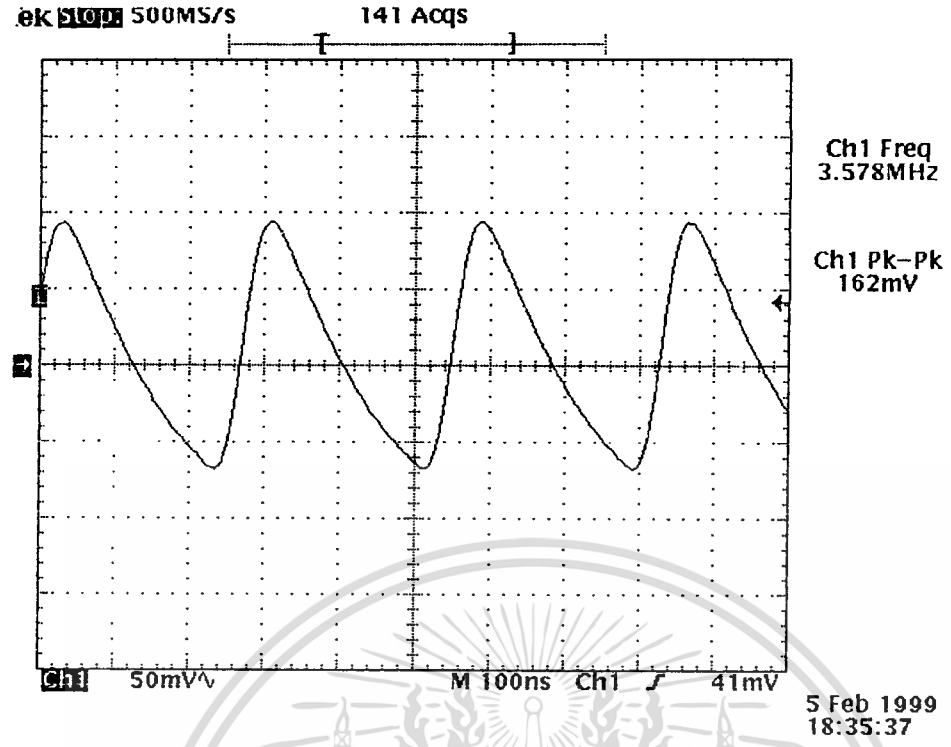
ทำการทดลองโดยการป้อนสัญญาณจากภาครับเข้านอตเกต(Invertor Gate)จากนั้นเอาต์พุตไปป้อนเป็นอินพุตตัวที่ 1 ให้แก่ แอนเกต (And Gate) ส่วนอินพุทตัวที่ 2 รับมาจากภาคส่งจะได้ความต่างเฟส ดังรูปที่ 4.7 เรียกว่า "พัลส์ความต่างเฟส"

4.2.9 การทดลองเพื่อแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

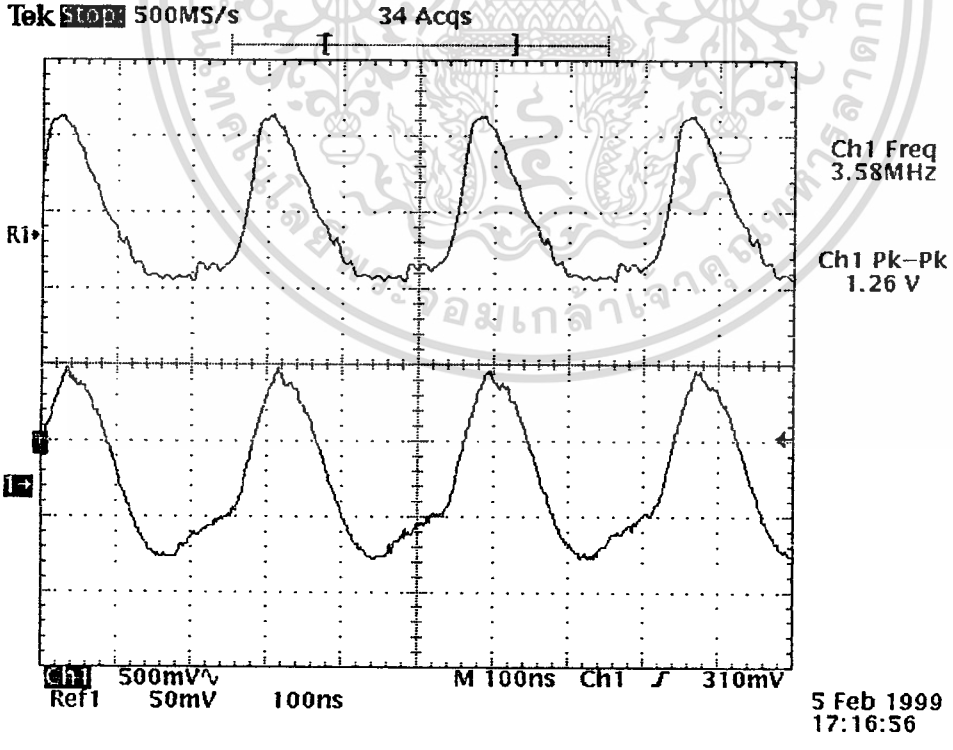
ทำการทดลองโดยการป้อนสัญญาณพัลส์ความต่างเฟสจากวงจรเปรียบเทียบเฟสไปเป็นสัญญาณเปิดเกตให้กับสัญญาณนาฬิกา จะได้จำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ออกทางด้านเอาต์พุตของวงจรแอนเกต ดังรูปที่ 4.9

4.3 แสดงผลการทดลองของภาคส่งและภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

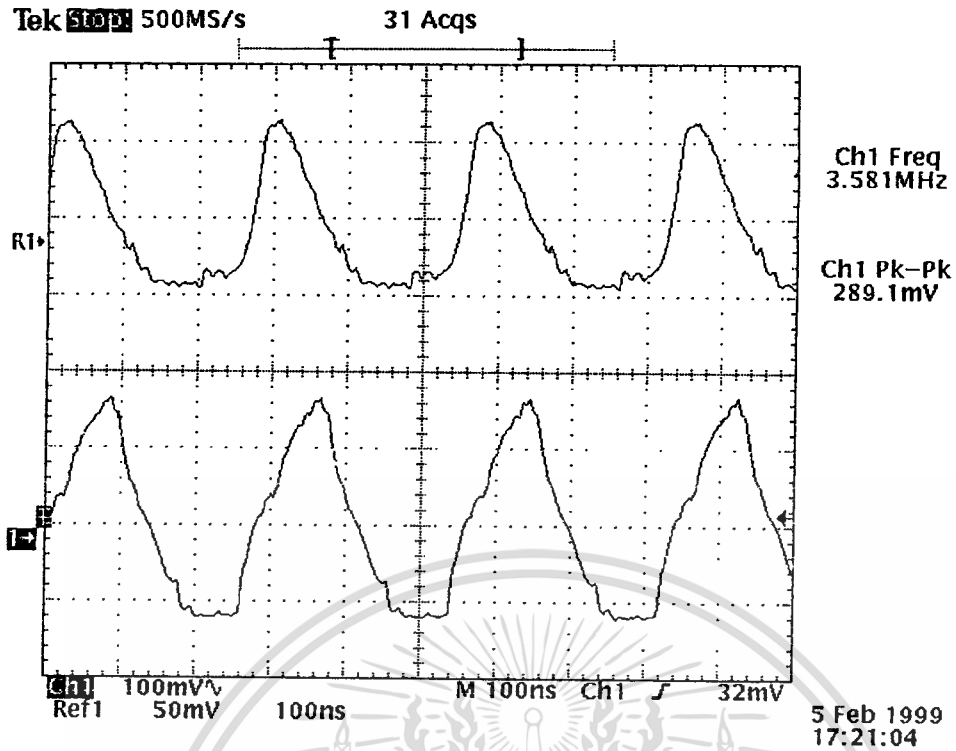


รูปที่ 4.1 แสดงเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ 3.5791 เมกะเฮิร์ท (CH 1)

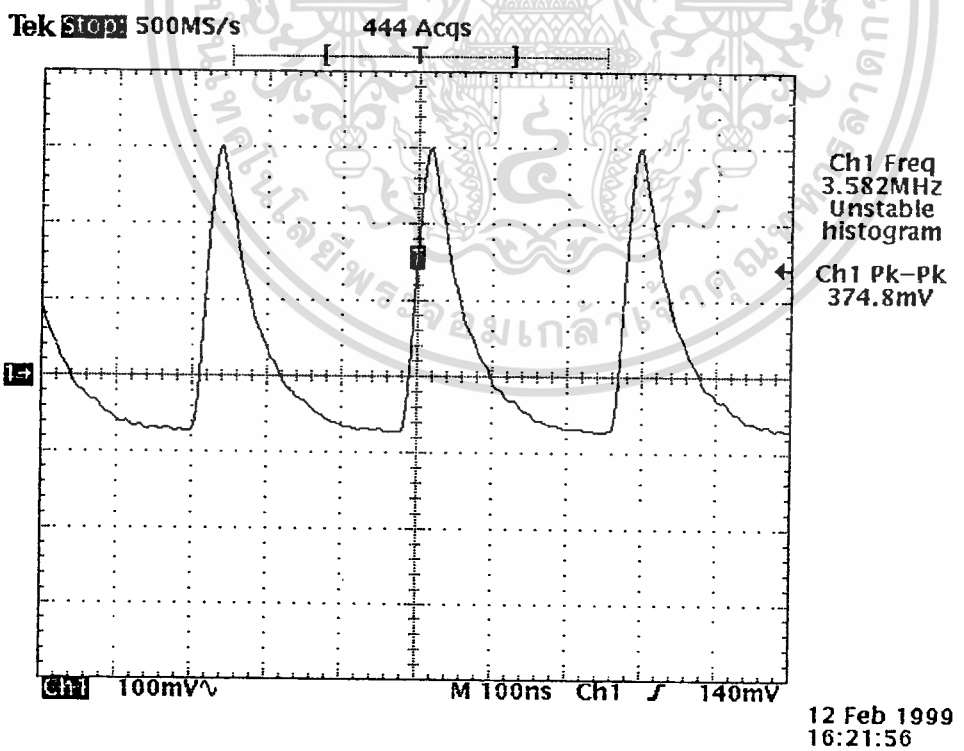


รูปที่ 4.2 แสดงเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์(R1)และวงจรขยายสัญญาณความถี่สูง(CH1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

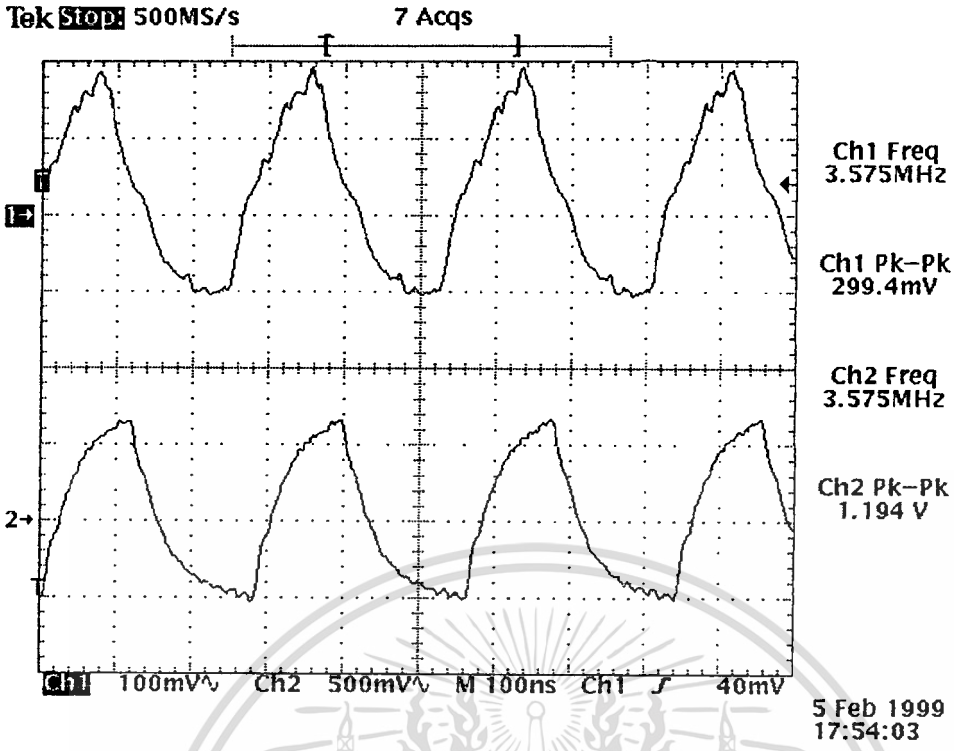


รูปที่ 4.3 แสดงเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์(R1)และภาคส่ง(CH1)

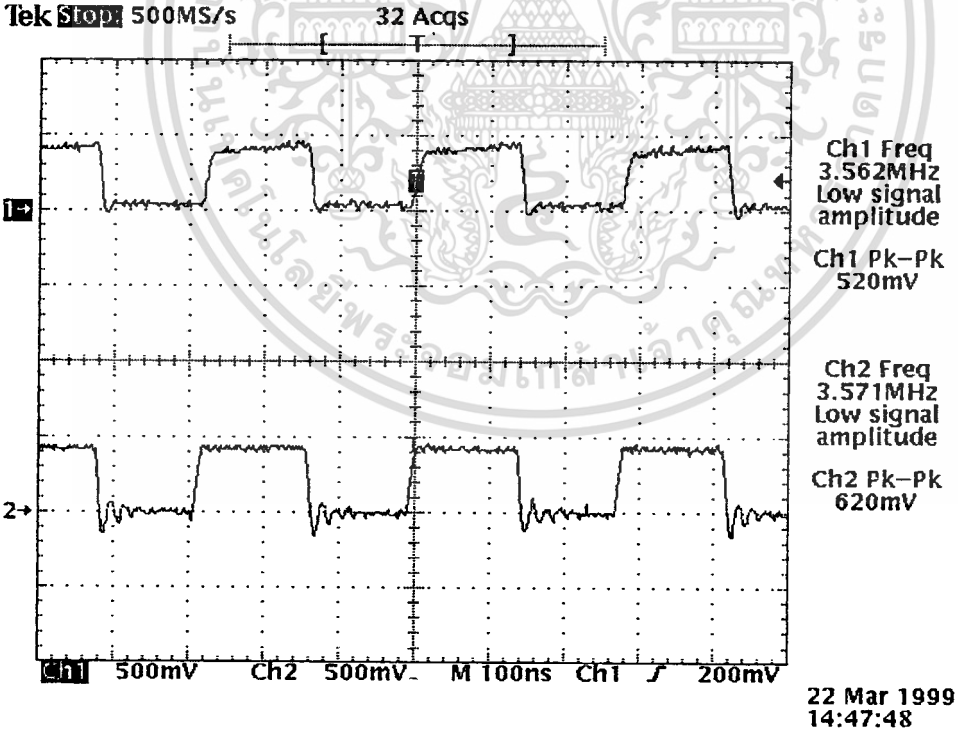


รูปที่ 4.4 แสดงเอาต์พุตของภาครับ(CH1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

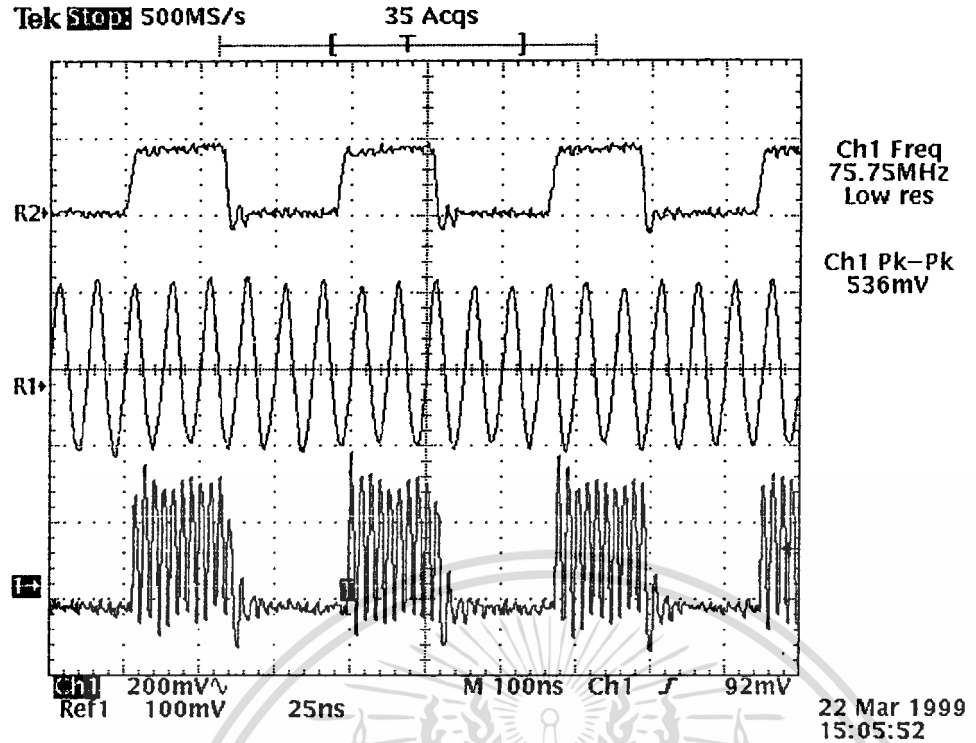


รูปที่ 4.5 แสดงเอาต์พุตของภาคส่ง (CH1)และภาครับ(CH2)

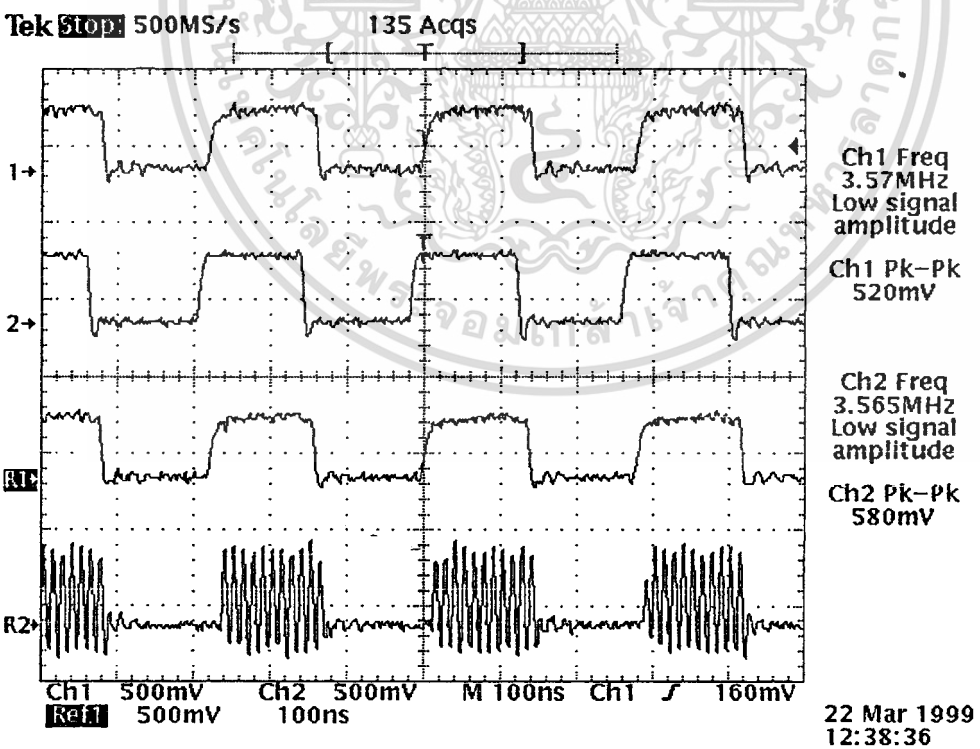


รูปที่ 4.6 แสดงเอาต์พุตของวงจรซีโรครอสซิ่งด้านส่ง (CH1) และด้านรับ (CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

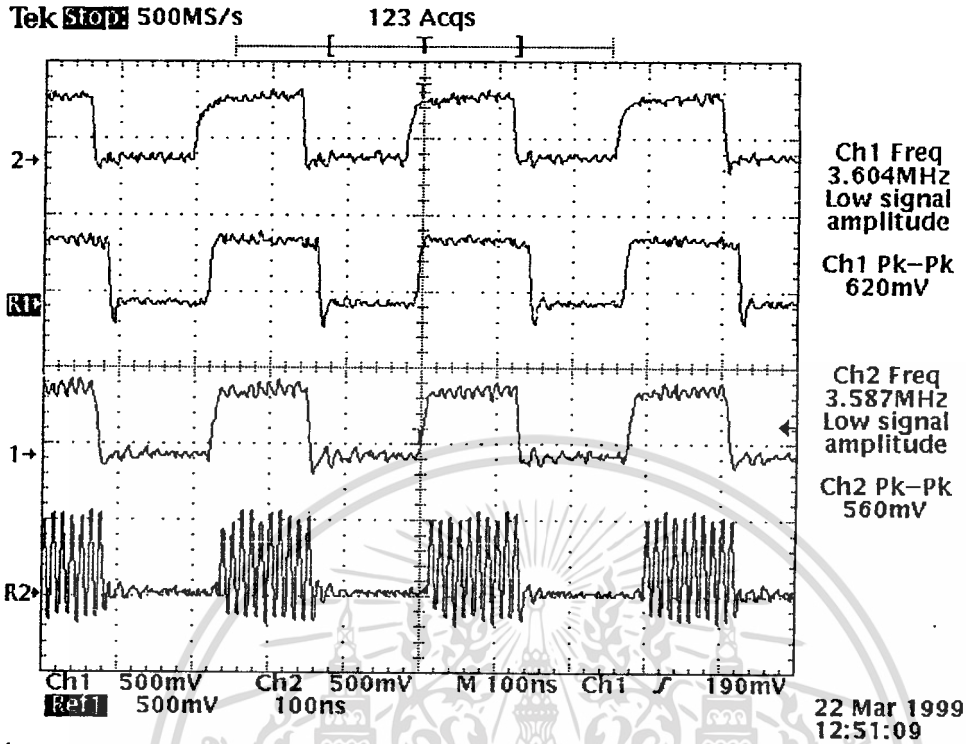


รูปที่ 4.7 แสดงพัลส์ความต่างเฟส (R2) แสดงเอาต์พุตคล็อกความถี่สูง 80 เมกะเฮร์ิท (R1) และแสดงเอาต์พุตของวงจรแอนเกต (CH1)

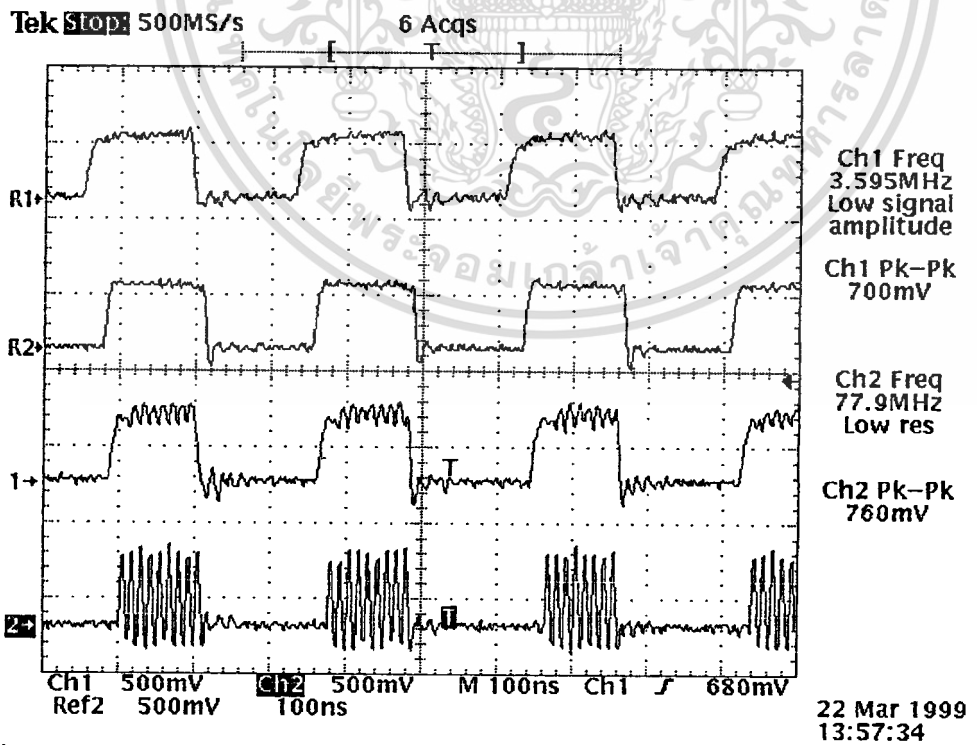


รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณด้านส่ง (CH1)สัญญาณด้านรับ (CH2) ที่ระยะ 20เซนติเมตร พัลส์ความต่างเฟส (R1) และพัลส์ความต่างเฟส ที่แอนกับคล็อกความถี่ 80 เมกะเฮิร์ทแล้ว (R2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

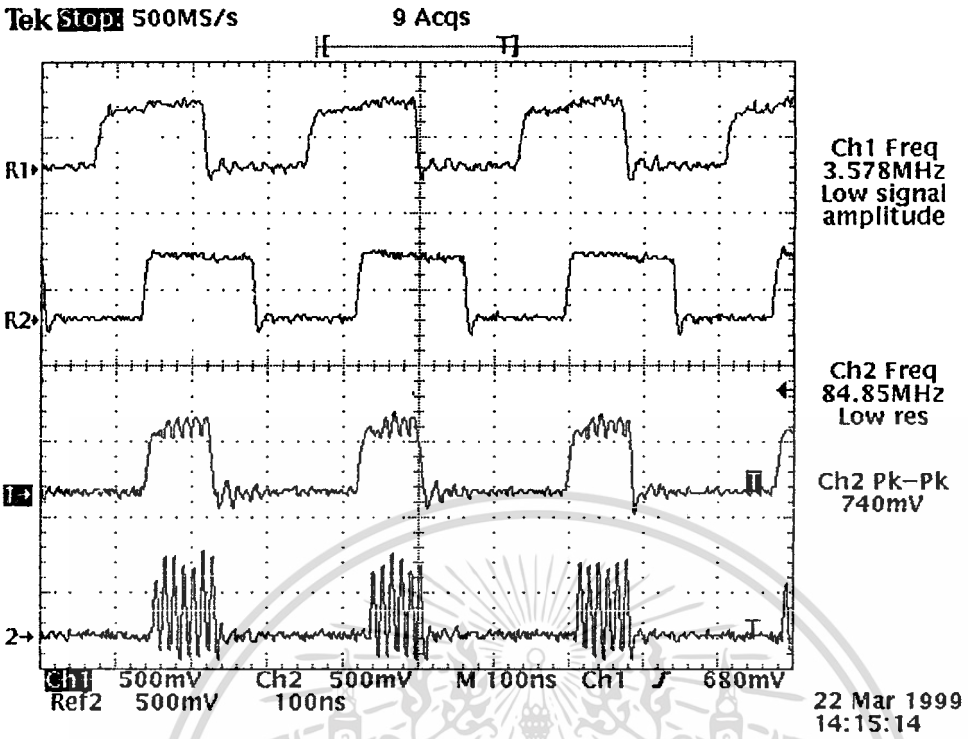


รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณด้านส่ง (R1) สัญญาณด้านรับ (CH1) ที่ระยะ 2 เมตร พัลส์ความต่างเฟส (CH1) และพัลส์ความต่างเฟส ที่แอนกับคล็อกความถี่ 80 เมกะเฮร์ทแล้ว (R2)

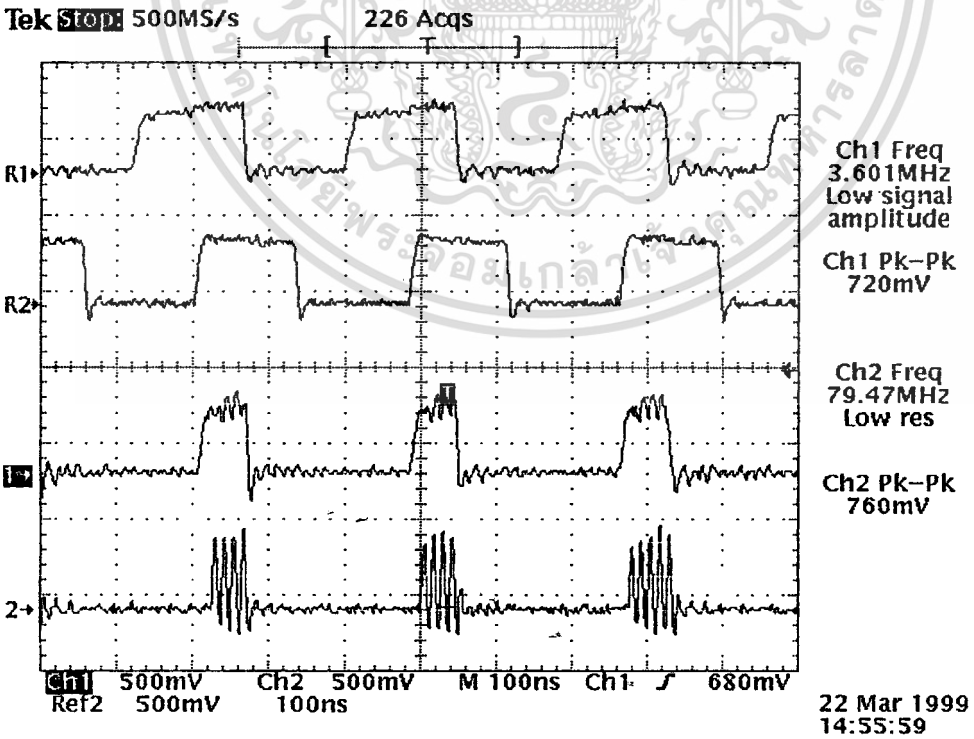


รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณด้านส่ง (R1) สัญญาณด้านรับ (R2) ที่ระยะ 6 เมตร พัลส์ความต่างเฟส (CH1) และพัลส์ความต่างเฟส ที่แอนกับคล็อกความถี่ 80 เมกะเฮร์ทแล้ว (CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

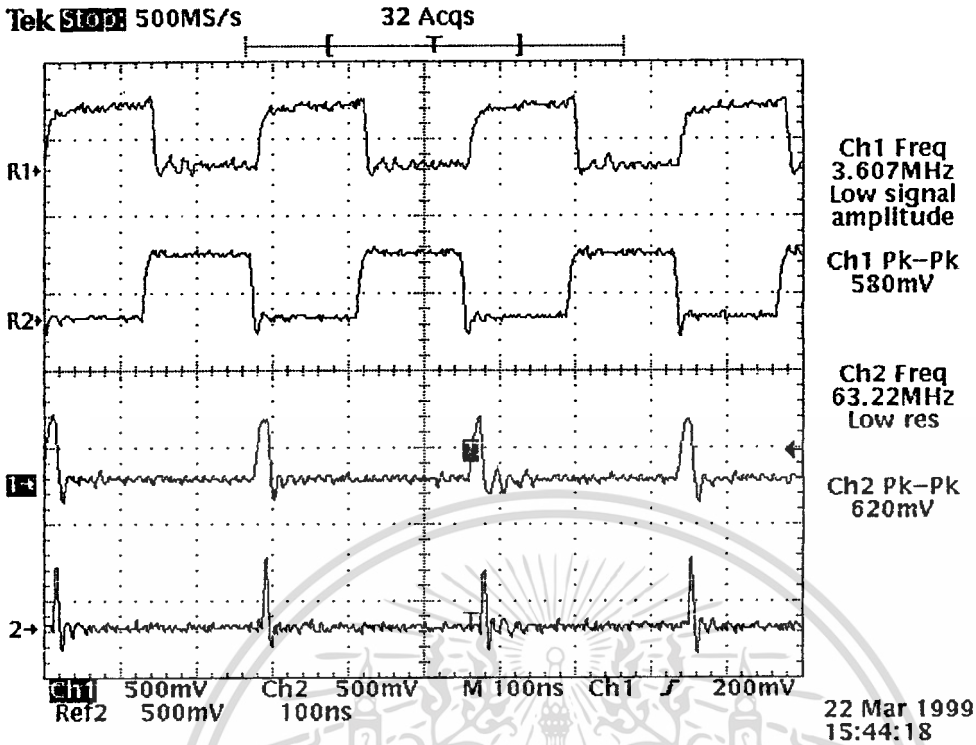


รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณด้านส่ง (R1) สัญญาณด้านรับ (R2) ที่ระยะ 10 เมตร พัลส์ความต่างเฟส (CH1) และพัลส์ความต่างเฟส ที่แอนกับคล็อกความถี่ 80 เมกะเฮิร์ทแล้ว (CH2)



รูปที่ 4.12 แสดงสัญญาณด้านส่ง (R1) สัญญาณด้านรับ (R2) ที่ระยะ 14 เมตร พัลส์ความต่างเฟส (CH1) และพัลส์ความต่างเฟส ที่แอนกับคล็อกความถี่ 80 เมกะเฮิร์ทแล้ว (CH2)

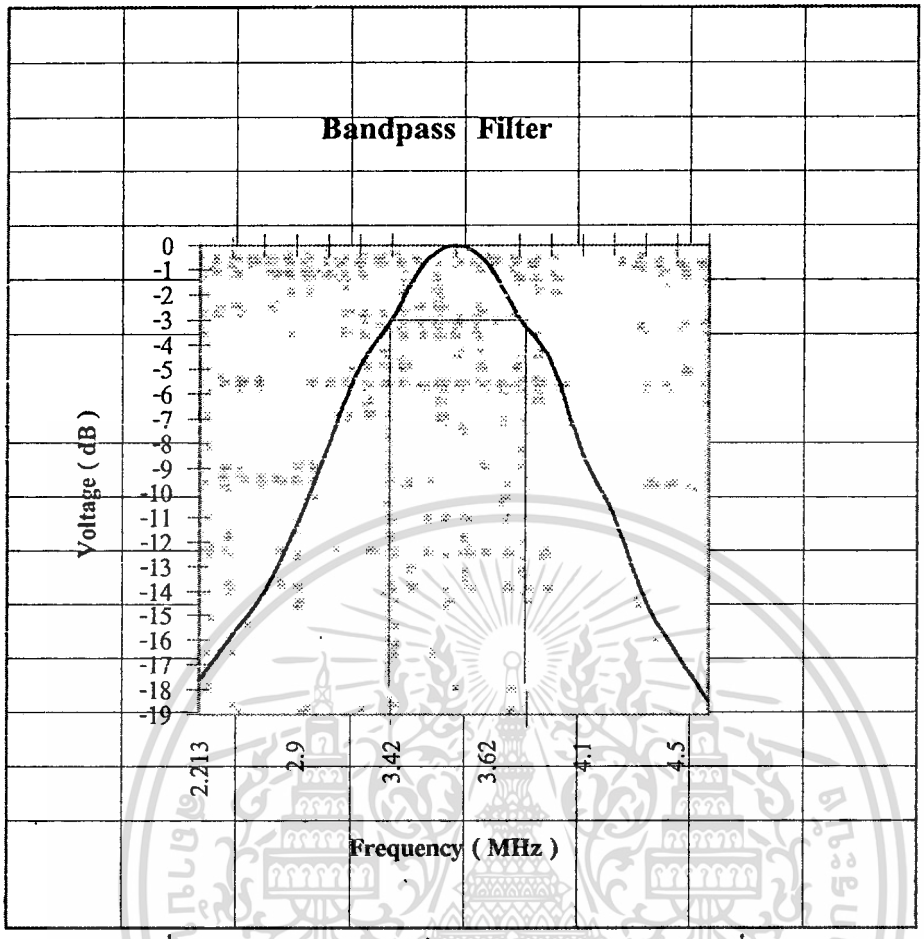
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณด้านส่ง (R1) สัญญาณด้านรับ (R2) ที่ระยะ 20 เมตร พัลส์ความต่างเฟส (CH1) และพัลส์ความต่างเฟส ที่แอนกับคล็อกความถี่ 80 เมกะเฮิร์ทแล้ว (CH2)

2.213	-17.606
2.554	-15.826
2.715	-14.086
2.9	-11.39
3.155	-8.136
3.26	-4.873
3.42	-2.981
3.515	-0.766
3.58	0
3.62	-0.786
3.715	-2.94
3.98	-4.678
4.1	-8.331
4.225	-10.888
4.34	-14.326
4.5	-16.496
4.785	-18.436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



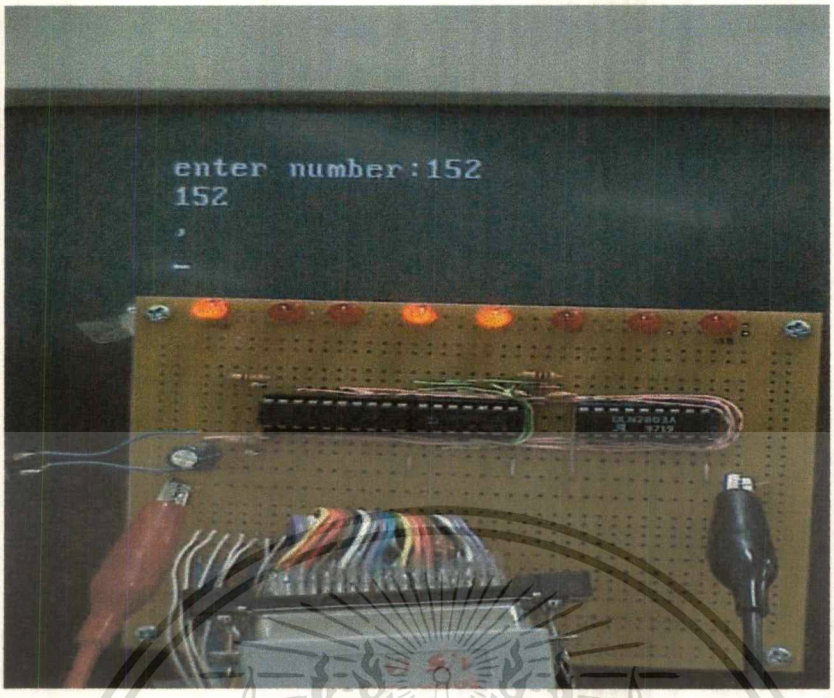
รูปที่ 4.14 แสดงเอาต์พุตของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

4.3 แสดงผลการทดลองของส่วนควบคุม

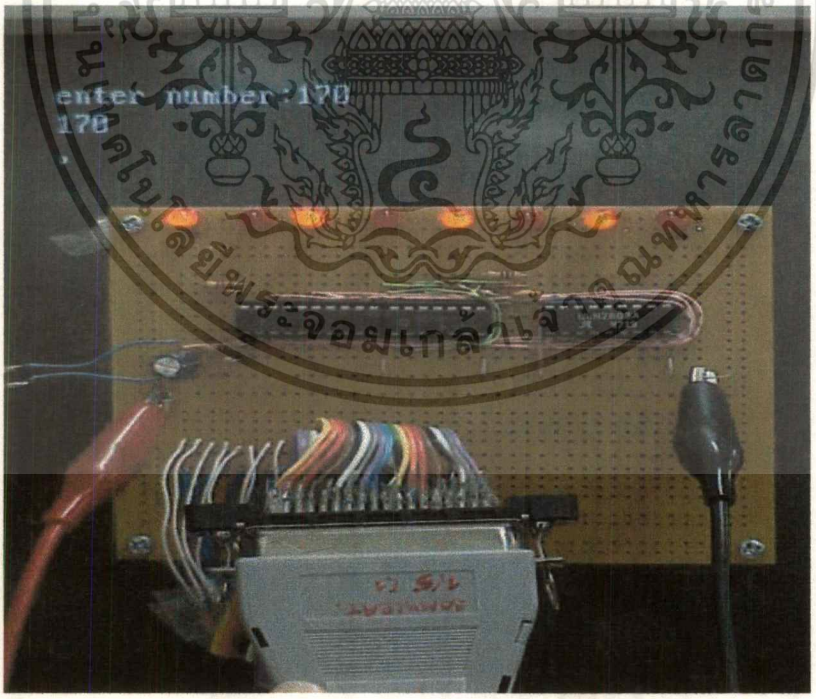
เมื่อทำการประกอบวงจรเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด เรียบร้อยแล้วทำการตรวจสอบวงจรดังกล่าวโดย เริ่มต้นที่ปิดสวิทช์คอมพิวเตอร์ก่อนจากนั้นเชื่อมต่อเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด ไปที่ปริ้นเตอร์พอร์ท (Printer Port) คือ LPT 2 จากนั้นต่ออแดปเตอร์แหล่งจ่ายไฟไปที่เซนทรอนิคส์ กรณีถ้าไม่มีสิ่งผิดพลาดในเรื่องของการประกอบวงจร จากนั้นให้เปิดสวิทช์คอมพิวเตอร์แล้วสังเกตว่ามีสิ่งผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ โดยปกติแล้วถ้าทุกอย่างปกติ LED ทุกตัวที่แสดงผลจะยังดับอยู่ และเมื่อป้อนข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปเป็น 1 แล้ว จะเห็นว่า LED ในตำแหน่งที่ 1 จะสว่างขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการสวิทช์การทำงานเกิดขึ้น ซึ่งในที่นี้จะเป็นการสวิทช์ให้เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง ทำงาน

ในการทำงานของวงจรควบคุมสามารถที่จะควบคุมวงจรอิเล็คทรอนิคส์ ได้ทั้งหมด 8 วงจร และสามาถควบคุมได้หลายรูปแบบเป็น 256 วิธี แต่ในที่นี้จะใช้การควบคุม เพียงวิธีเดียว คือ การเซตค่าให้รีเลย์มีการสวิทช์ เมื่อป้อนค่าตัวเลขเป็น 1ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 แสดงเอาต์พุตของส่วนควบคุม ซึ่งทำการสวิทช์การควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ด้วยเซนทรอนิคส์



รูปที่ 4.16 แสดงเอาท์พุทของส่วนควบคุมซึ่งทำการสวิทช์การควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ ด้วยเซนทรอนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

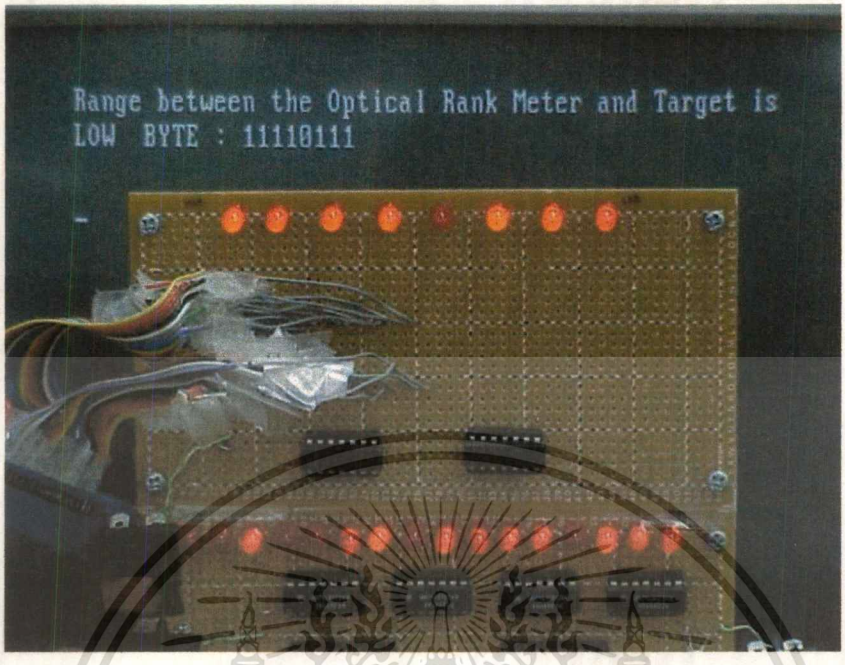
4.4 แสดงผลการทดลองของส่วนประมวลผลและแสดงผล

เมื่อทำการนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาในพัลส์ความต่างเฟส ซึ่งใช้วงจรนับขนาด 16 บิท จะเห็นได้ว่าจำนวนสัญญาณนาฬิกา หรือ ข้อมูลนี้จะเข้ามายังคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าสู่ส่วนประมวลผลเพื่อแสดงค่าระยะทางที่วัดได้ โดยจะอาศัยจำนวนสัญญาณนาฬิกาในพัลส์ความต่างเฟสเป็นหลักในการประมวลผล

ในการทดลองนี้จะทำการรับค่าสัญญาณนาฬิกาจากเจนเนอร์เรเตอร์ก่อน ทำการนับสัญญาณนาฬิกานี้ เมื่อทำการรับค่าข้อมูลนี้เข้าสู่ส่วนประมวลผล แล้ว คอมพิวเตอร์จะแสดงจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่นับได้ แต่เนื่องจากขีดจำกัดของขาสัญญาณข้อมูล (DATA BUS)ในเซนทรอนิคส์ มีเพียง 8 บิท เท่านั้นจึงทำการแลตช์ข้อมูลที่ละไบต์ก่อน โดยจะทำการเก็บค่าข้อมูลนี้ไว้ในวงจรหน่วยความจำเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในเครื่องวัดก่อน แล้วทำการรับค่าข้อมูลไบต์ต่ำ (low byte) เข้ามาก่อน หลังจากนั้นจึงทำการรับค่าไบต์สูง (high byte) เข้ามาแล้วทำการประมวลผลเป็นค่าที่วงจรนับสามารถนับได้

แต่เนื่องจากว่าภายในพัลส์ความต่างเฟสจะมีสัญญาณนาฬิกามากสุด มีค่าเพียง 11 ลูกเท่านั้น โดยจะสามารถวัดระยะทางได้ประมาณ 21 เมตร จึงสามารถใช้วงจรนับเพียง 4 บิทเท่านั้นก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงเอาต์พุตของส่วนประมวลผลและแสดงผลในตำแหน่งไบต์ต่ำสุด

รูปที่ 4.18 แสดงเอาต์พุตของส่วนประมวลผลและแสดงผลในตำแหน่งไบต์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

โครงงานนี้เป็นการศึกษาการวัดระยะทางด้วยแสง ซึ่งขอบเขตของโครงงานนี้มี 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของภาคส่ง , ส่วนของภาครับ และส่วนควบคุมและประมวลผล ซึ่งได้มีการออกแบบวงจรภาคต่างๆ ตามทฤษฎี โดยอาศัยวงจรพื้นฐานบางวงจรจากคู่มือการใช้งานไอซี และในบางวงจรได้ทำการออกแบบเอง แล้วจึงนำมาประกอบกันเป็นวงจรในแต่ละภาค

เนื่องจากแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เดินทางด้วยความเร็วสูงมาก ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละส่วน จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถใช้กับความถี่สูงได้ เพื่อให้สามารถตอบสนองกับความเร็วของแสงได้ ซึ่งอุปกรณ์บางชนิดหาค่อนข้างยากและมีราคาแพง ซึ่งในวงจรแต่ละภาคอาจมีปัญหาบ้าง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

5.1 วงจรส่งสัญญาณ

เครื่องวัดระยะทางด้วยแสง จำเป็นต้องอาศัยแหล่งกำเนิดแสงที่มีความเร็วสูง และเป็นแหล่งกำเนิดที่มีความแน่นอนสูงไม่แผ่กระจายเป็นมุมกว้าง เมื่อส่งไปในระยะทางไกลๆ ดังนั้นแสงที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้งานมากที่สุด คือ แสงเลเซอร์ นอกจากนี้การจ่ายกระแสให้ตัวเลเซอร์ไดโอด จะต้องควบคุมด้วยวงจรออปแอมป์ เพื่อให้ได้ขนาดของกระแสตามที่ต้องการและมีค่าคงที่มากที่สุด จึงต้องใส่ตัวซีเนอร์ไดโอด เพื่อควบคุมขนาดของแหล่งจ่ายให้มีค่าคงที่

5.2 วงจรรับสัญญาณ

วงจรรับสัญญาณจะต้องมีตัวรับทำหน้าที่ ดีเทคสัญญาณแสงเลเซอร์ที่รับเข้ามา ให้กลายเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้า และจะต้องมีวงจรขยายแบบทรานส์อิมพีแดนซ์ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณกระแสให้เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า เนื่องจากความถี่ที่ใช้เป็นความถี่สูง ดังนั้นในการรับจะมีสัญญาณรบกวน ดังนั้นการเชื่อมต่อแต่ละจุดต้องทำด้วยความระมัดระวัง

5.3 วงจรออสซิลเลเตอร์

เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์แบบคอลฟิทออสซิลเลเตอร์ที่ใช้คริสตอลเป็นตัวผลิตและควบคุมความถี่ในวงจร ซึ่งเนื่องจากแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก ดังนั้นจึงต้องกำเนิดสัญญาณที่มีความถี่สูงและต้องปรับค่าความถี่ให้มีค่าคงที่มากที่สุด

5.4 วงจรกรองช่วงความถี่ผ่าน

เนื่องจากความถี่ที่ใช้ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงหาอุปกรณ์แบบแอกทีฟที่นำมาใช้งานได้ยาก ดังนั้นวงจรกรองความถี่ผ่านนี้จึงใช้แบบพาสซีฟ โดยการใช้แบบ แอลซี (LC) ซึ่งต้องพยายามหาค่าLและC เพื่อให้ได้ความถี่ที่ใกล้เคียงกับความถี่ที่ต้องการมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 วงจรกรองช่วงความถี่ผ่าน

เนื่องจากความถี่ที่ใช้ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงหาอุปกรณ์แบบแอกทีฟที่นำมาใช้งานได้ยาก ดังนั้นวงจรกรองความถี่ผ่านนี้จึงใช้แบบพาสซีฟ โดยการใช้แบบ แอลซี (LC) ซึ่งต้องพยายามหาค่าLและC เพื่อให้ได้ความถี่ที่ใกล้เคียงกับความถี่ที่ต้องการมากที่สุด

5.5 วงจรซีโรครอสซิ่ง

จะทำการเปลี่ยนสัญญาณซายน์ให้เป็นสัญญาณสแควร์ ซึ่งปัญหาของวงจรนี้ คือ ตัวไอซี LM360 ที่ใช้เมื่อได้รับค่า อินพุตโวลท์สูงถึงค่าหนึ่ง จะสร้างสัญญาณสแควร์ออกมาเอง ซึ่งต้องทำการยกระดับสัญญาณอินพุตข้างหนึ่ง ให้สูงกว่ากราวด์เล็กน้อยแต่ต้องไม่มากกว่าระดับของสัญญาณอินพุทอีกข้างหนึ่ง มิฉะนั้นเอาต์พุตจะไม่สามารถออกมาได้ นอกจากนี้เนื่องจากความถี่ที่ใช้ค่อนข้างสูง ดังนั้นเอาต์พุตที่ได้จะเพี้ยนไปเล็กน้อย

5.6 วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ

เนื่องจากสัญญาณที่รับเข้ามาได้ไม่คงที่ จึงทำให้ขนาดของสัญญาณที่รับได้ในแต่ละครั้งมีค่ามากน้อยไม่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้เครื่องวัดมีประสิทธิภาพลดลง จึงต้องมีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติเพื่อให้เอาต์พุตมีค่าคงที่

5.7 วงจรขยายสัญญาณความถี่สูง

เนื่องจากสัญญาณเอาต์พุตในบางวงจรมีขนาดของสัญญาณต่ำ เช่น สัญญาณที่รับได้บางครั้งจะต่ำจึงต้องมีวงจรขยายเพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้แรงขึ้น เนื่องจากความถี่ที่ใช้ค่อนข้างสูงจึงต้องใช้อุปกรณ์ที่ใช้กับความถี่สูงด้วย

5.8 วงจรเปรียบเทียบเฟส

ทำหน้าที่เปรียบเทียบเฟสของสัญญาณภายในเครื่องวัดกับสัญญาณที่เครื่องรับรับเข้ามา เพื่อหาความต่างเฟสซึ่งสัญญาณที่รับได้ บางครั้งจะมีสัญญาณรบกวน จะทำให้สัญญาณที่นำมาเปรียบเทียบมีรูปร่างผิดเพี้ยนไป ทำให้เอาต์พุตที่ได้ผิดเพี้ยนไปบ้าง

5.9 ส่วนควบคุม

จากเซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด ที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นนั้น สามารถที่จะสวิทช์ตัดต่อกับไฟต่ำเท่านั้น หรือถ้าหากจำเป็นต้องตัดต่อไฟสูงแล้วควรออกแบบรีเลย์ขึ้นมาอีกชุดหนึ่ง เพื่อทำหน้าที่ขับไฟสูงแล้วจึงทำการใช้เซนทรอนิคส์ รีเลย์ การ์ด ไปสั่งงานอีกทีหนึ่ง

การประยุกต์ใช้งานสามารถที่จะประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น สามารถที่จะเขียนโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์เพื่อตั้งเวลาเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ หรือเขียนโปรแกรมอ่านค่าเวลาจากฐานเวลาของคอมพิวเตอร์ แล้วเมื่อถึงเวลาที่กำหนดก็ไปตัดต่อสวิทช์ต่างๆ โดยที่ค่าเวลาอาจมีการซับซ้อนขึ้นกว่าแค่การปิด-เปิด และความถี่ของการปิด-เปิด พร้อมกันนั้นก็มี หลายช่องของการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.10 ส่วนประมวลผลและแสดงผล

ในส่วนประมวลผลและแสดงผล จะทำการรับข้อมูลได้เพียงครั้งละ 8 บิทเท่านั้นเนื่องจากขีดจำกัดของเซนทรอนิคส์ที่มีขาสัญญาณข้อมูลเพียง 8 ขา จึงต้องใช้ไอซีสวิทช์ (IC 74125) เป็นตัวควบคุมการทำงานเพื่อรับข้อมูลทีละ 8 บิทตามต้องการ ดังนั้นในบางครั้งจึงไม่สะดวกในการทำงาน เนื่องจากไอซีสวิทช์นี้ จะทำการควบคุมด้วยสวิทช์อีกทีหนึ่ง

นอกจากบางวงจรจะมีปัญหาแล้ว ในการทำการบางอย่างก็มีปัญหา ซึ่งสรุปเป็นข้อแนะนำได้ ดังนี้

1. การนำเอาสัญญาณจากด้านรับและสัญญาณภายในเครื่องวัดมาเปรียบเทียบเฟสกัน ต้องแยกกราวด์ได้ จึงต้องใช้ทรานร์ฟอเมอร์ในการแยก

2. การแปลงสัญญาณความต่างเฟสให้เป็นสัญญาณดิจิอล เพื่อให้ได้ความละเอียดและค่าที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด จึงใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่สูง ซึ่งในการต่อต้องมีระบบกราวด์ที่ดีและต้องใช้แผ่นปริ้นซ์ที่ใช้กับความถี่สูงได้ เนื่องจากจะมีสัญญาณรบกวนมาก

3. ในการส่งและรับด้วยแสงเลเซอร์และโฟโตดีเทคเตอร์ในการนำไปใช้งานจริง ๆ จะทำได้ยากมาก จะต้องรับส่งกับวัตถุที่มีผิวเรียบ และสะท้อนได้ดี และที่สำคัญก็ คือ การรับส่งจะต้องจัดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะพอดีกับในแนวรับส่ง ซึ่งหากผิดเพี้ยนไปจะไม่ได้ผลหรือได้ผลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งแนวทางหนึ่งในการแก้ไข คือ อาจใช้เลนส์มาช่วยในการรวมแสงให้เป็นจุดเดียวเพื่อการรับที่ดีขึ้น เพราะถ้ายิ่งส่งไกล ลำแสงของแสงจะกระจายมากขึ้น ซึ่งอาจถูกนอยส์รบกวนได้ง่าย ซึ่งจะได้ผลมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับการจัดตั้งอุปกรณ์ซึ่งสำคัญที่สุด

4. ขีดจำกัดของเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงคือจะวัดได้จะต้องมีจำนวนสัญญาณนาฬิกาอย่างน้อย 1 ลูก หรือระยะทางต่ำสุดที่วัดได้จะต้องมีระยะทางอย่างน้อย 1.909 เมตร และระยะทางไกลสุดวัดได้ไม่เกิน 21 เมตร และการวัดจะถูกต้องเมื่อจำนวนสัญญาณนาฬิกาเป็นจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include<dos.h>
#include<conio.h>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
void main()
{
      int i, data;
      clrscr();
      printf("Optical Rank Meter works when you enter number 1");
      printf("Enter number,please:");
      scanf("%d",&data);
      if(data==1)
            {
             outp(0x37A,0x00);
             for(i=0;i<=10;i++)
                  {
                  outp(0x378,data);
                  delay(100);
                  }
            printf("%d...Thank You",data);
            getch();
            printf("\n,\n");
            }
       else
       printf("Enter number again ,please:");
       scanf("%d",&data);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <dos.h>
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
void main()
{
      int data,i,j,b,k,a[16],s,t,u,v,
          s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7,s8,s9,
          s10,s11;
      unsigned long w;
/*    DISPLAY*/
      clrscr();
      printf("Range between the Optical Rank Meter and Target is
\n");
/*      LOW  BYTE */
      outp(0x37A,0xf0);
      for (i = 0;i <=50;i++)
      {
            inp(0x378);
            delay(10);
            data=inp(0x378);
      }
      for (j = 8 ; j<=15;j++)
      {

             a[j]=0;
      }
      while (data <=255)
      {

            j    = j-1;
            a[j] = data%2;
            b    = data/2;
            data = b     ;
            if (data ==0)break;
      }
            printf("LOW  BYTE : ");
            for (j=8;j<=15;j++)
            {
            printf("%d",a[j]);
            }
      printf ("\n\n");
      getch() ;
/*    HIGH  BYTE */
            for(i=0;i<=50;i++)
            {
            inp(0x378);
            delay(10);
            data=inp(0x378);
            }
            for (k=0;k<=7;k++)
            {
            a[k]=0;
            }
      while (data<=255)
      {
            k   =k-1;
            a[k]=data%2;
            b   =data/2;
            data=b;
            if (data==0)break;
      }
            printf("HIGH BYTE : ");
            for (k=0;k<=7;k++)
            {
            printf("%d",a[k]);
            }
            printf("\n\n");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        s          = (a[15]*1+a[14]*2+a[13]*4+a[12]*8);
        t          = s+(a[11]*16+a[10]*32+a[9]*64+a[8]*128);
        u          = t+(a[7]*256+a[6]*512+a[5]*1024+a[4]*2048);
        v          = u+(a[3]*4096+a[2]*8192);
        w          = v+(a[1]*16384+a[0]*327681);
        if(w==11)
              {
              s1 =21-(1.909*11);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s1);
              }
        if(w==10)
              {
              s2  =21-(1.909*10);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s2);
              }
        if(w==9)
              {
              s3  =21-(1.909*9);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s3);
              }
        if(w==8)
              {
              s4  =21-(1.909*8);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s4);
              }
        if(w==7)
              {
              s5  =21-(1.909*7);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s5);
              }
        if(w==6)
              {
              s6  =21-(1.909*6);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s6);
              }
        if(w==5)
              {
              s7  =21-(1.909*5);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s7);
              }
        if(w==4)
              {
              s8  =21-(1.909*4);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s8);
              }
        if(w==3)
              {
              s9  =21-(1.909*3);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s9);
              }
        if(w==2)
              {
              s10  =21-(1.909*2);
              printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s10);
              }
        if(w==1)
              {
              s11  =21-(1.909*1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",s11);
                  }
      if(w==0)
            printf("Set Optical Rank Meter again ,please ");
      else
            printf("Total Range between the Optical Rank Meter and
Target is %lu m\n",w);
      getch();
      printf("\n\n");
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Video amplifier — NE592

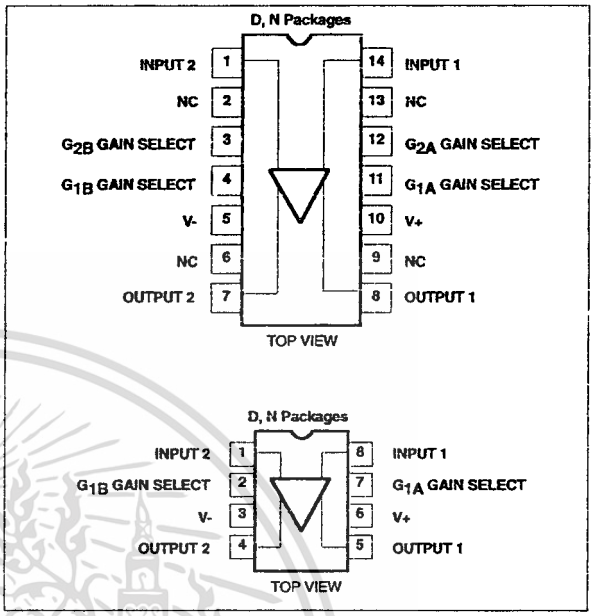
DESCRIPTION

The NE592 is a monolithic, two-stage, differential output, wideband video amplifier. It offers fixed gains of 100 and 400 without external components and adjustable gains from 400 to 0 with one external resistor. The input stage has been designed so that with the addition of a few external reactive elements between the gain select terminals, the circuit can function as a high-pass, low-pass, or band-pass filter. This feature makes the circuit ideal for use as a video or pulse amplifier in communications, magnetic memories, display, video recorder systems, and floppy disk head amplifiers. Now available in an 8-pin version with fixed gain of 400 without external components and adjustable gain from 400 to 0 with one external resistor.

FEATURES

- 120MHz unity gain bandwidth
- Adjustable gains from 0 to 400
- Adjustable pass band
- No frequency compensation required
- Wave shaping with minimal external components
- MIL-STD processing available

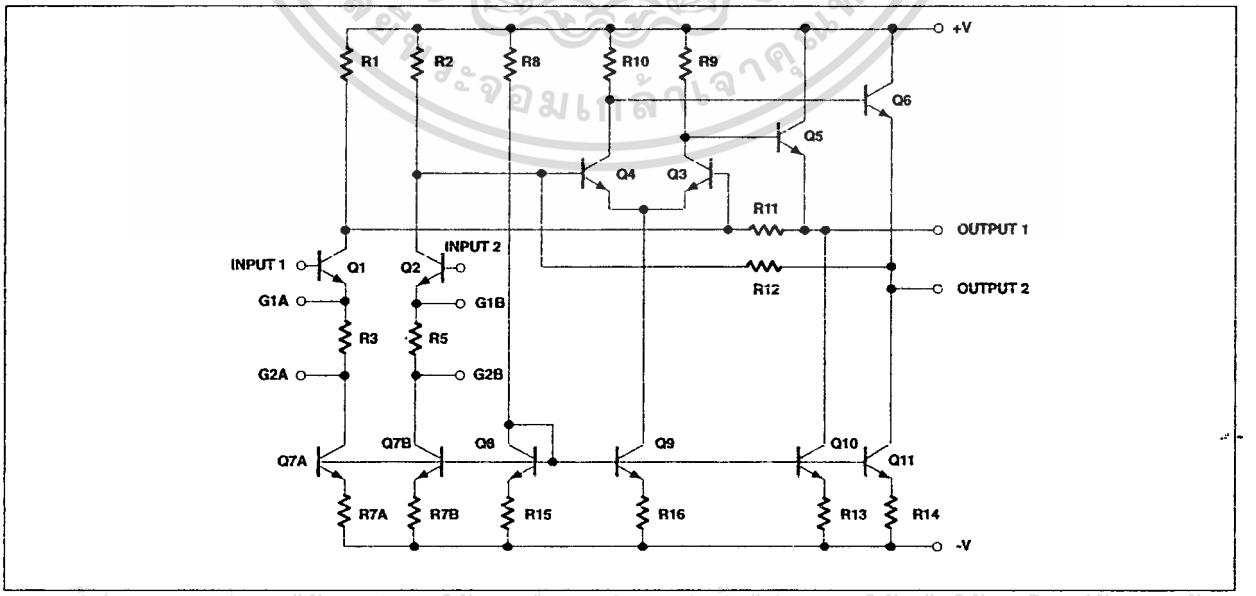
PIN CONFIGURATIONS



APPLICATIONS

- Floppy disk head amplifier
- Video amplifier
- Pulse amplifier in communications
- Magnetic memory
- Video recorder systems

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	NE592N14	0405B
14-Pin Small Outline (SO) package	0 to +70°C	NE592D14	0175D
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	NE592N8	0404B
8-Pin Small Outline (SO) package	0 to +70°C	NE592D8	0174C

NOTES:
N8, N14, D8 and D14 package parts also available in "High" gain version by adding "H" before package designation, i.e., NE592HDB

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

T_A=+25°C, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	±8	V
V_{IN}	Differential input voltage	±5	V
V_{CM}	Common-mode input voltage	±6	V
I_{OUT}	Output current	10	mA
T_A	Operating ambient temperature range	0 to +70	°C
T_{STG}	Storage temperature range	-65 to +150	°C
$P_{D\ MAX}$	Maximum power dissipation, T_A=25°C (still air)[1]		
	D-14 package	0.98	W
	D-8 package	0.79	W
	N-14 package	1.44	W
	N-8 package	1.17	W

NOTES:
1. Derate above 25°C at the following rates:
   D-14 package at 7.8mW/°C
   D-8 package at 6.3mW/°C
   N-14 package at 11.5mW/°C
   N-8 package at 9.3mW/°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A=+25°C V_{SS}=±6V, V_{CM}=0, unless otherwise specified. Recommended operating supply voltages V_S=±6.0V. All specifications apply to both standard and high gain parts unless noted differently.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	NE592			UNIT
			Min	Typ	Max	
A_{VOL}	Differential voltage gain, standard part					
	Gain 1[1]	R_L=2kΩ, V_{OUT}=3V_{P-P}	250	400	600	V/V
	Gain 2[2, 4]		80	100	120	V/V
R_{IN}	Input resistance					
	Gain 1[1]			4.0		kΩ
	Gain 2[2, 4]		10	30		kΩ
C_{IN}	Input capacitance[2]	Gain 2[4]		2.0		pF
I_{OS}	Input offset current			0.4	5.0	µA
I_{BIAS}	Input bias current			9.0	30	µA
V_{NOISE}	Input noise voltage	BW 1kHz to 10MHz		12		μV_{RMS}
V_{IN}	Input voltage range		±1.0			V
CMRR	Common-mode rejection ratio					
	Gain 2[4]	V_{CM}±1V, f<100kHz	60	86		dB
	Gain 2[4]	V_{CM}±1V, f=5MHz		60		dB
PSRR	Supply voltage rejection ratio					
	Gain 2[4]	ΔV_S=±0.5V	50	70		dB
V_{OS}	Output offset voltage					
	Gain 1	R_L=∞			1.5	V
	Gain 2[4]	R_L=∞			1.5	V
	Gain 3[3]	R_L=∞		0.35	0.75	V
V_{CM}	Output common-mode voltage	R_L=∞	2.4	2.9	3.4	V
V_{OUT}	Output voltage swing differential	R_L=2kΩ	3.0	4.0		V
R_{OUT}	Output resistance			20		Ω
I_{CC}	Power supply current	R_L=∞		18	24	mA

NOTES:
1. Gain select Pins G_{1A} and G_{1B} connected together.
2. Gain select Pins G_{2A} and G_{2B} connected together.
3. All gain select pins open.
4. Applies to 14-pin version only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

DC Electrical Characteristics V_{SS}=±6V, V_{CM}=0, 0°C ≤T_A≤70°C, unless otherwise specified. Recommended operating supply voltages V_S=±6.0V. All specifications apply to both standard and high gain parts unless noted differently.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	NE592			UNIT
			Min	Typ	Max	
A_{VOL}	Differential voltage gain, standard part					
	Gain 1[1]	R_L=2kΩ, V_{OUT}=3V_{P-P}	250		600	V/V
	Gain 2[2, 4]		80		120	V/V
R_{IN}	Input resistance					
	Gain 2[2, 4]		8.0			kΩ
I_{OS}	Input offset current				6.0	µA
I_{BIAS}	Input bias current				40	µA
V_{IN}	Input voltage range		±1.0			V
CMRR	Common-mode rejection ratio					
	Gain 2[4]	V_{CM}±1V, f<100kHz	50			dB
PSRR	Supply voltage rejection ratio					
	Gain 2[4]	ΔV_S=±0.5V	50			dB
V_{OS}	Output offset voltage					
	Gain 1	R_L=∞			1.5	V
	Gain 2[4]				1.5	
	Gain 3[3]				1.0	
V_{OUT}	Output voltage swing differential	R_L=2kΩ	2.8			V
I_{CC}	Power supply current	R_L=∞			27	mA

NOTES:
1. Gain select Pins G_{1A} and G_{1B} connected together.
2. Gain select Pins G_{2A} and G_{2B} connected together.
3. All gain select pins open.
4. Applies to 14-pin versions only.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A=+25°C V_{SS}=±6V, V_{CM}=0, unless otherwise specified. Recommended operating supply voltages V_S=±6.0V. All specifications apply to both standard and high gain parts unless noted differently.

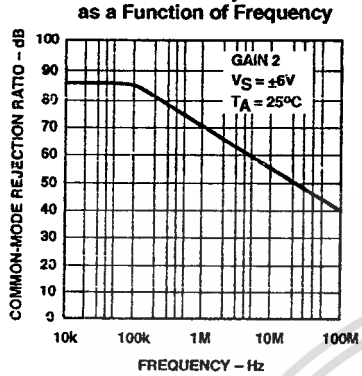
SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	NE/SA592			UNIT
			Min	Typ	Max	
BW	Bandwidth					
	Gain 1[1]			40		MHz
	Gain 2[2, 4]			90		MHz
t_R	Rise time					
	Gain 1[1]	V_{OUT}=1V_{P-P}		10.5	12	ns
	Gain 2[2, 4]			4.5		ns
t_{PD}	Propagation delay					
	Gain 1[1]	V_{OUT}=1V_{P-P}		7.5	10	ns
	Gain 2[2, 4]			6.0		ns

NOTES:
1. Gain select Pins G_{1A} and G_{1B} connected together.
2. Gain select Pins G_{2A} and G_{2B} connected together.
3. All gain select pins open.
4. Applies to 14-pin versions only.

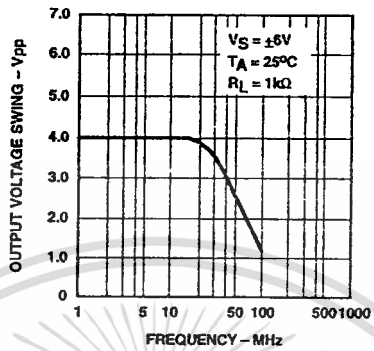
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

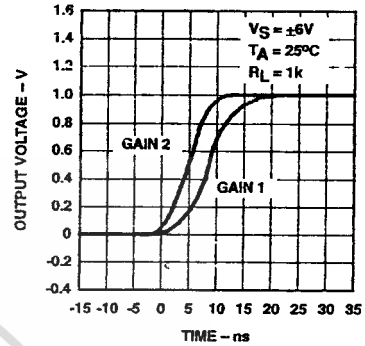
Common-Mode Rejection Ratio as a Function of Frequency



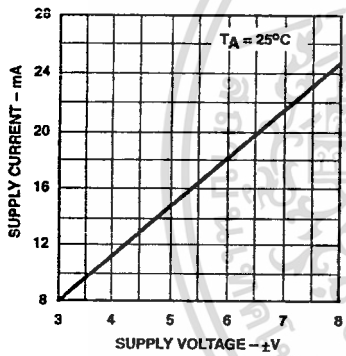
Output Voltage Swing as a Function of Frequency



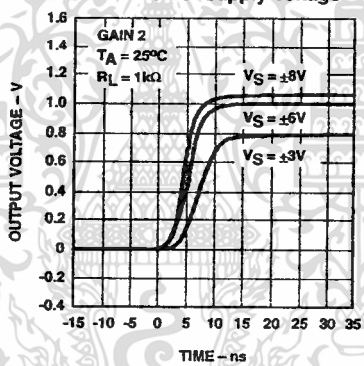
Pulse Response



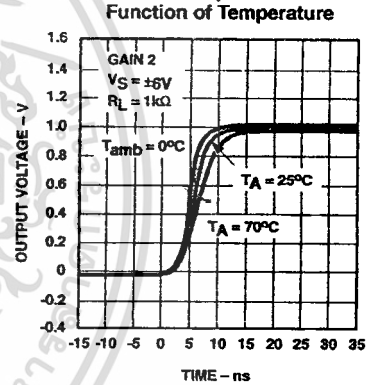
Supply Current as a Function of Temperature



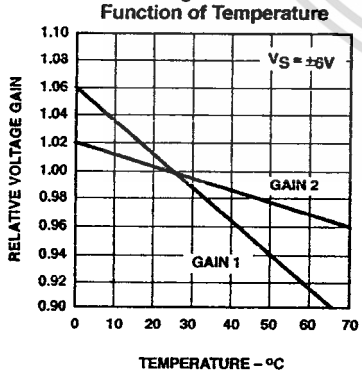
Pulse Response as a Function of Supply Voltage



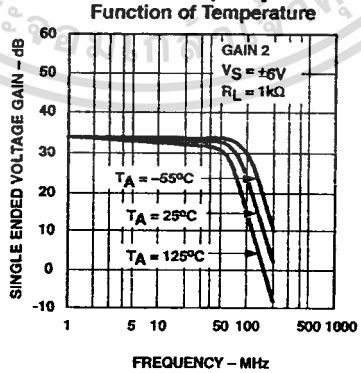
Pulse Response as a Function of Temperature



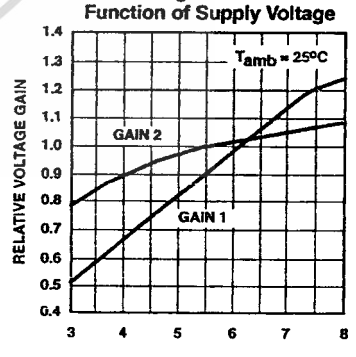
Voltage Gain as a Function of Temperature



Gain vs. Frequency as a Function of Temperature



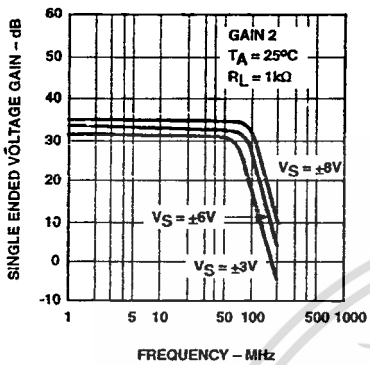
Voltage Gain as a Function of Supply Voltage



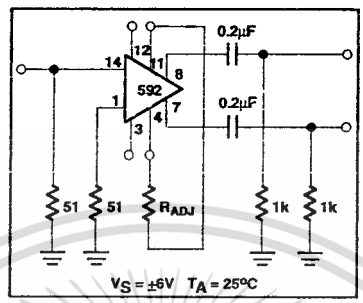
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Continued)

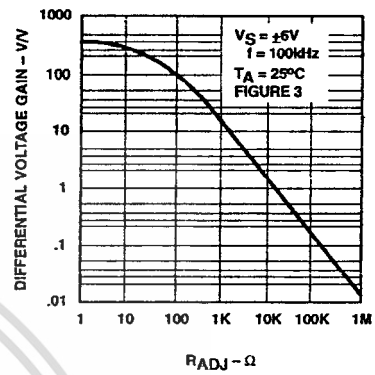
Gain vs. Frequency as a Function of Supply Voltage



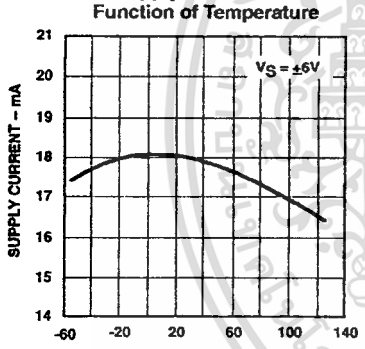
Voltage Gain Adjust Circuit



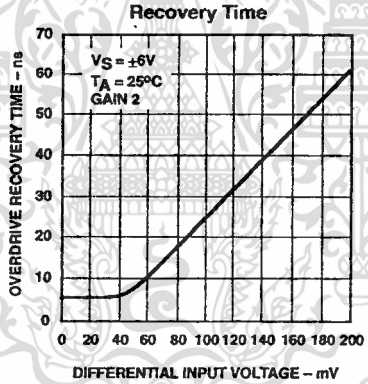
Voltage Gain as a Function of RADJ (Figure 3)



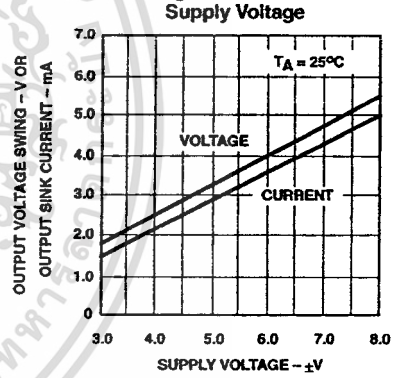
Supply Current as a Function of Temperature



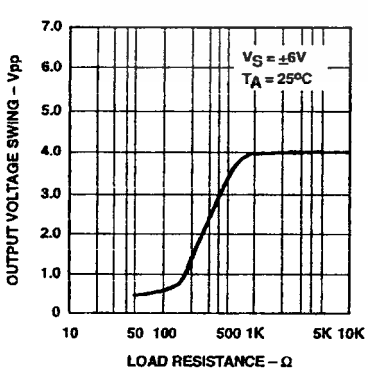
Differential Overdrive Recovery Time



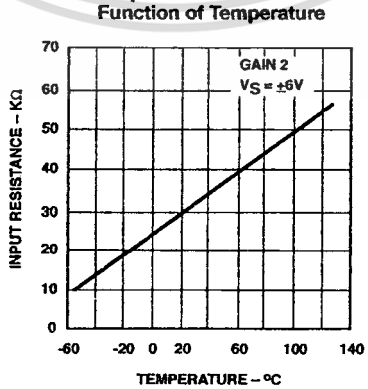
Output Voltage and Current Swing as a Function of Supply Voltage



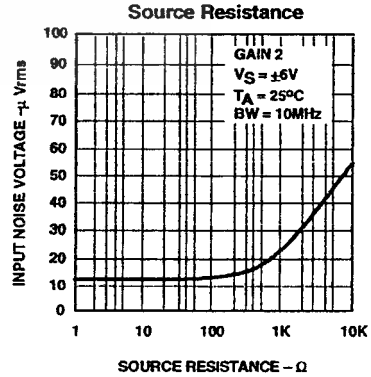
Output Voltage Swing as a Function of Load Resistance



Input Resistance as a Function of Temperature

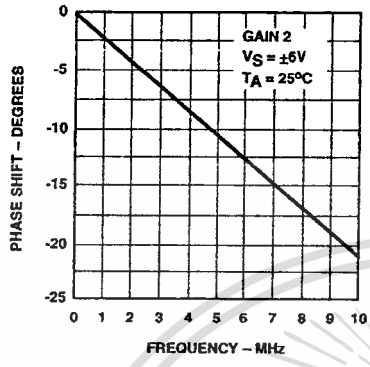


Input Noise Voltage as a Function of Source Resistance

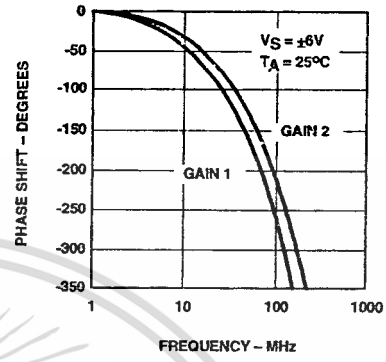


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

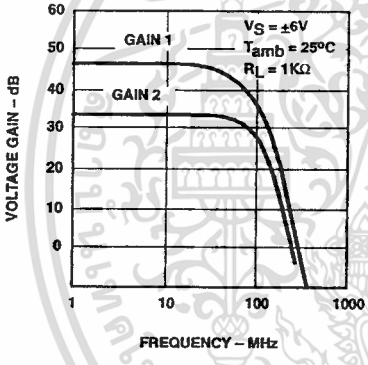
Phase Shift as a Function of Frequency



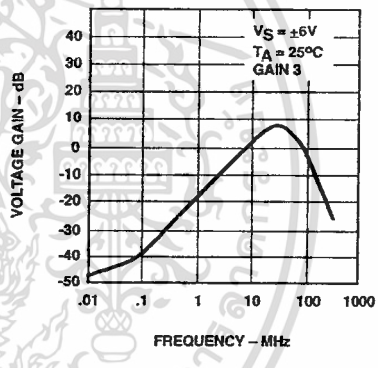
Phase Shift as a Function of Frequency



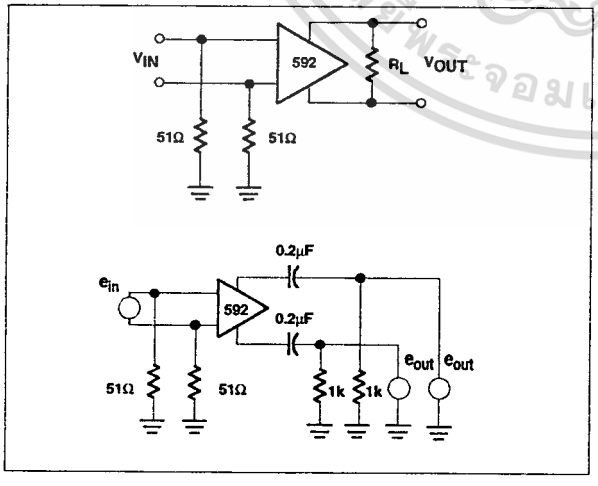
Voltage Gain as a Function of Frequency



Voltage Gain as a Function of Frequency

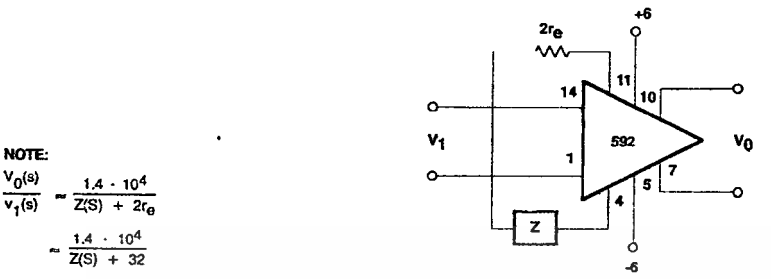


TEST CIRCUITS T_A = 25°C, unless otherwise specified.

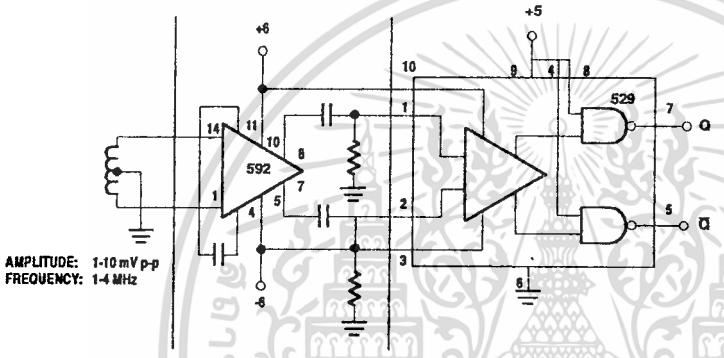


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS

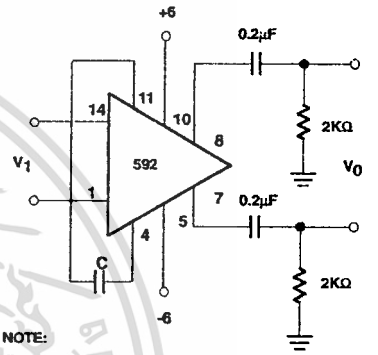


Basic Configuration



READ HEAD | DIFFERENTIATOR/AMPLIFIER | ZERO CROSSING DETECTOR

Disc/Tape Phase-Modulated Readback Systems



NOTE:
For frequency $F_1 << 1/2\pi(32)C$

$V_O \approx 1.4 \times 10^4 C \frac{dVi}{dT}$

Differentiation with High Common-Mode Noise Rejection

FILTER NETWORKS

Z NETWORK	FILTER TYPE	$V_0(s)$ TRANSFER $V_1(s)$ FUNCTION
R, L	LOW PASS	$\frac{1.4 \times 10^4}{L} \left[\frac{1}{s + R/L}\right]$
R, C	HIGH PASS	$\frac{1.4 \times 10^4}{R} \left[\frac{s}{s + 1/RC}\right]$
R, L, C	BAND PASS	$\frac{1.4 \times 10^4}{L} \left[\frac{s}{s^2 + R/Ls + 1/LC}\right]$
R, L, C	BAND REJECT	$\frac{1.4 \times 10^4}{R} \left[\frac{s^2 + 1/LC}{s^2 + 1/LC + s/RC}\right]$

NOTES:
In the networks above, the R value used is assumed to include $2r_e$, or approximately 32Ω.
$S = j\omega$
$\omega = 2\pi f$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลเหล่านี้คือ

อาจารย์สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ รวมทั้งช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติงานและอุปกรณ์ต่างๆ

และขอขอบคุณ อาจารย์ประจำภาควิชาโทรคมนาคมทุกท่าน คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้องและเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

31 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. William Fred J. Taylor. Electronic Filter Design Handbook . McGraw-Hill , Inc.

John D. Lenk . McGraw-Hill circuit encyclopedia and troubleshooting Guide . McGraw-Hill , Inc.

2. Laurence G. Cowles . transister circuit design . prentice-hall , Inc.,Englewood cliffs, Newjersey.

3. Laser receivers , John Wiley & sons , Inc.,Newyork.

4. John L . Hilburn , " Manual of Active filter Design " , McGraw - Hill , Inc. , 1973.

5. " Linear Data Manual Communication " , Signetics Corporation . Printed in U.S.A. ,1987.

6. John Markus , " Sourcebook of electronic circuits " , McGraw - Hill, Inc.

7. " Optoelectronics application manual " , McGraw - Hill book company.

8. สุชาติ กังวารจิตต์ , " หลักการทำงานเครื่องรับส่งวิทยุ และ ระบบวิทยุสื่อสาร " , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้