ปีการศึกษา 2532

เครื่องวัดแรงดันโลหิตและการแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

โดย

นาย ศิริชัย ชนบดีเฉลิมรุ่ง 29.1221

นาย สันติ วรรธนะปกรณ์ 29.1233

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. มนัส สังวรศิลป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

เรื่อง เครื่องวัดแรงดันโลหิตและแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

ผู้จัดทำ

1.นาย ศิริชัย ชนบดีเฉลิมรุ่ง 29.1221

2.นาย สันติ วรรธนะปกรณ์ 29.1233

รศ.มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

026839

สารบัญ

บทคัดย่อ		
ABSTRACT		
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบการวัดแรงดันโลหิตและทรานสดิวเซอร์	2
	2.1 ระบบหมุนเวียนโลหิต	2
	2.2 รูปคลื่นแรงดันโลหิต	4
	2.3 การวัดความดันโลหิต	5
	2.4 ทรานสดิวเซอร์แรงดัน แบบสารกึ่งตัวนำ	9
บทที่ 3	วงจรอิเลคทรอนิคส์ สำหรับประมวลสัญญาณไฟฟ้าแรงดันโลหิต	12
	3.1 ภาค ขยายสัญญาณ แบบอินสตรูเมนท์	13
	3.2 ภาค ปรับออฟเซทอัตโนมัติ	14
	3.3 ภาค พัลซ์ วิดท์มอดดูเลเตอร์	14
	3.4 ภาค ออปโต ไอโซเลตอร์ และ โลพาส ฟิลเตอร์	16
	3.5 ภาค แปลงสัญญาณ อนาลอก เป็น สัญญาณ ดิจิตอล	20
	3.6 ลักษณะการส่งแบบ ซีเรียล	21
	3.7 มาตรฐาน RS232-C	22
	3.8 วงจรแยกกราวด์	29
	3.9 โปรแกรมการทำงาน	30
บทที่ 4	ผลการทดสอบ ทรานสดิวเซอร์ และ ผลการทดลอง	33
	4.1 การทดสอบตัวทรานสดิวเซอร์	33
	4.2 การสร้างชุดไดอะแฟรมเชื่อมโยงแรงดันโลหิตกับทรานสดิวเซอร์	37
	4.3 การทดสอบการตอบสนองต่อแรงดัน	38
	4.4 การแก้ไขความไม่เป็นเส้นตรงของแรงดันเอาท์พุท	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุป 44
ภาคผนวก ก.
ภาคผนวก ข.
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดแรงดันโลหิตและแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

Blood pressure measurement display on computer

นาย ศิริชัย ชนบดีเฉลิมรุ่ง 29.1221

นาย สันติ วรรธนะปกรณ์ 29.1233

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. มนัส สังวรศิลป์

ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

เครื่องมือทางการแพทย์ ในปัจจุบันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็น สำหรับแพทย์เพื่อที่จะได้ข้อมูลถูกต้องแม่นยำ สำหรับการวิเคราะห์วินิจฉัยอาการป่วยไข้ เครื่องวัดความดันโลหิตก็เป็นเครื่องมือทางการแพทย์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการตรวจดู ความดันโลหิต และ การทำงานของหัวใจ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการสร้างเครื่องวัดความดันโลหิตแบบทางตรง โดยได้แนวการออกแบบวงจรจากวิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต ของอาจารย์ กิติพล ชิตสกุล และได้พัฒนาการแสดงผลโดยให้ออกทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแสดงในส่วนทรานสดิวเซอร์ (transducer) ซึ่งนำเอาสเตรนเกจแบบสารกึ่งตัวนำ(semiconductor strain gauge) มาใช้ในการเปลี่ยนความดันเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วนำมาแสดงผล บนจอมอนิเตอร์ (monitor) ของเครื่องคอมพิวเตอร์(computer)

ในส่วนของวงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วย วงจรทรานสดิวเซอร์ วงจรอินสตรูเมนท์แอมป์ (instrument amp.) วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล(anlog to digital) วงจรอินเตอร์เฟส(interface) วงจรปรับออฟเซท(offset)อัตโนมัติ วงจรแยกกราวด์ (isolate ground)

ในการแสดงผลจะแสดง รูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้า และ ประมวลผลหา ค่าแรงดันโลหิต สูงสุด ต่ำสุดและ ขนาดแรงดันเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blood pressure measurement display on computer

MR. SIRICHAI CHONBORDEECHALERMROONG
MR. SANTI WATTANAPAKORN
ADVISOR
ASSOCIATE PROFESSOR
MANUS SANGWORASILP

ABSTRACT

Today medical instrumentation is important and essential for medical uses in the diagnosis and treatment. One other piece of equipment which measures central arterial pressure is blood pressure measurement.

This thesis presents the design and developement of direct blood measurement from Blood pressure transducer and Monitoring by Kitiphol chitsakul.

This thesis demonstrates pressure transducer that converts mechanical energy into electrical energy then displays on computer monitor.

The instrumentation system consist of five major function blocks.

1. Transducer
2. Instrument Amp.
3. Analog to Digital (A/D)
4. Interface (serial port RS232-C)
5. Support circuit (Auto adjust offset, Isolate graound)

It demonstrates pressure signal, systole, diastole and mean blood pressure.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

โลหิตเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับคนเราเพราะโลหิตจะทำให้ อวัยวะและเนื้อเยื่อต่างๆทำงานได้ตามปกติ การที่โลหิตสามารถหล่อเลี้ยง อวัยวะและเนื้อเยื่อต่างๆได้นั้น โลหิตจะอาศัยการบีบตัวของหัวใจเพื่อให้เกิดแรงดันโลหิตส่งไปยังส่วนต่างๆได้ ดังนั้นแรงดันโลหิตจึงสามารถบอกถึงความสามารถในการหล่อเลี้ยงของโลหิตต่อร่างกายคน โดยปกติแล้วแรงดันโลหิตจะมีค่าโดยเฉลี่ยจะไม่น้อยกว่า 40 mmHg ด้วยเหตุนี้การวัดแรงดันโลหิตจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตรวจสุขภาพร่างกายของคน

การวัดแรงดันโลหิต มีด้วยกัน 3 วิธี คือ การวัดแรงดันโลหิตแบบทางตรง การวัดแรงดันโลหิตแบบทางอ้อม การวัดแรงดันโลหิตแบบสัมพันธ์

บทที่ 2 จะกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ การทำงานของหัวใจ หลักการวัดแรงดันโลหิตแบบต่างๆ และ ทรานสดิวเซอร์

บทที่ 3 เป็นการออกแบบวงจรอิเลคทรอนิกส์ สำหรับประมวลสัญญาณไฟฟ้าแรงดันโลหิต

บทที่ 4 เป็นผลการทดสอบ ทรานสดิวเซอร์ และ ผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

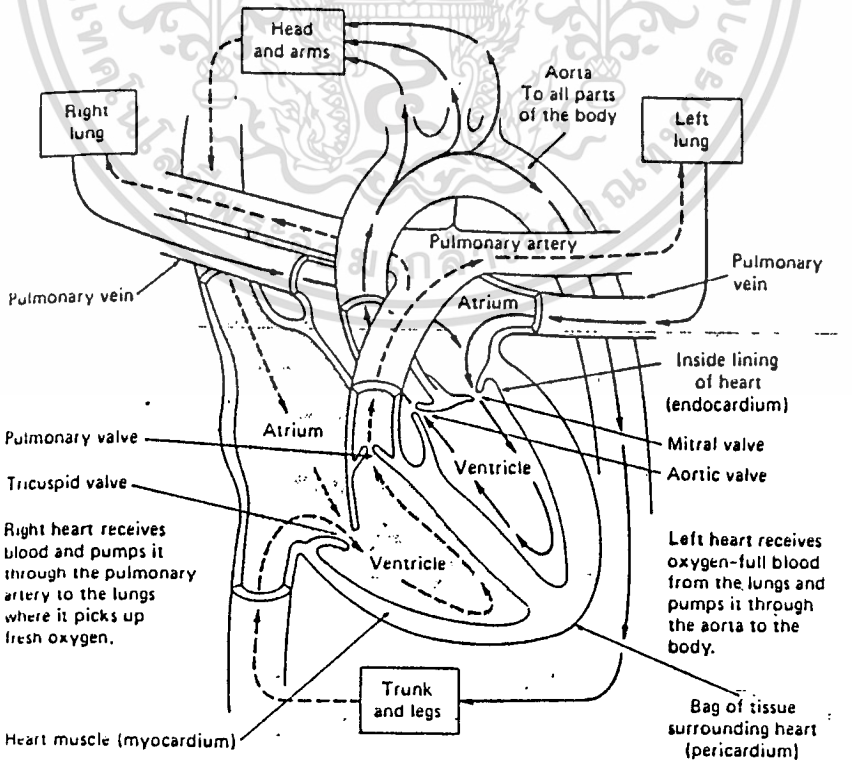
ระบบการวัดแรงดันโลหิตและทรานสดิวเซอร์

2.1 ระบบหมุนเวียนของโลหิต

2.1.1 หัวใจ

หัวใจตั้งอยู่ระหว่างปอดทั้งสองข้าง ค่อนไปทางซ้ายเล็กน้อย อยู่ภายในถุงเยื่อหุ้มหัวใจซึ่งจะมีน้ำเหลืองหล่อเลี้ยง ที่ผนังด้านนอกของหัวใจมีเส้นโลหิต ซึ่งนำโลหิตมาหล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจเรียกว่า เส้นโลหิตโคโรนารี (coronary artery)ผนังของหัวใจประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ชั้นนอกและชั้นในประกอบด้วยเนื้อเยื่อบุผิวบางๆ ส่วนเนื้อเยื่อชั้นกลางหนามากประกอบด้วยกล้ามเนื้อพิเศษที่เรียกว่ากล้ามเนื้อหัวใจ

หัวใจจะแบ่งออกเป็นห้องบน 2 ห้อง เรียกว่าเอเตรียม (atrium) ห้องล่าง2 ห้อง เรียกว่าเวนตริเคิล (ventricle)



รูป ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจึงอาจสรุปการหมุนเวียนของโลหิตผ่านหัวใจได้ดังนี้ ห้องเอเตรียมขวาจะรับโลหิตจากเส้นเวน(vein) ชื่อ ซุพีเรียเวนาคาวา(superior vena cava) ซึ่งจะนำโลหิตมาจากหัวและแขน และรับโลหิตจากเส้นเวนชื่อ อินฟิเรียเวนาคาวา(inferior venacava) ซึ่งนำโลหิตมาจากลำตัวและขาเข้าสู่หัวใจด้วย เมื่อเอเตรียมขวาบีบตัวโลหิตจะเข้าสู่เวนตริเคิลขวาโดยผ่าน ลิ้นไตรคัสปิด(tricuspid valve) จากนี้เมื่อ เวนตริเคิลขวาบีบตัวโลหิตจะผ่านลิ้นเซมิลูนาร์ (semilunar valve) ซึ่งเปิดเข้าสู่ เส้นพัลโมนารีอาร์เตอรี(pulmonary artery) เส้นโลหิตนี้นำโลหิตไปยังปอดเพื่อแลกเปลี่ยนกาซ โดยให้คาร์บอนไดออกไซด์แก่ปอดและ รับออกซิเจนจาก ปอด จากนั้นโลหิตที่มี ออกซิเจนสูงนี้จะไหลกลับสู่หัวใจทางเส้นพัลโมนารีเวน(pulmonary vein) เข้าสู่ห้องเอเตรียมซ้ายเมื่อเอเตรียมซ้ายบีบตัวซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับเอเตรียมขวาโลหิตก็จะผ่านลิ้นไมตรัล(mitral valve) หรือลิ้นไบคัสปิด(bicuspid valve)เข้าสู่ห้องเวนตริเคิลซ้าย เมื่อเวนตริเคิลซ้ายบีบตัวจะดันโลหิตให้ไหลผ่านลิ้นเซมิลูนาร์เข้าสู่เอออร์ตา(aorta) ซึ่งเป็นเส้นอาร์เตอรี(artery) ขนาดใหญ่ จากเอออร์ตาจะมีเส้นโลหิตแตกแขนงแยกไปยังส่วนต่างๆ ทั่วร่างกาย

2.1.2 เส้นโลหิต

โครงสร้างของเส้นโลหิตต่างๆ

เส้นอาร์เตอรี เป็นเส้นโลหิตที่นำโลหิตออกจากหัวใจมีขนาดต่างๆกัน ขนาดใหญ่ที่สุดคือเอออร์ตา มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว และ ขนาดเล็กสุดจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.2 มม. อาร์เตอรีจะมีผนังหนาประกอบด้วยกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่นได้ดีทำให้สามารถขยายรับแรงดันโลหิต ขณะที่หัวใจมีการบีบตัวและคลายตัวผนังอาร์เตอรีก็จะยืดหยุ่นเป็นจังหวะเดียวกับการเต้นของหัวใจด้วย จังหวะการยืดหยุ่นของอาร์เตอรีตามจังหวะการเต้นของหัวใจนี้เรียกว่า ชีพจร

เส้นเวน เป็นเส้นโลหิตที่นำโลหิตเข้าสู่หัวใจ เส้นเวนที่ต่อกับเส้นโลหิตฝอยจะมีขนาดเล็ก และมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อใกล้หัวใจ เส้นเวนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าเส้นอาร์เตอรี ผนังของเส้นเวนก็บางกว่า เนื่องจากมีกล้ามเนื้อน้อยกว่าดังนั้นรูของเส้นเวนจึงกว้างกว่ารูของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เตอรี ผนังของเส้นเวนมีความยืดหยุ่นน้อยเพราะแรงดันของโลหิตที่ไหลในเส้นเวนน้อยกว่าในเส้นอาร์เตอรีมากและแรงดันค่อนข้างจะสม่ำเสมอ ในเส้นเวนที่มีขนาดใหญ่แรงดันของเลือดจะต่ำ เนื่องจากอยู่ห่างจากแรงบีบของหัวใจมาก เส้นเวนขนาดใหญ่มี ลิ้นอยู่ภายในเป็นระยะ เช่น เส้นเวนที่บริเวณ ท้องและขา

2.1.3 แรงดันโลหิต

การบีบตัวของหัวใจทำให้เกิดแรงดันในเส้นโลหิต แรงดันนี้จะมีขนาดสูงมากในเส้นอาร์เตอรีที่อยู่ใกล้หัวใจ และจะค่อยๆลดลงเมื่อห่างจากหัวใจออกไปโดยปกติผู้ใหญ่ จะมีแรงดันโลหิตประมาณ 120/80 mmHg ตัวเลขตัวแรกหมายถึง ค่าแรงดันโลหิตสูงสุดขณะที่หัวใจบีบตัว เรียกว่าแรงดันซิสโตลิก (systolic pressure) ตัวเลขตัวหลังหมายถึงงแรงดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัว เรียกว่าแรงดันไดแอสโตลิก (diastolic pressure) ค่าแรงดันโลหิตในร่างกายของคนปกติจะเปลี่ยนแปลงได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุ เพศ รูปร่างอ้วนผอม อารมณ์และความตึงเครียด ซึ่งสามารถทำให้แรงดันโลหิตสูงขึ้นได้

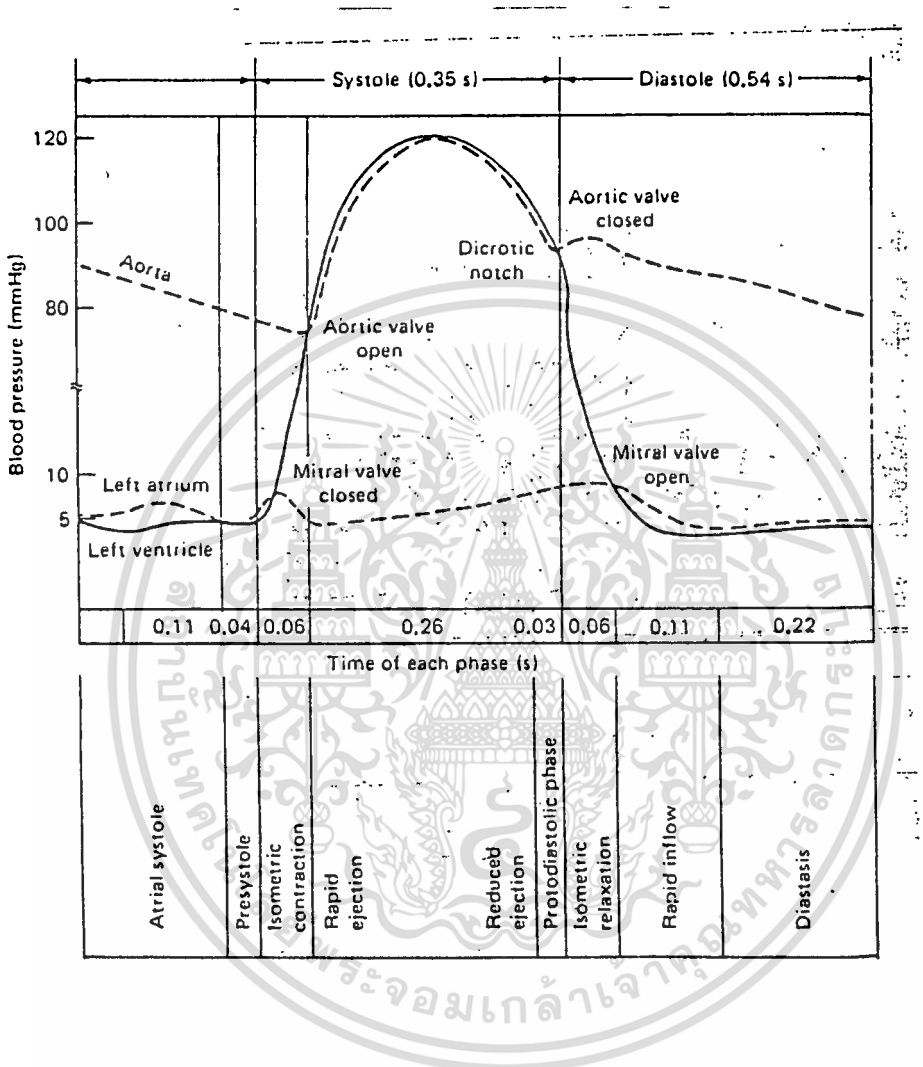
2.2 รูปคลื่นแรงดันโลหิต

การไหลของโลหิตในระบบจะมีลักษณะเป็นห้วงๆ ตามจังหวะการเต้นของหัวใจแรงดันที่ปรากฏที่เอาท์พุทของ เอออร์ตา แสดงได้ดังรูปที่ 2

ซึ่งจากรูปที่ 2 รูปคลื่นแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงแรงดันในช่วง 88 mmHg ซึ่งเป็นแรงดันต่ำสุดหรือ แรงดันไดแอสโตลิกและ 120 mmHg ซึ่งเป็นแรงดันสูงสุดหรือแรงดันซิสโตลิก และแรงดันเฉลี่ย (mean pressure) ซึ่งเป็นผลบวกของแรงดันสูงสุดกับสองเท่าของแรงดันต่ำสุดแล้วหารด้วยสามบนรูปคลื่นของแรงดันจะเห็นรอยหยักซึ่งเรียกว่า ไดโครติก นอต์ช (dicrotic notch) ซึ่งเกิดเมื่อลิ้นออร์ทริค ปิด ซึ่งเกิดเมื่อแรงดันในเอออร์ตามากกว่าแรงดันในเวนตริเคิล ซึ่งในขณะนั้น โลหิตบางส่วนในอาร์เตอรีจะสะท้อนกลับ ทำให้แรงดันในเอออร์ตาเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดทำให้ได้เป็นลักษณะของ ไดโครติก นอต์ช บนรูปคลื่น

เมื่อโลหิตไหลในระบบหมุนเวียนห่างจากหัวใจไปจะทำให้แรงดันลดลงเรื่อยๆ ดังนั้นใน

เอกสารนี้เป็น[illegible]ใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2

หลอดโลหิตดำ ลักษณะรูปคลื่นจะลดขนาดลงอย่างมาก และ ขนาดของแรงดันจะลดลงต่ำและค่อนข้างคงที่

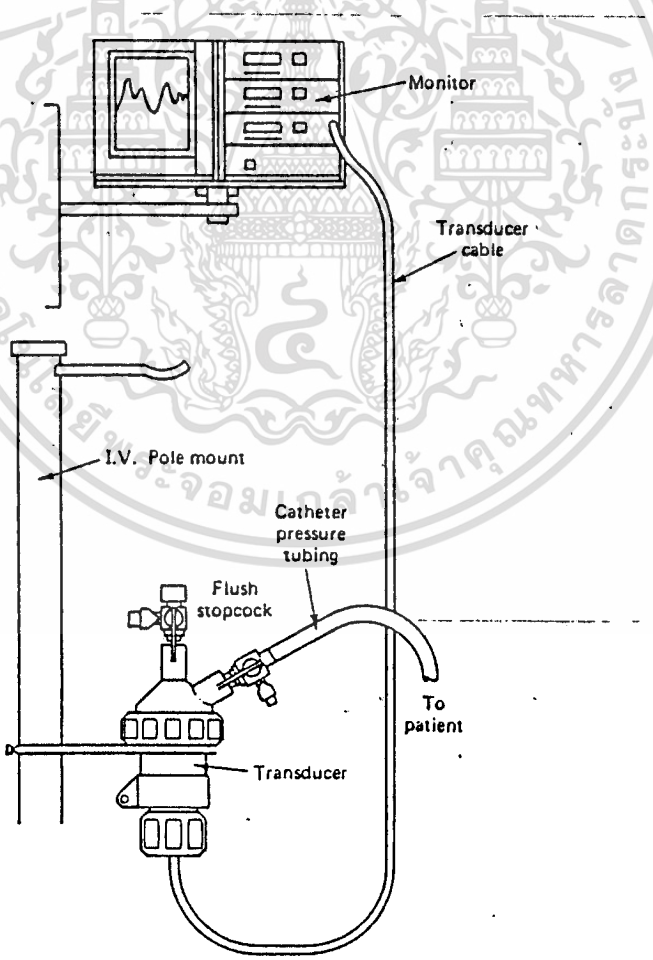
2.3 การวัดแรงดันโลหิต

การวัดแรงดันโลหิตกระทำได้ 3 แบบคือ แบบโดยตรง(direct) แบบโดยอ้อม(indirect) แบบสัมพัทธ์(relative)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การวัดแรงดันโลหิตแบบโดยตรง

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นอุปกรณ์สำหรับการวัดแรงดันโลหิตในหลอดโลหิต โดยแรงดันโลหิตจะส่งผ่านน้ำเกลือที่บรรจุเต็มในแคทีเตอร์(catheter) และ ส่งแรงดันผ่านไปยังไดอะแฟรม (diaphragm) ซึ่งเป็นแผ่นเนื้อเยื่อบางๆ แรงดันที่ส่งผ่านไดอะแฟรมจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยทรานสดิวเซอร์แรงดัน หรือนำไปเข้ามาโนมิเตอร์ที่ใช้น้ำเกลือเป็นตัวส่งผ่านแรงดัน การตอบสนองความถี่ของ วิธีนี้จะถูกจำกัดโดยตัวแคทีเตอร์ และ การที่มีฟองอากาศอยู่ภายในแคทีเตอร์ ตลอดจนคุณสมบัติของสารที่ใช้ทำไดอะแฟรมและชนิดของทรานสดิวเซอร์ที่ใช้

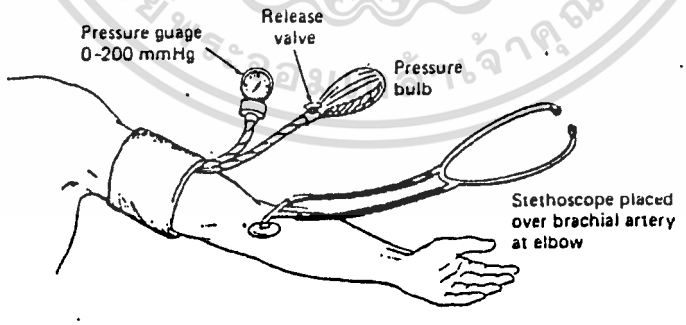


รูป ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การวัดแรงดันโลหิตทางอ้อม

ในการวัดทางอ้อมนี้จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า สฟิกโมมาโนมิเตอร์(sphygmomanometer) ดังแสดงในรูปที่ 4 สฟิกโมมาโนมิเตอร์ คัฟฟ์(sphygmomanometer cuff)จะถูกอัดอากาศเข้าไปโดยการบีบลูกยาง ซึ่งแรงดันใน คัฟฟ์จะไปกดหลอดโลหิตแดงทำให้โลหิตหยุดไหล เพราะแรงดันที่ คัฟฟ์ จะสูงกว่าแรงดันในหลอดโลหิต เมื่อค่อยๆลดแรงดันลงจนเท่ากับแรงดันสูงสุดในหลอดโลหิตจึงทำให้โลหิตเริ่มฉีดผ่านไปได้ การที่โลหิตฉีดผ่านหลอดโลหิตแดงจะทำให้เกิดเสียงของการฉีดขึ้นเรียกว่า ครอต ครอฟ (Korot Koff) ซึ่งสามารถฟังได้โดยใช้สเตทโตสโคป(stethoscope) และเมื่อทำการลดแรงดันใน คัฟฟ์ ต่อไปจนแรงดันเท่ากับแรงดันต่ำสุด เสียง ครอต ครอฟ จะหายไปและ โลหิตจะเริ่มไหลได้ตามปกติ แรงดันใน คัฟฟ์ ที่อ่านได้เมื่อเกิดเสียง ครอต ครอฟ ครั้งแรกจะใกล้เคียงกับแรงดันซิสโตล และแรงดันที่อ่านได้ขณะได้ยินเสียง ครอต ครอฟ ครั้งสุดท้ายจะใกล้เคียงกับแรงดันไดแอสโตล

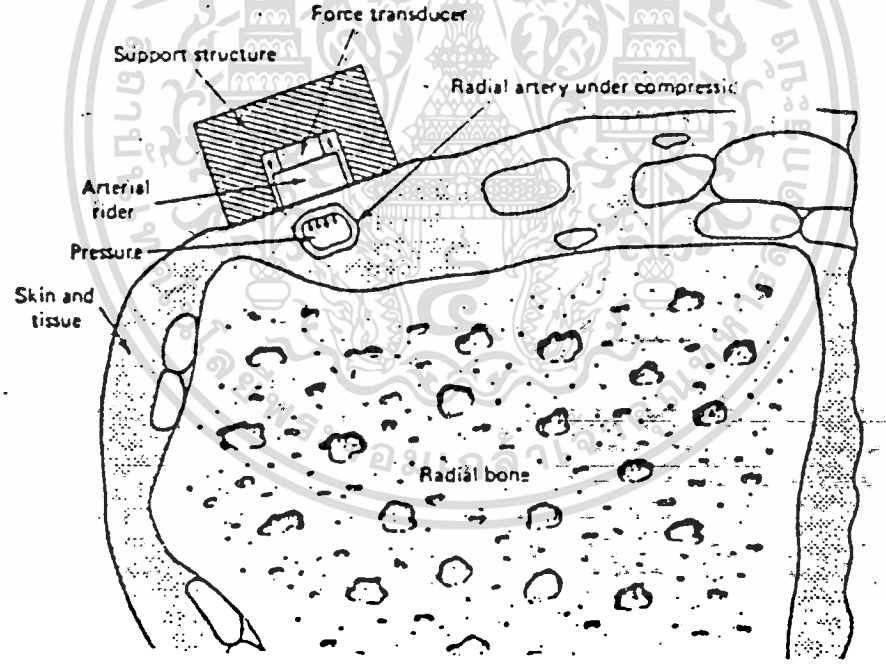


รูป ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การวัดแรงดันโลหิตแบบสัมพันธ์

หลักการของการวัดแรงดันโลหิตแบบสัมพันธ์คือ การวัดแรงดันภายนอกผิวหนังที่ส่งผ่านมาจากแรงดันโลหิตในหลอดโลหิตผ่านผนังหลอดโลหิตและผิวหนัง. เราเรียกหลักการนี้ว่า โทโนมิเตอร์ (tonometer) ดังในรูปแสดงการใช้หลักของโทโนมิเตอร์วัดแรงดันโลหิตบริเวณข้อมือ แรงดันโลหิตจะเป็นสัดส่วนกับแรงกดบน อาเตอร์ รีดเดอร์(arterial rider) หารด้วยพื้นที่หน้าตัด จากลักษณะของโทโนมิเตอร์จะเห็นว่า แรงดันที่อ่านได้จะมากกว่าแรงดันในหลอดโลหิตเสมอ ทั้งนี้เพราะจะมีแรงกดโดยผิวหนังเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นการวัดแรงดันด้วยวิธีนี้ต้องทำการดาลิเบท (calibrate) เป็นรายๆไปก่อน เพื่อให้การวัดได้ค่าที่ถูกต้อง



รูป ที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.4 ทรานสดิวเซอร์แรงดันแบบสารกึ่งตัวนำ

โดยทั่วไปจะมี 2 ชนิดคือ

1.ปรากฏการณ์ เปียโซรีซิสทีฟ (piezoresistive effect)

2.คาปาซิเตอร์ (parallel-plate capacitor)

1.ปรากฏการณ์ เปียโซรีซิสทีฟ

คือการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของวัตถุ ตามแรงกระทำต่อชิ้นวัตถุนั้นถ้า โดปสาร เจือชนิด N ลงไปน้อยๆ ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป จะเท่ากับ

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 125E\text{-}26,000(E)$$

โดย $E = \frac{\Delta L}{L}$ คือ แรงเค้น (strain)

ถ้า โดปสารเจือชนิด P ลงไปน้อยๆ ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป จะเท่ากับ

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 175 + 72,625(E)$$

โดยปกติแล้ว ค่า E จะมีค่าน้อยมากๆ ดังนั้นค่า E^2 มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับE จึงตัดทิ้งได้

จาก $R = \frac{\rho L}{A}$

โดย L เป็นความยาว, a เป็นพื้นที่, p เป็นค่าความต้านทานไฟฟ้า

ดังนั้น $$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta\rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta A}{A}$$

การเปลี่ยนค่าพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับความยาว

$$\frac{\Delta A}{A} = -2\delta\frac{\Delta L}{L}$$

I เป็น อัตราส่วน พัวซอง(poinson's ratio) และ มีค่า เท่ากับ Ø.3 สำหรับ ซิลิกอน (silicon)

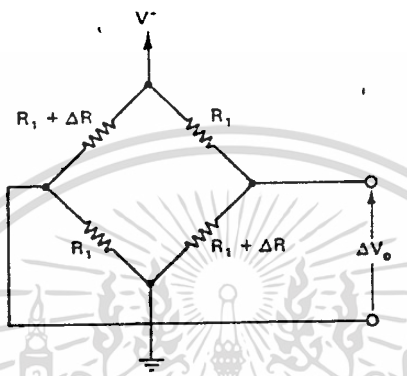
ดังนั้น $$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta\rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta\rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L(1+2\delta)}$$

$$= \frac{\Delta\rho}{\rho} + E(1+2\delta) = \frac{\Delta\rho}{\rho} + 1.6E$$

ซึ่งสำหรับค่าแรงดึง เท่ากับ 10e-6 ซม/ซม ค่าความต้านทานเปลี่ยนไป 125 ppm ใน N-type และ 175 ppm ใน P-type จะเห็นว่ามีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ ค่า สัมประสิทธิ์ทางความร้อนต่อความต้านทาน(temperature coefficient of resistance or TCR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีค่า 2600 ppm/ c ดังนั้นจึงควรจะมีการชดเชยทางอุณหภูมิการชดเชยอุณหภูมิวิธีหนึ่ง คือ การต่อตัวความต้านทานเป็น วีสโตนบริจ (wheatstone bridge)ตามรูป ที่ 6



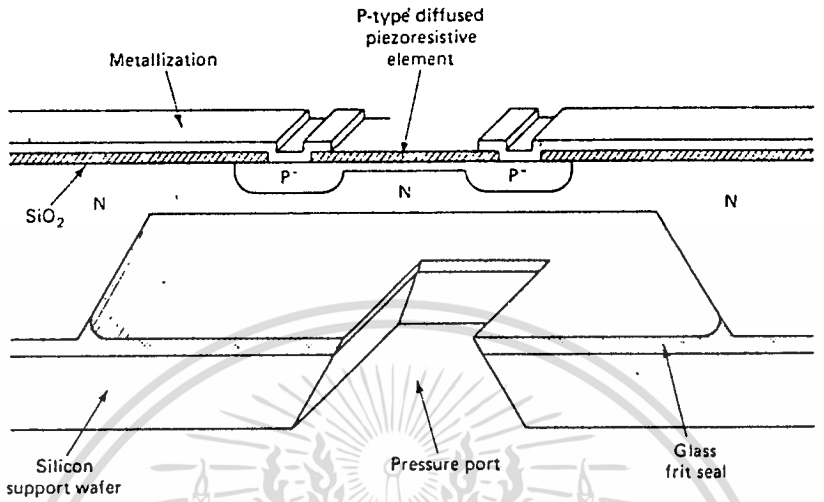
รูป ที่ 6

ซึ่งการต่อแบบนี้จะทำให้ผลรวมของ สัมประสิทธิ ทางความร้อน ต่อ ความต้านทานใกล้เคียงกัน เสมอ และ ตอนที่ไม่มีแรงดันค่า V = 0 ซึ่งเมื่อมีแรงดันจะได้

$$\Delta V_o = V^+\left(\frac{R_1+\Delta R}{2R_1+\Delta R} - \frac{R_1}{2R_1+\Delta R}\right)$$
$$= V^+\left(\frac{\Delta R}{2R_1+\Delta R}\right) \quad \because$$
$$= \frac{V^+}{2}\cdot\frac{\Delta R}{R}$$

ถ้า R/R = 175 ppm สำหรับแรงดัน 10e-6 ซม/ซม และไฟเลี้ยง V =10 v จะทำให้ได้ ค่า เอาพุต เท่ากับ 875 uv ซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้ ทรานสดิวเซอร์ความดันแบบ สารกึ่งตัวนำ เบอร์ MPX 10D ของ โมโตโรร่า(Motorola) ซึ่งเป็นแบบ P-type แผ่น เดียวไม่ได้ต่อเป็นแบบ วีสโตนบริจ ตามรูป ที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

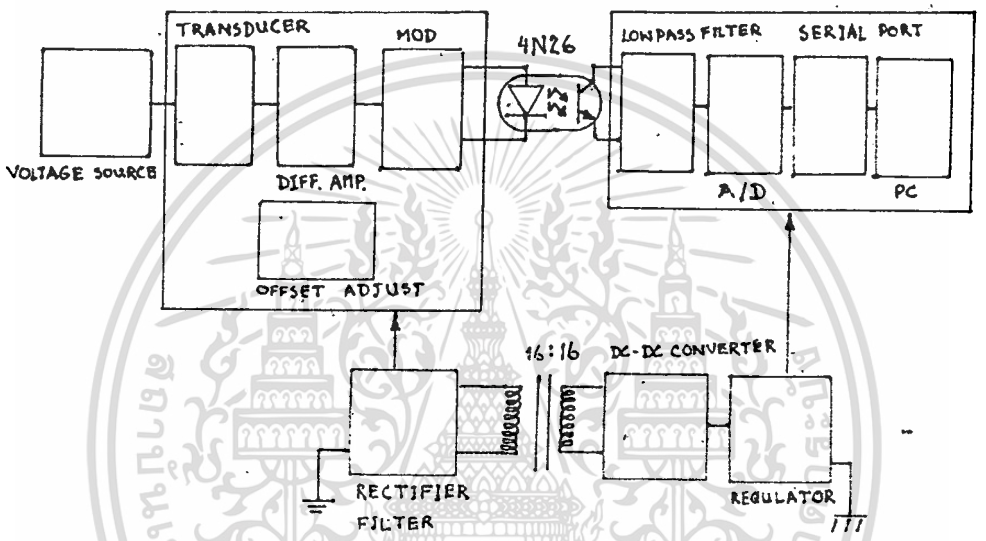


รูป ที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วงจรประมวลสัญญาณไฟฟ้าแรงดันโลหิต



รูป ที่ 8

วงจรทั้งหมดได้แสดงใน บล็อคไดอะแกรม(block daiagram) ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวถึงในภายหลังแต่ตอนนี้ จะกล่าวโดยรวมๆ เมื่อทรานสดิวเซอร์เปลี่ยนความดันมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วก็จะผ่านวงจร อินสตรูเมนท์ แอมป์ และผ่านวงจรขยาย จากนั้นจะ มอดดูเลท (modulate)สัญญาณที่ได้เพื่อผ่าน ออปโต ไอโซเลเตอร์(opto-isolator)เพื่อแยกกราวนด์ (ground) แล้วผ่านวงจร โลพาส ฟิลเตอร์ (lowpass-filter) แยกเอาสัญญาณออกมา จากนั้นก็จะ เปลี่ยน สัญญาณ อนาลอก ไปเป็นสัญญาณ ดิจิตอลเพื่อนำไป อินเตอร์เฟส กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็น มอนิเตอร์ แสดงสัญญาณของการเต้นของหัวใจ และใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ประมวลผลต่างๆ

ต่อไปจะกล่าวถึงแต่ละส่วนโดยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ภาค ขยายสัญญาณ แบบอินสตรูเมนท์

วงจรอินสตรูเมนท์แอมป์เป็นวงจรที่ใช้กันและมีประโยชน์มาก

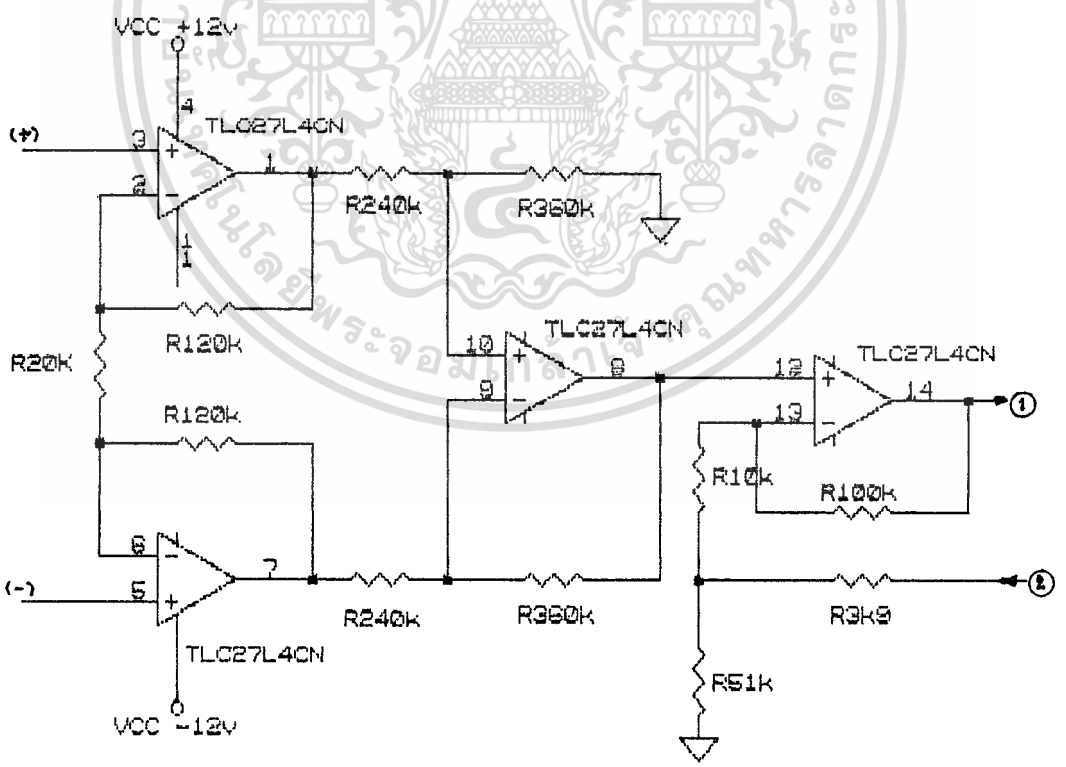
ลักษณะของวงจรชนิดนี้คือ

1.โวลเตจเกนจากผลต่างของอินพุท(E1-E2) สามารถกำหนดได้จากตัวความต้านทาน เพียงตัวเดียว

2.ค่าอินพุทรีซิสแตนท์ มีค่าสูงมากและไม่เปลี่ยนแปลงตามเกน

3.มีลักษณะเป็น ดิฟเฟอเรนเชียล แอมป์(differntial amp.)

จากรูปที่ 9 เป็นส่วนของอินสตรูเมนท์แอมป์ จะประกอบด้วย ออปแอมป์ 3 ตัวทำหน้าที่เป็นดิฟเฟอเรนเชียล แอมป์โดยมี เกน 13 เท่า ซึ่งยังไม่พอเพียง ดังนั้นเราจึงต้องต่อภาคขยายเพิ่มอีกโดยที่ เกนของภาคขยายที่สองจะมีค่า เกนประมาณ 1.5เท่า ดังนั้น เกน รวมของวงจรจะเท่ากับ 19.5 เท่า



รูป ที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค ปรับออฟเซท อัตโนมัติ

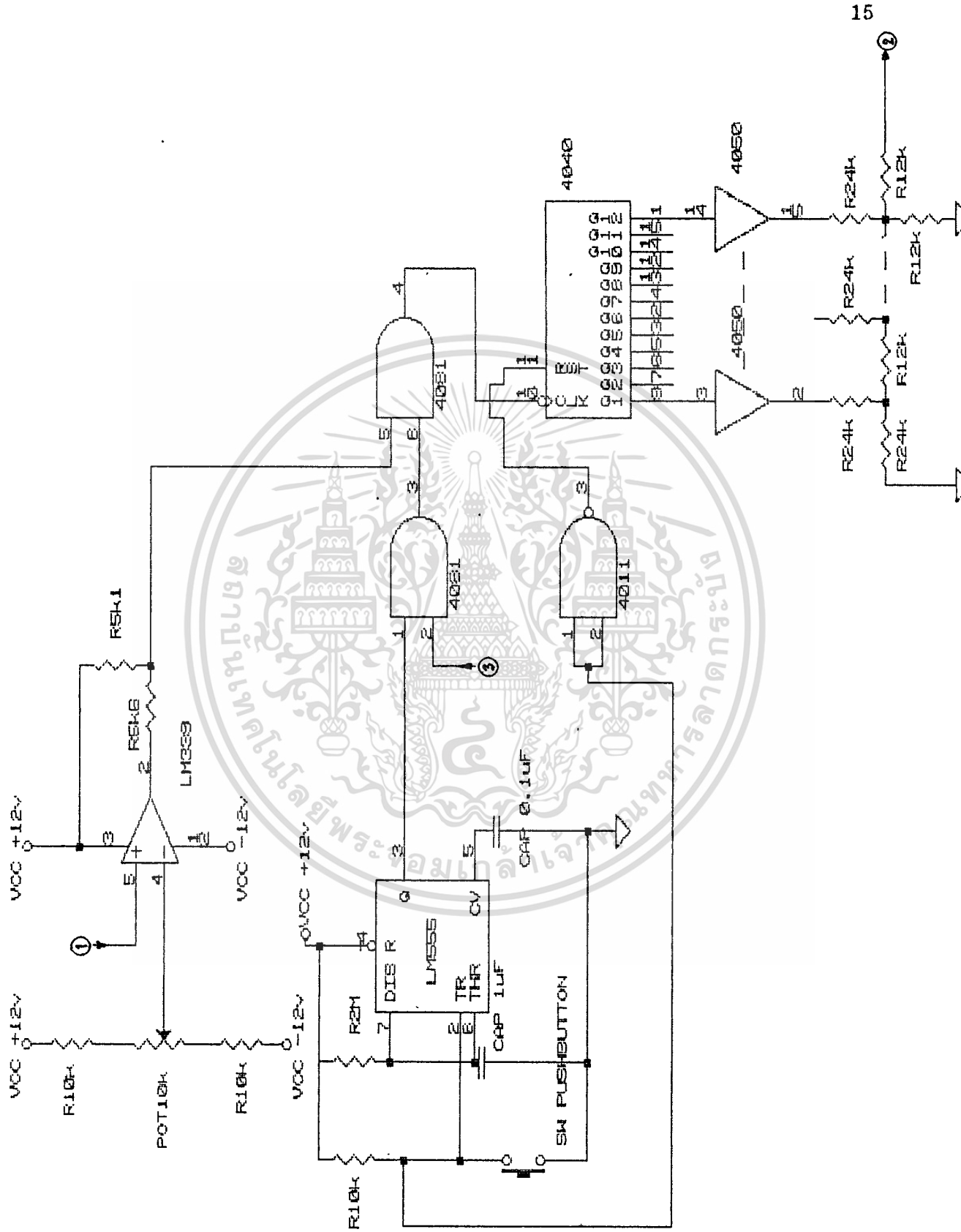
จากรูปที่ 10 เป็นส่วนวงจร ปรับออฟเซท อัตโนมัติ ซึ่งจะใช้ในการปรับแรงดันออฟเซท ให้เป็น 0 การทำงานของวงจรเป็นดังนี้

LM 555 จะต่อเป็นวงจรหน่วงเวลาแบบโมโนสเตเบิล เมื่อมีการกดสวิทช์(switch)จะได้ที่เอาท์พุท(ขา 3) จะให้แรงดันไฟฟ้าระดับเป็น 1 ตามช่วงเวลาที่ตั้งไว้ และจะทำให้ แอนด์เกท(and gate) ตัวแรกให้เอาท์พุท ออกมาตามพัลส์ (pulse) ที่ป้อนให้ที่ขา 2 ของ แอนด์เกท และเอาท์พุทของ แอนด์เกท นี้จะแอนด์(and) กับสัญญาณที่ได้จากวงจร คอมพาราเตอร์ (comparater LM339)ถ้าหากแรงดันออฟเซท มีค่ามากกว่าระดับแรงดันที่ได้มีการตั้งไว้ก่อน วงจรคอมพาราเตอร์ จะให้ เอาท์พุท ออกมาเป็น 1 ทำให้ได้สัญญาณ คล็อก(clock) ของ LM4040 สัญญาณพัลส์ของเอาท์พุท ของแอนด์ เกท จะหมดไปเมื่อสัญญาณจาก คอมพาราเตอร์ เป็น 0 ส่วนแนนด์ เกท(nand gate)จะนำเอาระดับแรงดันศูนย์ขณะกดสวิทช์ มาเปลี่ยนเป็นสัญญาณระดับแรงดันหนึ่งเข้าขา รีเซท(reset)ของ LM4040เพื่อเป็นการ เซท(set) ค่าบิท (bit) ใน4040ให้เป็นศูนย์ CMOS 4040 คือ 12STAGE BINARY COUNTER ซึ่ง เอาท์พุท ของ LM4040 จะต่อกับ บัฟเฟอร์(buffer LM 4050)ไว้ช่วยในการไดรฟ์(drive) กระแส โดยจะมี ตัวความต้านทานต่อแบบขั้นบันได(ladder) เพื่อเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอล ให้เป็นสัญญาณ อนาลอก ซึ่งสัญญาณจาก เอาท์พุทนี้จะไปเข้าขาลบของวงจรขยายภาคที่ 2

ภาค พัลซ์ วิดท์ มอดดูเลเตอร์(PWM)

จากรูป 11 เป็นวงจรที่ใช้ออป แอมป์ TL-082เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์(oscillator) ซึ่งจะสร้างสัญญาณสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม โดยวงจรอินทิเกรเตอร์(integrator)จะเปลี่ยน รูปสี่เหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยม และวงจรชมิททริกเกอร์(schmittriger) จะเปลี่ยนรูปสาม เหลี่ยมเป็นรูปสี่เหลี่ยมโดยมี เวลาคงที่(t)=0.7RC และจะนำเอาสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่ได้ไป ใช้ในวงจรที่ผ่านมา และสัญญาณสามเหลี่ยมใช้ในวงจร PWM เนื่องจากในการแยกกราวนด์ (ground)นั้นในที่นี้ใช้วิธี ออปโต ไอโซเลเตอร์(opto-isolator) ซึ่งตอบสนองต่อสัญญาณ อนาลอกได้ไม่ดี เราจึงนำสัญญาณ อนาลอกนี้ ไปเข้าวงจร PWM และเมื่อทำการ มอดดูเลชั่น

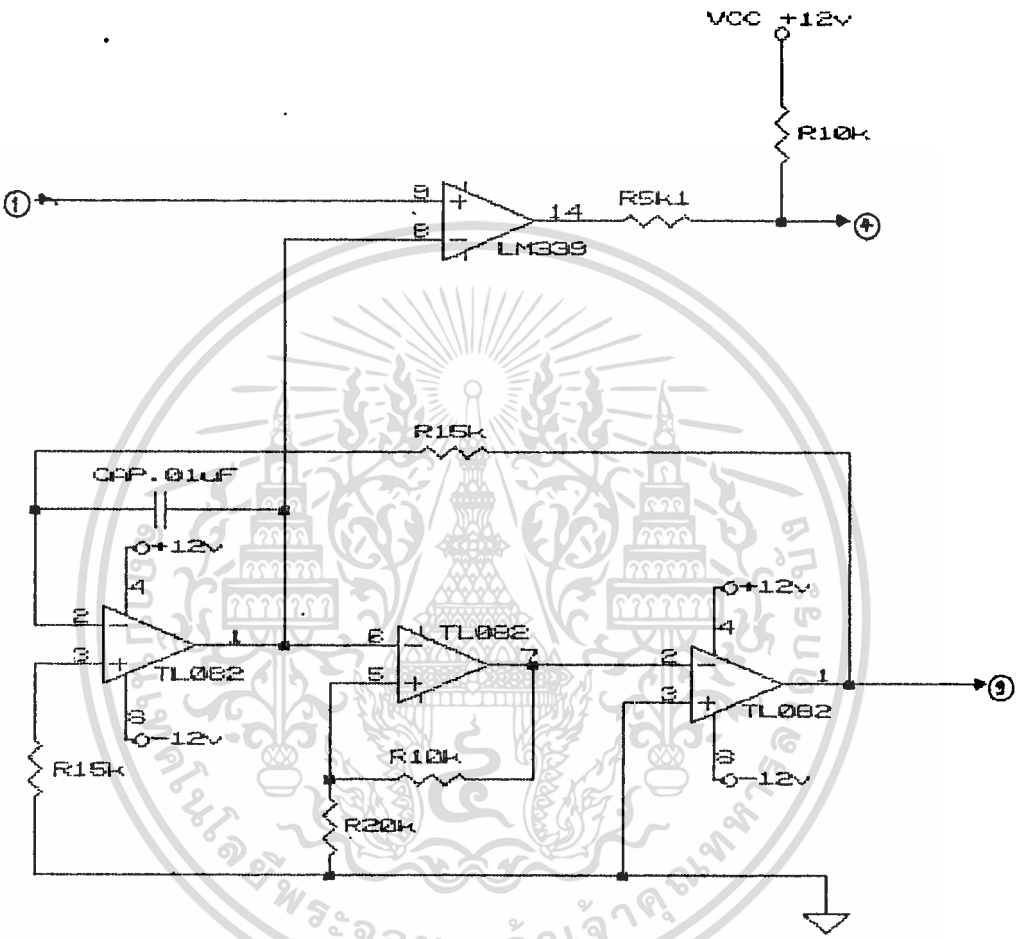
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(modulation) กับสัญญาณสามเหลี่ยมจะได้สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมซึ่ง ออปโตไอโซเลเตอร์ ตอบสนองสัญญาณได้ดีกว่า



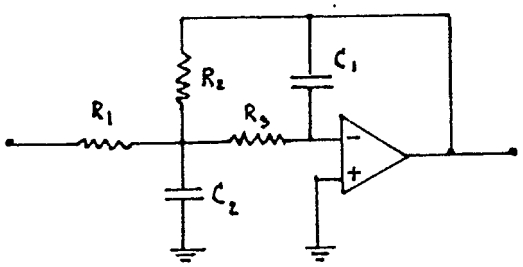
รูป ที่ 11

3.4 ภาค ออปโต ไอโซเลเตอร์ และ โลพาส ฟิลเตอร์

รูปที่ 13 เป็นส่วนของวงจรออปโต ไอโซเลเตอร์ และส่วนของวงจร โลพาส ฟิลเตอร์ เมื่อสัญญาณผ่านส่วน ออปโต ไอโซเลเตอร์ มาแล้วเราจะทำการ ดี-มอดดูเลชั่น (de-modulation)สัญญาณโดยจะใช้วงจร โลพาส ฟิลเตอร์

วงจร โลพาสเป็นวงจรแบบ โลพาส ฟิลเตอร์ แบบ ลบ(negative lowpass filter) ในการหาค่าตัวแปรต่างๆ เราจะหา ทรานสเฟอร์ ฟังก์ชั่น(tranfer function) จากรูปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ที่ 12

ทรานสเฟอร์ ฟังก์ชั่น = $\dfrac{R2/R1}{1+W_c\times C_1\times(R_2+R_3+\frac{(R_2\times R_3)}{R_1})\times P + W_c^2\times C_1\times C_2\times R_2\times R_3\times P^2}$

เมื่อเทียบกับ ทรานสเฟอร์ ฟังก์ชั่น ของสมการอันดับที่สองคือ

$$A(p) = \frac{Ao}{1+a_1\times P + b_1\times P^2}$$

จะได้ $Ao = -\dfrac{R_2}{R_1}$

$a1 = W_c\times C_1\times\left(R_2+R_3+\dfrac{R_2\times R_3}{R1}\right)$

$b1 = W_c^2\times C_1\times C_2\times R_2\times R_3$

$$R2 = \frac{a_1\times C_2\cdot\sqrt{a_1^2\times C_2^2 - 4\times C_1\times C_2\times(1-A_o)}}{4\times\pi\times f\times C_1\times C_2}$$

$$R1 = \frac{R2}{-Ao}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R3 = \frac{b1}{4\times\pi^2\times f_c^2\times C_1\times C_2\times R_2}$$

$$\frac{C2}{C1} >= \frac{4\times b_1\times(1-A_0)}{a^2}$$

$$Q = \frac{b_1^{c.5}}{a_1}$$

ซึ่งเมื่อ กำหนด ค่าความถี่คัทออฟเท่ากับ 20 Hz

เปิดตาราง critically damped filters ของโลพาส ฟิลเตอร์ อันดับที่ 2

จะได้ค่า a1 = 1.2872

b1 = 0.4142

เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ และให้ R1=R2 , C1=C2 แล้วจะได้

R1 = 240 K

R2 = 240 K

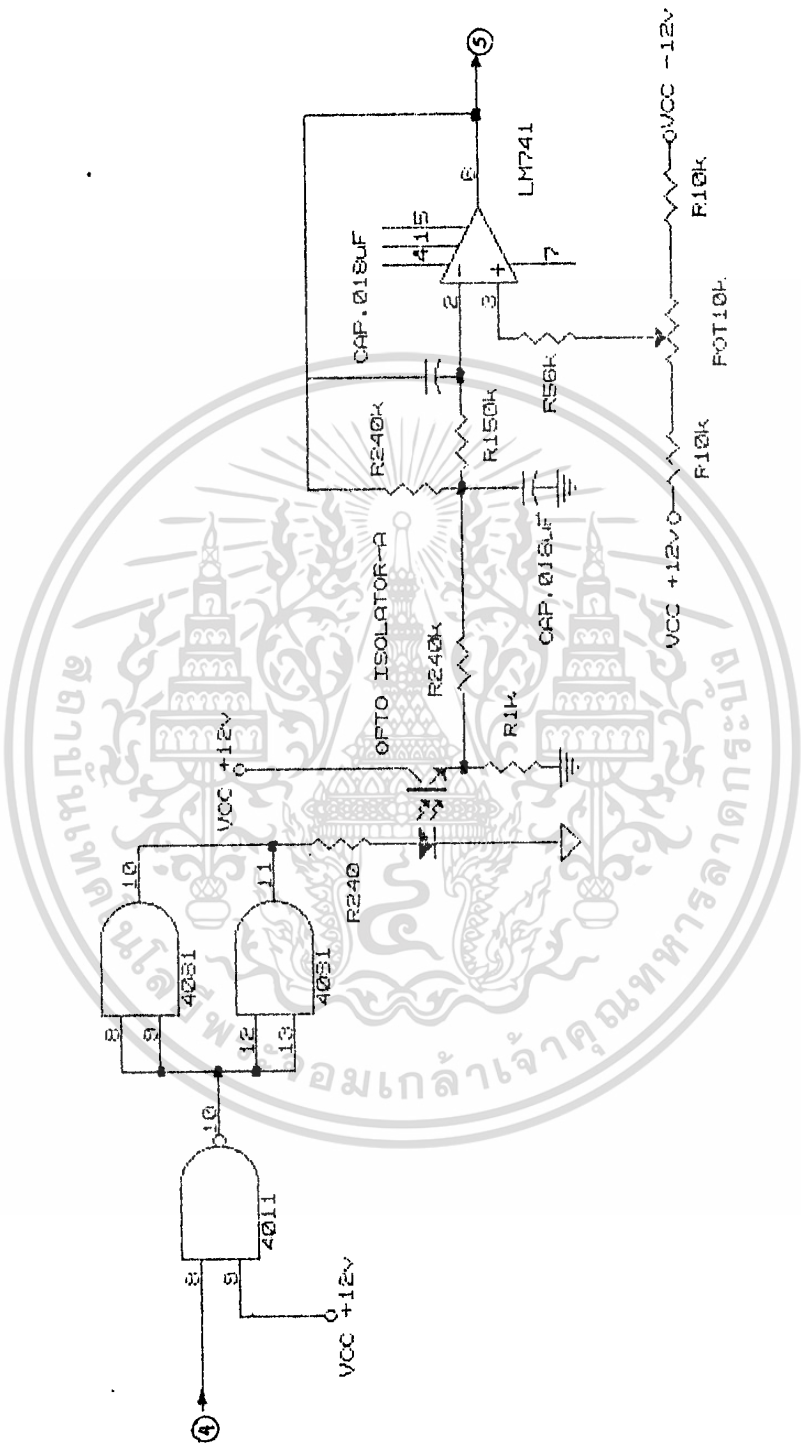
C1 = 0.018 uF

C2 = 0.018 uF

R3 = 150 K

ซึ่ง เมื่อนำไปแทนในวงจรจะได้ ดัง ในรูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

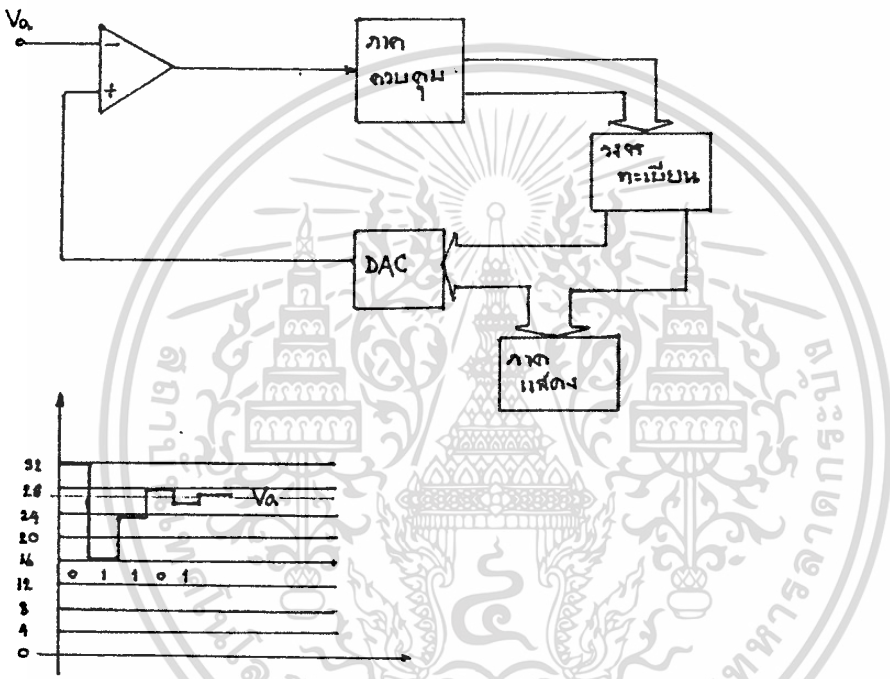


รูป ที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ภาคแปลงสัญญาณ อนาลอก เป็น สัญญาณ ดิจิตอล

สัญญาณจากโลพาส ฟิลเตอร์ จะนำมาเข้าภาคการแปลง สัญญาณ อนาลอก เป็น ดิจิตอล ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ไอซี ADC 0809 ซึ่งใช้การแปลงแบบ succesive approximation



รูป ที่ 14

หลักการทำงานคือ เมื่อมีสัญญาณอนาลอกเข้ามา MSB จะให้เป็น 1 โดยบิตอื่นเป็น 0 ก่อน ดังนั้นเป็น 1000 0000 ดังนั้นเมื่อแปลงเป็นสัญญาณอนาลอกจะเท่ากับ 128 ถ้ามากกว่าสัญญาณที่เข้ามา MSB จะเท่ากับ 0 ต่อมา วงจร รีจีสเตอร์(register)จะเลื่อนบิตต่อไปเข้ามาเป็น 0100 0000 ซึ่งเท่ากับ 64 ถ้าสัญญาณที่เข้ามามากกว่าบิตนี้จะเป็น1 ซึ่งจะกระทำไปเรื่อยๆจนมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับสัญญาณที่เข้าจนครบ 8 บิต เมื่อแปลงสัญญาณอนาลอกเป็น ดิจิตอลแล้ว ต่อไปจะนำข้อมูลนี้เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะนำเข้าทางซีเรียล พอร์ท(serial port)ซึ่งเป็นการส่งแบบ RS232-C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ลักษณะการส่งแบบ ซีเรียล ซึ่งจะมี 2 แบบ

1.การรับส่งแบบ ซิงโครนัส(sychronous)

จะเป็นการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องจนครบจำนวน ไม่มีการหยุดพักการส่ง ขึ้นกับข้อตกลงเกี่ยวกับการรับส่ง ข้อมูลที่เรียกว่า โปโตคอล (protocal)

โปโตคอล คือ ข้อตกลง หรือ กฎเกณฑ์ที่จะต้องปฏิบัติระหว่างฝ่ายรับและฝ่ายส่งในเรื่องต่อไปนี้

1.1 ขอบเขตของอักขระ

1.2 การตรวจสอบข้อผิดพลาด และการตอบสนองต่อข้อผิดพลาด

1.3 ลำดับของข้อมูลที่ส่ง

1.4 การส่งข้อมูลที่เหมือนกับอักขระควบคุม

1.5 การควบคุมการรับส่งในสาย ให้ใครควรจะส่งก่อนหรือหลังใคร

1.6 กรณีพิเศษ เช่น กรณีไม่มีข้อมูลจะส่งควรจะทำอะไร

1.7 เวลาที่ต้องรอการตอบสนองจะต้องทดลองส่งใหม่กี่ครั้ง ในกรณีที่ไม่มีการตอบสนอง

1.8 การเริ่มการติดต่อ

ลักษณะสำคัญของ โปโตคอล คือ จะต้องมีอักขระพิเศษนำหน้าก่อน การส่งซึ่งเรียกว่าซิงค์(sync) ซึ่งมีรูปแบบของพัลส์(pluse) 0 กับ 1 รูปแบบหนึ่งที่แน่นอน เพื่อให้ฝ่ายรับได้รู้ได้ว่าขอบเขตของอักขระ

2.อะซิงโครนัส(asychronus)

การส่งแบบ ข้อมูลที่ส่งออกนั้น ไม่จำเป็นจะต้องต่อเนื่อง และช่วงเวลาระหว่าง ข้อมูลไม่กำหนดแน่นอน แต่สัญญาณ ที่ส่งออกไปนั้นมีตัวบอก จุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของข้อมูลบวกเข้าไปด้วยซึ่ง เรียกว่า บิตเริ่มต้น(start bit) และบิตหยุด (stop bit) เพื่อบอกฝ่ายรับให้ทราบถึงขอบเขตของการแยกข้อมูลได้ ขณะที่สถานะของการส่งแบบว่าง(idle) คือยังไม่มีสัญญาณส่งออกมาจะมีลักษณะเป็น 1 เสมอ ตามข้อตกลงมาตราฐานของสมาคมอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์(EIA) ได้กำหนดมาตรฐาน RS232-C เกี่ยวกับสัญญาณที่ใช้ในการส่งไว้ให้เป็นที่เข้าใจและ นำไปใช้ให้เข้ากันได้ ดังนี้

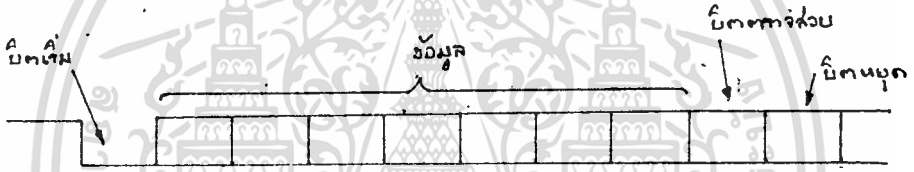
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ข้อมูลที่เป็น 1 ให้แทนด้วย -3V ถึง -15V

2.2 ข้อมูลที่เป็น 0 ให้แทนด้วย 3V ถึง 15V

2.3 บิตเริ่มต้น จะเริ่มเมื่อสัญญาณเปลี่ยนจากสูง(15V) ไปต่ำ (-15V)

2.4 บิตหยุด จะใช้บอกว่า สิ้นสุดขอบเขตของมูลแล้วมีสัญญาณแบบสูง เป็นระยะเวลา 1 หรือ 1.5 ช่วงสัญญาณนาฬิกา



รูป ที่ 15

การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับ

1.ความเร็วของการส่ง (baud rate)

2.ขนาดของข้อมูลที่จะส่ง

3.ชนิดของการตรวจสอบ (parity bit)

4.ความยาวของบิตหยุด (stop bit)

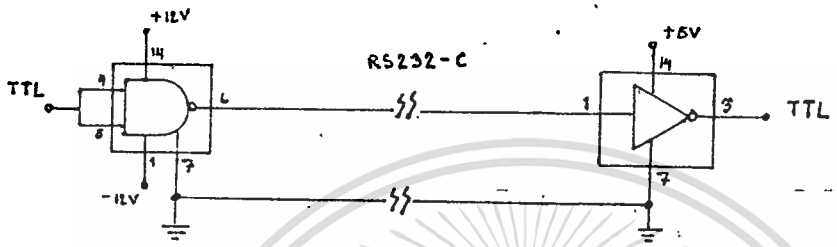
บอดเรต (baud rate) คือ อัตราการรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตใน 1 วินาที หรือ ความถี่ที่ใช้ในการ ส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กันระหว่างอุปกรณ์ที่ทำการรับส่งข้อมูล เช่น 110,150, 300,1200,2400,4800,9600 เช่น 1200 บอด หมายถึง ส่ง 1200 บิต/วินาที

3.7 มาตรฐาน RS232-C

มาตรฐาน RS232-C กำหนดขึ้นโดย สมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส(Electronic industrial association) โดยใช้ RS232-C เชื่อมต่อกับ DTE (data terminal

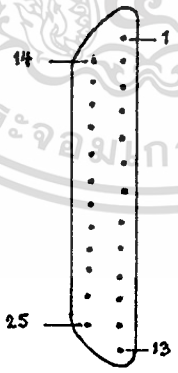
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

eqipment) เข้ากับ DCE (data communication eqipment) เช่น การต่อเทอร์มินัล (terminal) เข้ากับ โมเด็ม(modem) เป็นต้น



รูป ที่ 16

ตัวอย่างวงจรที่ใช้แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน RS232-C และ วงจรการแปลงกลับจากระดับสัญญาณในมาตรฐาน RS232-C ไปเป็นระดับสัญญาณ TTL



รูป ที่ 17

รายละเอียดของขาต่างมีดังนี้

ขา 1 Protective ground

ขา 2 Transmitted data

ขา 3 Received data

ขา 4 Request to send

ขา 5 Clear to send

ขา 6 Data set ready

ขา 7 Signal ground

ขา 8 Received line signal detector

ขา 9 Reserved for data set testing

ขา 10 Reserved for data set testing

ขา 11 Unassigned

ขา 12 Secondary received line signal detector

ขา 13 Secondary clear to send

ขา 14 Secondary transmitted data

ขา 15 Tarnsmit signal element timing (DEC Source)

ขา 16 Secondary received data

ขา 17 Receive signal element timing (

ขา 18 Unassigned

ขา 19 Secondary request to send

ขา 20 Data terminal ready

ขา 21 Signal quality detector

ขา 22 Ring indicator

ขา 23 Data signal rate select (DTE/DCE Source)

ขา 24 Transit signal element timing (DTE Source)

ขา 25 Unassigned

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะแดปเตอร์สื่อสารอะซิงโครนัสแบบอนุกรม ของ IBM (IBM Asychronus Communications Adapter) ให้ดูในภาคผนวก ซึ่งจะใช้กำหนดในการส่งข้อมูล และเขียนโปรแกรม(program) รับข้อมูล

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้การส่งข้อมูลสื่อสารแบบอนุกรมไม่ได้ใช้ ซีพียู(CPU) ควบคุมการส่งข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ใช้วงจรดังในรูป ซึ่ง ใช้ 74165 ซึ่งเป็น ไอซี แปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็น แบบอนุกรม ในส่วน บิตเริ่ม จะใช้ 7474 ซึ่งเป็น D-Flip Flop สร้างขึ้น

โดยหลักการทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อ ADC 0809 แปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เรียบร้อยแล้ว จะส่ง สัญญาณ EOC (end of convertion) ออกมา ให้ 74221 ซึ่งเป็นไอซี สร้างสัญญาณโมโนสเตรเบิล(monostable) ซึ่ง 74221 จะสร้างสัญญาณทริก(trig) เข้าที่ขา OE (output enable) ของ ADC 0809 และ หน่วงสัญญาณช่วงหนึ่งก่อนส่งสัญญาณทริกไปเข้าที่ขา ชิฟ/โหลด (shift/load) ของ 74165 ก็เพื่อเป็นการนำข้อมูลเข้ามาจาก ADC 0809 มาชิฟ(shift) ข้อมูลออกเป็นแบบอนุกรม ตามสัญญาณนาฬิกา ซึ่งได้กำหนดให้สัญญาณเท่ากับ บอดเรต ในที่นี้ใช้ บอดเรต เท่ากับ 9600 สร้างขึ้นโดยใช้ คริสตอล ความถี่ 1.8432M แล้วหารด้วย 2 ยกกำลัง 5 จะได้ 57.6K แล้วหาร 6 จะได้ 9600 พอดี

การส่งแบบอะซิงโครนัสนี้ จำเป็นจะต้องมี บิตเริ่มต้น เพื่อบอกว่าหลังจากนี้จะเป็นข้อมูล และ บิตหยุด เพื่อบอกฝ่ายรับถึงขอบเขตข้อมูล ส่วนบิตพาริตี้(parity)นั้นมีก็ได้ไม่มีก็ได้

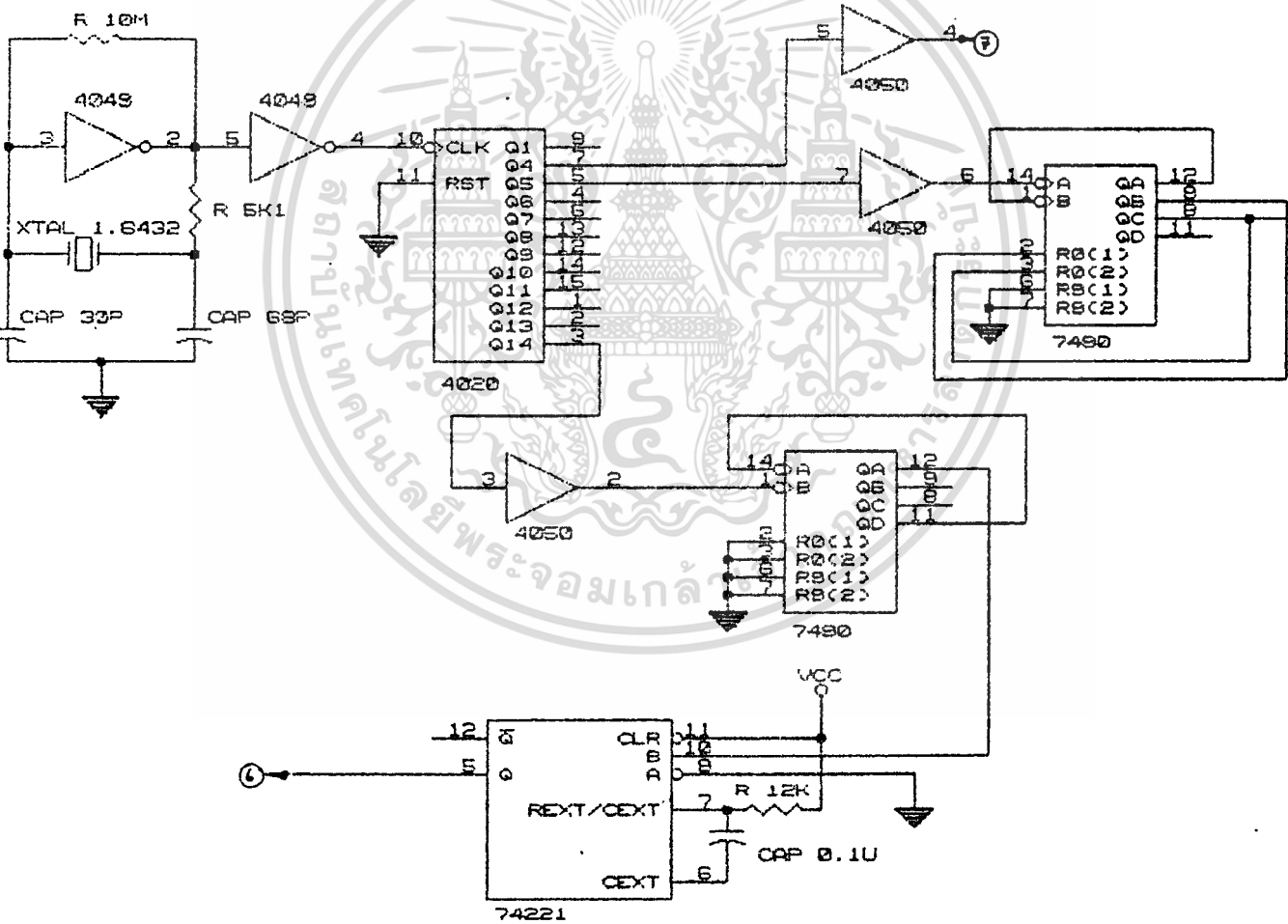
ในการสร้างบิตเริ่ม จะใช้ D-Flip Flop ที่มี ขา เคลียร์(clear) ต่อจากขาเอาพุต ของ 74165 เข้า ขา D ของ 7474 2 ตัว โดยใช้สัญญาณเดียวกันกับ ชิฟ/โหลด เมื่อได้รับสัญญาณ D-Flip Flop จะให้ เอาพุตตัวแรกเป็น 0 และ เอาพุตตัวหลังเป็น 1 ซึ่งจะนำหน้าสัญญาณข้อมูลเสมอ

ในส่วนของบิตหยุด 74165 จะสร้างขึ้น คือ ในตอนที่ไม่มีสัญญาณอินพุตเข้ามา สัญญาณที่เอาพุตจะเป็น 1 เสมอ ซึ่งตรงกับสัญญาณบิตหยุดพอดี

ตามมาตรฐาน RS232-C ขนาดสัญญาณจะมีขนาดอยู่ในช่วง 3V ถึง 15V และ ช่วง -3V ถึง -15V ในที่นี้ใช้ 12V กับ -12V โดย ใช้ไอซี MC1488 ในการแปลงสัญญาณ

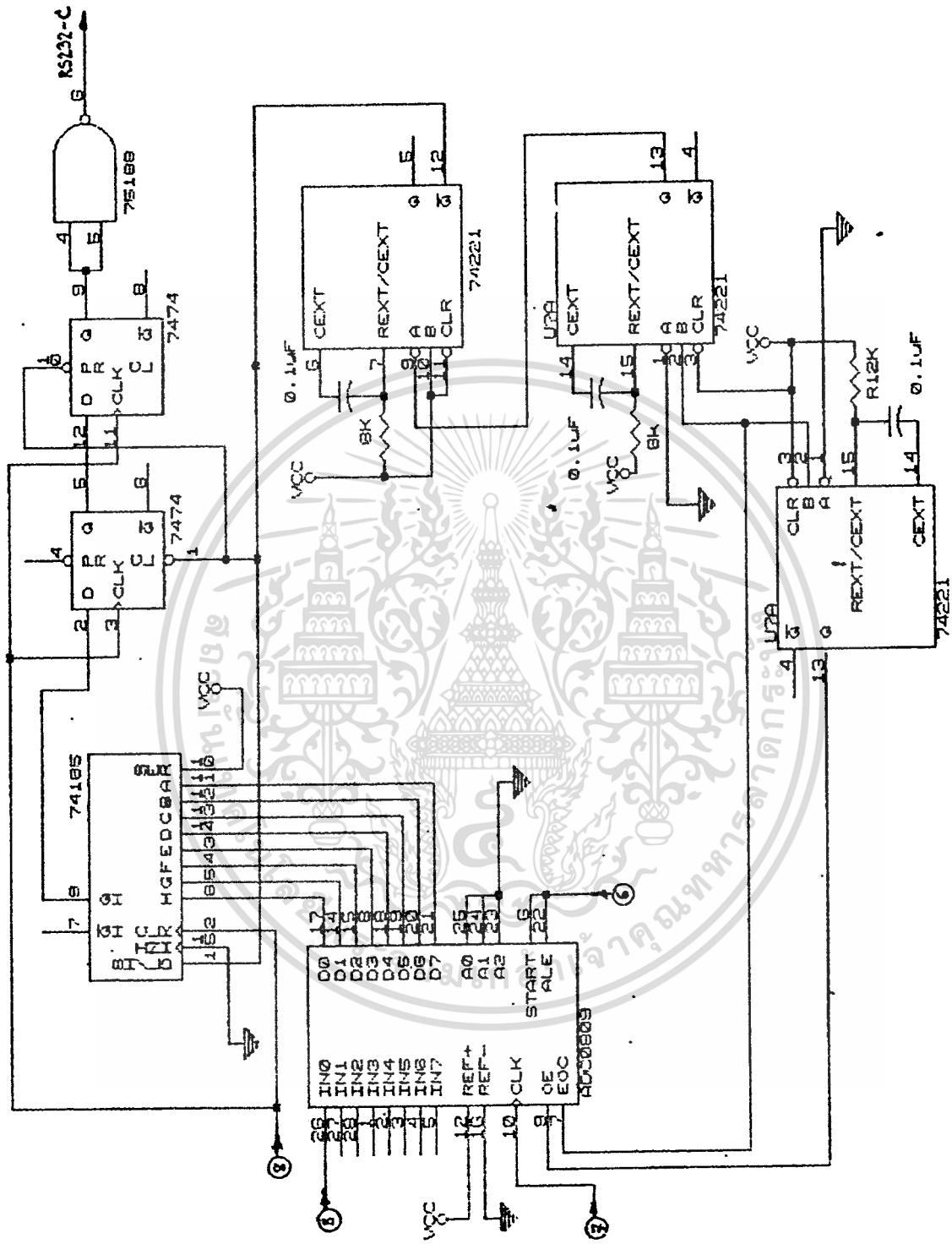
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนการแปลงสัญญาณ จาก อนาลอก เป็น ดิจิตอล นี้ เราไม่สามารถแปลงสัญญาณทุกจุด บน เส้นสัญญาณอนาลอกเพราะ จะต้องใช้เวลาในการแปลงครั้งหนึ่งๆ ดังนั้น เพื่อให้รูปที่ได้สวยงาม จึงได้กำหนดให้มีการแซมปริง(sampling)แบบคงที่ คือ ให้สัญญาณ นาฬิกาเป็นตัวกำหนด ในที่นี้ ใช้อัตราแซมปริง เท่ากับ112 เฮิตร์ (hezt) ส่วนสัญญาณนาฬิกาที่ป้อน ให้กับ ADC 0809 เท่ากับ 115.2K เฮิตร์



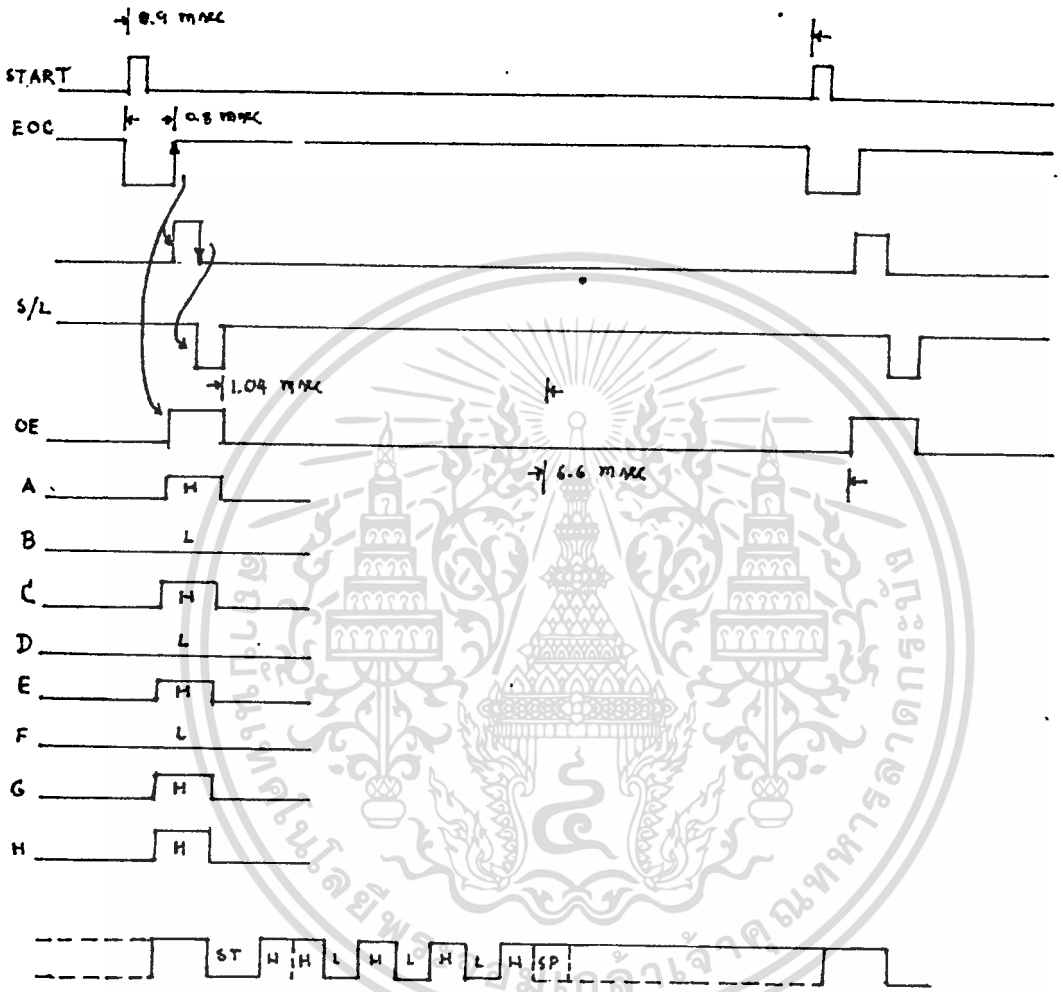
รูป ที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



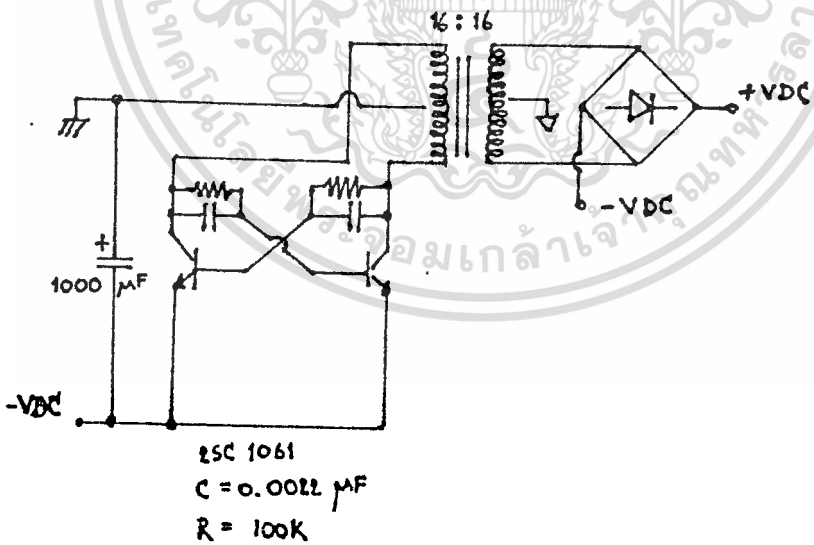
รูป ที่ 20

ในรูปที่ 20 เป็นการแสดงภาพเวลาการทำงานในการส่งข้อมูลครั้งหนึ่งๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรแยกกราวด์

วงจรในรูปที่ 21 เป็นวงจรแยกกราวด์ เพื่อความปลอดภัย และ ป้องกันอันตรายจากกระแสรั่ว ไหลเข้าร่างกาย ซึ่งในภาคสัญญาณ ได้ใช้ ออปโต ไอโซเลเตอร์ แต่ในภาคขับพลายจะเป็นไปตามรูป คือ ใช้ทรานซิสเตอร์ ตัวความต้านทาน ตัวเก็บประจุ สร้างสัญญาณอะสเตเบิล(astable) เพื่อส่งผ่านหม้อแปลง ซึ่งในขดทุติยภูมิ จะได้สัญญาณอะสเตเบิลด้วย จากนั้น นำมาผ่าน เรคติไฟ(rectifier) ฟิลเตอร์ และ เรกูเลเตอร์(regulator) จะได้ ไฟ ดีซี(dc) ใช้เลี้ยงวงจร



รูปที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการหาค่าสูงสุด ,ค่าต่ำสุด ,ค่าเฉลี่ยและอัตราการเต้นหัวใจ

ในส่วนของโปรแกรมประกอบไปด้วยโปรซีเดอร์(procedure)ต่างๆ ดังนี้

1.โพรซีเดอร์การเริ่มต้นการใช้กราฟิค โมด (graphic mode)

2.โพรซีเดอร์แสดงรายละเอียดที่ไม่เปลี่ยนแปลง

3.โพรซีเดอร์หาค่าแรงดันสูงสุด และต่ำสุด

4.โพรซีเดอร์หาอัตราการเต้นของหัวใจ

5.โพรซีเดอร์ตั้งค่าต่างๆ ในการรับข้อมูลแบบอนุกรม

ต่อไปเป็นรายละเอียดของโปรซีเดอร์ที่สำคัญ

1.โพรซีเดอร์หาค่าแรงดันสูงสุด และต่ำสุด

เริ่มต้นโดยการเปรียบเทียบค่าที่ได้มาจาก พอร์ทอนุกรม กับค่าที่ตั้งไว้ในกรณีการหาแรงดันสูงสุดค่านี้คือ 0 และในกรณีหาแรงดันต่ำสุดค่านี้คือ 300

การหาค่าแรงดันสูงสุด ถ้าค่าที่เข้ามามากกว่าค่าที่ตั้งไว้ ค่านี้จะเป็นค่าเปรียบเทียบค่าใหม่ เมื่อมีค่าใหม่เข้ามาก็จะเปรียบเทียบกับค่านี้ ถ้าค่าใหม่มีค่ามากกว่าค่าเปรียบเทียบนี้ไม่เกิน 10 (เพื่อกันกรณีที่มีสไปค์) ค่าใหม่นี้จะเป็นค่าเปรียบเทียบค่าใหม่ ถ้าค่าที่เข้ามามีค่าน้อยกว่าค่าเปรียบเทียบก็ยังคงเป็นค่าเดิม และจะทำการเปรียบเทียบเช่นนี้ประมาณ 200 ครั้ง ค่าเปรียบเทียบที่ได้ในตอนนั้นจะเป็นค่าแรงดันสูงสุด

ในการหาค่าแรงดันต่ำสุด ก็จะเหมือนกับในการหาค่าแรงดันสูงสุด เพียงแต่ต่างกันที่ในกรณีนี้ จะเปรียบเทียบกันแล้วเลือกค่าที่น้อยกว่าเป็นค่าเปรียบเทียบค่าใหม่แทน

การหาค่าแรงดันเฉลี่ย จะหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{ค่าแรงดันเฉลี่ย} = \frac{(\text{ค่าแรงดันสูงสุด}) + (\text{ค่าแรงดันต่ำสุด} \times 2)}{3}$$

2.โพรซีเดอร์หาอัตราการเต้นของหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้ก็จะต้องหายอดของแรงดันก่อน ซึ่งจะทำโดยการเปรียบเทียบค่าที่เข้ามากับค่าที่กำหนดไว้ก่อน(0) ถ้าค่าที่เข้ามามากกว่า ก็จะได้ค่าเปรียบเทียบใหม่เท่ากับค่าที่เข้ามา และจะทำการเปรียบเทียบไปจนกระทั่งค่าที่เข้ามามีค่าน้อยกว่าค่าที่ใช้เปรียบเทียบ ก็จะได้ว่าค่ายอดเท่ากับค่าเปรียบเทียบ จากนั้นจะเริ่มนับและหาค่ายอดใหม่ เมื่อได้ค่ายอดใหม่ก็จะหาผลต่างของค่ายอดทั้งสอง ถ้าผลต่างมีค่ามากกว่า 15 ก็จะแสดงว่าเป็นยอดคลื่นคนละยอดก็จะต้องหาค่ายอดใหม่ แต่การนับก็ยังคงนับต่อไปเรื่อยๆจนกระทั่งได้ยอดคลื่นใหม่ ก็จะนำยอดนี้มาเปรียบถ้าผลต่างน้อยกว่า 15 ก็จะใช้ค่าที่นับได้มาใช้คำนวณหาค่าอัตราการเต้นของหัวใจได้ โดยเราสามารถหาค่าอัตราการเต้นของหัวใจได้จากสมการดังนี้

$$\text{อัตราการเต้นหัวใจ} = \frac{\text{ค่าที่นับได้} \times 60}{\text{อัตราการแซมปลิ้ง}}$$

ซึ่งจะเป็นอัตราการเต้นของหัวใจ ต่อ 1 นาที

3.โพรซีเดอร์ตั้งค่าในการรับข้อมูลแบบอนุกรม

เราสามารถเซทค่าต่างๆโดยดูจากหนังสือคู่มือ IBM XT แล้วเซทค่าได้ดังนี้

1.กำหนด บอดเรตเท่ากับ 9600

2.กำหนดข้อมูลยาว 8 บิต

3. 1สตอป บิต ไม่มี พาริตี้ บิต

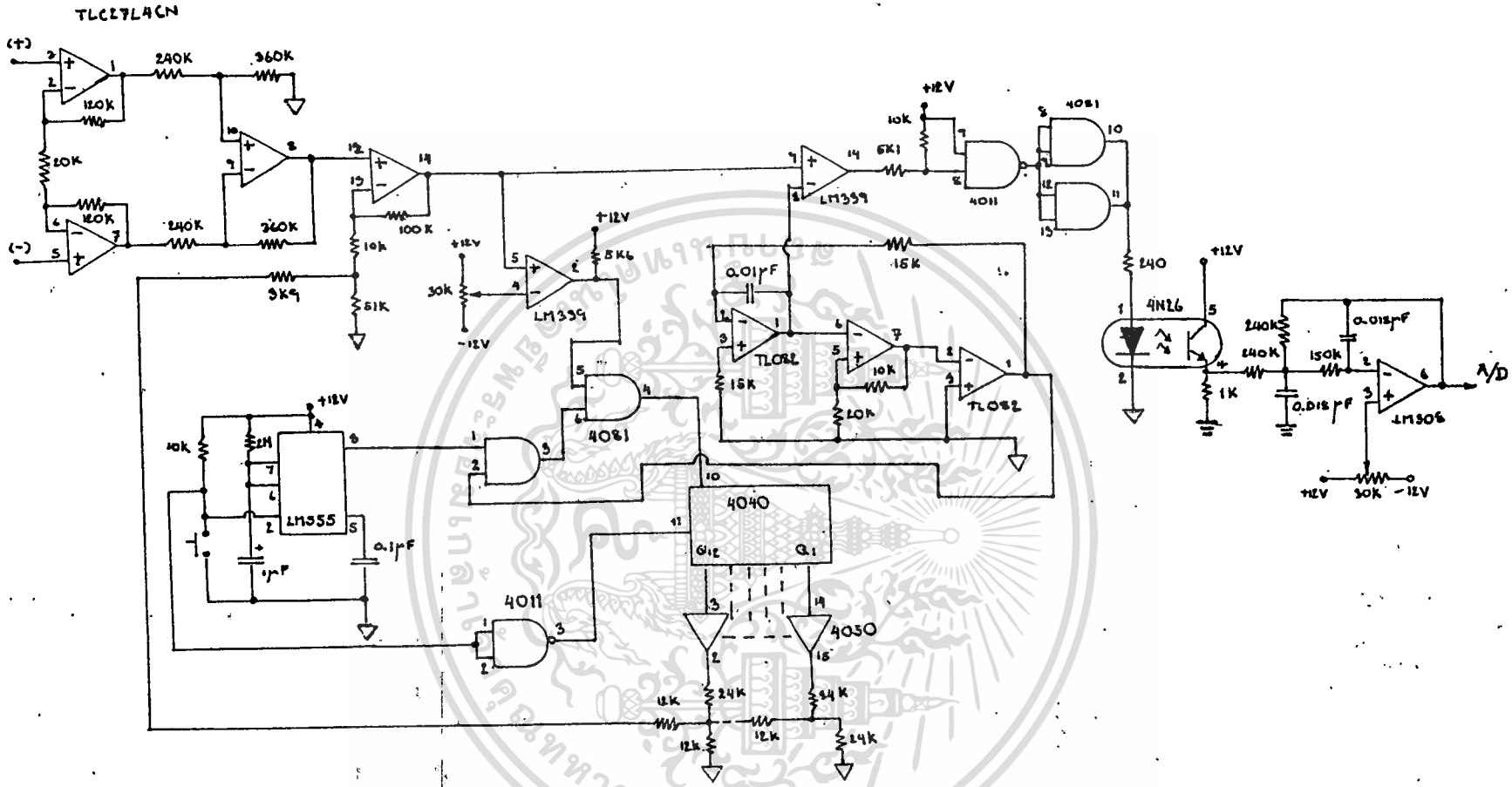
ขั้นตอนการทำงาน

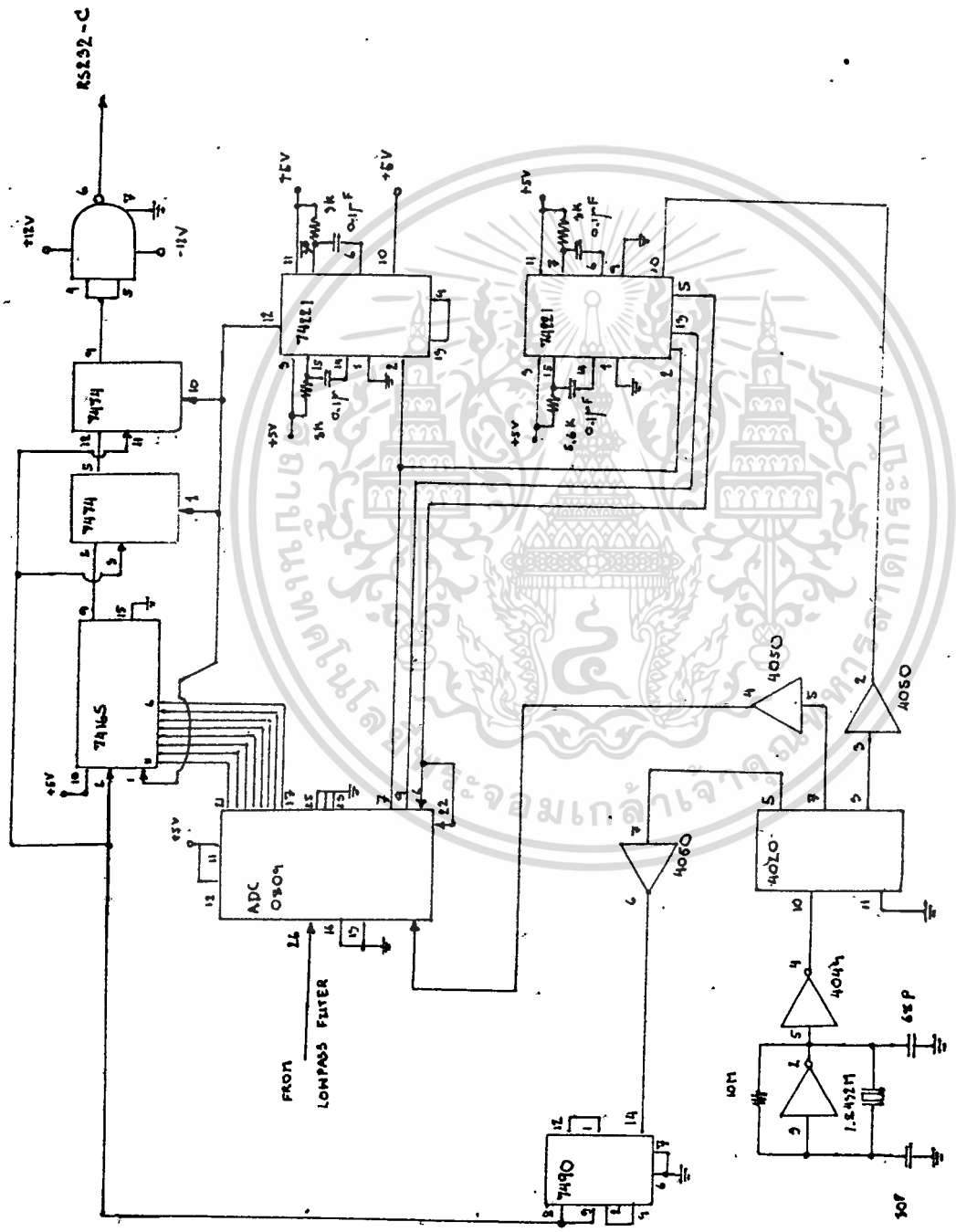
เริ่มต้นเรียกโพรซีเดอร์เริ่มการใช้กราฟิคโมด ต่อไปเรียกโพรซีเดอร์แสดงรายละเอียดต่างๆ แล้วเรียกโพรซีเดอร์เซทค่าต่างๆในการรับข้อมูล แล้วจึงเข้าลูป(loop)การแสดงผลบนจอภาพ โดยเข้าลูปการรับข้อมูลก่อน ซึ่งจะตรวจตัวแปรflag ว่ามีค่าเป็น 1หรือไม่ ถ้าใช่แสดงว่ามีการส่งข้อมูลหรือไม่ก็มีการกด รีเทิร์น(ซึ่งถ้ากดรีเทิร์นอีกทีก็จะเป็นการเลิกการทำงาน) ถ้าไม่มีการส่งข้อมูลหรือกดรีเทิร์นก็จะวนอยู่ภายในลูป เมื่อได้รับข้อมูลจากพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3FD แล้วก็จะเรียกโพรซีเดอร์แสดงรูป แล้วก็เรียกโพรซีเดอร์ต่อไปเพื่อหาค่าสูงสุด,ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยและโพรซีเดอร์หาอัตราการเต้นหัวใจ แล้วก็ตรวจการกดรีเทิร์น ถ้ามีการกดรีเทิร์นก็จะเป็นการเลิกการทำงาน ถ้าไม่มีการกดรีเทิร์นก็จะกลับขึ้นไปรับข้อมูลใหม่ และแสดงรูปจนกระทั่งเต็มจอจึงจะแสดงค่าของความดันสูงสุด,ต่ำสุด,ความดันเฉลี่ยและอัตราการเต้นของหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


TLC27L4CN
(+)
(-)
240K
360K
120K
20K
10k
51K
100 K
5K6
30k
-12V
+12V
LM339
0.01μF
15K
TL082
4N26
1K
240k
150k
0.015μF
0.015μF
LM306
A/D
4081
4011
4040
4030
LM555
0.1μF
1μF
12K
24K
24 K
12k
24k
5K1
10K
20K
50K



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

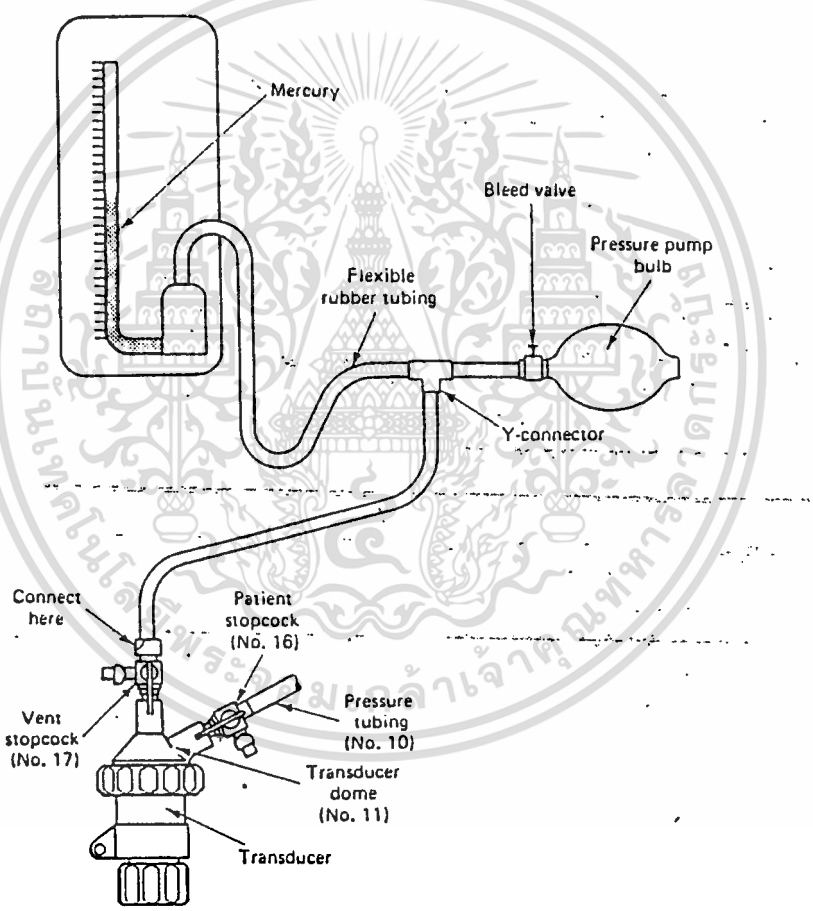
บทที่ 4

ผลการทดสอบ ทรานสดิวเซอร์ และ ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบตัวทรานสดิวเซอร์ แบบ เซมิคอนดัคเตอร์

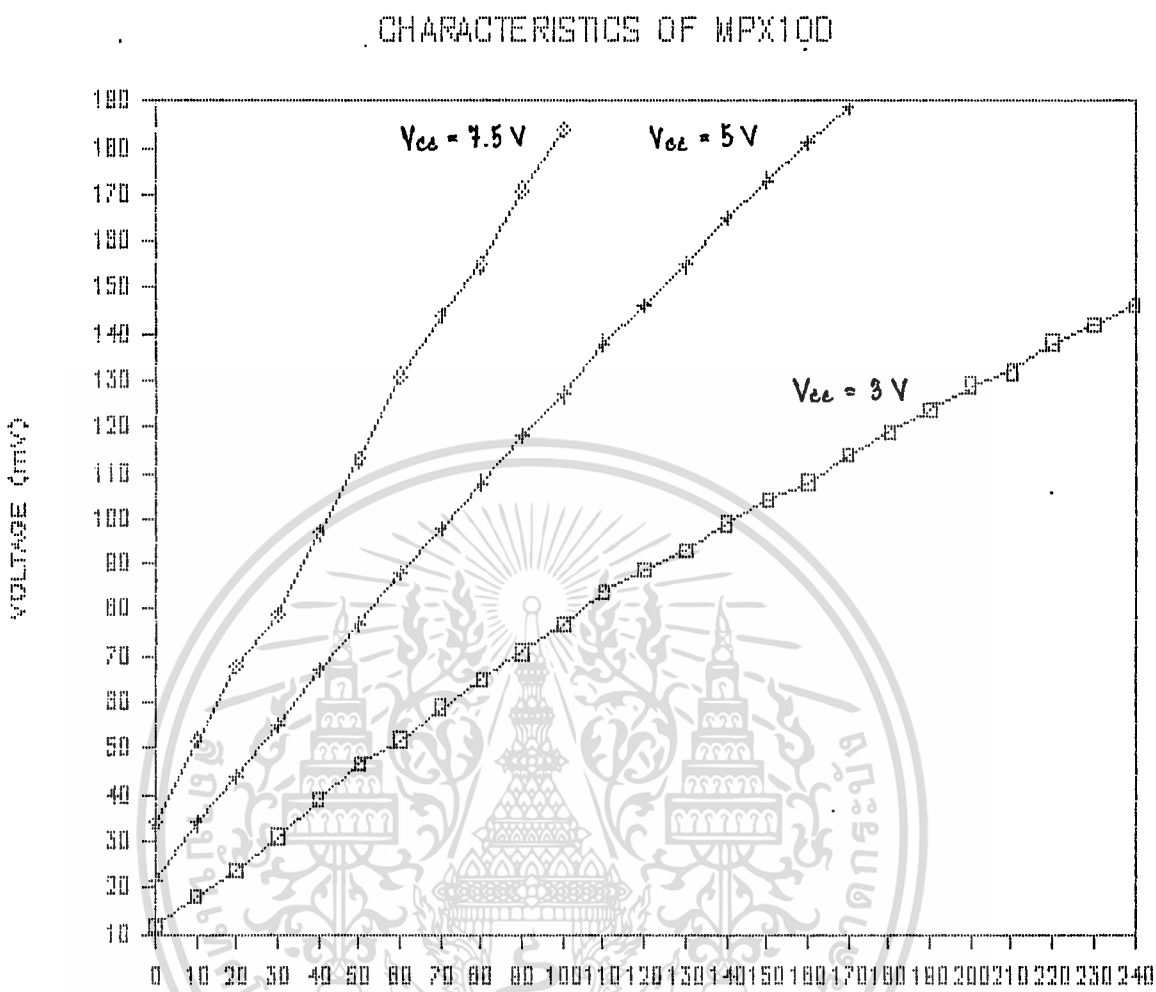
ทรานสดิวเซอร์ที่นำมาใช้งาน คือ MPX 10D ซึ่งเป็นเซมิคอนดัคเตอร์สเตรนเกจ ของโมโตโรลา

4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน กับ แรงดันเอาท์พุท



รูปที่ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



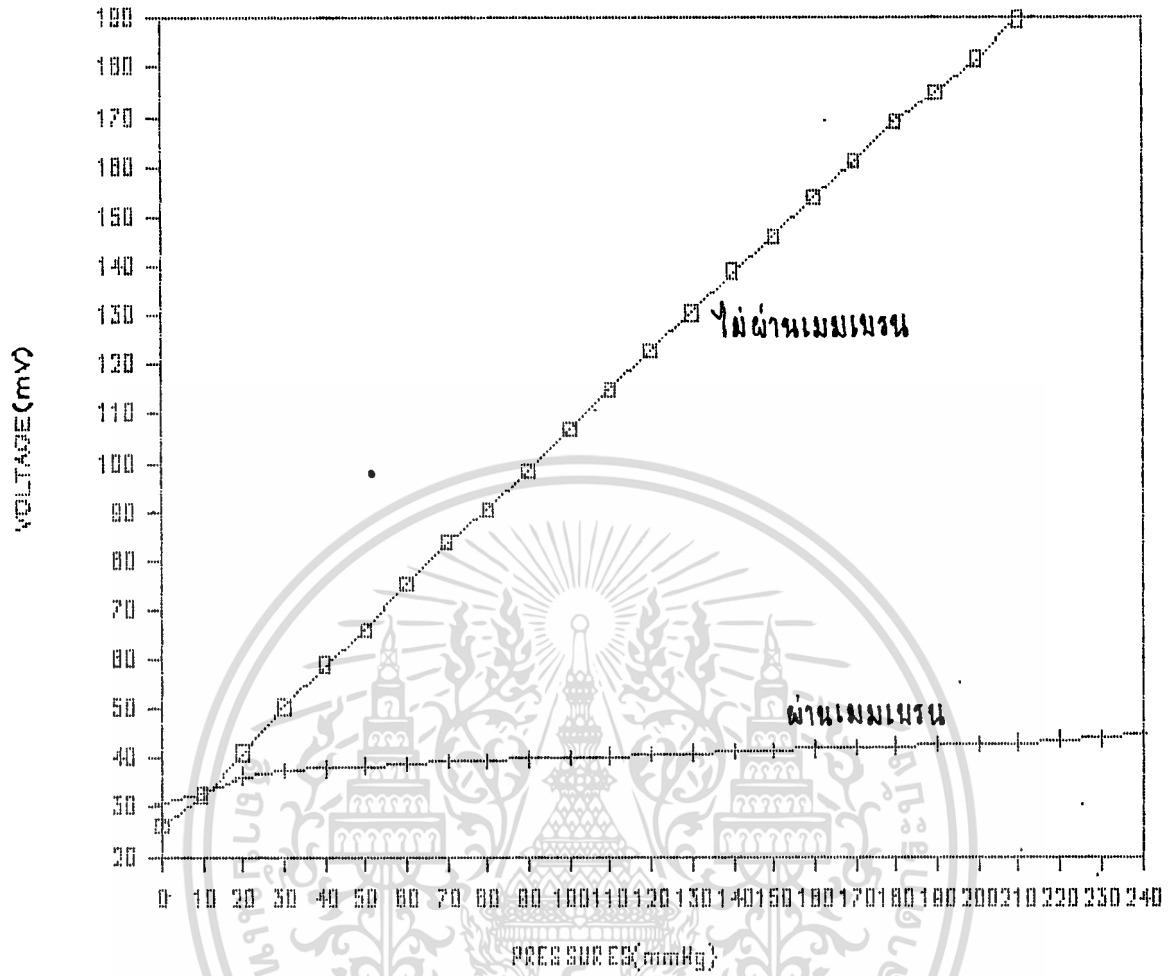
รูปที่ 23

ผลการทดสอบ จะแสดงเป็น กราฟเส้น ในรูปที่ 23 ซึ่งจะเห็นว่าเซมิคอนดัคเตอร์สเตรนเกจนี้ ให้ผลที่ค่อนข้างจะเป็นเส้นตรงที่ระดับ แรงดันไฟเลี้ยง +5 V.

4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน กับ แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท โดยผ่าน เมมเบรน

ในการทดลองนี้ คล้ายกับการทดลองที่ข้อ 1 แต่จะให้ความดัน ผ่านแผ่นเมมเบรนเพราะในการทำงานจริงๆ แรงดันโลหิตจะส่งผ่านน้ำเกลือ ดังนั้นจึงต้องมีแผ่นเมมเบรนกั้นไว้

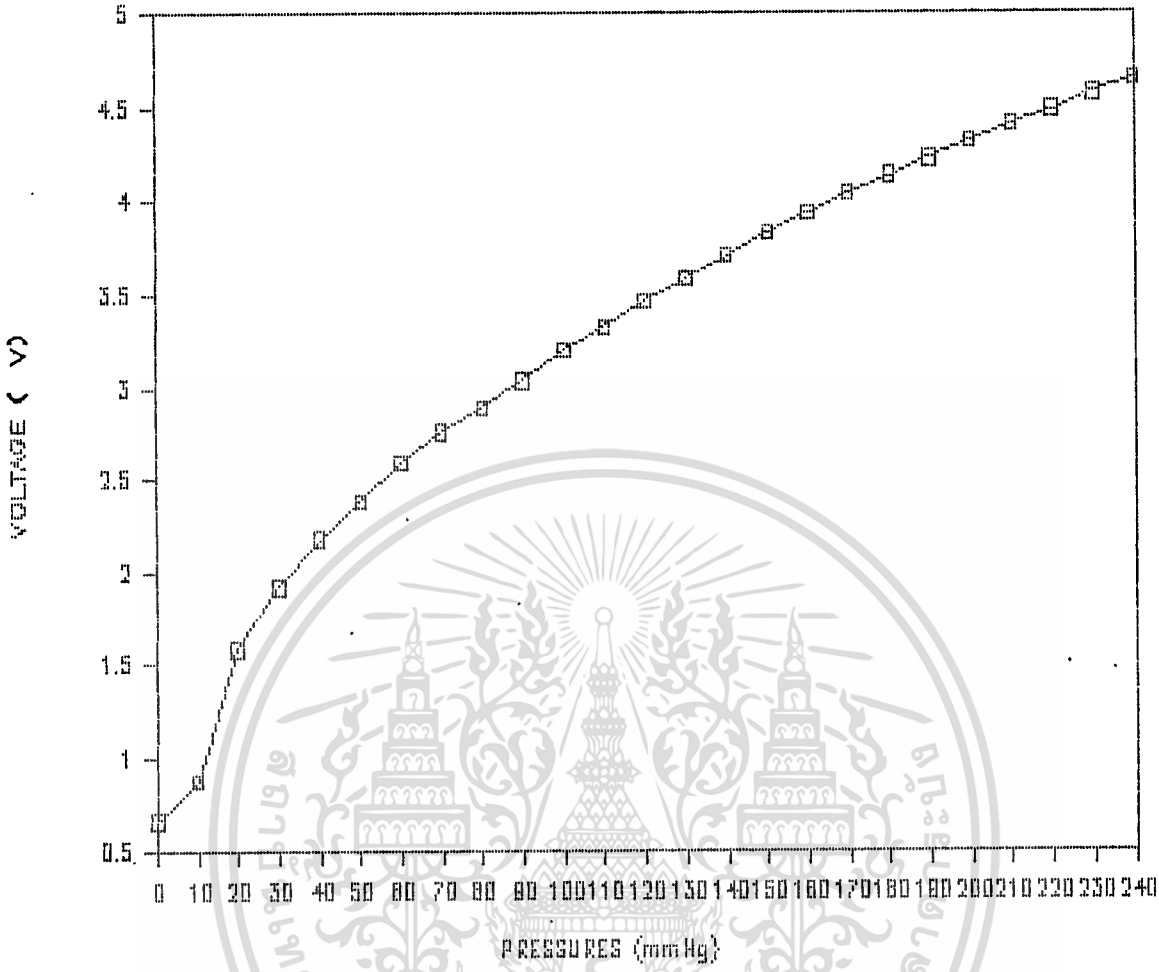
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24

จากกราฟรูปที่ 24 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เมื่อให้ความดันผ่านเมมเบรน ความดันที่ได้จะถูกลดทอนลงอย่างมากเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ผ่านเมมเบรน ดังนั้นจึงต้องผ่านภาคขยายเพื่อให้ขนาดสัญญาณเอาท์พุทที่ได้ มีระดับแรงดันและความชันสูงขึ้น จะเห็นได้จากกราฟรูปที่25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



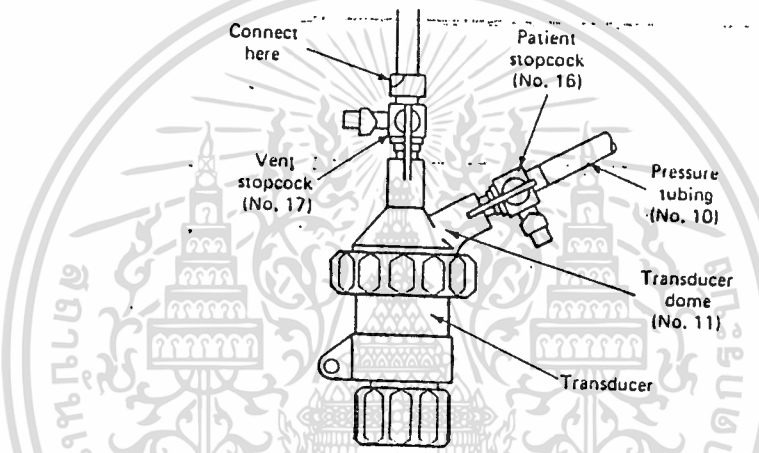
รูปที่ 25

รูปกราฟเมื่อให้สัญญาณอินพุทที่ผ่านเมมเบรนผ่าน วงจรขยาย, วงจรแยกกราวนด์ ก่อนที่จะเข้า วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท ไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งในตอนหลังเราจะแก้โดยการประมาณสมการขึ้นมาแล้วแทนค่าหาค่าที่แท้จริงขึ้นมาอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การสร้างชุดไดอะแฟรมเชื่อมโยงแรงดันโลหิตกับทรานสดิวเซอร์

ในการสร้างชุดที่ใช้ยึดทรานสดิวเซอร์ โดยทำมาจากเรซินซึ่งหล่อแข็ง แล้วนำมากลึงให้ได้รูปให้เกลียว สวมกับโดมได้พอดี ซึ่งจะเป็นตามรูป

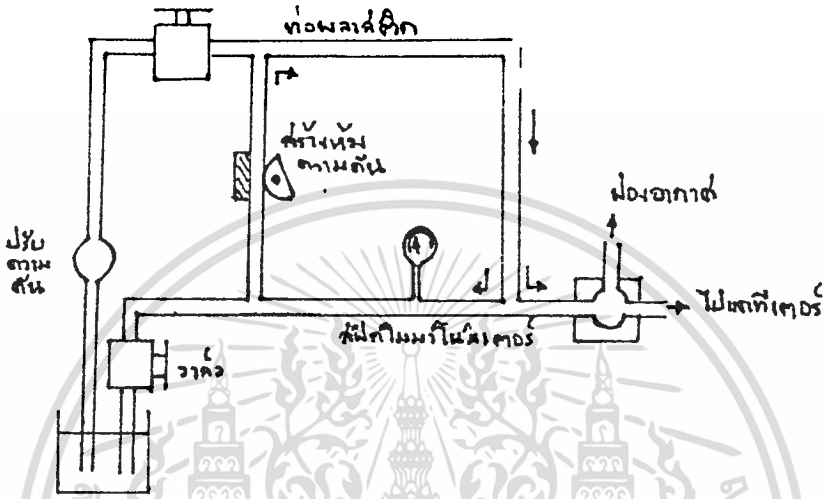


รูปที่ 26

ในส่วนนี้จะมีแผ่นเมมเบรน ซึ่งคั่นระหว่างน้ำเกลือและตัวทรานสดิวเซอร์ ที่ตัวทรานสดิวเซอร์เราจะต่อสายมายังบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบการต่อบสนองต่อแรงดัน



รูปที่ 27

ในการที่เราจะทดสอบชุดแคทีเตอร์-ทรานสดิวเซอร์นั้น เราจะต้องสร้างระบบจำลองการหมุนเวียนของโลหิต ซึ่งแสดงตามรูปที่ 27 และเมื่อนำชุดแคทีเตอร์-ทรานสดิวเซอร์มาต่อทดสอบจะต้องผ่านแอมป์ด้วย เพราะสัญญาณที่ได้มีขนาดเล็กมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การแก้ไขความไม่เป็นเส้นตรงของสัญญาณเอาท์พุท

จากผลการทดลองการวัดแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท ต่อแรงดันภาลอินพุท จะเห็นว่าแรงดันเอาท์พุท จะมีความสัมพันธ์ไม่เป็นเส้นตรงกับแรงดันอินพุท และในโครงงานนี้ ได้แก้ไขโดยการประมาณสมการความสัมพันธ์ของแรงดันเอาท์พุทต่อแรงดันอินพุท ด้วยวิธีที่เรียกว่า line regression ซึ่งเมื่อเราได้สมการนี้แล้วเราก็จะทำการแทนค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท เข้าไปแล้วเราก็จะได้เป็นแรงดันภาล(มม.ปรอท)ตามต้องการ

ในการหาค่าประมาณของสมการ เนื่องจากในรูป ความสัมพันธ์ของแรงดันเอาท์พุท ต่อแรงดันอินพุท เราจะเห็นว่าเป็นเส้นค่อนข้างโค้งแบบคว่ำ ซึ่งจะใกล้เคียงกับสมการแบบอิ่มตัว (satulation-growth-rate equation) ที่มีลักษณะของสมการดังนี้

$$Y = \frac{a3 \times X}{b3 + X}$$

ซึ่งเราจะต้องทำการหาค่าสัมประสิทธิ์คือ a3 และ b3 โดยการใช้ข้อมูลที่เราได้รับมาจากการทดลองหาความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท กับแรงดันภาลอินพุท

วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ ของสมการเส้นตรงโดยทั่วไป (Y = a0 + a1×X)

จากสมการที่เราจะหาได้ Y = a0 + a1×X + E

โดยที่ E เป็นค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่ได้จากสมการจัดสมการใหม่

$$E = Y - a0 - a1 \times X$$

$$\sum_{i=1}^{n} Ei = \sum_{i=1}^{n} (Yi - a0 - a1 \times X)$$

$$\sum_{i=1}^{n} Ei = \sum_{i=1}^{n} |Yi - a0 - a1 \times X|$$

$$Sr = \sum_{i=1}^{n} Ei^2$$

$$= \sum_{i=1}^{n} (Yi - a0 - a1 \times Xi)^2$$

$$\frac{\partial Sr}{\partial a0} = -2 \sum_{i=1}^{n} (Yi - a0 - a1 \times Xi)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{\partial Sr}{\partial a1} = -2 \sum_{i=1}^{n} [(Yi-a0-a1 \times Xi)\ Xi]$$

ให้ $\frac{\partial Sr}{\partial a0}$ และ $\frac{\partial Sr}{\partial a1}$ เท่ากับ 0

$$0 = \sum_{i=1}^{n} Xi - \sum_{i=1}^{n} a0 - \sum_{i=1}^{n} a1Xi$$

$$0 = \sum_{i=1}^{n} Yi \times Xi - \sum_{i=1}^{n} a0 \times Xi - \sum_{i=1}^{n} a1 \times Xi^2$$

$\sum_{i=1}^{n} a0 = n \times a0$ จะได้

$$n \times a0 + \sum_{i=1}^{n} Xi \times a1 = \sum_{i=1}^{n} Yi \qquad (1)$$

$$Xi \times a0 + \sum_{i=1}^{n} Xi \times a1 = \sum_{i=1}^{n} Xi \times Yi \qquad (2)$$

คูณสมการที่ (1) ด้วย Xi จะได้

$$n \times a0 \times \sum_{i=1}^{n} Xi + \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)^2 \times a1 = n \times \sum_{i=1}^{n} Xi \times \sum_{i=1}^{n} Yi \qquad (3)$$

คูณสมการที่ (2) ด้วย n จะได้

$$n \times a0 \times \sum_{i=1}^{n} Xi + n \times \sum_{i=1}^{n} Xi \times a1 = n \times \sum_{i=1}^{n} Xi \times Yi \qquad (4)$$

(4)-(3) จะได้

$$n \times \sum_{i=1}^{n} Xi \times a1 - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)^2 \times a1 = n \times \sum_{i=1}^{n} Xi \times Yi - \sum_{i=1}^{n} Xi \times \sum_{i=1}^{n} Yi$$

จัดสมการใหม่ได้

$$a1 = \frac{n \times \sum_{i=1}^{n} Xi \times Yi - \sum_{i=1}^{n} Xi \times \sum_{i=1}^{n} Yi}{n \times \sum_{i=1}^{n} Xi - \left(\sum_{i=1}^{n} Xi\right)^2}$$

จากสมการ

$$n \times a0 = \sum_{i=1}^{n} Yi - \sum_{i=1}^{n} Xi$$

$$a0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Yi}{n} - a1 \times \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\frac{\sum Yi}{n} = \bar{Y}$ และ $\frac{\sum Xi}{n} = \bar{X}$ ดังนั้น

$$a0 = \bar{Y} - a1 \times \bar{X}$$

พิจารณาสมการแบบอิ่มตัว ก็จะมีสัมประสิทธิ์อยู่ 2ตัว คือ a3 กับ b3 ซึ่งเราจะต้องหามา

จัดรูปสมการแบบอิ่มตัวใหม่จาก

$$Y' = \frac{a3 \times X'}{b3 + X'}$$

จะได้

$$Y' = \frac{1}{\frac{b3}{a3 \times X'} + \frac{1}{a3}}$$

$$\frac{1}{Y'} = \frac{1}{\frac{b3}{a3 \times X'} + \frac{1}{a3}}$$

$$\frac{1}{Y'} = \frac{b3}{a3 \times X'} + \frac{1}{a3}$$

เมื่อเทียบกับรูปสมการแบบทั่วไป คือ

$$Y = a0 + a1 \times X$$

จะเห็นว่าเมื่อเราแทนค่า $Y = \frac{1}{Y'}$ และ $X = \frac{1}{X'}$

เราจะสามารถหาค่าของ a0 และ a1 และจะนำไปเทียบหาค่า a3 และ b3 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$a3 = \frac{1}{a0} \quad \text{และ} \quad b3 = \frac{a1}{a0}$$

ในโครงงานนี้ได้ใช้สมการเพื่อช่วยในการแก้ความไม่เป็นเส้นตรงทั้งสิ้น 4 สมการดังนี้

1. $Y = \frac{137.5 \times X}{3.705 - X}$

2. $Y = \frac{67.163 \times X}{2.817 - X}$

3. $Y = \frac{47.8 \times X}{2.405 - X}$

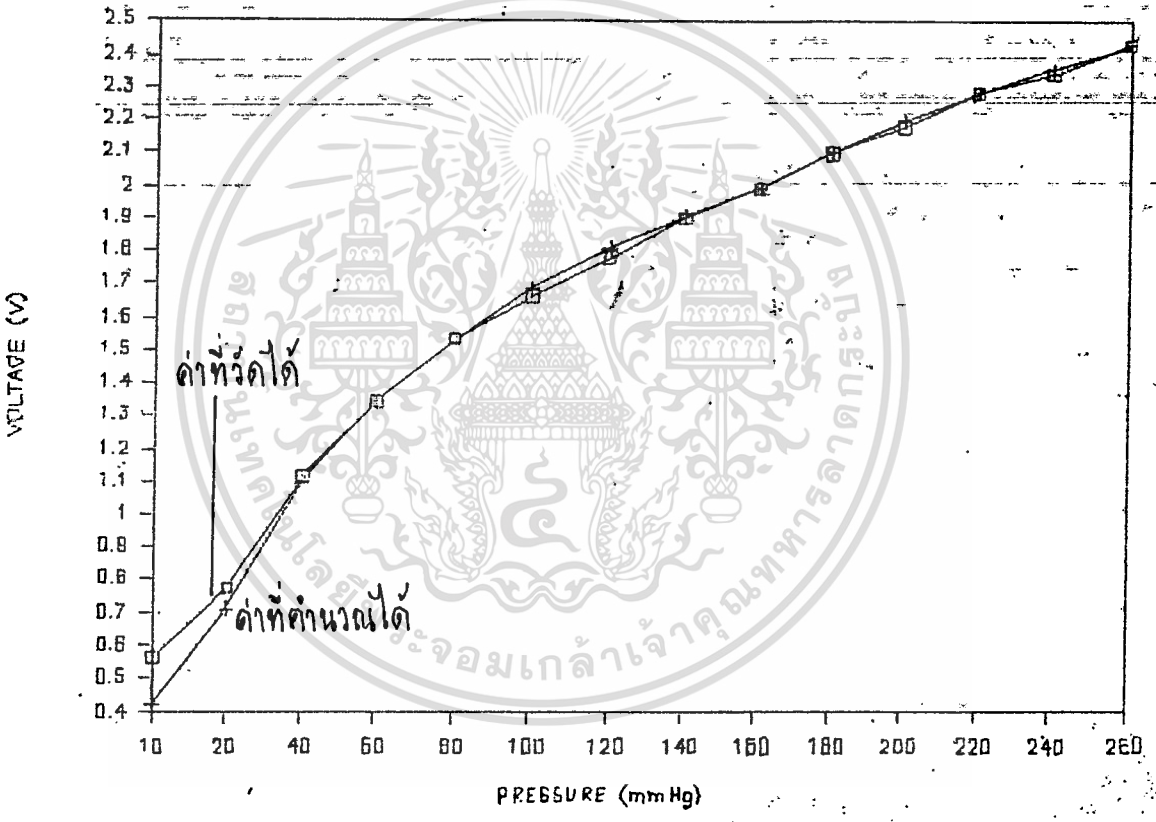
4. $Y = \frac{10 \times X}{0.42}$

แต่เนื่องจากค่าที่เข้ามาเป็นค่าที่แปลงเป็นตัวเลขแบบดิจิตอลแล้ว ดังนั้นจึงต้องแปลงค่านี้ให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้า จากที่ค่าดิจิตอล 255 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็น 4.91 ดังนั้นจะได้สมการ

$$\text{ค่าแรงดันไฟฟ้า } (X) = \frac{4.91 \times \text{ค่าดิจิตอล}}{255}$$

แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปแทนใน 4 สมการข้างบนเพื่อหาค่าแรงดันค่าใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28

รูปนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของแรงดันที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการวัด

บทที่ 5

บทสรุป

โครงงานที่ได้สร้างขึ้นนี้สามารถจะวัด ค่าความดันสูงสุด ค่าความดันต่ำสุด ค่าความดันเฉลี่ย และ อัตราการเต้นของหัวใจ โดยแสดงผลเป็นรูปคลื่น และแสดงค่าเป็นตัวเลขด้วย จากการทดสอบการทำงานของเครื่อง กับ เครื่องจำลองระบบหมุนเวียนโลหิต พบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ค่อนข้างดี ถึงแม้ว่าจะมีการลดทอนสัญญาณ อย่างมาก และความไม่ลิเนียร์ลิตี้ของแผ่นเมมเบรน เนื่องมาจากการส่งผ่านโลหิตมิได้มาสัมผัสกับทรานสดิวเซอร์โดยตรง แต่ต้องผ่านแผ่นเมมเบรน ซึ่งแผ่นเมมเบรนนี้ มีผลการตอบสนองต่อแรงดันค่อนข้างต่ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องแม่นยำ เช่น ผลเนื่องมาจากดริฟ(drift) การกระเพื่อมของภาคจ่ายไฟของวงจรแยกกราวด์ และผลจากการไม่ลิเนียร์ของแผ่นเมมเบรน

แนวทางในการพัฒนาเครื่อง เช่น การเพิ่มซอฟแวร์ที่ช่วยในการจัดระบบฐานข้อมูล ใช้ ซีพียู ควบคุมการส่งข้อมูล หาสมการที่จะทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

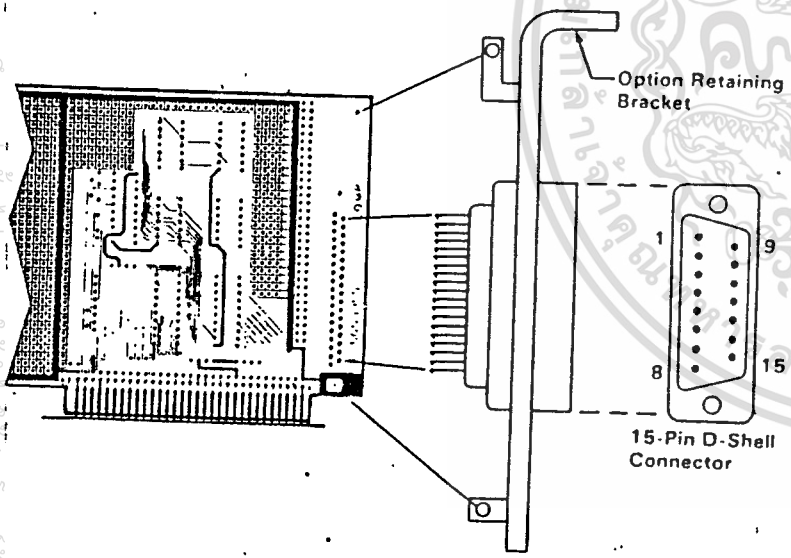
- ภาคผนวก ก. (IBM Asychronous communication adapter)
- ภาคผนวก ข. (โปรแกรม)

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา

Prototype Card External Interface

If a connector is required for the card function, then you should purchase one of the recommended connectors (manufactured by Amp) or equivalent listed below:

Connector Size	Part Number (Amp)
9-pin D-shell (Male)	205865-1
9-pin D-shell (Female)	205866-1
15-pin D-shell (Male)	205867-1
15-pin D-shell (Female)	205868-1
25-pin D-shell (Male	205857-1
25-pin D-shell (Female)	205858-1
37-pin D-shell (Male)	205859-1
37-pin D-shell (Female)	205860-1



Component Side

IBM Asynchronous Communications Adapter

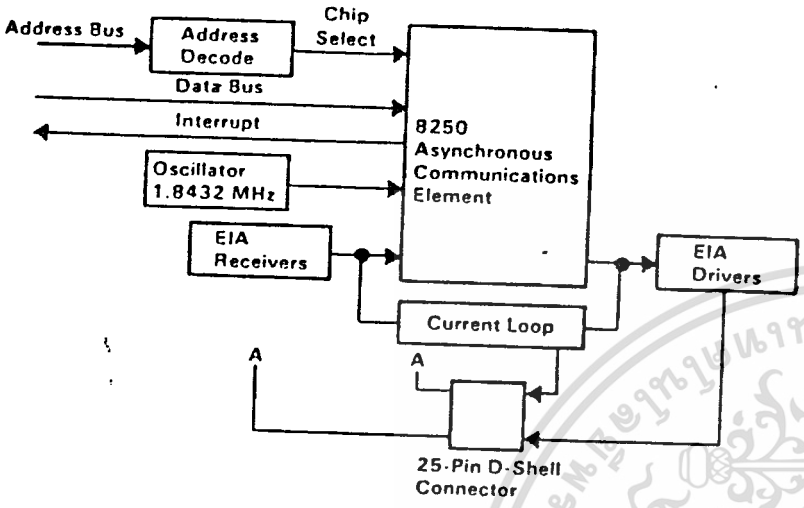
The asynchronous communications adapter system control signals and voltage requirements are provided through a 2 by 31 position card edge tab. Two jumper modules are provided on the adapter. One jumper module selects either RS-232C or current-loop operation. The other jumper module selects one of two addresses for the adapter, so two adapters may be used in one system.

The adapter is fully programmable and supports asynchronous communciations only. It will add and remove start bits, stop bits, and parity bits. A programmable baud rate generator allows operation from 50 baud to 9600 baud. Five, six, seven or eight bit characters with 1, 1-1/2, or 2 stop bits are supported. A fully prioritized interrupt system controls transmit, receive, error, line status, and data set interrupts. Diagnostic capabilities provide loopback functions of transmit/receive and input/output signals.

The heart of the adapter is a INS8250 LSI chip or functional equivalent. Features in addition to those listed above are:

- Full double buffering eliminates need for precise synchronization.
- Independent receiver clock input.
- Modem control functions: clear to send (CTS), request to send (RTS), data set ready (DSR), data terminal ready (DTR), ring indicator (RI), and carrier detect.
- False-start bit detection.
- Line-break generation and detection.

All communications protocol is a function of the system microcode and must be loaded before the adapter is operational. All pacing of the interface and control signal status must be handled by the system software. The figure below is a block diagram of the asynchronous communications adapter.



Asynchronous Communications Adapter Block Diagram

Modes of Operation

The different modes of operation are selected by programming the 8250 asynchronous communications element. This is done by selecting the I/O address (hex 3F8 to 3FF primary, and hex 2F8 to 2FF secondary) and writing data out to the card. Address bits A0, A1, and A2 select the different registers that define the modes of operation. Also, the divisor latch access bit (bit 7) of the line control register is used to select certain registers.

I/O Decode (in Hex)			
Primary Adapter	Alternate Adapter	Register Selected	DLAB State
3F8	2F8	TX Buffer	DLAB=0 (Write)
3F8	2F8	RX Buffer	DLAB=0 (Read)
3F8	2F8	Divisor Latch LSB	DLAB=1
3F9	2F9	Divisor Latch MSB	DLAB=1
3F9	2F9	Interrupt Enable Register	
3FA	3FA	Interrupt Identification Registers	
3FB	2FB	Line Control Register	
3FC	2FC	Modem Control Register	
3FD	2FD	Line Status Register	
3FE	2FE	Modem Status Register	

I/O Decodes

Hex Address 3F8 to 3FF and 2F8 to 2FF											
A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	DLAB	Register
1	1/0	1	1	1	1	1	x	x	x		
							0	0	0	0	Receive Buffer (read), Transmit Holding Reg. (write)
							0	0	1	0	Interrupt Enable
							0	1	0	x	Interrupt Identification
							0	1	1	x	Line Control
							1	0	0	x	Modem Control
							1	0	1	x	Line Status
							1	1	0	x	Modem Status
							1	1	1	x	None
							0	0	0	1	Divisor Latch (LSB)
							0	0	1	1	Divisor Latch (MSB)

Note: Bit 8 will be logical 1 for the adapter designated as primary or a logical 0 for the adapter designated as alternate (as defined by the address jumper module on the adapter).

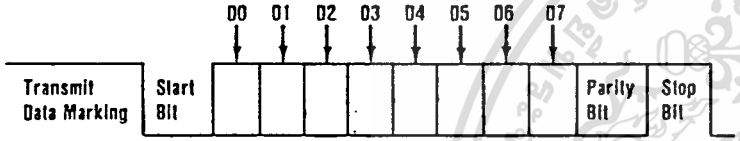
A2, A1 and A0 bits are "don't cares" and are used to select the different register of the communications chip.

Address Bits

Interrupts

One interrupt line is provided to the system. This interrupt is IRQ4 for a primary adapter or IRQ3 for an alternate adapter, and is positive active. To allow the communications card to send interrupts to the system, bit 3 of the modem control register must be set to 1 (high). At this point, any interrupts allowed by the interrupt enable register will cause an interrupt.

The data format will be as follows:



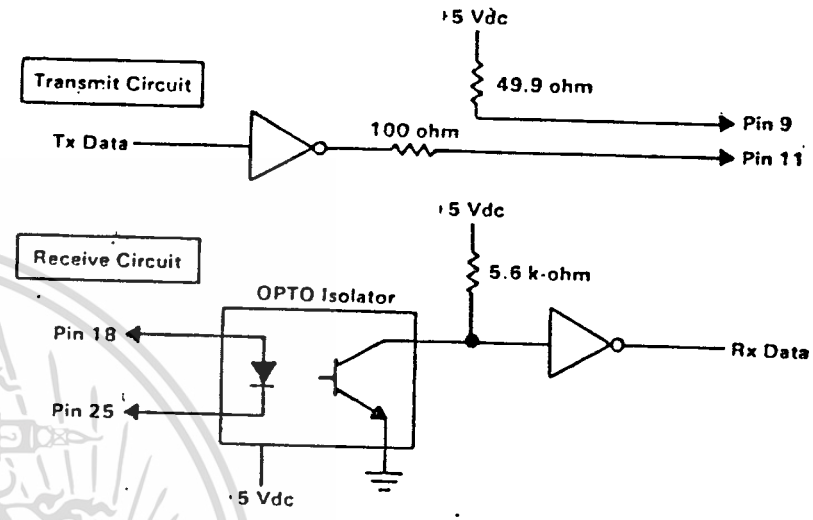
Data bit 0 is the first bit to be transmitted or received. The adapter automatically inserts the start bit, the correct parity bit if programmed to do so, and the stop bit (1, 1-1/2, or 2 depending on the command in the line-control register).

Interface Description

The communications adapter provides an EIA RS-232C-like interface. One 25-pin D-shell, male type connector is provided to attach various peripheral devices. In addition, a current loop interface is also located in this same connector. A jumper block is provided to manually select either the voltage interface, or the current loop interface.

The current loop interface is provided to attach certain printers provided by IBM that use this particular type of interface.

Pin 18 + receive current loop data
Pin 25 - receive current loop return
Pin 9 + transmit current loop return
Pin 11 - transmit current loop data



Current Loop Interface

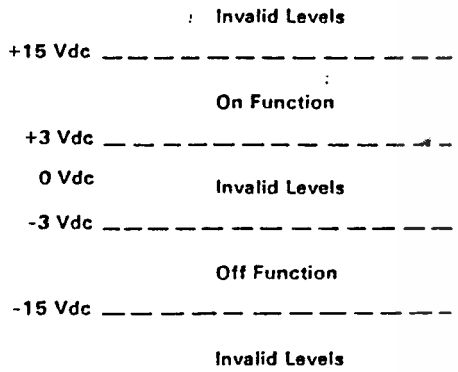
The voltage interface is a serial interface. It supports certain data and control signals, as listed below.

Pin 2 Transmitted Data
Pin 3 Received Data
Pin 4 Request to Send
Pin 5 Clear to Send
Pin 6 Data Set Ready
Pin 7 Signal Ground
Pin 8 Carrier Detect
Pin 20 Data Terminal Ready
Pin 22 Ring Indicator

The adapter converts these signals to/from TTL levels to EIA voltage levels. These signals are sampled or generated by the communications control chip. These signals can then be sensed by the system software to determine the state of the interface or peripheral device.

Voltage Interchange Information

Interchange Voltage	Binary State	Signal Condition	Interface Control Function
Positive Voltage =	Binary (0)	= Spacing	=On
Negative Voltage =	Binary (1)	= Marking	=Off



The signal will be considered in the "marking" condition when the voltage on the interchange circuit, measured at the interface point, is more negative than -3 Vdc with respect to signal ground. The signal will be considered in the "spacing" condition when the voltage is more positive than +3 Vdc with respect to signal ground. The region between +3 Vdc and -3 Vdc is defined as the transition region, and considered an invalid level. The voltage that is more negative than -15 Vdc or more positive than +15 Vdc will also be considered an invalid level.

During the transmission of data, the "marking" condition will be used to denote the binary state "1" and "spacing" condition will be used to denote the binary state "0."

For interface control circuits, the function is "on" when the voltage is more positive than +3 Vdc with respect to signal ground and is "off" when the voltage is more negative than -3 Vdc with respect to signal ground.

INS8250 Functional Pin Description

The following describes the function of all INS8250 input/output pins. Some of these descriptions reference internal circuits.

Note: In the following descriptions, a low represents a logical 0 (0 Vdc nominal) and a high represents a logical 1 (+2.4 Vdc nominal).

Input Signals

Chip Select (CS0, CS1, $\overline{CS2}$), Pins 12-14: When CS0 and CS1 are high and $\overline{CS2}$ is low, the chip is selected. Chip selection is complete when the decoded chip select signal is latched with an active (low) address strobe ($\overline{ADS}$) input. This enables communications between the INS8250 and the processor.

Data Input Strobe (DISTR, $\overline{DISTR}$) Pins 22 and 21: When DISTR is high or $\overline{DISTR}$ is low while the chip is selected, allows the processor to read status information or data from a selected register of the INS8250.

Note: Only an active DISTR or $\overline{DISTR}$ input is required to transfer data from the INS8250 during a read operation. Therefore, tie either the DISTR input permanently low or the $\overline{DISTR}$ input permanently high, if not used.

Data Output Strobe (DOSTR, $\overline{DOSTR}$), Pins 19 and 18: When DOSTR is high or $\overline{DOSTR}$ is low while the chip is selected, allows the processor to write data or control words into a selected register of the INS8250.

Note: Only an active DOSTR or $\overline{DOSTR}$ input is required to transfer data to the INS8250 during a write operation. Therefore, tie either the DOSTR input permanently low or the $\overline{DOSTR}$ input permanently high, if not used.

Address Strobe ($\overline{ADS}$), Pin 25: When low, provides latching for the register select (A0, A1, A2) and chip select (CS0, CS1, $\overline{CS2}$) signals.

Note: An active $\overline{ADS}$ input is required when the register select (A0, A1, A2) signals are not stable for the duration of a read or write operation. If not required, tie the $\overline{ADS}$ input permanently low.

Register Select (A0, A1, A2), Pins 26-28: These three inputs are used during a read or write operation to select an INS8250 register to read or write to as indicated in the table below. Note that the state of the divisor latch access bit (DLAB), which is the most significant bit of the line control register, effects the selection of certain INS8250 registers. The DLAB must be set high by the system software to access the baud generator divisor latches.

DLAB	A2	A1	A0	Register
0	0	0	0	Receiver Buffer (Read), Transmitter Holding Register (Write)
0	0	0	1	Interrupt Enable
X	0	1	0	Interrupt Identification (Read Only)
X	0	1	1	Line Control
X	1	0	0	Modem Control
X	1	0	1	Line Status
X	1	1	0	Modem Status
X	1	1	1	None
1	0	0	0	Divisor Latch (Least Significant Bit)
1	0	0	1	Divisor Latch (Most Significant Bit)

Master Reset (MR), Pin 35: When high, clears all the registers (except the receiver buffer, transmitter holding, and divisor latches), and the control logic of the INS8250. Also, the state of various output signals (SOUT, INTRPT, $\overline{OUT\ 1}$, $\overline{OUT\ 2}$, $\overline{RTS}$, $\overline{DTR}$) are affected by an active MR input. Refer to the "Asynchronous Communications Reset Functions" table.

Receiver Clock (RCLK), Pin 9: This input is the 16 x baud rate clock for the receiver section of the chip.

Serial Input (SIN), Pin 10: Serial data input from the communications link (peripheral device, modem, or data set).

Clear to Send ($\overline{CTS}$), Pin 36: The $\overline{CTS}$ signal is a modem control function input whose condition can be tested by the processor by reading bit 4 (CTS) of the modem status register. Bit 0 (DCTS) of the modem status register indicates whether the CTS input has changed state since the previous reading of the modem status register.

Note: Whenever the CTS bit of the modem status register changes state, an interrupt is generated if the modem status interrupt is enabled.

Data Set Ready ($\overline{DSR}$), Pin 37: When low, indicates that the modem or data set is ready to establish the communications link and transfer data with the INS8250. The $\overline{DSR}$ signal is a modem-control function input whose condition can be tested by the processor by reading bit 5 (DSR) of the modem status register. Bit 1 (DDSR) of the modem status register indicates whether the $\overline{DSR}$ input has changed since the previous reading of the modem status register.

Note: Whenever the DSR bit of the modem status register changes state, an interrupt is generated if the modem status interrupt is enabled.

Received Line Signal Detect ($\overline{RLSD}$), Pin 38: When low, indicates that the data carrier had been detected by the modem or data set. The $\overline{RLSD}$ signal is a modem-control function input whose condition can be tested by the processor by reading bit 7 (RLSD) of the modem status register. Bit 3 (DRLSD) of the modem status register indicates whether the $\overline{RLSD}$ input has changed state since the previous reading of the modem status register.

Note: Whenever the RLSD bit of the modem status register changes state, an interrupt is generated if the modem status interrupt is enabled.

Ring Indicator ($\overline{RI}$), Pin 39: When low, indicates that a telephone ringing signal has been received by the modem or data set. The $\overline{RI}$ signal is a modem-control function input whose condition can be tested by the processor by reading bit 6 (RI) of the modem status register. Bit 2 (TERI) of the modem status register indicates whether the $\overline{RI}$ input has changed from a low to high state since the previous reading of the modem status register.

Note: Whenever the RI bit of the modem status register changes from a high to a low state, an interrupt is generated if the modem status interrupt is enabled.

VCC, Pin 40: +5 Vdc supply.

VSS, Pin 20: Ground (0 Vdc) reference.

Output Signals

Data Terminal Ready ($\overline{DTR}$), Pin 33: When low, informs the modem or data set that the INS8250 is ready to communicate. The DTR output signal can be set to an active low by programming bit 0 (DTR) of the modem control register to a high level. The $\overline{DTR}$ signal is set high upon a master reset operation

Request to Send ($\overline{RTS}$), Pin 32: When low, informs the modem or data set that the INS8250 is ready to transmit data. The $\overline{RTS}$ output signal can be set to an active low by programming bit 1 (RTS) of the modem control register. The $\overline{RTS}$ signal is set high upon a master reset operation.

Output 1 ($\overline{OUT\ 1}$), Pin 34: User-designated output that can be set to an active low by programming bit 2 ($\overline{OUT\ 1}$) of the modem control register to a high level. The $\overline{OUT\ 1}$ signal is set high upon a master reset operation.

Output 2 ($\overline{OUT\ 2}$), Pin 31: User-designated output that can be set to an active low by programming bit 3 ($\overline{OUT\ 2}$) of the modem control register to a high level. The $\overline{OUT\ 2}$ signal is set high upon a master reset operation.

Chip Select Out (CSOUT), Pin 24: When high, indicates that the chip has been selected by active CS0, CS1, and $\overline{CS2}$ inputs. No data transfer can be initiated until the CSOUT signal is a logical 1.

Driver Disable (DDIS), Pin 23: Goes low whenever the processor is reading data from the INS8250. A high-level DDIS output can be used to disable an external transceiver (if used between the processor and INS8250 on the D7-D0 data bus) at all times, except when the processor is reading data.

Baud Out ($\overline{BAUDOUT}$), Pin 15: 16 x clock signal for the transmitter section of the INS8250. The clock rate is equal to the main reference oscillator frequency divided by the specified divisor in the baud generator divisor latches. The $\overline{BAUDOUT}$ may also be used for the receiver section by typing this output to the RCLK input of the chip.

Interrupt (INTRPT), Pin 30: Goes high whenever any one of the following interrupt types has an active high condition and is enabled through the IER: receiver error flag, received data available, transmitter holding register empty, or modem status. The INTRPT signal is reset low upon the appropriate interrupt service or a master reset operation.

Serial Output (SOUT), Pin 11: Composite serial data output to the communications link (peripheral, modem or data set). The SOUT signal is set to the marking (logical 1) state upon a master reset operation.

Input/Output Signals

Data (D7-D0) Bus, Pins 1-8: This bus comprises eight tri-state input/output lines. The bus provides bidirectional communications between the INS8250 and the processor. Data, control words, and status information are transferred through the D7-D0 Data bus.

External Clock Input/Output (XTAL1, XTAL2), Pins 16 and 17: These two pins connect the main timing reference (crystal or signal clock) to the INS8250.

Programming Considerations

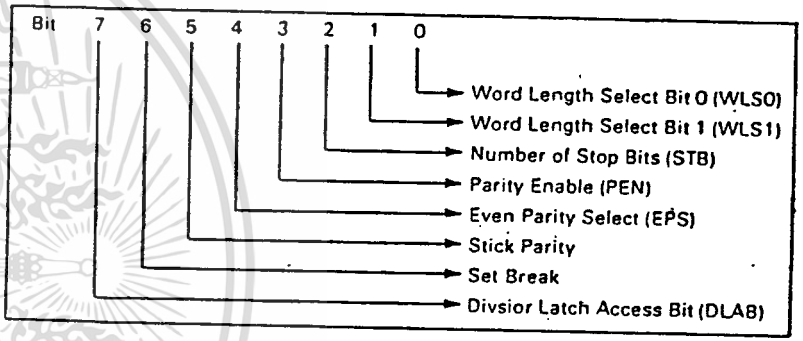
The INS8250 has a number of accessible registers. The system programmer may access or control any of the INS8250 registers through the processor. These registers are used to control INS8250 operations and to transmit and receive data. A table listing and description of the accessible registers follows.

Register/Signal	Reset Control	Reset State
Interrupt Enable Register	Master Reset	All Bits Low (0-3 Forced and 4-7 Permanent)
Interrupt Identification Register	Master Reset	Bit 0 is High, Bits 1 and 2 Low Bits 3-7 are Permanently Low
Line Control Register	Master Reset	All Bits Low
Modem Control Register	Master Reset	All Bits Low
Line Status Register	Master Reset	Except Bits 5 and 6 are High
Modem Status Register	Master Reset	Bits 0-3 Low Bits 4-7 - Input Signal
SOUT	Master Reset	High
INTRPT (RCVR Errors)	Read LSR/MR	Low
INTRPT (RCVR Data Ready)	Read RBR/MR	Low
INTRPT (RCVR Data Ready)	Read IIR/Write THR/MR	Low
INTRPT (Modem Status Changes)	Read MSR/MR	Low
OUT 2	Master Reset	High
RTS	Master Reset	High
DTR	Master Reset	High
OUT 1	Master Reset	High

Asychronous Communications Reset Functions

Line-Control Register

The system programmer specifies the format of the asynchronous data communications exchange through the line-control register. In addition to controlling the format, the programmer may retrieve the contents of the line-control register for inspection. This feature simplifies system programming and eliminates the need for separate storage in system memory of the line characteristics. The contents of the line-control register are indicated and described below.



Line-Control Register (LCR)

Bits 0 and 1: These two bits specify the number of bits in each transmitted or received serial character. The encoding of bits 0 and 1 is as follows:

Bit 1	Bit 0	Word Length
0	0	5 Bits
0	1	6 Bits
1	0	7 Bits
1	1	8 Bits

Bit 2: This bit specifies the number of stop bits in each transmitted or received serial character. If bit 2 is a logical 0, one stop bit is generated or checked in the transmit or receive data, respectively. If bit 2 is logical 1 when a 5-bit word length is selected through bits 0 and 1, 1-1/2 stop bits are generated or checked. If bit 2 is logical 1 when either a 6-, 7-, or 8-bit word length is selected, two stop bits are generated or checked.

Bit 3: This bit is the parity enable bit. When bit 3 is a logical 1, a parity bit is generated (transmit data) or checked (receive data) between the last data word bit and stop bit of the serial data. (The parity bit is used to produce an even or odd number of 1's when the data word bits and the parity bit are summed.)

Bit 4: This bit is the even parity select bit. When bit 3 is a logical 1 and bit 4 is a logical 0, an odd number of logical 1's is transmitted or checked in the data word bits and parity bit. When bit 3 is a logical 1 and bit 4 is a logical 1, an even number of bits is transmitted or checked.

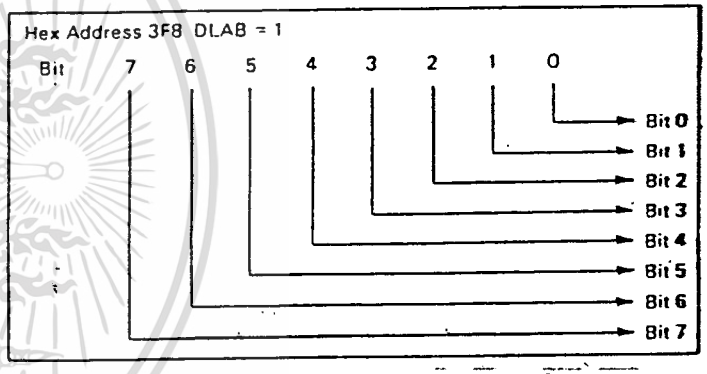
Bit 5: This bit is the stick parity bit. When bit 3 is a logical 1 and bit 5 is a logical 1, the parity bit is transmitted and then detected by the receiver as a logical 0 if bit 4 is a logical 1, or as a logical 1 if bit 4 is a logical 0.

Bit 6: This bit is the set break control bit. When bit 6 is a logical 1, the serial output (SOUT) is forced to the spacing (logical 0) state and remains there regardless of other transmitter activity. The set break is disabled by setting bit 6 to a logical 0. This feature enables the processor to alert a terminal in a computer communications system.

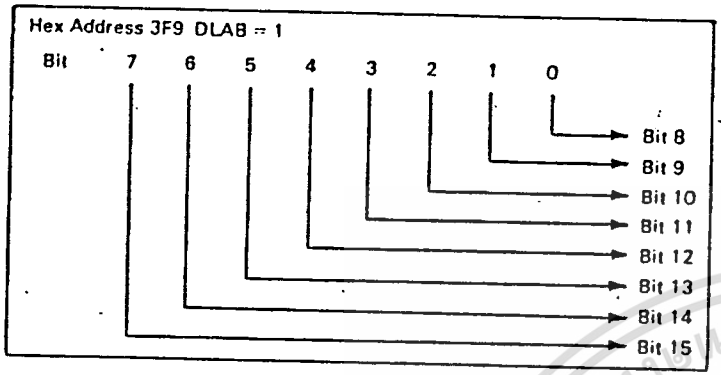
Bit 7: This bit is the divisor latch access bit (DLAB). It must be set high (logical 1) to access the divisor latches of the baud rate generator during a read or write operation. It must be set low (logical 0) to access the receiver buffer, the transmitter holding register, or the interrupt enable register.

Programmable Baud Rate Generator

The INS8250 contains a programmable baud rate generator that is capable of taking the clock input (1.8432 MHz) and dividing it by any divisor from 1 to (2^{16}-1). The output frequency of the baud generator is 16 x the baud rate [divisor # = (frequency input)/(baud rate x 16)]. Two 8-bit latches store the divisor in a 16-bit binary format. These divisor latches must be loaded during initialization in order to ensure desired operation of the baud rate generator. Upon loading either of the divisor latches, a 16-bit baud counter is immediately loaded. This prevents long counts on initial load.



Divisor Latch Least Significant Bit (DLL)



Divisor Latch Most Significant Bit (DLM)

The following figure illustrates the use of the baud rate generator with a frequency of 1.8432 MHz. For baud rates of 9600 and below, the error obtained is minimal.

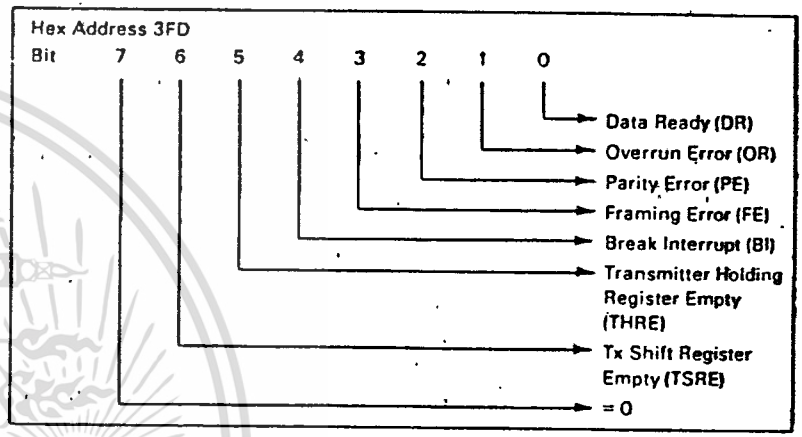
Note: The maximum operating frequency of the baud generator is 3.1 MHz. In no case should the data rate be greater than 9600 baud.

Desired Baud Rate	Divisor Used to Generate 16x Clock (Decimal)	(Hex)	Percent Error Difference Between Desired and Actual
50	2304	900	—
75	1536	600	—
110	1047	417	0.026
134.5	857	359	0.058
150	768	300	—
300	384	180	—
600	192	0C0	—
1200	96	060	—
1800	64	040	—
2000	58	03A	0.69
2400	48	030	—
3600	32	020	—
4800	24	018	—
7200	16	010	—
9600	12	00C	—

Baud Rate at 1.843 MHz

Line Status Register

This 8-bit register provides status information on the processor concerning the data transfer. The contents of the line status register are indicated and described below:



Line Status Register (LSR)

Bit 0: This bit is the receiver data ready (DR) indicator. Bit 0 is set to a logical 1 whenever a complete incoming character has been received and transferred into the receiver buffer register. Bit 0 may be reset to a logical 0 either by the processor reading the data in the receiver buffer register or by writing a logical 0 into it from the processor.

Bit 1: This bit is the overrun error (OE) indicator. Bit 1 indicates that data in the receiver buffer register was not read by the processor before the next character was transferred into the receiver buffer register, thereby destroying the previous character. The OE indicator is reset whenever the processor reads the contents of the line status register.

Bit 2: This bit is the parity error (PE) indicator. Bit 2 indicates that the received data character does not have the correct even or odd parity, as selected by the even parity-select bit. The PE bit is set to a logical 1 upon detection of a parity error and is reset to a logical 0 whenever the processor reads the contents of the line status register.

Bit 3: This bit is the framing error (FE) indicator. Bit 3 indicates that the received character did not have a valid stop bit. Bit 3 is set to a logical 1 whenever the stop bit following the last data bit or parity is detected as a zero bit (spacing level).

Bit 4: This bit is the break interrupt (BI) indicator. Bit 4 is set to a logical 1 whenever the received data input is held in the spacing (logical 0) state for longer than a full word transmission time (that is, the total time of start bit + data bits + parity + stop bits).

Note: Bits 1 through 4 are the error conditions that produce a receiver line status interrupt whenever any of the corresponding conditions are detected.

Bit 5: This bit is the transmitter holding register empty (THRE) indicator. Bit 5 indicates that the INS8250 is ready to accept a new character for transmission. In addition, this bit causes the INS8250 to issue an interrupt to the processor when the transmit holding register empty interrupt enable is set high. The THRE bit is set to a logical 1 when a character is transferred from the transmitter holding register into the transmitter shift register. The bit is reset to logical 0 concurrently with the loading of the transmitter holding register by the processor.

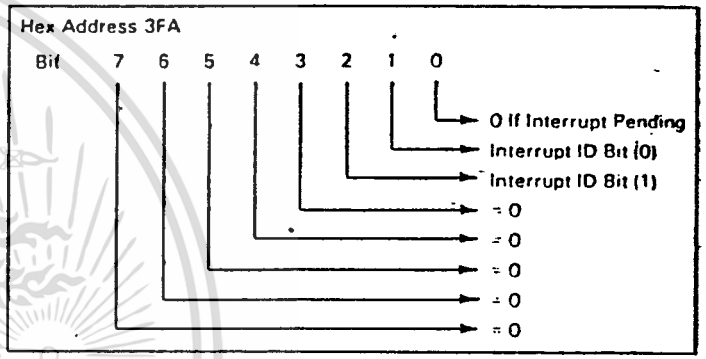
Bit 6: This bit is the transmitter shift register empty (TSRE) indicator. Bit 6 is set to a logical 1 whenever the transmitter shift register is idle. It is reset to logical 0 upon a data transfer from the transmitter holding register to the transmitter shift register. Bit 6 is a read-only bit.

Bit 7: This bit is permanently set to logical 0.

Interrupt Identification Register

The INS8250 has an on-chip interrupt capability that allows for complete flexibility in interfacing to all the popular microprocessors presently available. In order to provide minimum software overhead during data character transfers, the INS8250 prioritizes interrupts into four levels: receiver line status (priority 1), received data ready (priority 2), transmitter holding register empty (priority 3), and modem status (priority 4).

Information indicating that a prioritized interrupt is pending and the type of prioritized interrupt is stored in the interrupt identification register. Refer to the "Interrupt Control Functions" table. The interrupt identification register (IIR), when addressed during chip-select time, freezes the highest priority interrupt pending, and no other interrupts are acknowledged until that particular interrupt is serviced by the processor. The contents of the IIR are indicated and described below.



Interrupt Identification Register (IIR)

Bit 0: This bit can be used in either a hard-wired prioritized or polled environment to indicate whether an interrupt is pending and the IIR contents may be used as a pointer to the appropriate interrupt service routine. When bit 0 is a logical 1, no interrupt is pending and polling (if used) is continued.

Bits 1 and 2: These two bits of the IIR are used to identify the highest priority interrupt pending as indicated in the "Interrupt Control Functions" table.

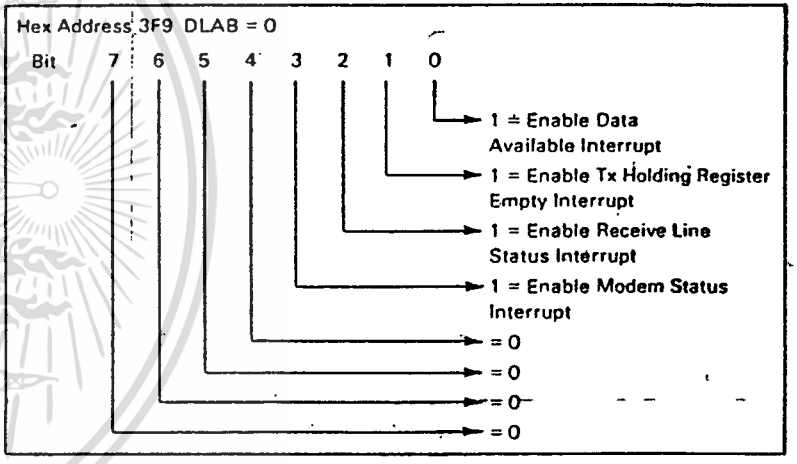
Bits 3 through 7: These five bits of the IIR are always logical 0.

Interrupt ID Register				Interrupt Set and Reset Functions		
Bit 2	Bit 1	Bit 0	Priority Level	Interrupt Type	Interrupt Source	Interrupt Reset Control
0	0	1		None	None	
1	1	0	Highest	Receiver Line Status	Overrun Error or Parity Error or Framing Error or Break Interrupt	Reading the Line Status Register
1	0	0	Second	Received Data Available	Receiver Data Available	Reading the Receiver Buffer Register
0	1	0	Third	Transmitter Holding Register Empty	Transmitter Holding Register Empty	Reading the IIR Register (if source of interrupt) or Writing into the Transmitter Holding Register
0	0	0	Fourth	Modem Status	Clear to Send or Data Set Ready or Ring Indicator or Received Line Signal Direct	Reading the Modem Status Register

Interrupt Control Functions

Interrupt Enable Register

This eight-bit register enables the four types of interrupt of the INS8250 to separately activate the chip interrupt (INTRPT) output signal. It is possible to totally disable the interrupt system by resetting bits 0 through 3 of the interrupt enable register. Similarly, by setting the appropriate bits of this register to a logical 1, selected interrupts can be enabled. Disabling the interrupt system inhibits the interrupt identification register and the active (high) INTRPT output from the chip. All other system functions operate in their normal manner, including the setting of the line status and modem status registers. The contents of the interrupt enable register are indicated and described below:



Interrupt Enable Register (IER)

Bit 0: This bit enables the received data available interrupt when set to logical 1.

Bit 1: This bit enables the transmitter holding register empty interrupt when set to logical 1.

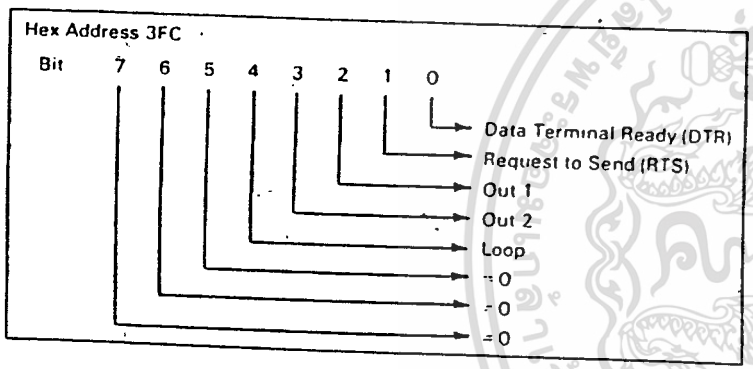
Bit 2: This bit enables the receiver line status interrupt when set to logical 1.

Bit 3: This bit enables the modem status interrupt when set to logical 1.

Bits 4 through 7: These four bits are always logical 0.

Modem Control Register

This eight-bit register controls the interface with the modem or data set (or a peripheral device emulating a modem). The contents of the modem control register are indicated and described below:



Modem Control Register (MCR)

Bit 0: This bit controls the data terminal ready ($\overline{DTR}$) output. When bit 0 is set to a logical 1, the $\overline{DTR}$ output is forced to a logical 0. When bit 0 is reset to a logical 0, the $\overline{DTR}$ output is forced to a logical 1.

Note: The $\overline{DTR}$ output of the INS8250 may be applied to an EIA inverting line driver (such as the DS1488) to obtain the proper polarity input at the succeeding modem or data set.

Bit 1: This bit controls the request to send ($\overline{RTS}$) output. Bit 1 affects the $\overline{RTS}$ output in a manner identical to that described above for bit 0.

Bit 2: This bit controls the output 1 ($\overline{OUT\ 1}$) signal, which is an auxiliary user-designated output. Bit 2 affects the $\overline{OUT\ 1}$ output in a manner identical to that described above for bit 0.

Bit 3: This bit controls the output 2 ($\overline{OUT\ 2}$) signal, which is an auxiliary user-designated output. Bit 3 affects the $\overline{OUT\ 2}$ output in a manner identical to that described above for bit 0.

Bit 4: This bit provides a loopback feature for diagnostic testing of the INS8250. When bit 4 is set to logical 1, the following occurs: the transmitter serial output (SOUT) is set to the marking (logical 1) state; the receiver serial input (SIN) is disconnected; the output of the transmitter shift register is "looped back" into the receiver shift register input; the four modem control inputs ($\overline{CTS}$, $\overline{DSR}$, $\overline{RLSD}$, AND $\overline{RI}$) are disconnected; and the four modem control outputs ($\overline{DTR}$, $\overline{RTS}$, $\overline{OUT\ 1}$, and $\overline{OUT\ 2}$) are internally connected to the four modem control inputs. In the diagnostic mode, data that is transmitted is immediately received. This feature allows the processor to verify the transmit- and receive-data paths of the INS8250.

In the diagnostic mode, the receiver and transmitter interrupts are fully operational. The modem control interrupts are also operational but the interrupts' sources are now the lower four bits of the modem control register instead of the four modem control inputs. The interrupts are still controlled by the interrupt enable register.

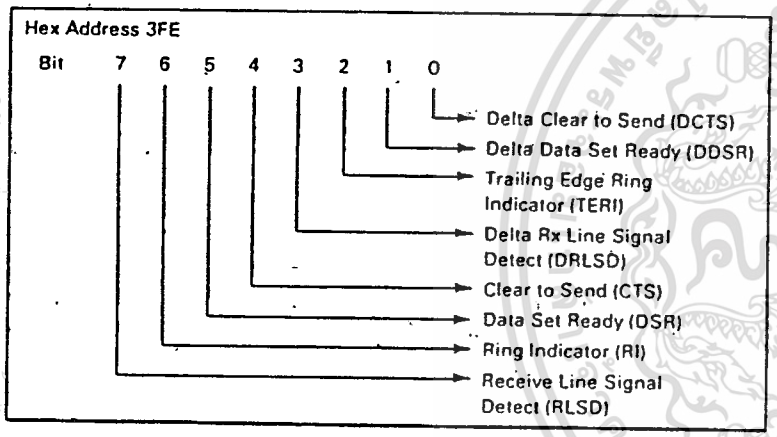
The INS8250 interrupt system can be tested by writing into the lower four bits of the modem status register. Setting any of these bits to a logical 1 generates the appropriate interrupt (if enabled). The resetting of these interrupts is the same as in normal INS8250 operation. To return to normal operation, the registers must be reprogrammed for normal operation and then bit 4 of the modem control register must be reset to logical 0.

Bits 5 through 7: These bits are permanently set to logical 0.

Modem Status Register

This eight-bit register provides the current state of the control lines from the modem (or peripheral device) to the processor. In addition to this current-state information, four bits of the modem status register provide change information. These bits are set to a logical 1 whenever a control input from the modem changes state. They are reset to logical 0 whenever the processor reads the modem status register.

The content of the modem status register are indicated and described below:



Modem Status Register (MSR)

Bit 0: This bit is the delta clear to send (DCTS) indicator. Bit 0 indicates that the $\overline{CTS}$ input to the chip has changed state since the last time it was read by the processor.

Bit 1: This bit is the delta data set ready (DDSR) indicator. Bit 1 indicates that the $\overline{DSR}$ input to the chip has changed state since the last time it was read by the processor.

Bit 2: This bit is the trailing edge of ring indicator (TERI) detector. Bit 2 indicates that the $\overline{RI}$ input to the chip has changed from an On (logical 1) to an Off (logical 0) condition.

Bit 3: This bit is the delta received line signal detector (DRLSD) indicator. Bit 3 indicates that the $\overline{RLSD}$ input to the chip has changed state.

Note: Whenever bit 0, 1, 2, or 3 is set to a logical 1, a modem status interrupt is generated.

Bit 4: This bit is the complement of the clear to send ($\overline{CTS}$) input. If bit 4 (loop) of the MCR is set to a logical 1, this is equivalent to RTS in the MCR.

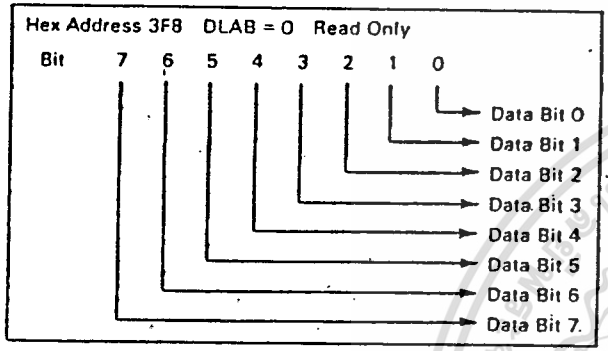
Bit 5: This bit is the complement of the data set ready ($\overline{DSR}$) input. If bit 4 of the MCR is set to a logical 1, this bit is equivalent to DTR in the MCR.

Bit 6: This bit is the complement of the ring indicator ($\overline{RI}$) input. If bit 4 of the MCR is set to a logical 1, this bit is equivalent to OUT 1 in the MCR.

Bit 7: This bit is the complement of the received line signal detect ($\overline{RLSD}$) input. If bit 4 of the MCR is set to a logical 1, this bit is equivalent to OUT 2 of the MCR.

Receiver Buffer Register

The receiver buffer register contains the received character as defined below:

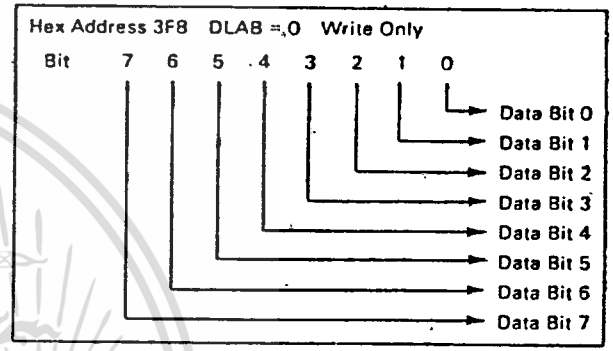


Receiver Buffer Register (RBR)

Bit 0 is the least significant bit and is the first bit serially received.

Transmitter Holding Register

The transmitter holding register contains the character to be serially transmitted and is defined below:

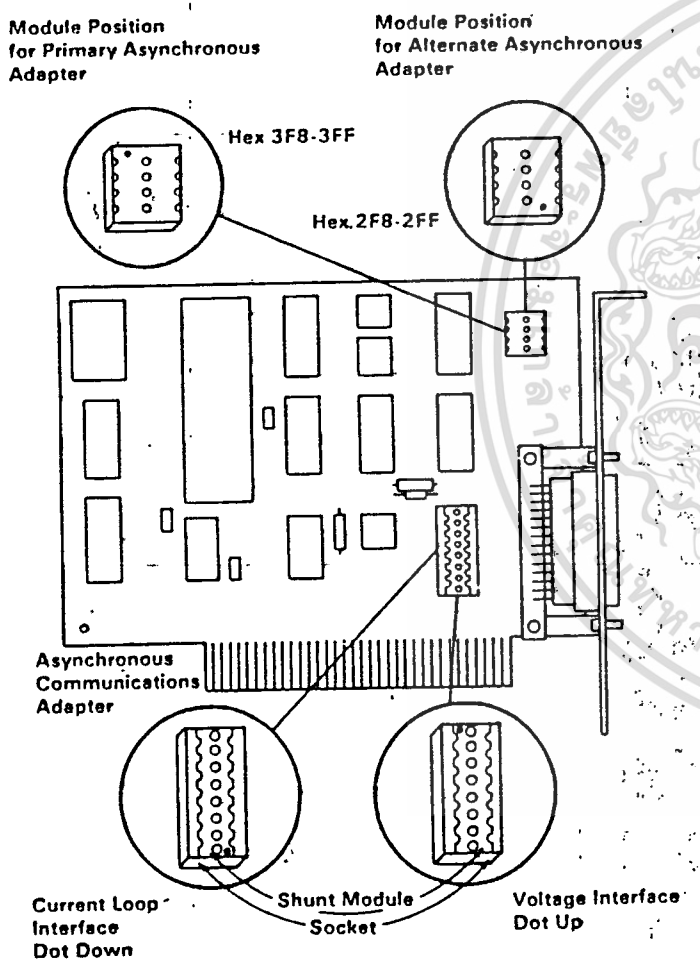


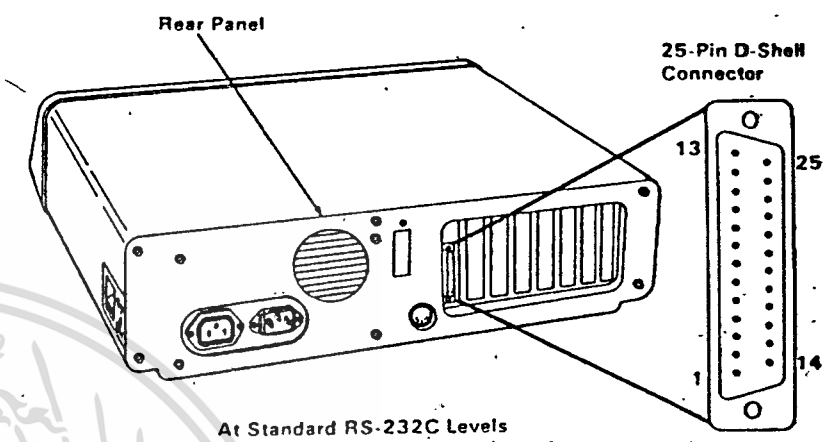
Transmitter Holding Register (THR)

Bit 0 is the least significant bit and is the first bit serially transmitted.

Selecting the Interface Format and Adapter Address

The voltage or current loop interface and adapter address are selected by plugging the programmed shunt modules with the locator dots up or down. See the figure below for the configurations.





At Standard RS-232C Levels (With Exception of Current Loops)

Description	Pin
NC	1
Transmitted Data	2
Received Data	3
Request to Send	4
Clear to Send	5
Data Set Ready	6
Signal Ground	7
Received Line Signal Detector	8
+Transmit Current Loop Data	(9)
NC	10
-Transmit Current Loop Data	(11)
NC	12
NC	13
NC	14
NC	15
NC	16
NC	17
+Receive Current Loop Data	(18)
NC	19
Data Terminal Ready	20
NC	21
Ring Indicator	22
NC	23
NC	24
-Receive Current Loop Return	(25)

External Device

Asynchronous Communications Adapter (RS-232C)

Note: To avoid inducing voltage surges on interchange circuits, signals from interchange circuits shall not be used to drive inductive devices, such

```
program mypro;
uses
  graph,crt;
var
  c,c1,c2,c3,c4,c6     : integer;
  a,d,g1,g2,x1,refer2  : integer;
  refere,hrate         : integer;
  f                    :    real;
  co1,co2,co3,co4,co5  : integer;
  co6,co7,co8,co9,co10: integer;
  ch,ch1,ch2,g3        : integer;
  astole,diastole      : integer;
  flag,e               : integer;

    procedure checkstart;
    var
     gd,gm,errorcode : integer;
     color           :    word;
        begin
          gd := detect;
          initgraph(gd,gm,'');
          errorcode := graphresult;
          if errorcode <> grok then
            begin
              writeln('graphics error  :',grapherrormsg(errorcode));
              writeln('program abortd...');
              halt(1);
            end;
        end;

   procedure displaydetail;
   var
    x,y,z,n          : integer;
    p                : string[3];
    q,r,p2,p3,p5,p6 : string;
    color            : word;
    begin
     color := getmaxcolor;
     for y := 0 to 150 do
       begin
         x := 100;
         putpixel(x,y,color);
       end;
     for x := 100 to 640 do
       putpixel(x,y,color);
       n := 320;
   for  z := 0 to 15 do
       begin
         y := 10*z;
         q := '       mmHg';
         r := '            -';
         n := n-20;
         str(n,p);
         outtextxy(2,y,p);
         outtextxy(2,y,q);
         outtextxy(2,y-3,r);
       end;
       p2 := 'SYSTOLIC   =';
       p3 := 'DIASTOLIC  =';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    p6 := 'MEAN        =';
    outtextxy(100,160,p2);
    outtextxy(350,160,p3);
    outtextxy(100,180,p5);
    outtextxy(350,180,p6);
 end;

procedure displaywave(x1,c:integer);
var
 color2             : word;
 pp                 : array[101..850] of integer;
 delp               : integer;
  begin
     color2 := getmaxcolor;
     delp   := pp[x1];
     if delp = 0 then delp := 1;
     putpixel(x1,150-delp,0);
     pp[x1] := c;
     putpixel(x1,150-c,color2);
  end;

procedure getmax_getmin(d,c1,x1:integer;var g1,g2,refere
,astole,diastole:integer);
var
  x2,y2,x3,y3       :   integer;
  mean,x6,y6        :   integer;
  p1,p4,p6          : string[3];
    begin
     refere := d;
     if g1 < refere then g1 := refere;
     if g2 > refere then g2 := refere;
     if c1 = 10 then
       begin
         astole   := g1;
         diastole := g2;
         g1       := 0;
         g2       := 300;
       end;

     if x1 = 640 then
       begin
         settextstyle(0,0,2);
         str(astole,p1);
         str(diastole,p4);
         for x2 := 205 to 255 do
         for y2 := 160 to 180 do putpixel(x2,y2,0);
         outtextxy(205,160,p1);
         for x3 := 455 to 505 do
         for y3 := 160 to 180 do putpixel(x3,y3,0);
         outtextxy(455,160,p4);
         mean := round((g1+g2*2)/3);
         str(mean,p6);
         for x6 := 455 to 505 do
         for y6 := 180 to 200 do putpixel(x6,y6,0);
         outtextxy(455,180,p6);
         g1 := 0;
         g2 := 300;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure heartrate(refere,x1:integer;var co1,co2,co3,co4,co5,
co6,co7,co8,co9,co10,ch1,ch2,g3,ch,hrate:integer);
var
  x4,y4          :   integer;
  p6             : string[3];
    begin
      if x1 = 640 then
        begin
          hrate  := ch;
          for x4 := 205 to 255 do
          for y4 := 180 to 200 do putpixel(x4,y4,0);
          str(hrate,p6);
          outtextxy(205,180,p6);
          co1 := 0;
          co2 := 0;
          co3 := 0;
          co4 := 0;
          co5 := 0;
          g3  := 0;
          hrate := 0;
        end;
    if co1<100 then
      begin
        if g3<refere then g3 := refere;
        if g3>=refere then co1 := co1+1;
        co1 := co1+1;
       end;
    if co1>=100 then
      Begin
        if co2<15 then
          begin
            co2 := co2+1;
            if (g3 < 5) or (g3 > 250) then co7 := co7+1;
            if co7 > 10 then co2 := 0;
          end;
        if co2>=15 then
          Begin
            co7 := 0;
            if co3<1 then
              begin
                if g3>refere then co4 := co4+1;
                if g3<=refere then
                  begin
                    ch1 := co4;
                    co3 := co3+1;
                  end;
               end;
              if co3>=1 then
                begin
                  if g3>refere then co5 := co5+1;
                  if g3<=refere then ch2:= co5+1;
                  if ch2>=ch1 then
                    begin
                      ch := ch2;
                      co1:= 0;
                      co2:= 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        co5:= 0;
                        g3 := 0;
                      end;

                  end;
              end;
          end;
        end;

    procedure setcom;
    var
      sts : byte;
        begin
          port[$3FB] := 128;
          port[$3F9] := 0  ;
          port[$3F8] := $0C;
          port[$3FB] := 3  ;
          port[$3F9] := 1  ;
          sts        := port[$3F8];
          port[$3FC] := $0A;
        end;


begin{main}
 checkstart;
 displaydetail;
 x1 := 100;
 a  :=   0;
 c1 :=   0;
 g1 :=   0;
 g2 := 300;
 g3 :=   0;
 refer2:=0;
 refere:=0;
 co1   :=0;
 co2   :=0;
 co3   :=0;
 co4   :=0;
 co5   :=0;
 co6   :=0;
 co7   :=0;
 co8   :=0;
 co9   :=0;
 co10  :=0;
 setcom;
 repeat
   x1:=x1+1;
   c1:=c1+1;
   if c1 = 11 then c1 := 1;
   if x1 = 641 then x1 := 101;
   flag := 0;
   while (flag = 0) do
     begin
       if keypressed then
         begin
           cleardevice;
           settextstyle(4,1,3);
           outtextxy(100,100,'happy  new  day');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          readln;
        end;
      flag := port[$3FD];
      flag := flag and 1;
      if keypressed then flag := 1;
    end;
  e         := port[$3F8];

  f         := 0.01925*e;

   if f > 2.0026 then d := round(((158.74*f)/(3.9256-f)))
   else
    if f > 1.386 then d := round(((67.163*f)/(2.817-f)))
    else
      if f > 0.42 then d := round(((47.8*f)/(2.405-f)))
      else
         d := round(10*f/0.42);

  c := round(d/2);
  displaywave(x1,c);
  getmax_getmin(d,c1,x1,g1,g2,refere,astole,diastole);
  heartrate(refere,x1,co1,co2,co3,co4,co5,co6,co7,co8,co9,co10,ch1,
  ch2,g3,ch,hrate);
until keypressed;
readln;
closegraph;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ก็เนื่องด้วยการให้คำปรึกษาที่ดี จาก รศ. มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์อีกหลายท่าน และ พี่ๆ ในแผนกชีวะอิเลคทรอนิกส์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ในทุกด้านด้วยดีตลอดมา จึงใคร่ ขอขอบพระคุณ ท่านผู้ที่กล่าวนามมา ณ.ที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กิติพล ชิตสกุล , ทรานสดิวเซอร์วัดแรงดันโลหิตและการแสดงผล , วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต , 2529
2. ดร.ไพศาล สงวนหมู่ , มาตราฐานการสื่อสารข้อมูลและพัฒนายูทิลิตี้, ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับ 35
3. IBM , Technical Reference Manual For IBM PC-XT , 1983
4. TURBO PASCAL V.4 , 1987
5. Feinberg,Barry , APPLIED CLINICAL ENGINEERING , 1986
6. Schenk,U.Tietze , ADVANCED ELECTRONIC CIRCUITS , 1978
7. Chapra,Steven , NUMERICAL METHODS FOR ENGINEERS , 1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้