สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแสดงผลทาง SMS

WEIGHT AND HIGH MEASUREMENT DISPLAY THOUGH SMS

T 0 6 2 1 2 7

นาย ศิริ กลิ่นจันทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62127
วัน,เดือน,ปี 31 ก.ค. 2549
.....
.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแสดงผลทาง SMS

WEIGHT AND HIGH MEASUREMENT DISPLAY THOUGH SMS

โดย

นาย ศิริ กลิ่นจันทร์ รหัส 45015254

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.สุชาติ คูณทวีเทพ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแสดงผลทาง SMS

WEIGHT AND HIGH MEASUREMENT DISPLAY THROUGH SMS

โดย

นายศิริ กลิ่นจันทร์ รหัสประจำตัว 45015254

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบพร้อมที่ทำการสอบได้

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.สุชาติ คูณทวีเทพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแสดงผลทาง SMS

นายศิริ กลิ่นจันทร์
รศ.สุชาติ คูณทวีเทพ อาจารย์ที่ปรึกษา
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้โหลดเซลล์สำหรับชั่งน้ำหนักบุคคลและใช้คลื่นอัลตร้าโซนิกในการวัดส่วนสูง ทั้งนี้ได้ทำการส่งผลลัพธ์ค่าที่ได้ผ่านระบบ SMS ของโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยได้รับการสนับสนุนให้ใช้เครือข่ายของบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ในการรับส่ง SMS โดยผู้ที่ต้องการใช้ต้องทำการส่ง SMS มาก่อนเพื่อเป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบ หลังจากนั้นระบบจะทำชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแล้วก็จะทำการประมวลผล ต่อมาจะส่งผลไปแสดงบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านทางระบบ SMS ขณะเดียวกันก็จะทำการเก็บค่าลงฐานข้อมูล เพื่อว่าครั้งต่อไปจะนำค่าข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่มาแสดงเปรียบเทียบกัน นอกจากนี้ผู้ใช้บริการยังสามารถส่ง SMS สอบถามข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงที่เคยชั่งเอาไว้ก่อนหน้านี้ได้อีกด้วย ทั้งหมดนี้ได้ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 ในการสร้างโปรแกรมสำหรับติดต่อกับฐานข้อมูลแบบ SQL และควบคุมการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEIGHT AND HIGH MEASUREMENT DISPLAY THROUGH SMS

Mr.Siri Klinchant

Assoc.Suchart Khumtaweetep

Academic year 2004

Abstract:

This project is an applying load cell and ultrasonic transducer for measuring weight and high of person. The result of this operation is sent via SMS system to the mobile phone. Software for this project was built from Microsoft Visual Basic 6.0 program and an assembly program was used to program MCS-51. The serial port RS232 is used for communication between Computer and Microcontroller. The users are also able to know their weight and their high just they send SMS for asking their information.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญ

สารบัญรูปภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 2

2.1 ทฤษฎีของคลื่นอัลตร้าโซนิก 2

2.2 เกจความเครียด(Strian Gages) 9

2.3 LOAD CELL 13

2.4 วงจรขยายผลต่าง (Differential Ampilfier) 15

2.5 วงจรกรองความถี่ (FILTER) 17

2.6 วงจรขยายกลับเฟส (Inverting Amplifier) 19

2.7 ส่วนการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D) 21

2.8 วงจรเรกูเลเตอร์ 26

2.9 กระบวนการรับส่ง SMS 26

2.10 ทฤษฎีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 27

บทที่ 3 การออกแบบ 46

3.1 วงจรไฟเลี้ยงแรงดันคงที่ 49

3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 49

3.3 ส่วนของเครื่องชั่งน้ำหนัก 50

3.4 ส่วนการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D Converter) 51

3.5 ส่วนของเครื่องวัดส่วนสูง 52

3.6 การทำงานของ Software ที่ใช้ควบคุมระบบ 54

บทที่ 4 ผลการทดลอง 59

4.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก 59

4.2 เครื่องวัดส่วนสูง 62

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 65

กิตติกรรมประกาศ 66

ภาคผนวก 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการเกิดคลื่นตามยาว 2

รูปที่ 2.2 เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด 10

รูปที่ 2.3 ชนิดของเกจความเครียด 11

รูปที่ 2.4 การติดเกจความเครียด 11

รูปที่ 2.5 สมดุลบริดจ์ของเกจความเครียด 12

รูปที่ 2.6 ไม่สมดุลบริดจ์ของเกจความเครียด 12

รูปที่ 2.7 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ 13

รูปที่ 2.8 โหลดเซลล์แบบคาน 14

รูปที่ 2.9 โหลดเซลล์แบบวงแหวน 15

รูปที่ 2.10 วงจรขยายความแตกต่าง 16

รูปที่ 2.11 การคำนวณ Vo 16

รูปที่ 2.12 แสดงการตอบสนองความถี่ (Frequency Response) ของวงจรกรองความถี่ต่ำ 18

รูปที่ 2.13 วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-Pass Filter) 19

รูปที่ 2.14 วงจรขยายกลับเฟส (Inverting Amplifier) 20

รูปที่ 2.15 หลักการของตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 21

รูปที่ 2.16 แสดงการตอบสนองของเวลาการแปลงสัญญาณของ A/D คอนเวอร์เตอร์ 22

รูปที่ 2.17 กระบวนการแปลงสัญญาณดิจิตอลด้วย A/D คอนเวอร์เตอร์ 23

รูปที่ 2.18 การทำงานของวงจรอินทริเกรเตอร์ 24

รูปที่ 2.19 ตัวแปลงสัญญาณ A/D คอนเวอร์เตอร์แบบแรมป์ 24

รูปที่ 2.20 กราฟของส่วน D/A ระหว่างการแปลงสัญญาณ 25

รูปที่ 2.21 เรกูเลเตอร์แบบใช้ซีเนอร์ไดโอด 26

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแสดงผลโดย SMS 47

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการต่อวงจรไฟเลี้ยงแรงดันคงที่ 48

รูปที่ 3.3 โครงสร้างการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก 50

รูปที่ 3.4 วงจรขยายของเครื่องชั่งน้ำหนัก 51

รูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อไอซี LTC 1298 เข้ากับ MCS-51 52

รูปที่ 3.6 ภาคส่งอัลตร้าโซนิก 52

รูปที่ 3.7 ภาครับอัลตร้าโซนิก 53

รูปที่ 3.8 แสดงการเชื่อมต่อวงจรรวมทั้งหมด 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.9 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม SMS Router 55
รูปที่ 3.10 Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม SMS Router 56
รูปที่ 3.11 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม Instrument Control 57
รูปที่ 3.12 Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม Instrument Control 58
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาท์พุท Inv Amp กับ น้ำหนักจริง 61
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่จอแสดงผล กับ น้ำหนักจริง 61
รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาท์พุทจากวงจรกำเนิดความถี่ 40 kHz 62
รูปที่ 4.4 สัญญาณที่หัวส่งอัลตร้าโซนิก (TX) 62
รูปที่ 4.5 สัญญาณที่ตัวรับอัลตร้าโซนิค (RX) 63
รูปที่ 4.6 สัญญาณเมื่อผ่านภาคขยายภาคที่ 1 63
รูปที่ 4.7 สัญญาณเมื่อผ่านภาคขยายภาคที่ 2 63
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงเครื่องวัดส่วนสูง 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วคลื่นในก๊าซต่างๆ 5

ตารางที่ 4.1 แสดงแรงดันที่ได้จากโหลดเซลล์, ภาคอินเวอร์ติ้งและน้ำหนักที่ได้จากจอแสดงผล 60

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองของเครื่องวัดส่วนสูง แล้วหาค่าเฉลี่ย 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของโครงงาน

เครื่องชั่งน้ำหนักเรามักจะพบเห็นกันบ่อยตามห้างสรรพสินค้าโดยหยอดเหรียญบาทแล้วก็ทำการชั่งซึ่งเป็นการชั่งน้ำหนักหนักอย่างเดียวและสืบเนื่องมาจากปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าผู้คนส่วนใหญ่มักจะพกพาโทรศัพท์เคลื่อนที่จนมันเกือบจะเป็นปัจจัยที่ 5 ของการดำรงชีวิตเสียแล้ว โครงงานนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการชั่งน้ำหนักที่มีการวัดส่วนสูงอยู่เครื่องเดียวกัน และไม่ต้องหยอดเหรียญเพียงแต่พิมพ์ SMS มาทำการเปิดการใช้งาน แล้วค่าของการชั่งและวัดจะถูกส่งเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านทางระบบ SMS โดยสามารถแสดงข้อมูลครั้งล่าสุดที่เคยมาใช้บริการเปรียบเทียบกับข้อมูลใหม่ที่เพิ่งทำการชั่ง นอกจากนี้ผู้ใช้ไม่ต้องจดจำข้อมูลน้ำหนักและส่วสูงของตัวเองอีกต่อไป เพราะสามารถส่ง SMS เข้ามาสอบถามข้อมูลตัวเองได้ตลอดเวลา ซึ่งระบบจะทำการส่งค่าดังกล่าวตอบกลับทางระบบ SMS เข้าสู่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้บริการ

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของระบบการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง โดยเป็นการศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งกับคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งและเพื่อติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 อีกทั้งยังเป็นการศึกษาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ขอบเขตของโครงงาน

เป็นการใช้โหลดเซลล์และอัลตร้าโซนิกร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นด้วยโปรแกรม **Microsoft Visual Basic 6.0** ในการรับส่ง SMS และติดต่อกับฐานข้อมูลด้วย SQL เพื่อเก็บมูลที่ได้จากกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีของคลื่นอัลตร้าโซนิก

2.1.1 คุณสมบัติและธรรมชาติของคลื่นอัลตร้าโซนิก

หลักการการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงคือ ฟิลด์ของพลังงานจะถูกส่งออกมาจากตัวส่งถ้าไปกระทบกับวัตถุพลังงานบางส่วนจะถูกสะท้อนกลับไปที่ตัวส่งด้วย แต่การใช้วัตถุเป็นตัวรับที่เหมาะสม (suitable) จะสามารถรับการสะท้อนกลับของสัญญาณ(signal) เวลาที่ใช้ในการเดินทางในอากาศ และสามารถที่จะคำนวณระยะทางได้ เพราะฉะนั้นการศึกษาถึงธรรมชาติของคลื่นจะสามารถทำให้เข้าใจในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

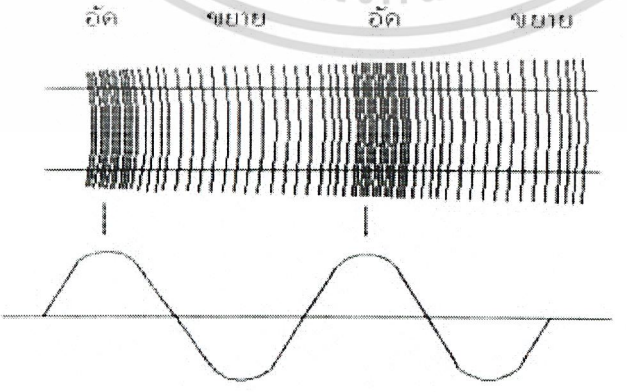
2.1.2 คลื่นอัลตร้าโซนิก

คลื่นอัลตร้าโซนิคคือ คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูมนุษย์จะสามารถได้ยินคลื่นความถี่ประมาณ 20 Hz ถึง 20kHz ดังนั้นแล้วคลื่นอัลตร้าโซนิกจึงหมายถึงแอมปลิจูด(Amplitude)สูงๆ จะเรียนกว่า “ไฮเปอร์ซาวด์”

2.1.3 ชนิดของคลื่น อัลตร้าโซนิก

คลื่นอัลตร้าโซนิกที่ส่งผ่านตัวกลางต่างๆ มีหลายชนิดด้วยกัน และแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันตามการเคลื่อนที่ของอนุภาคในตัวกลางนั้นๆ

1.คลื่นตามยาว (Longtudinal Wave) คือ คลื่นอนุภาคตัวกลางมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการเกิดคลื่นตามยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าจะมีส่วนของคลื่นอัด(Compression)ซึ่งก็คือคลื่นช่วงของตัวกลางที่มีความชันสูง และคลื่นขยาย(Rection) คือคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางที่มีความดันต่ำและเมื่อนำค่าของความดัน ที่เปลี่ยนแปลงตามระยะทางมาเขียนกราฟ จะได้รูปซายน์(Sine Wave) โดยยอดคลื่นจะตรงกับส่วนอัดและท้องคลื่นจะตรงกับส่วนขยาย ระยะทางระหว่างส่วนอัดและส่วนขยาย ระยะทางระหว่างส่วนอัดและส่วนขยายถึงส่วนขยายคือ 1 ความยาวคลื่นและมีคาบเวลาเป็นคลื่น (T) ซึ่งเท่ากับ 1/f โดยจุดที่เป็นแกนนั้นมีความดัน 1 บรรยากาศ

2. คลื่นตามขวาง (Transerse Wave) คือ คลื่นที่ๆ จุดบนคลื่นมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ คลื่นชนิดนนี้จะเดินทางผ่านตัวกลาง คลื่นชนิดนี้จะไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งหรือก๊าซ ได้ คลื่นตามขวางมีลักษณะเหมือนการเกิดขั้วบวก ขั้วลบซึ่งเหตุผลที่ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคในทิศทางเดียวเช่น ในระนาบตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ไปจากต้นกำเนิดของคลื่นตามแนวขวางเป็นพื้นหน้าเรียบ ของระนาบทีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคอันเนื่องมาจากการแกว่ง ความหนาของตัวกลางความเร็วของคลื่นขนิดนี้จะน้อยกว่าความเร็วของคลื่นชนิดตามยาวในขณะที่เดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน ดังนั้น ที่ความถี่เดียวกันความยาวคลื่นตามขวางจะน้อยกว่า คลื่นตามยาวเสมอ

3. คลื่นผิวหน้า (Surface Wave or Reyleigh) คือ คลื่นชนิดหนึ่งซึ่งคล้ายกับคลื่นตามขวางจะต่างกันตรงที่เคลื่อนที่ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค ไม่เพียงในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว แต่มีการเปลี่ยนแปลง ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ไปตามแนวระนาบในแนวนอนด้วยเหตุนี้คลื่นจึงเดินทางผ่านไปเฉพาะบนผิวของตัวกลางเท่านั้น

2.1.4 คุณสมบัติที่สำคัญของคลื่นอัลตร้าโซนิค

คุณสมบัติโดยทั่วๆ ไปของคลื่นเสียงจะแสดงได้ 4 แบบ คือ

1.การสอดแทรกของเสียง (Interference)คือ การสอดแทรกของเสียงเกิดจากการรวมตัวของคลื่น 2 คลื่นขึ้นไป ขณะเมื่อพบกันในตัวกลางเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดผลได้หลายลักษณะคือ

- การบีตส์ (beats) ของคลื่นเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรวมคลื่นที่ความต่างกันหรือต่างเฟสกันที่ไปในตัวกลางเดียวกันแล้วรวมเป็นคลื่นใหม่ซึ่งทำให้แอมปลิจูดเปลี่ยนแปลงไปได้แสดงดังรูป จากรูปเป็นการแสดงบิสต์โดยคลื่นเสียง 2 คลื่นซึ่งคลื่นที่มีแอมปลิจูดเปลี่ยนไปซึ่งประโยชน์ของการบีสต์ของคลื่นนั้นจะนำไปใช้ในการเปรียนเทียบความถี่ของคลื่นให้แสดงผลออกมาในลักษณะแอมปลิจูดที่ต่างกัน

- การเกิดคลื่นนิ่ง(Standing Wave) เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นที่แอมปลิจูดเท่ากันและความถี่เท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามกันหรือเฟสตรงกันข้ามกัน ซึ่งจะทำให้เกิดคลื่นนิ่งดังรูป เสียงจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งสูงสุดที่ตำแหน่ง ก.และเบาสุดที่ตำแหน่ง ข.ระยะทางระหว่างขั้วทั้ง 2 เท่ากับ d=λ/2 M หรือ L=n(λ/2); n=1,2,3…

2. การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง(Diffraction) คือ คลื่นเสียงเบนอ้อมสิ่งกีดขวางที่ลักษณะเป็นมุมหรือช่องแคบซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้พบได้ในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา เช่นในกรณีที่ได้ยินเสียงแตรรถที่อยู่คนนละมุมของตึก หรือการที่ได้ยินเสียงลอดผ่านช่องเล็กๆ จากอีกห้องหนึ่งดังแสดงในรูป

3. การสะท้อนของคลื่นเสียง(Reflection) คือคลื่นเสียงที่สามารถสะท้อนได้เมื่อตกกระทบตัวกลางโดยที่มุมสะท้อนจะทำให้เกิดเสียงก้อง ซึ่งเสียงก้องที่สะท้อนกลับมาในเวลาที่มากกว่า 50 ms ทำให้เราได้ยินเสียงเป็น2 ครั้ง

4.การหักเหของคลื่นเสียง (Refraction) คือ คลื่นเสียงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหน้าแน่นต่างกันจะเกิดการหักเหจองคลื่น ซึ่งจะทำให้ความเร็วของคลื่นเสียงเปลี่ยนไป โดยที่ความถี่ยังคงที่อยู่

2.1.5 การเกิดคลื่นอัลตร้าโซนิก

อัลตร้าโซนิกเป็นคลื่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานกลโดยการสั่นไปมา หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล ให้เกิดย่านอัลตร้าโซนิกกระจายออกไปในอากาศดังนั้นจึงถือได้ว่า คลื่นที่เกิดเป็นกล(Mechanical Wave) อัลตร้าโซนิกสามารถสร้างได้โดยทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลหลักการมีหลายวิธีดังนี้

1.แบบเปียโซอิเล็กทริก(Piezo-Electric Tranducer)

2.แบบแมกนิโตสตริคทีฟ (Magnetrostictive Tranducer) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้น

3.แบบอิเล็กทริคโทรสติคทีฟ (Electrostrictive Tranducer) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล

สำหรับเปียโซอิเลคทริคเป็นแบบที่นิยมใช้เพราะราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย

ความถี่และความยาวคลื่น(Frequency and Wave Length)

- ความถี่ คือ จำนวนของการออสซิเลทที่สมบรูณ์จากแหล่งกำเนิดคลื่นภายในเวลา 1 ms คลื่นที่ถูกส่งจากแหล่งกำเนิดจะเดินทางด้วยความถี่เดียวกัน

- ความยาวคลื่น คือ ระยะทางที่คลื่นเดินทางระหว่างการสั่นที่สมบรูณ์หรือการเดินทางครบหนึ่งรอบ(1 Cycle) สามารถกล่าวได้ว่า ความยาวคลื่นเป็นระยะทางระหว่างการอัดอย่างต่อเนื่อง (Successive Compression) หรือการเบาบางของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอัด คือ การที่บริเวณนั้นมีความหนาแน่นของโมเลกุลและแรงดันบริเวณรอบๆส่วนการเบาบางเป็นบริเวณพาหะ ที่เกิดจากการลดความหนาแน่นของโมเลกุลและแรงดันสัมพัทธ์กับแรงดันของบรรยากาศปกติ

ความถี่และความยาวคลื่นมีความสัมพัทธ์กันตามสมการข้างล่าง

$$C = f\lambda$$

C = ความเร็วของการเดินทาง

F = ความถี่ (Hz)

λ= ความยาวคลื่น (m)

ความเร็วของคลื่นอัลตร้าโซนิก

ความเร็วของคลื่นอัลตร้าโซนิก ในอากาศที่อุณหภูมิปกติสัมพัทธ์ใช้ จะเป็นสมการ

$$V=331.45+0.607t \ (m/s)$$

V = ความเร็วของคลื่นในตัวกลางอากาศ

T=อุณหภูมิของคลื่นในอากาศ

GAS	Velocity
AIR (DRY 1 องศาเซลเซียส)	331.45
ARGON	319
CARBON MONOXIDE	338
CARBONDIOXIDE	259
HELIUM	965
HYDROGEN METHANE	1284

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วคลื่นในก๊าซต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณพลังงานของคลื่นอัลตร้าโซนิก

ปริมาณพลังงานของอัลตร้าโซนิก จะถูกวัดในรูปความเข้มของคลื่นอัลตร้าโซนิกจะมีหน่วยเป็นวัตต์(Watt) ต่อตารางเซนติเมตร เป็นการไหลของพลังงานผ่านพื้นที่ หนึ่งตารางเซนติเมตรซึ่งตั้งฉากกับทิศทางการเดินทาง ของคลื่นใน 1 วินาที

การลดทอนของคลื่นอัลตร้าโซนิก

เมื่อคลื่นเดินทางผ่านตัวกลางลำคลื่น (Beam) ของคลื่นอัลตร้าโซนิก จะสูญเสียความเข้มซึ่งเกิดจากการลู่ออกของลำอัลตร้าโซนิก หรือเกิดจากการกระจายพลังงานของคลื่นออกจากลำคลื่น เนื่องจากความไม่ต่อเนื่องของตัวกลาง และอาจจะเกิดการดูดซับพลังงาน ส่วนหนึ่งของคลื่นโดยตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ ผ่านพลังงานที่ดูดซับนี้ จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน การดูดซับพลังงานความร้อนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุ ความยืดหยุ่นและความหนาแน่น รวมทั้งความถี่ที่ใช้ ยิ่งความถี่สูงพลังงานยิ่งดูดซับได้มาก

2.1.6 อัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์

ปรากฏการเปียโซอิเล็กทริก เปียโซอิเล็กทริก เป็นการกฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่งซึ่งทำให้พลังงานเปลี่ยนแปลงจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปได้ กล่าวคือ ถ้าป้อนแรงกลให้ Solid Cystalline Dielectric ดังในรูปก็จะเกิดความเค้น (Stress) ภายในคริสตอล และทำให้ผลึกของคริสตอลผิดรูปไป เช่น พวก ควอทซ์(Quartz) ผลก็คือประจุเปลี่ยนไป การผิดรูปผิดร่างของ แลททิสเป็นผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างการแทนที่ (Displacement) ของประจุ บวกและลบในแลททิสเปลี่ยนไป การแทนที่ของประจุภายในจะเท่ากับประจุภายนอก ของขั้วที่ตรงข้ามของคริสตอลเรียกว่าผลของเปียโซอิเล็กทริก (Piezo Electric Effect)

การวัดประจุทำได้โดยการต่ออิเล็กโทรด(Electrode) เข้าที่ผิวด้านนอกแล้ววัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง ขนาด (Magnitude) และการมีขั้ว (Poarity) ของประจุบนผิวที่ถูกเหนี่ยวนำ (Induced Surface Charge) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดและทิศทางของแรง (Force) ที่มากระทำ

Cc:คาปาซิเตอร์ของชิ้น ส่วนเปียโซอิเลคทริค

Rc:Leakage Resistance ของเปียโซอิเลคทริค ปกติจะมีค่าสูงประมาณ 0 – 10

ความต้านทานระหว่างเทอร์มินอล โดยทั่วไปจะเป็นความต้านทานทางโหลด RL ที่ความถี่ปานกลางและความถี่สูงโวลท์เตจ E_0 ที่คร่อมโหลดหาโดย Cc และ Cz ค่าเหล่านี้มาได้โดยการแบ่งโวลท์เตจ E_0 ได้จากสมการ

$$E = Ecc/(Cc+Cl)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขึ้นกับความถี่ถ้าเอาท์พุตโวลท์เตจมีค่ามาก สามารถทำให้ลดลงโดยการเพิ่มค่า Cl เช่น การนำค่า Cc ต่อขนานเข้าไป ที่ความถี่ต่ำ โวลท์เตจ E_0 คร่อมโหลดหาได้โดยค่ารีแอคแตนซ์ของ Cc และอิมพีแดนซ์ของ Cl และ RL ที่ต่อขนานกัน โวลท์เตจ E_0 ขึ้นกับความถี่และลดลงถ้าความถี่ลดลง

วัสดุเปียโซอิเลคทริก วัสดุเปียโซอิเลคทริก ที่ใช้กับอย่างกว้างขวาง เช่น Quartz , Tourmoaline Sulphate , Barium Tilanate และ Zirconnate Tilanate โดยทั่วไปแล้วพวกควอทซ์ และคริสตอลที่เป็นเปียโซอิเลคทริกธรรมชาติมันจะมีขั้วของมันเองตามธรรมชาติ แต่พวกเปียโซอิเลคทริกที่สังเคราะห์มา เช่น แบเรียม ไททาเนท เซรามิก จะต้องนำมาทำการอบคริสตอลภายในแรงดัน และวางวัสดุที่ได้นี้ในสนามไฟฟ้าที่มีแรงดันของไฟฟ้ากระแสตรงมาก หลังจากชิ้นส่วนนี้ถูกนำไปในสนามไฟฟ้าแล้ว คริสตอลนี้จะมีขั้วตามแนวของทิศทางของสนาม และประพฤติตัวตามคุณสมบัติของเปียโซอิเลคทริค สำหรับชิ้นส่วนที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์นี้ไม่มีข้อจำกัดทางขนาด โดยโครงสร้างของคริสตอลและยังสามารถทำให้มีรูปร่างและขนาดต่างๆ และทิศทางขั้วก็จะถูกสร้างขึ้นระหว่างขั้นตอนการผลิต

- ชนิดของเปียโซอิเลคทริกทรานสดิวเซอร์

เปียโซอิเลคทริกทรานสดิวเซอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

แบบ Generation – action Transducer ใช้ตัวรับโดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะหาได้จากแรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อเปียโซอิเลคทริก

แบบ Motor – action Transducer ใช้เป็นตัวส่งโดยการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างทำให้เกิดคลื่นอัลตร้าโซนิค จะขึ้นอยู่กับขนาดความสูงและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ในทั้งสองกรณี ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับขนาดของวัสดุ

2.1.7 การทำงานของทราสดิวเซอร์ตัวรับตัวส่ง

เมื่อเซรามิคได้รับสัญญาณแรงดันตกคร่อมจะทำให้ชิ้นสารเซรามิคโก่งงอ ทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นขึ้นมา ดังนั้นถ้าป้อนสัญญาณเป็นห้วงๆ (Electrically Pulse) จากการออสซิเลท จะทำให้ชิ้นสารโก่งงอมากน้อยหรือทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณไฟฟ้าจากกออสซิเลทนั้นออกไป โดยทั่วไปกำลังเอาท์พุตที่ออกมาจะตกลงประมาณ 10 % ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แต่เอาท์พุตจะสูงที่ค่านี้ โดยประมาณก็ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณออสซิเลทที่ป้อนเข้าชิ้นสารเซรามิคตรงกับความถี่รีโซแนนซ์ที่เป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิคนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาท์พุตจะลดลงกว่านี้ ส่วนความถี่รีโซแนนซ์ของชิ้นสารเซรามิคเข้ามาจะทำให้ชิ้นสารโก่งตัวไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมัน

- ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวรับ – ตัวส่งทรานสดิวเซอร์

1. ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระทบกระเทือน หรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างมิให้เสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทรานสดิวเซอร์ที่ขายโดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันไม่เกิน 20 V_{rms} ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวทรานดิวเซอร์ก็ควรอยู่ในขีดจำกัดนี้
3. ความถี่รีโซแนนซ์ (คือความถี่ที่ตัวมันสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดของทรานสดิวเซอร์) 40 kHz (Bandwidth) ที่มีขายโดยทั่วไปจะผิดพลาดไม่เกิน +/- 1kHz และมีแถบความถี่ประมาณ 4.5kHz (Bandwidth) สำหรับตัวส่ง และตัวรับมีความถี่ประมาณ 5.0 kHz จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกจากตัวส่งได้
4. อุณหภูมิที่ใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ภายในช่วง –20 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส
5. ตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ ที่ตำแหน่งบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาจะลดลงจึงควรจะทำให้ตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงกันมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อยู่ในห้องจะเกิดความเบี่ยงเบนจากกันได้มาก เพราะคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคจะสามารถสะท้อนกับกำแพง และวัตถุที่อยู่ภายในห้องทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง อัลตร้าโซนิคนี้สามารถทำให้เป็นลำแคบได้โดยที่ใช้เลนส์ที่เรียกว่า Planoconc – avelenrs วางข้างหน้าของทรานสดิวเซอร์เพื่อทำให้ลำแสง Beam นี้จะทำให้ near field สั้นลง และ far field กระจายกว้างขึ้น การทำให้เป็นลำคลื่นเหมาะสำหรับทราสดิวเซอร์ที่สร้างความถี่สูงที่เหมาะสำหรับใช้ในการแพทย์ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 2 – 5 MHz เพื่อที่ใช้ในการตรวจเนื้อเยื่อ
6. ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีความต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตากปกติแล้วตัวต้านทานนี้ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 10 กิโลโอห์ม ถึง 100 กิโลโอห์ม จากการทดสอบพบว่าถ้าเปลี่ยนจาก 100 กิโลโอห์ม มาเป็น 10 กิโลโอห์ม ความไวจะลดลงประมาณ 10 – 12 dB แต่ความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ความต้านทานต่ำลงไปอีกความถี่รีโซแนนซ์ จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าต้องการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีความถี่แคบ
7. ตามปกติแล้วสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับ มาใช้งานแทนกันได้ในการใช้งานส่วนใหญ่ ตัวส่งและตัวรับรุ่นใดก็สามารถใช้งานแทนกันได้ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่รีโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลทางไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้าสลับเพื่อ ให้เกิดลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับความถี่เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ในการใช้งานอัลตร้าโซนิค คลื่นอัลตร้าโซนิคเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้สามารถเล็งเห็นคลื่นไปตามเป้าหมายที่ต้องการเจาะจงได้ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็ยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ทำให้เสียงออกมา) ของตัวที่ทำให้เกิดเสียงความถี่นี้ เช่นคลื่นความยาว 300Hz ในอากาศจะมีความยาวคลื่นประมาณ 1เมตร เศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องเปิดรับที่ให้คลื่นเสียงเข้ามาจากตัวกำเนิดเสียง โดยทั่วไปคลื่นมากมายจะถูกหักเหที่ด้านนอก ของตัวกำเนิดเสียงที่ทำให้เกิดการกระจายทิศทางของคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่างอัลตร้าโซนิคอย่างเช่น 40 kHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มิลลิเมตร เท่านั้นซึ่งเล็กกว่าตัวที่ทำให้เกิดคลื่นเสียง ความถี่นั้นมาจากคลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ ซึ่งพุ่งออกมาเป็นลักษณะลำแคบๆ หรือที่เรียกว่า มีทิศทางนั่นเอง การมีทิศทางของคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิคทำให้เราสามารถนำเอาไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น คลื่นวัดความหนาของวัตถุ โดยสังเกตระยะที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึก ทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์อาจใช้ความถี่ช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz และมีความถี่เป็น GHz

2.2 เกจความเครียด(Strian Gages)

ทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้อยู่บนพื้นฐานที่ว่าถ้าตัววนำไฟฟ้าอันหนึ่งถูกขึงให้ตึง หรือถูกอัดตัวค่าความต้านทานของมันจะเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนในความยาวพื้นที่หน้าตัดหรือพิกัดความต้านทานของมัน ค่าความต้านทาน R ของตัวนำไฟฟ้าอันหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A ความยาว L และพิกัดความต้านทาน ρ คือ

$$R = \frac{\rho l}{\mu A} \qquad (2.1)$$

เกจแฟคเตอร์ F ของตัวนำไฟฟ้าถูกนิยามเหมือนกับ

$$F = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\varsigma} \qquad (2.2)$$

เมื่อ ΔR เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทาน R เนื่องจากเกจความเครียด ς ซึ่ง

$$\varsigma = \Delta L/L \qquad (2.3)$$

ในทางปฏิบัติ ตัวนำไฟฟ้าที่ใช้มักอยู่ในรูปของเส้นลวดเล็กหรือโลหะแผ่นบาง ทรานส์ดิวเซอร์เกจความเครียดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.เกจความเครียจชนิดไม่ยึดติด

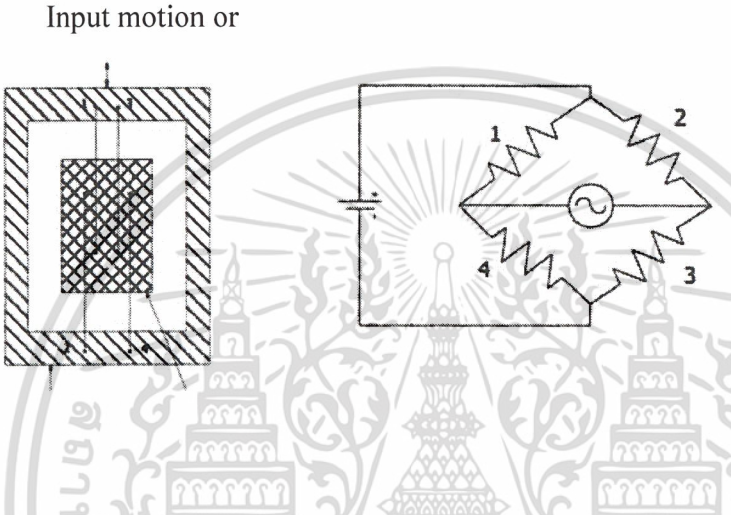
2.เกจความเครียดชนิดยึดติด

เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด เกจความเครียดชนิดนี้ ลวดค่าความต้านทานเส้นหนึ่งจะถูกขึงให้ตึงระหว่าง 2 เฟรม เฟรมหนึ่งเคลื่อนที่และอีกเฟรมหนึ่งอยู่กับที่ดังรูปที่ 2.2(ก) ขนาดของเส้นลวดตามปกติจะยาว 25 mm. และเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.025 mm. เพลทที่บิดงอได้จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สปริงระหว่างเฟรมทั้งสอง เส้นลวดจะอยู่ภายใต้การป้อนโหลดอันใหม่ ซึ่งมากว่าโหลดที่มีการอัดตัวที่ตั้งเอาไว้ตอนแรก การเคลื่อนที่ของอินพุทที่แสดงในรูปที่ 2.2 จะขึงเส้นลวดเส้นที่ 1 และ 3 ให้ตึง ขณะเดียวกันก็จะลดความตึงเครียดในเส้นลวดที่ 2 และ 4 การเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามก็จะให้ผลที่ตรงกันข้าม เส้นลวดที่นำมาต่อจะถูกต่อเข้ากับวงจรโทนบริดจ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.2(ข)

โดยทรานส์ดิวเซอร์ชนิดนี้สามารถวัดการเคลื่อนที่ที่มีขนาดเล็กมากๆถึง 50 μm และแรงที่มีขนาดเล็กมากๆอีกด้วย

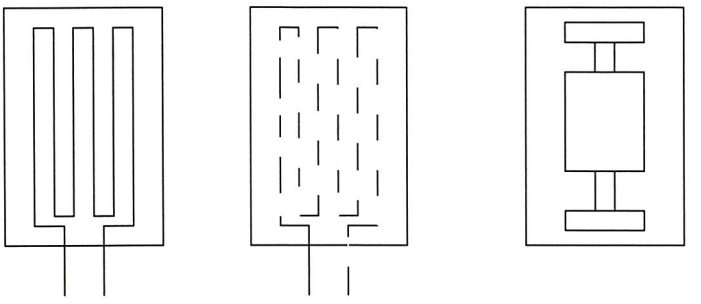


(ก) (ข)

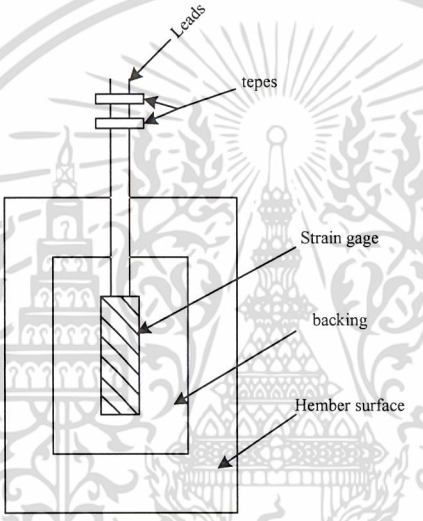
รูปที่ 2.2 เกจความเครียดชนิดไม่ยึดติด

เกจความเครียดชนิดยึดติด จะถูกใช้งานอย่างกว้างขวางเพื่อวัดสิ่งที่แปรเปลี่ยนไปทางกายภาพหลายอย่าง เช่น ความเครียด แรง แรงบิด ความดัน และการสั่นสะเทือนเป็นต้น เกจเหล่านี้อาจทำด้วยวัสดุจำพวกโลหะหรือสารกึ่งตัวนำและอยู่ในรูปของเกจเส้นลวด (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 μm.) หรือโลหะแผ่นบางๆหรือแท่งเล็ก (กรณีสารกึ่งตัวนำ) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 เกจเหล่านี้มีการดาษหรือวัสดุอื่นห่อหุ้มอยู่ เพื่อใช้ยึดติดกับพื้นผิวที่ต้องการวัดค่าความเครียดดังแสดงในรูปที่ 2.4 เมื่อยึดติดแล้ว เกจได้รับความเครียดเหมือนกับความเครียดที่มีอยู่ในพื้นผิวนั้นเกจเหล่านี้มีความค่าสูงมาก และเมื่อนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความเครียดที่ต่ำประมาณ 10^{-7} อาจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ชนิดของเกจความเครียด



รูปที่ 2.4 การติดเกจความเครียด

2.3.1 บริดจ์ของเกจความเครียด

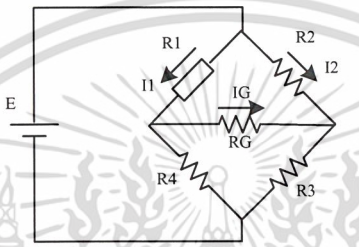
เกจความเครียดโดยปกติแล้ว จะถูกต่อเป็นส่วนหนึ่งของวงจรวิทสโตนบริดจ์เพื่อว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของมันอันเนื่องมาจากความเครียดจะวัดได้ หรือให้เอาท์พุทที่สามารถนำไปแสดงผลหรือบันทึกผลได้ มีการจัดวางบริดจ์ 2 แบบคือ

1. สมดุลบริดจ์(Balanced bridge)
2. ไม่สมดุลบริดจ์ (Unbalanced bridge)

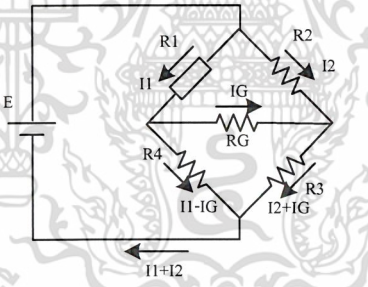
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดวางแบบสมดุลบริดจ์ ค่าความต้านทานของเกจความเครียด R1 เป็นแขนข้างหนึ่งของวิทสโตนบริดจ์ ขณะที่แขนที่เหลือมีค่าความต้านทาน R2,R3และR4 บริดจ์จะถูกกระตุ้นด้วยแหล่งจ่ายดีซีด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้า E และ R0 เป็นค่าความต้านทานของกัลวานนอมิเตอร์ บริดจ์กล่างได้ว่าสมดุลย์เมื่อไม่มีการแสไฟฟ้าผ่านกัลป์วานนอมิเตอร์ เงื่อนไขของการสมดุล ซึ่งเป็นที่รู้จักกันที่คือ

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R2}{R3} \qquad \text{สมการ 2.4}$$



รูปที่ 2.5 สมดุลย์บริดจ์ของเกจความเครียด



รูปที่ 2.6 ไม่สมดุลบริดจ์ของเกจความเครียด

ถ้า R1 มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเครียด บริดจ์ซึ่งสมดุลในตอนต้นจะไม่สมดุล อันนี้จะทำให้สมดุลได้อีกครั้งโดยการเปลี่ยนค่า R4 หรือ R2 การเปลี่ยนแปลงอันนี้สามารถวัดได้และถูกใช้เพื่อการแสดงการเปลี่ยนแปลงของ R1 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเครียดเทคนิคอันนี้สามารถนำมาใช้เพื่อวัดความเครียดทางสถิติ เพียงอย่างเดียว

การจัดวางแบบไม่สมดุล ที่แสดงในรูปที่ 2.6 กระแสที่ไฟลผ่านกัลวานอมิเตอร์หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลป์วานอมิเตอร์ที่ถูกใช้ เพื่อแสดงความเครียดในเกจความเครียดวิธีนี้สามารถใช้เพื่อวัดความเครียดทางไดนามิกได้ดีเช่นเดียวกับการวัดความเครียดทางสถิติ เพื่อแสดงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การได้มาของความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเอาท์พุทที่ไม่สมดุลย์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในค่าความต้านทานของเกจ R1

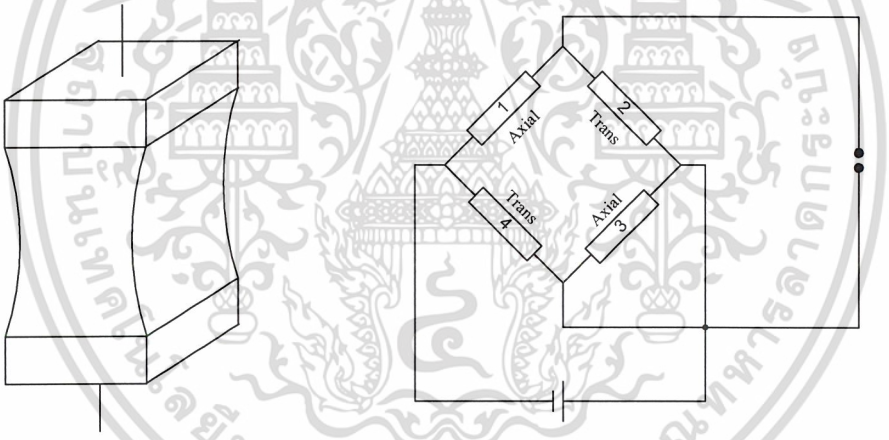
การจัดวางเกจความเครียด (Strain gage arrangement) มีปัจจัย 2 อย่างต่อไปนี้ที่ต้องคำนึงถึงขณะตัดสินใจวางเกจความเครียดบนชิ้นส่วนยืดหยุ่น เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพคือ

1.ความไวสูง

2.การชดเชยทางอุณหภูมิ

2.3 LOAD CELL

2.3.1 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ (Link-type load cell)



(ก) (ข)

รูปที่ 2.7 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์

โหลดเซลล์แบบลิ้งค์อย่างง่าย ประกอบด้วยลิ้งค์และเกจเครียด 4 อันดังรูป 2.7 ภาระ P สามารถเป็นไปได้ทั้งแรงดัน (Tensile Load) หรือภาระแรงอัด (Compressive Load) เกจความเครียด 2 อัดยึดติดกับลิ้งค์ในแนวแกนและอีก 2 อันในแนวขวางกับแกน

เกจคความเครียดทั้ง 4 จะต่อเป็นวงจรวิทสโตนบริดจ์ โดยเกจที่อยู่ในแนวขวางต่ออยู่ในแนวแกน 2 และ 4 ดังรูปที่ 2.7 เมื่อภาระ P กระทำต่อลิ้งค์ความเครียดตามแนวแกน และตามแนวแกนขวางจะเกิดขึ้นในลิ้งค์และสัมพันธ์กับภาระตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\varepsilon_a = P/AE \quad (2.14)$$

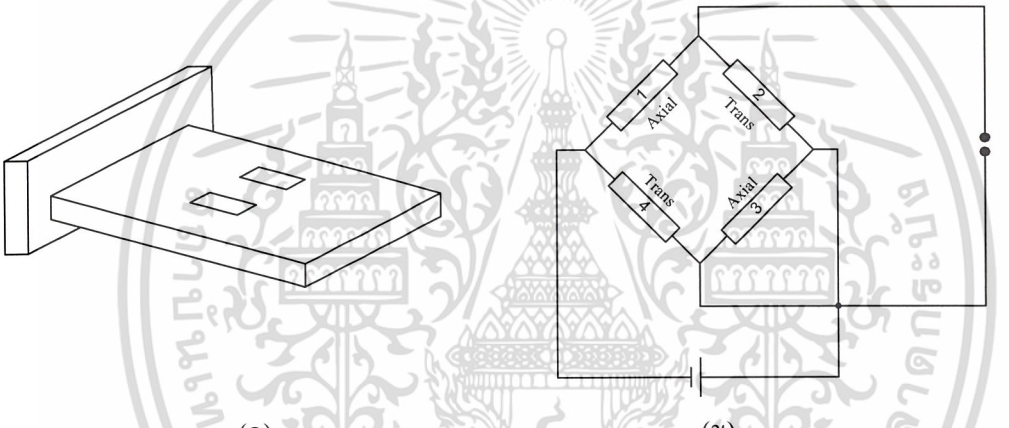
$$\varepsilon t = -\nu p/AE \quad (2.15)$$

เมื่อ A:พื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์

E:โมดูลัสของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์

ν:อัตราส่วนปัวซองของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์

2.3.2 โหลดเซลล์แบบคาน(Beam-Tpye Load Cell)



(ก) (ข)

รูปที่ 2.8 โหลดเซลล์แบบคาน

ใช้วัดในกรณีที่โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ใช้วัดไม่ได้จากรูปที่ 2.8 (ก) เป็นคานยื่นซึ่งมีเกจความเครียด 2 อัน ติดอยู่ที่ผิวด้านล่าง ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนยืดหยุ่นและเซนเซอร์สำหรับเซลล์ชนิดนี้คือเกจ ซึ่งต่อกันเป็นวงจรวิทสโตนบริดจ์ภาระ P ทำให้เกิดโมเมนต์ M=Px ที่ตำแหน่ง X ทำให้ได้ผลลัพธ์

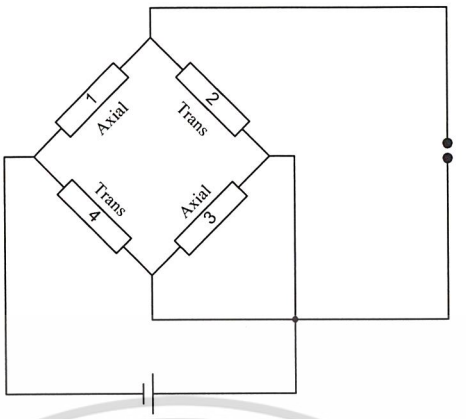
$$\varepsilon_1 = -\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_4 = \sigma M/Ebh^2 = 6Px/Ebh^2 \quad (2.16)$$

เมื่อ b คือความกว้างของหน้าตัดของคาน

h คือความหนาของหน้าตัดของคาน

2.3.3 โหลดเซลล์แบบวงแหวน (Ring-Tpye Load Cell)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 โหลดเซลล์แบบวงแหวน

ส่วนประกอบของโหลดเซลล์แบบวงแหวนมี Proving Ring เป็นส่วนยืดหยุ่นและมีเซนเซอร์ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งเกจวัดความเครียดและ LVDT ถ้าใช้ LVDT วัดการกระจัดอันเนื่องมาจากการอัดหรือการดึงในแนวแกนเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ρ กับภาระ P เป็นไปตามสมการ

$$\delta = (1.79PR^3)/Ewt^3 \qquad (2.17)$$

เมื่อ E คือค่าโมดูลัสที่ใช้ทำวงแหวน

w คือความหนา

t คือความหนาของวงแหวน

แรงดัน Vo ของ LVDT สามารถแสดงโดยสมการ

$$Vo=S\delta VS \qquad (2.18)$$

เมื่อ S คือความไวของ LVDT

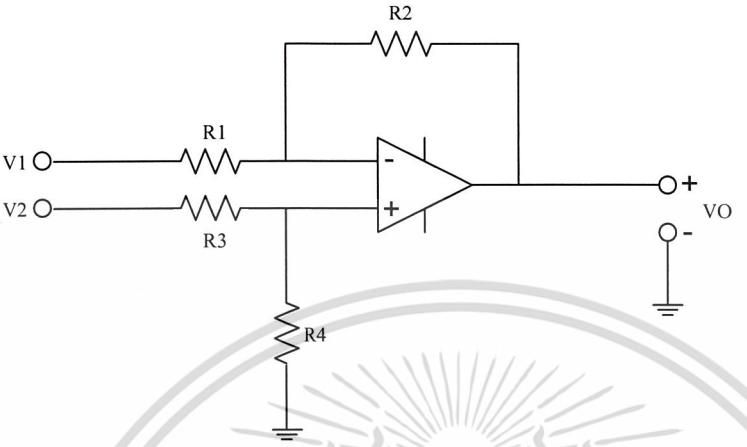
Vs คือแรงดันที่ป้อนที่ขดลวดปฐมภูมิ LVDT

2.4 วงจรขยายผลต่าง (Differential Ampilfier)

โดยทั่วไปแล้วเรามักจะใช้วงจร ดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมปริไฟเออร์ เพื่อที่จะขยายความแตกต่างของสัญญาณที่เข้ามา เช่น เอาท์พุทของเซนเซอร์ความดัน วงจรขยายความแตกต่างนี้เหมาะสมกับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

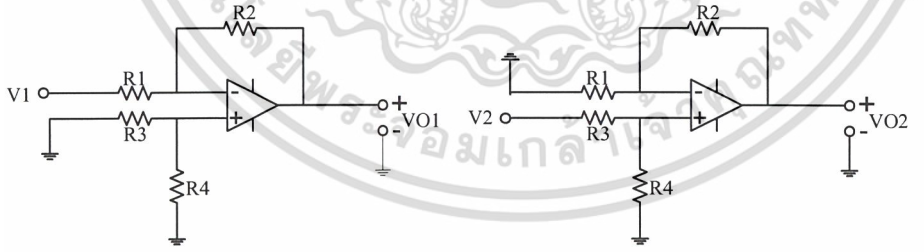
ประยุกต์ใช้งานอย่างนี้เพราะว่าสามารถที่จะตัดสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า และมีค่าอินพุทอิมพิแดนซ์ที่เท่ากัน



รูปที่ 2.10 วงจรขยายความแตกต่าง

จากรูปที่ 2.10 คำนวณหา Vo ในเทอมของ V1 และ V2 ใช้หลักการซ้อนทับ ลัดวงจร V2 ดังรูปที่ 2.11 (ก) จะได้

$$v01 = \frac{-R2}{R1} v1 \qquad 2.19$$



(ก) (ข)

รูปที่ 2.11 การคำนวณ Vo

ลัดวงจร V1 ดังรูปที่ 2.11 (ข) จะได้

$$v02 = \frac{R4}{R4 + R3} v2\left[1 + \frac{R2}{R1}\right] \qquad 2.20$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$vo = vo1 + vo2 = -\frac{R2}{R1}V1 + \frac{R4}{R4+R3}\left[1+\frac{R2}{R1}\right]V2$$

$$= -\frac{R2}{R1}V1 + \frac{\left[1+\frac{R2}{R1}\right]}{\left[1+\frac{R3}{R4}\right]}V2 \qquad 2.21$$

วงจรขยายผลต่างตอบสนองในสัดส่วนตรงกับสัญญาณผลต่าง (V1-V2) และตอบสนองกับสัญญาณวิธีร่วม (common mode siganl) นั่นคือ Vo=0 เมื่อ v1=v2

จากสมการ 2.21 เมื่อกำหนดให้ v1=v2 ทำให้ Vo=0

$$0 = -\frac{R2}{R2}v1 + \frac{1+\frac{R2}{R1}}{1+\frac{R3}{R4}}v2$$

$$\frac{R2}{R1}v1 = \frac{1+\frac{R2}{R1}}{1+\frac{R3}{R4}}v2$$

ดังนั้น

$$\frac{R2}{R1} = \frac{1+\frac{R2}{R1}}{1+\frac{R3}{R4}}$$

$$\frac{R2}{R1}\left[1+\frac{R3}{R4}\right] = 1+\frac{R2}{R1}$$

$$\frac{R2}{R1}+\frac{R2}{R1}\frac{R3}{R4} = \frac{R2}{R1}+1$$

นั่นคือ $\frac{R2}{R1}\frac{R3}{R4}=1$ ต่อเมื่อ $\frac{R2}{R1}=\frac{R4}{R3}$ จะได้ $R4 = R2$ และ $R3 = R1$

แทน $\frac{R2}{R1}=\frac{R4}{R3}$ สมการ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62127

$$vo = -\frac{R2}{R1}v1 + \frac{1+\frac{R2}{R1}}{1+\frac{R1}{R2}}v2 = -\frac{R2}{R1}v1 + \frac{\frac{R1+R2}{R1}}{\frac{R2+R1}{R2}}v2$$

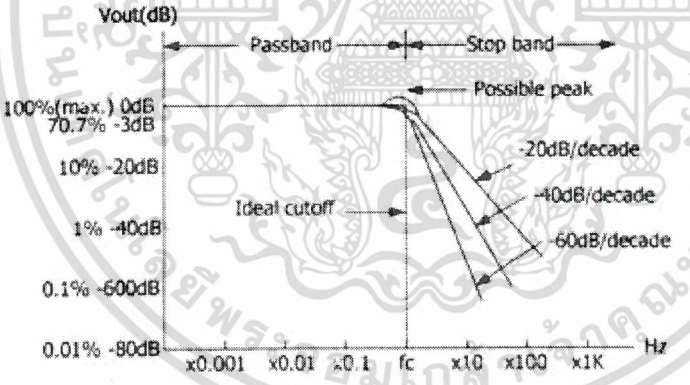
$$= -\frac{R2}{R1}v1 + \frac{R2}{R1}v2$$

$$vo = \frac{R2}{R1}(v2 - v1) \qquad 2.22$$

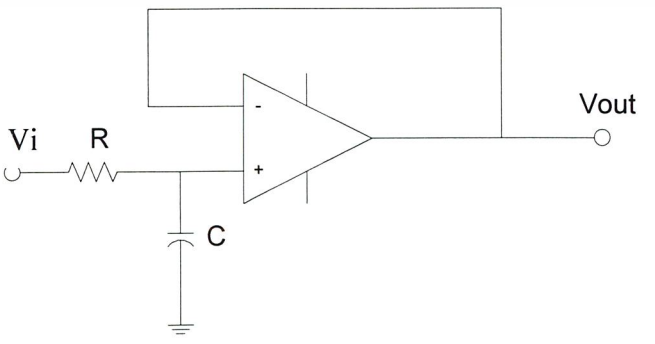
2.5 วงจรกรองความถี่ (FILTER)

2.5.1 วงจรกรองความถี่ต่ำ (LOW PASS FILTER)

วงจรกรองความถี่ต่ำจะกันไม่ให้สัญญาณที่มีความถี่สูงกว่าความถี่คัทออฟ (f_c) ผ่านไปได้ หากมีสัญญาณที่ความถี่สูงกว่า f_c ก็จะไม่สามารถผ่านเข้าไปได้ เนื่องจากสัญญาณจะถูกลดทอนลงไปเรื่อยๆ



รูปที่ 2.12 แสดงการตอบสนองความถี่ (Frequency Response) ของวงจรกรองความถี่ต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-Pass Filter)

จากรูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างของวงจรกรองความถี่ต่ำแบบพื้นฐาน ซึ่งใช้ออปแอมป์ที่ถูกต่อในลักษณะของวงจรตามแรงดัน และใช้หลักการแบ่งแรงดัน ณ ขั้วอินพุทบวก โดยใช้คุณสมบัติที่ว่าความถี่ของสัญญาณอินพุทจะมีผลต่อค่าอิมพิแดนซ์ของตัวเก็บประจุดังสมการ

$$X_C = \frac{1}{(\omega_C)} \quad ; \qquad X_C = 2\pi\pi \qquad 2.23$$

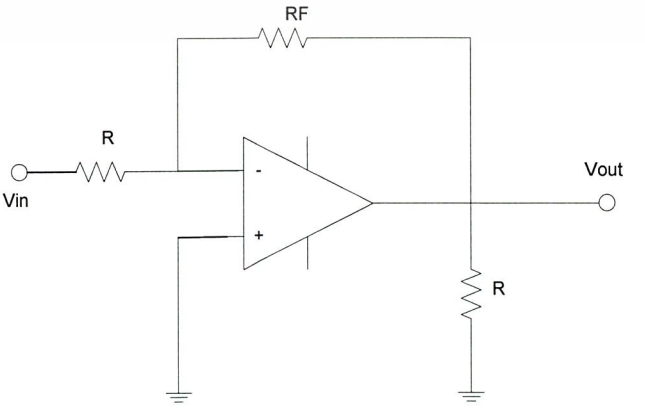
$$= \frac{1}{(2\pi\pi_C)}$$

โดยที่ f คือ ความถี่ของสัญญาณอินพุท ดังนั้น เมื่อสัญญาณอินพุทมีค่าความถี่ต่ำ X_c จะมีค่าสูง ทำให้แรงดันเกือบทั้งหมดจากอินพุทตกคร่อง C และเป็นผลให้เอาท์พุท Vo มีค่าประมาณเท่ากับ Vin ด้วย ในขณะที่สัญญาณซึ่งมีความถี่สูงจะทำให้ X_c มีค่าต่ำเป็นผลให้ตัวเก็บประจุเสมือนถูกลัดวงจร ดังนั้น V_{out} จึงมีค่าต่ำด้วย สรุปได้ว่า ช่วงของสัญญาณที่ความถี่ต่ำจะผ่านไปปรากฏที่เอาท์พุทได้ โดยที่สัญญาณซึ่งมีค่าความถี่สูงจะถูกกั้นเอาไว้ และเราสามารถหาความถี่ f_c ที่แบ่งช่วงสัญญาณเป็นสองช่วงได้ดังสมการ

$$f_c \approx 1/(2\pi RC) \qquad 2.24$$

2.6 วงจรขยายกลับเฟส (Inverting Amplifier)

โดยทั่วไป วงจรขยายจะหมายถึงวงจรที่เปลี่ยนสัญญาณอินพุตน้อยๆ มาเป็นสัญญาณเอาท์พุตที่มีขนาดสูงขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสัญญาณที่ว่าอาจเป็นไปได้ทั้งแรงดันและกระแส ในลักษณะเดียวกันวงจรขยายออปแอมป์ก็คือวงจรที่มีอัตราขยายสูงมาก และยังมีลักษณะของการขยายเป็นเส้นตรง นั่นคืออัตราส่วนระหว่างเอาท์พุตต่ออินพุตจะคงที่เสมอ(ในอุดมคติ) และนอกจากนี้เรายังสามารถควบคุมอัตราขยายของออปแอมป์ได้โดยใช้อุปกรณ์ภายนอกเพียงไม่กี่ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 วงจรขยายกลับเฟส (Inverting Amplifier)

รูปที่ 2.14 แสดงวงจรขยายกลับเฟสแบบมาตรฐาน ซึ่งวิธีที่ใช้เป็นแบบลูปปิด เรียกว่าการป้อนกลับแบบลบ โดยนำเอาเอาท์พุตซึ่งกลับเฟสกับอินพุตมาป้อนที่จุดอินพุตอีกที ผลก็คือ วงจรภายในออปแอมป์จะพยายามปรับเอาท์พุตจนกระทั่งความต่างศักย์ระหว่างอินพุตมีค่าเข้าใกล้ศูนย์(แต่ต้องเข้าใจว่า แรงดันระหว่างขั้วอินพุตต้องไม่เท่ากับศูนย์พอดี มิฉะนั้นเอาท์พุตก็จะเท่ากับศูนย์โวลท์ด้วย กล่าวคือ ผลต่างระหว่าง Vin และบางส่วน Vout ที่ขั้วอินพุตลบมีค่าต่ำพอที่จะทำให้เกิดแรงดันเอาท์พุตได้พอดีเท่านั้น)

จากสมการของอัตราขยายแรงดัน Av :

$$Av = \frac{Vout}{Vin}$$

เราพิสูจน์ให้เห็นว่า ค่าขยายแรงดัน ของออปแอมป์เมื่อใช้ในโหมดของลูปปิดจะสามารถหาได้ด้วยสมการ

$$Av = -\frac{Rf}{Rin}$$

จากข้อกำหนด

ความต่างศักย์ระหว่างขั้วอินพุตเท่ากับศูนย์

กระแสเข้าขั้วอินพุตใดๆเท่ากับศูนย์

โดยใช้หลักการข้อที่ 1 ซึ่งทำให้ขั้วอินพุตลบมีศักย์ดาเทียบเท่ากับกราวด์ (ซึ่งเราเรียกว่ากราวด์เสมือน) ถ้าให้ Rin =10 KΩ และ Vin = 1V จะได้ Iin มีค่า

$$Iin = \frac{Vin}{Rin} = \frac{1V}{10K0} = 0.1mA$$

ข้อกำหนดข้อ 2 เราจะพบว่า กระแสที่ผ่าน Rf ก็จะเท่ากับกระแส Iin ดังนั้นเราจึงสามารถหาค่าแรงดันที่เอาท์พุตเทียบกราวด์ได้โดยกระแส I_F จะมีค่า

$$I_F = -\frac{Vout}{Rf}$$

เนื่องจาก $Iin = I_F$ ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{Vin}{Iin} = -\frac{Vout}{Rf}$$

นั้นคือ $$Av = \frac{Vout}{Vin} = -\frac{Rf}{Rin}$$

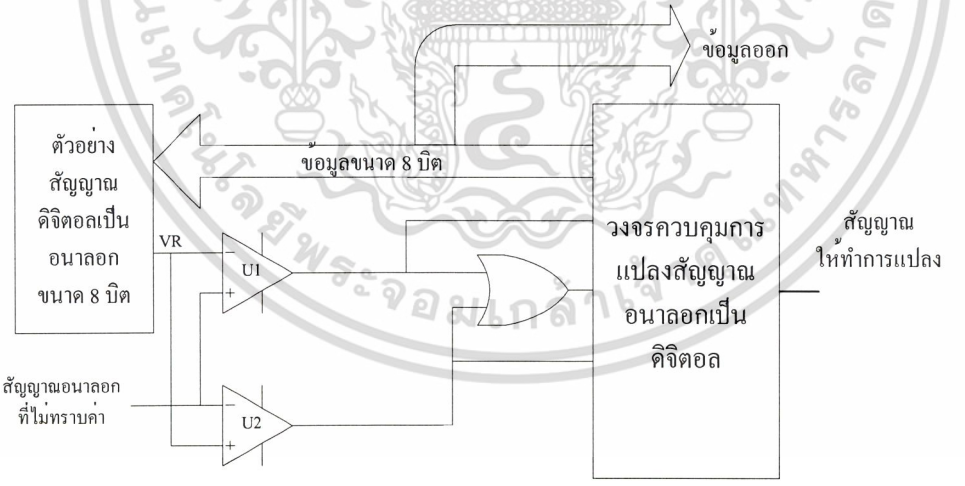
ดังนั้นในการหา Vout ของออปแอมป์ เราจะได้

$$Vout = AvVin = -\frac{Rf}{Rin} Vin$$

โดยที่เครื่องหมายลบแสดงการกลับเฟสของเอาท์พุตเทียบกับอินพุต

2.7 ส่วนการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D)

ในการวัดสัญญาณต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์นั้น โดยทั่วไปจะทำการประมวลผลข้อมูลด้วยซอฟแวร์ซึ่งต้องการข้อมูลเป็นดิจิตอล ดังนั้น ในการติดต่ออุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสัญญาณอนาลอก จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาลอกดังกล่าวให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนที่จะนำไปประมวลผล



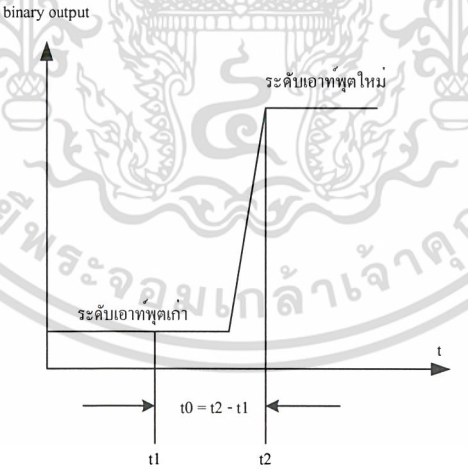
รูปที่ 2.15 หลักการของตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

จากรูปที่ 2.15 แสดงตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่ประกอบด้วยตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก ตัวเปรียบเทียบระดับสัญญาณไฟฟ้า 2 ตัว และวงจรควบคุมในวงจรนี้ตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก จะสร้างสัญญาณอนาลอกให้มีระดับศักดาเท่ากับสัญญาณอนาลอกที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบค่า และเมื่อระดับศักดาไฟฟ้าทั้ง 2 มีค่าเท่ากัน ค่าเอาท์พุทที่ออกมาจะเป็น 0 นั้นหมายความว่าค่าเลขฐานสองที่เราป้อนเข้าตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกจะทำให้มันสร้างสัญญาณอนาลอกให้มีระดับศักดาไฟฟ้าเท่ากับสัญญาณอนาลอกที่ไม่ทราบค่า แต่ถ้าสัญญาณอนาลอกที่ถูกสร้างจากตัวแปลงดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกนี้ มีระดับศักดาไฟฟ้ามากกว่าหรือน้อยกว่าสัญญาณอนาลอกที่ไม่ทราบค่า 2 ตัวเปรียบเทียบระดับศักดาไฟฟ้าทั้ง 2 ตัวก็จะส่งสัญญาณไปบอกหน่วยควบคุมการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล ให้ทำการปรับค่าเลขฐานสอง ที่ป้อนเข้าตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกจนกว่าตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกนี้จะสร้างสัญญาณอนาลอกที่มีระดับศักดาไฟฟ้าเท่ากับสัญญาณอนาลอกที่ไม่ทราบค่า

A/D คอนเวอร์เตอร์ มีสัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณอนาลอกและมีสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณเอาท์พุท จำนวน n บิต อินพุทของ A/D คอนเวอร์เตอร์ เป็นสัญญาณอนาลอกที่ผ่านออกมาจากวงจรสุ่ม and hold ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาลอกที่ต้องการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาในวงจรแล้วนำเอาเอาท์พุทไปเชื่อมต่อกับอินพุทของ A/D คอนเวอร์เตอร์ โดยการแปลงสัญญาณจาก A/D คอนเวอร์เตอร์ในช่วงเวลาที่เท่ากับเวลาสุ่มที่กำหนดจากความถี่สุ่มในวงจร ดังนั้นในการควบคุมการทำงานของ A/D คอนเวอร์เตอร์ ในการแปลงสัญญาณจะมีค่าจำนวนข้อมูลเท่าใดพิจารณาได้จากความถี่ที่สุ่ม ภายในชุดวงจร sample and hold ในการทำงานของ A/D คอนเวอร์เตอร์ยังขึ้นอยู่กับผลของเวลาในการแปลงสัญญาณภายในก็คือ เวลาที่ใช้ในระหว่างที่อินพุทเข้ามา จนถึงค่าระดับการแสดงเอาท์พุทใหม่

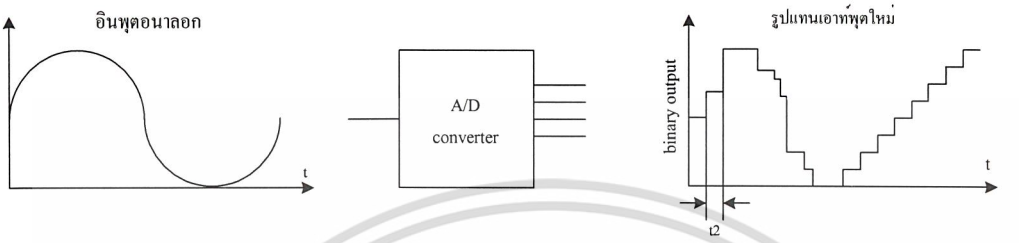


รูปที่ 2.16 แสดงการตอบสนองของเวลาการแปลงสัญญาณของ A/D คอนเวอร์เตอร์

พิจารณาตามรูป 2.16 อินพุทจากสัญญาณอนาลอกที่เข้ามาใน A/D คอนเวอร์เตอร์จะอยู่ ณ เวลา T1 และสัญญาณตอบสนองของอินพุทจะเกิดขึ้นจากผลต่างของเวลาทั้งสองคือเวลาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงสัญญาณซึ่งเวลาที่ใช้จริงของ A/D คอนเวอร์เตอร์ดังนั้น การกำหนดเวลาสุ่มจากความถี่ของการสุ่ม ควรมีเวลามากกว่าเวลาในการแปลงสัญญาณ จะได้ค่าดิจิตอลเอาท์พุทที่ถูกต้องและเพื่อให้ทราบถึงผลของการสุ่มจนสัญญาณอินพุทอนาลอกแปลงเป็นดิจิตอลเอาท์พุทพิจารณาจากกราฟ



รูปที่ 2.17 กระบวนการแปลงสัญญาณดิจิตอลด้วย A/D คอนเวอร์เตอร์

ทั้งตัวแปลงสัญญาณที่ปรับค่าอย่างต่อเนื่องและตัวแปลงสัญญาณที่ประมาณค่าผลสำเร็จจะเปลี่ยนค่าแต่ละครั้งเมื่อมันได้รับคำสั่งจากไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งก็คือตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล ที่ประมาณค่าผลสำเร็จขนาด 8 บิต (ที่ใช้เวลาใน 1 ไมโครวินาที) ในการทำงานแต่ละขั้นตอนจะใช้เวลาทั้งหมด 8 ไมโครวินาที ในการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลในช่วงเวลา 8 ไมโครวินาทีนี้สัญญาณอนาลอกที่ไม่ทราบค่าที่ป้อนเข้าตัวแปลงสัญญาณนั้นจะต้องมีระดับศักดาไฟฟ้าที่คงที่ มิเช่นนั้นเอาท์พุทที่ได้อาจไม่ถูกต้อง เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจึงได้มีการนำวงจร sampling and hold มาใช้โดยวงจรนี้จะเก็บระดับศักดาไฟฟ้าของสัญญาณที่รับเข้ามาในตัวเก็บประจุก่อนที่ตัวแปลงสัญญาณจะเริ่มทำงานเมื่อสวิทซ์ถูกปิด ตัวเก็บประจุจะได้รับประจุจนมีระดับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเท่ากับศักดาไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามา และเมื่อสวิทซ์ถูกเปิดระดับศักดาไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ ยังคงอยู่ที่ค่านี้จนกว่าสวิทซ์จะถูกปิดอีกครั้ง โดยปกติสวิทซ์แบบFET ที่ทำงานได้ด้วยความเร็วสูงจะถูกนำมาใช้งานในวงจรนี้

ชนิดของ A/D คอนเวอร์เตอร์มีการนำมาประยุกต์ใช้งานกันมาก 3 แบบ คือ

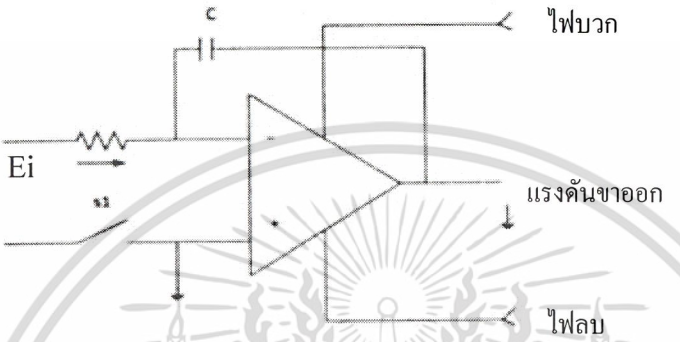
1.แบบสโลปคู่ (Dual slope)

2.แบบแปลงสัญญาณเป็นความถี่ (V/F Converter)

3.แบบประมาณที่ละบิต(Successive Aproximation)

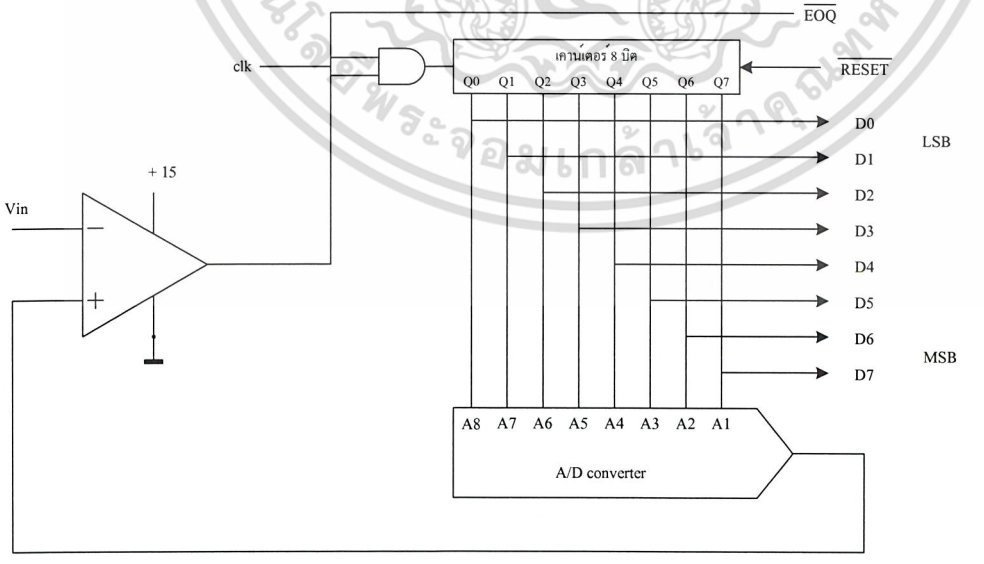
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สโลปคู่ (Dual slope) เป็นแบบที่ง่ายที่สุดไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพมากนักก็สามารถแปลงสัญญาณได้อย่างแม่นยำแต่มีข้อเสียตรงที่ใช้เวลาในการแปลงสัญญาณมากเกินไป จึงไม่เหมาะในการวัดแรงดันในช่วงเวลาสั้นๆ



รูปที่ 2.18 การทำงานของวงจรอินทริเกรเตอร์

พิจารณาจากรูปที่ 2.18 ซึ่งเป็นวงจรอินทริเกรเตอร์แบบพื้นฐานประกอบด้วยออปแอมป์ ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณต่าง แรมป์เอาท์พุท(Ramp output)ของ A/D คอนเวอร์เตอร์แรมป์เอาท์พุทเป็น A/D คอนเวอร์เตอร์ที่เข้าใจการทำงานได้ง่ายที่สุด โดยแสดงโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ตัวแปลงสัญญาณ A/D คอนเวอร์เตอร์แบบแรมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถอธิบายหลักการดังนี้

1.คอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณรีเซทไปที่เคาท์เตอร์ เพื่อให้สามารถรับสัญญาณอินพุทได้โดย ขณะนั้นผลของเอาท์พุทของ A/D คอนเวอร์เตอร์มีค่าอยู่ที่ระดับต่ำสุด

2.การทำงานของวงจรมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณนาฬิกาซึ่งสัญญาณอินพุทถูกนำมา AND กับสัญญาณนาฬิกานี้แล้วจึงส่งไปยังเคาท์เตอร์ซึ่งเป็นผลทำให้เอาท์พุทของ A/D คอนเวอร์เตอร์แสดงระดับแรงดันที่สูงขึ้นทีละ 1 LSB

3.ณ จุดเดียวกันนั้นตัวเคาท์เตอร์จะนับเพิ่มขึ้นจะกระทั่งเอาท์พุทของ A/D คอนเวอร์เตอร์สูงกว่าค่าแรงดันอินพุท เมื่อถึงจุดนี้คอมพาราเตอร์จะแสดงค่าไปจนกระทั่งเอาท์พุทเป็นศูนย์โวทต์เมื่อถึงศูนย์จะมีสัญญาณนาฬิกาหยุดการนับที่จุดซึ่งเอาท์พุทของ A/D คอนเวอร์เตอร์เริ่มมากกว่าอินพุท ขาของ EOC จะลดระดับเป็นระดับต่ำและ ส่งสัญญาณไปให้คอมพิวเตอร์วางข้อมูล ขณะนี้พร้อมที่จะอ่านแล้วซึ่งข้อมูลที่จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณดิจิตอลผ่านไปยังอินพุทพอร์ท

4.หลังจากคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลเสร็จก็จะส่งสัญญาณรีเซททมาที่ A/D คอนเวอร์เตอร์หลังจากนั้นก็จะเริ่มทำกระบวนการแบบเดิมซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

แบบประมาณทีละบิท(Successive Approximation) A/D คอนเวอร์เตอร์

SAR เป็นตัวเลขหลักของ A/D คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งลักษณะใกล้เคียงกับแบบแรมป์ โดยโครงสร้างการทำงานดังรูป 23 ซึ่งเป็นการแสดงบล๊อกไดอะแกรมสำหรับ A/D คอนเวอร์เตอร์แบบ SAR

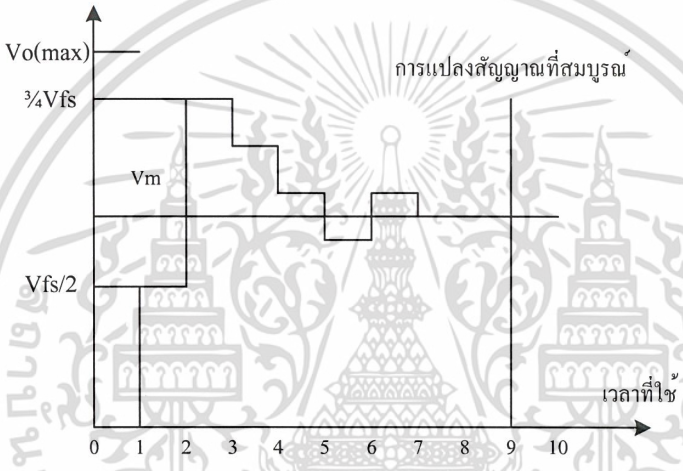
SAR คอนเวอร์เตอร์ ต้องใช้ D/A คอนเวอร์เตอร์ และคอมพาราเตอร์ในการทำงานเหมือนกัน ส่วนที่แตกต่างได้แก่ส่วนของเคาท์เตอร์วิธีแรมป์ทำงานโดยอาศัยการนับขึ้นในลำดับไบนารี่จนกระทั่ง Vin การทำงานของ SAR คอนเวอร์เตอร์

1.การเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงจากอนาลอกเป็นดิจิตอล พิจารณาจากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งไปยังระบบควบคุมลอจิก โดยเอาท์พุทของระบบควบคุมลอจิกจะส่งพัลซ์ลูกหนึ่งให้กับ SAR เพื่อเซทค่าของ MSB และลบล้างค่าเอาท์พุทที่ยังเหลืออยู่ซึ่งจะทำให้ค่าของ Vo มีค่าเท่ากับค่าของ Vfs/2 ซึ่งจะน้อยกว่าค่า Vin และเอาท์ของคอมพาราเตอร์จะยังคงอยู่ในระดับ “1” ระบบควบคุมลอจิกจะตรวจสอบว่าถ้าคอมพาราเตอร์ยังคงเป็น “1” อยู่จะส่งสัญญาณไปที่ SAR ซึ่งจะค้างค่าของ MSB เป็นลอจิก “1” ที่ Q7

2.เมื่อสัญญาณนาฬิกาถูกตัดไป MSB ตัวใหม่ซึ่งอยู่ที่ Q6 ของ SAR จะถูกเซทค่าเป็น ”1” เอาท์พุทของ D/A จะเกินค่าของ Vin ทำให้เอาท์พุทของคอมพาราเตอร์เปลี่ยนระดับระบบ ควบคุมลอจิกทราบก็จะไม่ทำการค้างค่า Q6 นั้นคือค่าที่ค้างที่ตำแหน่ง Q6 มีค่าเท่ากับ “ 0 ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

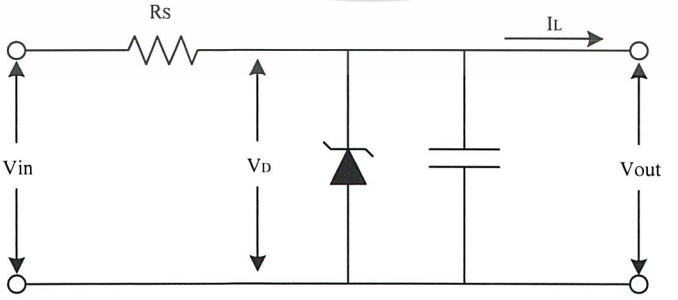
3.สัญญาณนาฬิกาลูกถัดมา Q6 จะถูกเคลียร์และ Q5 จะถูกเซทจากการเปรียบเทียบได้เอาท์พุทจากคอมพาราเตอร์เป็น"1" ส่วนควบคุมลอจิกก็จะไม่ทำการค้างQ5 ไว้เพราะยังสูงกว่าของ Vin โดยปกติแล้ววงจรจะทดสอบเอาท์พุท โดยเริ่มต้นที่ MSB ของ SAR ถ้าเอาท์พุทของ D/A คอนเวอร์เตอร์เกินค่าๆ Vin แล้วบิทนั้นจะค้างค่าลอจิก " 1 " ไว้หลังจากการตรวจสอบหมดแล้ว ไบนารีเอาท์พุทจะเป็นอัตราส่วนกับ Vin จะเห็นว่า A/D แบบนี้ดีกว่าแบบแรมป์คือ เวลาของการแปลงสัญญาณเป็นสัดส่วนกับจำนวนบิตของเคาท์เตอร์แบบ SAR แต่ SAR A/D คอนเวอร์เตอร์มีข้อเสียแบบเดียวกับแรมป์คือ ข้อผิดพลาดทางอัตราขยายออฟเซตและความไม่เป็นเชิงเส้นที่เกิดขึ้นในส่วนของ A/D



รูปที่ 2.20 กราฟของส่วน D/A ระหว่างการแปลงสัญญาณ

2.8 วงจรเรกูเลเตอร์

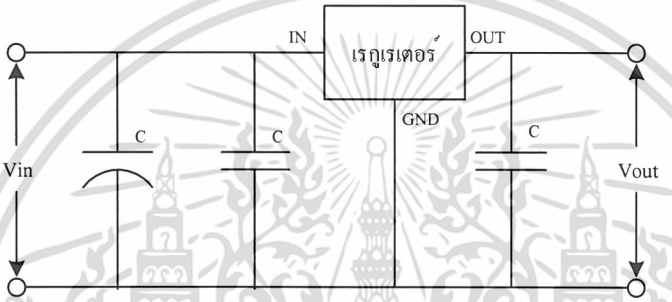
วงจรเรกูเลเตอร์ที่ง่ายที่สุด คือการใช้ซีเนอร์ไดโอด วงจรเรกูเรเตอร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบอนุกรม และแบบขนาน



รูปที่ 2.21 เรกูเลเตอร์แบบใช้ซีเนอร์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเรกูเลเตอร์แบบอนุกรมคือ วงจรเรเลเตอร์ที่ต่ออนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงที่ยังไม่คงที่กับโหลด ดังแสดงวงจรในรูปที่ 2.21 ในวงจรนี้ใช้ซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวกำหนดแรงดันเอาท์พุต กระแสแทนที่จะไหลจากตัวซีเนอร์ไดโอดออกไปยังโหลดโดยตรง จะผ่านเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเกิดแรงดันปรากฏขึ้นที่เอาท์พุทจากการต่อทรานซิสเตอร์เข้าไปในนี้ ทำให้วงจรมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้า ได้สูงขึ้น และเมื่อไม่มีโหลดในวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดเพียงอย่างเดียว ทำให้ไม่เกิดกำลังงานความร้อนสูญเสียที่ตัวทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.22 เป็นวงจรเรกกูเรเตอร์แบบ 3 ขา

2.9 กระบวนการรับส่ง SMS

การส่ง SMS ในโครงงานนี้ ได้ทำการใช้ระบบ SMSC ของบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน)หรือ DTAC ซึ่งเป็น Service Center ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM ถูกใช้ในการรับและส่ง SMS จากผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ SMSC ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็น SMSC หมายเลข 1842 สามารถรับข้อความที่ถูกส่งเข้ามาจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ DTAC เพียงเท่านั้น หากเป็นระบบอื่นจะไม่สามารถส่งเข้ามาได้ แต่สำหรับการส่ง SMS ไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น สามารถส่งไปยังเครื่องลูกข่ายได้ทุกระบบ สำหรับโครงงานนี้ได้รับการอนุญาติจากทาง DTAC ให้ติดต่อกับ SMSC โดย TCP/IP ที่ภายในส่วนของ SMSC มีโปรแกรมสำหรับควบคุมการจัดช่องทางการกระจายข้อความไปยังจุดต่างๆที่มีการขอใช้บริการดังกล่าว ซึ่งมันได้ถูกเปิดพอร์ตรอรับเอาไว้

คำสั่งในการติดต่อกับ SMSC มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) การสั่งให้ SMSC ทำการส่ง SMS สามารถทำได้โดยส่งโปรโตคอลที่ตรงตามรูปแบบส่งไปยัง IP และ Port (เครื่อง Server ที่ทำงานอยู่ภายใน SMSC) ที่ได้รับอนุญาต ตามรูปแบบดังนี้

“ALT|หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง|ข้อความที่ต้องการส่ง|รูปแบบของการแสดงข้อความ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น

"ALT|6614472945|Good morning!|1"

จากตัวอย่างข้างต้นนี้ เป็นการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่เลขหมาย 014472945 โดยทำการส่งข้อความ "Good morning!" ไปยังเลขหมายดังกล่าว

2) การรับข้อความ SMS จาก SMSC สามารถทำได้โดยสร้างโปรแกรมขึ้นมาเพื่อเปิด Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์รอรับโปรโตคอลที่จะถูกส่งมาจาก SMSC ในการรับข้อความเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ

2.1 การรับข้อความเพื่อขอใช้ระบบ ซึ่ง SMSC จะทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการมาให้ตามเส้นทางที่ได้รับการอนุญาต รูปแบบของโปรโตคอลคือ "REQ|หมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการ|" หลังจากนั้นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นและติดตั้งอยู่บนเครื่อง Server จะทำการส่งต่อไปยังโปรแกรมส่วนที่เขียนรับไว้ที่เครื่อง Client และที่จุดนี้โปรแกรมจะทำการแปรความหมายของโปรโตคอลดังกล่าวเพื่อทำรายการต่อไป

2.2 การรับข้อความเพื่อสอบถามข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงที่ได้เคยมาทำการชั่งเอาไว้ซึ่ง SMSC จะทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการมาให้ตามเส้นทางที่ได้รับการอนุญาต รูปแบบของโปรโตคอลคือ "ASK|หมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการ|" หลังจากนั้นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นและติดตั้งอยู่บนเครื่อง Server จะทำการนำหมายเลขโทรศัพท์ไปเป็นคีย์ในการค้นหาข้อมูลใน Database แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการส่ง SMS ตอบกลับ

2.10 ทฤษฎีเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการไหลของสารสนเทศจากแหล่งหนึ่งไปแหล่งหนึ่ง ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงเกิดเป็นเครือข่ายที่เป็นนามธรรมอื่นๆ ตามมาอีกเป็นจำนวนมาก เช่น เครือข่ายโรงเรียน (SchoolNet) เครือข่ายมหาวิทยาลัย (Thai UniNet) เครือข่ายงานวิจัย เช่น เครือข่ายฟิสิกส์พลังงานสูง (High-Energy Physics Networks) ในยุโรป เครือข่ายธนาคาร (Bank Net) และอื่นๆ อีกมากมาย เครือข่ายสารสนเทศเหล่านั้น บางเครือข่ายก็อาศัยอยู่บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์เฉพาะของตน มีรูปแบบการถ่ายเทข้อมูล (Protocol) ของตัวเอง เช่น เครือข่ายของธนาคาร แต่เครือข่ายส่วนมากอาศัยอยู่บน เครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะ อย่างเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น เครือข่ายวิทยุบนอินเตอร์เน็ต (RadioNet) หรือ เครือข่ายมหาวิทยาลัย เป็นต้น เครือข่ายอินเตอร์เน็ตตามนิยามแล้ว ก็คือเครือข่ายของเครือข่าย (Inter-Networks --> Internet) ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Networks) ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า LAN หลายๆ เครือข่ายมาต่อกัน จนกลายเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ อินเตอร์เน็ตประสบความสำเร็จได้ เพราะความเป็นระบบเปิดของโปรโตคอลสื่อสารอย่าง TCP/IP ทำให้มีโปรแกรมประยุกต์ให้ใช้มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ WWW) จนทำให้คนส่วนใหญ่เข้าใจผิดไปว่า WWW ก็คืออินเตอร์เน็ต วันนี้เราจะมาทำความเข้าใจในเรื่องของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ LAN ที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของอินเตอร์เน็ต โปรโตคอล TCP/IP การทำงานของ WWW เพื่อค้นหาเบื้องลึกว่าทำไมมันจึงได้รับความนิยมยิ่งนัก

<u>ประเภทของระบบเครือข่าย</u>

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อาจนิยามได้ 2 ประเภทคือ

1. เครือข่ายทางกายภาพ (Physical Networks)
   หมายถึงสายและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย อันได้แก่
   - Ethernet Wiring ซึ่งมีการเชื่อมต่อได้หลายแบบ เช่น thick coaxial cable (10BASE5) แบบ thin coaxial cable (10BASE2) และแบบ twisted pair (10BASE-T) หรือที่มักเรียกกันว่า UTP
   - สายใยแก้วนำแสง Optical Fiber (FDDI)
   - สายโทรศัพท์ทั้งแบบ Analog และ ISDN
   - สายเคเบิลใต้มหาสมุทร

   ซึ่ง Physical Networks ยังรวมไปถึงการเชื่อมต่อแบบที่มองไม่เห็นด้วยอีกด้วย เช่น

   - สัญญาณไมโครเวฟ
   - สัญญาณดาวเทียม
   - ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

2. เครือข่ายเชิงตรรก (Logical Networks)
   เป็นเครือข่ายที่เกิดจากการสร้างความสัมพันธ์ ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่ายทางกายภาพ โดยความสัมพันธ์นั้นหมายถึง การทำงานร่วมกันอย่างใดอย่างหนึ่ง การมีจุดสนใจร่วมกัน การใช้ข้อมูลร่วมกัน หรือกิจกรรมใดๆ ที่กำหนดให้มนุษย์มีส่วนร่วม (ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นคอมพิวเตอร์) เช่น
   - Internet
   - SchoolNet
   - GINET (Government Information Networks)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- UNINET (University Networks)

องค์ประกอบของระบบเครือข่าย

จะต้องมี 3 ประการนี้จึงจะเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนระบบเครือข่าย
   - เครื่องคอมพิวเตอร์ PC / Macintosh
   - เครื่องคอมพิวเตอร์เวอร์คสเตชัน
2. Physical Media หรือสื่อเชื่อมต่อทางกายภาพอันได้แก่ สาย (Cable) และ Hub หรืออุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ
3. ระเบียบพิธีการติดต่อสื่อสาร (Protocol) ก็คือระเบียบหรือข้อตกลง (rules) ที่ตั้งขึ้น เพื่อทำให้ผู้ที่จะสื่อสารกันเข้าใจกันและกัน ตัวอย่างเช่นสัญญาณธงที่ทหารเรือใช้สื่อสารกัน เป็นต้น

แบบของโปรโตคอล

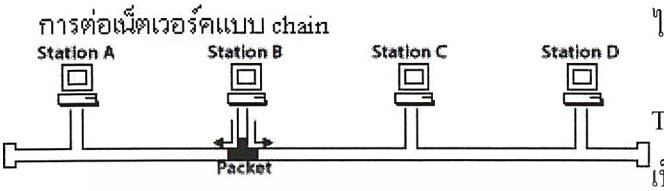
1. Protocol ที่ใช้กับ Physical Networks ใช้ควบคุมสายเชื่อมต่อ บางทีเรียก Data Link เช่น
   - Ethernet Protocol ใช้ควบคุมการเชื่อมต่อด้วย Ethernet Wiring
   - FDDI ควบคุมการเชื่อมต่อแบบใยแก้วนำแสง
   - SLIP/PPP ควบคุมการเชื่อมต่อด้วยสายโทรศัพท์
2. Protocol ที่ใช้กับ Logical Networks ใช้ควบคุมการสื่อสารบน Logical Networks เช่น
   - TCP/IP ใช้กับการสื่อสารบนระบบอินเตอร์เน็ต/อินทราเน็ต/เอ็กซ์ทราเน็ต
   - IPX/SPX ใช้กับการสื่อสารบนเครือข่าย Novell Netware ของเครื่อง PC
   - NETBEUI ใช้กับการสื่อสารของเครือข่าย Microsoft Network
   - AppleTalk ใช้กับการสื่อสารระหว่างเครื่อง Apple Macintosh

LAN กับ Ethernet

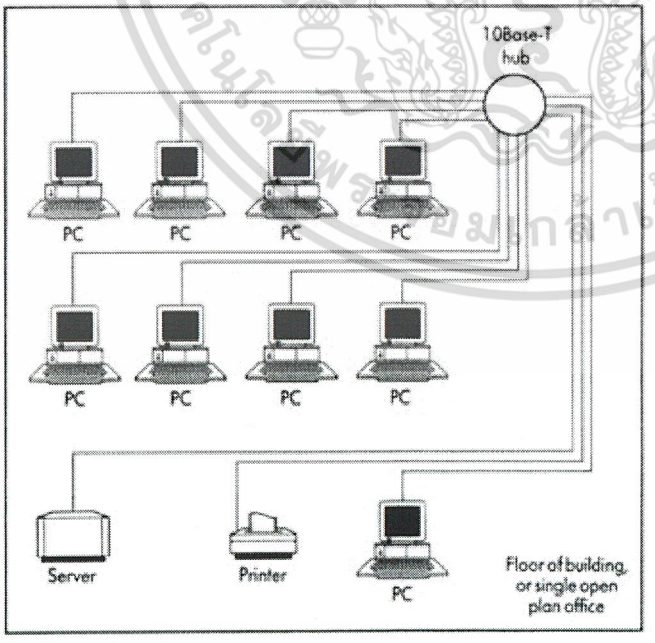
รูปแบบของ LAN ในโลกนี้พอจะแบ่งออกได้เป็นระบบใหญ่ๆ ได้ 2 ระบบคือ Ethernet กับ Token Ring ระบบ Ethernet นั้นนิยมกันมากกว่าระบบ Token Ring มากๆ โดยระบบ Ethernet นั้นสามารถต่อได้ในแบบ Chain เรียกตามภาษาเทคนิคว่าแบบ 10Base-2 และ 10Base-5 กับแบบรูปดาว Star เรียกตามภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคว่า 10Base-T เจ้าเลข 10 ข้างหน้านี้หมายความว่ามันสามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 10 Mbps (10 Megabits per second) เลข 2 และ 5 ข้างท้ายบอกว่าสายที่ใช้ต่อ LAN ในวงเดียวกันยาวได้อย่างมาก 200 (จริงๆแล้ว 180) และ 500 เมตรตามลำดับ ส่วนตัว T แปลว่าสายที่ใช้เป็นแบบ Twisted Pair ซึ่งยาวได้ไม่เกิน 100 เมตร



Token Ring คือ LAN ที่มีลักษณะต่อกันเป็นวงและมีตัวนำสารที่เรียกว่า Token วิ่งวนรอบๆ ไม่ค่อยมีใครเขาใช้กัน เพราะมีราคาแพงและต่อยาก เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มาต่อกันในระบบ Ethernet นั้นจะต้องมี Ethernet Card ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณในเครือข่าย ซึ่งแต่ละ Card จะมีหมายเลข Ethernet Address เฉพาะตัว ระบบ Ethernet นี้เมื่อต่อกับ Internet แล้วเวลามีใครนอกเครือข่าย ติดต่อมาหาเครื่องใดเครื่องหนึ่งในเครือข่าย Internet Address นั้น จะต้องถูกแปลงมาให้เป็น Ethernet Address ก่อนเพื่อการอ้างถึงให้ถูกว่าเป็นเครื่องใด โดยข้อมูลนั้นพร้อม Ethernet Address ปะไว้ที่หัวจะไหลผ่านเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง เครื่องใดก็ตามเมื่อทราบว่าข้อมูลนั้นเป็นของตัวก็จะหยิบออกไปเอง จากการที่ข้อมูลนี้ไหลผ่าน Network Card ของทุกเครื่อง ทำให้สามารถดังฟังข้อมูลได้ใน LAN เดียวกัน สามารถอ่าน e-mail หรือ อ่านหน้าจอใครก็ได้บน LAN เดียวกัน



10Base-T เจ้าแห่ง LAN

ในแวดวงของระบบ Ethernet แล้ว 10Base-T ได้รับความนิยมสูงสุด เพราะต่อง่าย บำรุงรักษาก็ง่าย หากมีเครื่องใดเครื่องหนึ่งก่อให้เกิดปัญหาแล้ว ก็ไม่เป็นการรบกวนเครื่องคอมพิวเตอร์ (node) อื่นเลย ต่างกับ 10Base-2 ซึ่งต่อกันเป็นแบบโซ่ หากจุดใดมีปัญหา จะทำให้ LAN ทั้งวงไม่ทำงาน การต่อ LAN แบบ 10Base-T จะมีอุปกรณ์เชื่อม ที่เรียกว่า Hub ในภาคฟิสิกส์เราตอนนี้รู้สึกจะมี 3 ตัวแล้ว ซึ่งแต่ละตัวต่อได้ 24 เครื่อง Hub นี้สามารถต่อกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายภายนอกโดยผ่าน Router ซึ่งภาคเรามีเครื่อง PC อยู่เครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็น Router ที่ Hub จะมี LED ที่แสดงว่าสายกำลังใช้งานอยู่หรือไม่

ความเป็นมาของอินเตอร์เน็ต

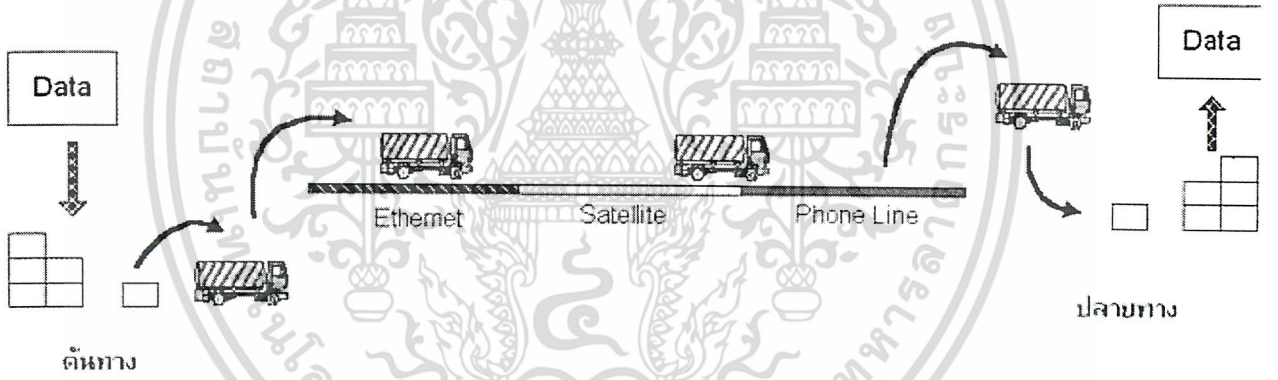
อินเตอร์เน็ต (Internet) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์หลายล้านเครื่องทั่วโลกเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายเดียว (Global Network) ที่รวมผู้ใช้กว่า 60 ล้านคน เพื่อประกอบกิจกรรมหลากหลายตั้งแต่ การพูดคุย การสื่อสารข้อมูล การแลกเปลี่ยนข่าวสารความรู้ การค้าขายแบบอิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาทางไกล ฯลฯ เมื่อครั้งที่อินเตอร์เน็ตถือกำเนิดขึ้นนั้น ไม่มีใครเคยคาดคิดว่ามันจะกลายมาเป็นเครือข่ายที่มีบทบาทกับวิถีชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน จนถึงขนาดที่กำลังจะปฏิวัติวิธีการดำเนินชีวิตของประชากรโลกในศตวรรษหน้า กล่าวคือเมื่อ 20 ปีก่อน กระทรวงกลาโหมสหรัฐได้มีมติด่วนให้พัฒนาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า ARPANET จุดมุ่งหมายคือให้เป็นเครือข่ายที่มีความเชื่อถือได้สูง สามารถที่จะทำงานได้แม้ภายหลังที่อเมริกาถูกถล่มโดยอาวุธนิวเคลียร์ ดังนั้นเทคโนโลยีที่ใช้เชื่อมเครือข่าย ต้องมีความสามารถที่จะทำงานกับโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ที่เหลือจากการทำลายของอาวุธนิวเคลียร์ เช่น หากโครงข่ายโทรศัพท์ และ เคเบิลถูกทำลายในบางพื้นที่ เครือข่ายจะยังคงทำงานได้โดยการสลับมาใช้โครงข่ายอื่น เช่น โครงข่ายดาวเทียม หรือวิทยุ เป็นต้น นอกจากนั้นเทคโนโลยีดังกล่าวต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างประเภท และต่างรุ่นที่มีอยู่ทั่วไปตามฐานทัพต่าง ๆ

ในครั้งนั้นการพัฒนาเครือข่าย ARPANET ได้กระทำร่วมกันระหว่างกระทรวงกลาโหม กับมหาวิทยาลัยต่าง ๆ รวมทั้งหน่วยงานสำคัญ ๆ เช่นองค์การ NASA ทำให้ ARPANET เริ่มเติบโตโดยเริ่มมีการใช้งานมากขึ้นสำหรับการศึกษาและการวิจัย ถึงแม้จะเริ่มมีการพัฒนาเครือข่ายอื่น ๆ เช่น DECNET และ BITNET ขึ้นมาเป็นคู่แข่ง แต่เพราะข้อดีของ ARPANET ที่เป็นระบบเปิดที่ใช้โปรโตคอลแบบ TCP/IP ทำให้ไม่จำกัดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทใดประเภทหนึ่ง หรือ โครงข่ายเชื่อม (Physical Links) แบบใดแบบหนึ่ง ทำให้มันเอาชนะคู่แข่งและกลายมาเป็นตัวเชื่อมเครือข่ายอื่น ๆ ที่เข้ากันไม่ได้ ให้สามารถคุยกันรู้เรื่อง ด้วยเหตุนี้ทำให้ ARPANET ถูกพัฒนามาเป็นเครือข่ายของเครือข่าย หรือ อินเตอร์เน็ต (internet) ในที่สุด ข้อดีของการที่เป็นระบบเปิด คือ สามารถใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อได้หลายแบบทั้ง ไมโครเวฟ ดาวเทียม โทรศัพท์ เคเบิล ใยแก้วนำแสง หรือแม้แต่ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แบบใดก็ได้ รวมทั้งยังบริหารง่ายคือ ผู้ใช้ออกค่าใช้จ่ายเฉพาะส่วนของตน ทำให้อินเตอร์เน็ตขยายตัวง่ายในขณะที่ความซับซ้อนของงานไม่เพิ่มขึ้นเท่าไรนัก ความง่ายในการขยายเครือข่ายและการใช้งาน ได้ทำให้อินเตอร์เน็ตเริ่มได้รับความนิยมนอกประเทศสหรัฐอเมริกา จนกลายมาเป็นเครือข่ายที่เชื่อมโยงทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCP/IP กับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

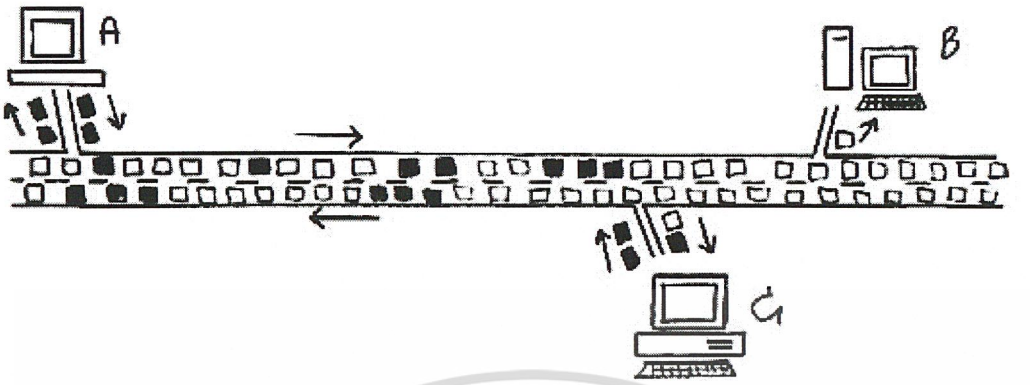
เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สื่อสารระหว่างกันโดยใช้ Transmission Control Protocol (TCP) และ Internet Protocol (IP) รวมเรียกว่า TCP/IP ข้อมูลที่ส่งจะถูกตัดออกเป็นส่วนๆ เรียก packet แล้วจ่าหน้าไปยังผู้รับด้วยการกำหนด IP Address เช่น สมมติเราส่ง e-mail ไปหาใครสักคน e-mail ของเราจะถูกตัดออกเป็น packet ขนาดเล็กๆ หลายๆ อัน ซึ่งแต่ละอันจะจ่าหน้าถึงผู้รับเดียวกัน packets พวกนี้ก็จะวิ่งไปรวมกับ packets ของคนอื่นๆ ด้วย ทำให้ในสายของข้อมูล packets ของเราอาจจะไม่ได้เรียงติดกัน packets พวกนี้จะวิ่งผ่าน ชุมทาง (gateway) ต่างๆ โดยตัว gateway (อาจเรียก router) จะอ่านที่อยู่ที่จ่าหน้า แล้วจะบอกทิศทางที่ไปของแต่ละ packet ว่าจะวิ่งไปในทิศทางไหน packet ก็จะวิ่งไปตามทิศทางนั้น เมื่อไปถึง gateway ใหม่ก็จะถูกกำหนดเส้นทางให้วิ่งไปยัง gateway ใหม่ที่อยู่ถัดไป จนกว่าจะถึงเครื่องปลายทาง เช่นเราติดต่อกับเครื่องในอเมริกา อาจจะต้องผ่าน gateway ถึง 10 แห่ง เมื่อ packet วิ่งมาถึงปลายทางแล้ว เครื่องปลายทางก็จะเอา packets เหล่านั้นมาเก็บสะสมจนกว่าจะครบ จึงจะต่อกลับคืนให้เป็น e-mail



TCP/IP ตัดข้อมูลออกเป็น packet เล็กๆ ส่งไปบนสายส่งข้อมูลที่ไปถึงปลายทางถูกจับมารวมกันอีกครั้ง

การที่ข้อมูลมีลักษณะเป็น packet ทำให้ในสายสื่อสารสามารถที่จะ ขนส่งข้อมูลโดยไม่ต้องจอง (occupies) สายไว้สายจึงสามารถใช้ร่วมกันกับข้อมูลที่ส่งจากเครื่องอื่นได้ ต่างจากโทรศัพท์ที่ขณะใช้งาน จะไม่มีใครใช้สายได้ ดังตัวอย่างในรูปข้าล่างนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์ A และ C สื่อสารกันด้วย packet สีดำ ซึ่งใช้สายร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ซึ่ง packet ดังกล่าวอาจจะเป็นสัญญาณเสียง (เช่น Internet Phone) ซึ่งเมื่อ packet เดินทางมาถึงก็จะถูกจับมารวมกันให้เป็นเสียงของการพูดคุย ไม่เหมือนโทรศัพท์แบบปรกติ ที่ขณะใช้งานสาย จะไม่สามารถนำไปทำงานอื่น ๆ ได้อีก

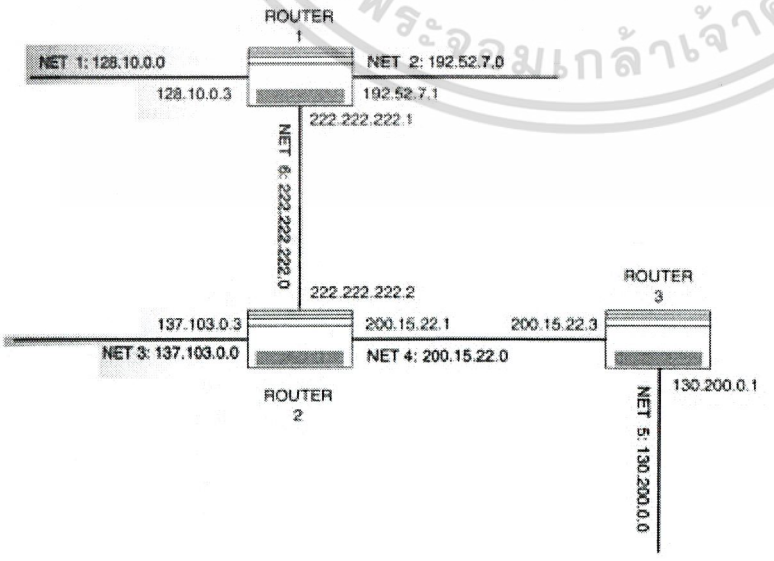
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



IP Address

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่บนอินเตอร์เน็ตก็เปรียบคล้ายๆ กับเครื่องโทรศัพท์ที่มีเบอร์เฉพาะตัว ซึ่งก็จะมีเพียงเบอร์เดียวในโลก เช่นเครื่อง einstein ซึ่งเป็น Internet Server ของภาควิชาฟิสิกส์ มี IP Address เป็น 202.28.156.98 ตัวเลขที่เป็น IP Address เป็นตัวเลขขนาด 32 บิต แบ่งออกเป็น 4 ชุดๆ ละ 8 บิต ดังนั้นตัวเลข 1 ชุดที่เราเห็นคั่นด้วยจุดนั้น จึงแทนได้ด้วยตัวเลขจาก 0 ถึง 255

ตัวเลข 4 ชุดนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ network number และ ส่วนของ host number โดยขนาดของแต่ละส่วนจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับว่าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นอยู่ในเน็ตเวอร์ค class ใด ซึ่ง class ของเน็คเวอร์คแบ่งออกเป็น 4 classes ดังนี้



1. Class A เป็นเน็ตเวอร์คขนาดใหญ่ มี network number ตั้งแต่ 1.0.0.0 ถึง 127.0.0.0 นั่นคือใน class นี้นั้น จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ host number ถึง 24 บิตซึ่งอนุญาตให้มีจำนวนเครื่องได้ 1.6 ล้านเครื่องใน 1 เน็ตเวอร์ค ซึ่งจะมีเน็ตเวอร์คขนาดใหญ่แบบนี้ได้เพียง 127 เน็ตเวอร์คเท่านั้น

2. Class B เป็นเน็ตเวอร์คขนาดกลาง มี network number ตั้งแต่ 128.0.0.0 ถึง 191.255.0.0 นั่นคือ ใน class นี้มีส่วนของ network number 16 บิต และส่วนของ host number ได้ 16 บิต ทำให้มีจำนวนของเน็ตเวอร์คได้ถึง 16320 เน็ตเวอร์ค และ 65024 hosts
3. Class C เป็นเน็ตเวอร์คขนาดเล็ก มี network number ตั้งแต่ 192.0.0.0 ถึง 223.255.255.0 นั่นคือ ใน Class นี้มีส่วนของ network number 24 บิต และ ส่วนของ host number 8 บิต ทำให้มีจำนวนของเน็ตเวอร์คได้ถึง 2 ล้านเน็ตเวอร์คและมีจำนวน host ในแต่ละเน็ตเวอร์คเท่ากับ 254 hosts
4. Class D เป็นส่วนที่เก็บรักษาไว้สำหรับใช้ในอนาคต มี IP Address ตั้งแต่ 224.0.0.0 ถึง 254.0.0.0

Domain Name System (DNS)

เบอร์ IP Address เป็นตัวเลขที่ใช้ไม่ค่อยสะดวกและจำยาก ด้วยเหตุนี้จึงมีการคิดระบบตั้งชื่อแบบที่เป็นตัวอักษร ให้มีความหมายเพื่อการจดจำได้ง่ายกว่ามาก เวลาเราอ้างถึงเครื่องใดบนอินเตอร์เน็ต เราก็จะใช้ชื่อ DNS เช่น www.nectec.or.th แต่ในการใช้งานจริงนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราใช้อยู่ เมื่อรับคำสั่งจากเราแล้ว เค้าจะขอ (request) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่บริการบอกเลขหมาย IP Address (ทำหน้าที่คล้ายสมุดโทรศัพท์ Yellow Pages) ซึ่งเรียกกันว่าเป็น DNS Server หรือ Name Server ตัว Name Server เมื่อได้รับ request ก็จะตอบเลขหมาย IP Address กลับมาให้เช่น สำหรับ www.nectec.or.th นั้นจะตอบกลับมาเป็น 164.115.115.9 จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราจึงจะเริ่มทำการติดต่อ กับคอมพิวเตอร์เป้าหมาย ซึ่งมันก็จะผ่านกระบวนการแบบที่กล่าวไปข้างต้น คือแบ่งข้อมูลออกเป็น packet จ่าหัวด้วย IP จากนั้นส่ง packet ไปซึ่งก็จะวิ่งผ่าน gateway ต่างๆ มากมายไปยังเป้าหมาย

บางทีเราจะพบกรณีที่คอมพิวเตอร์ที่เป็น Name Server นั้นไม่ทำงาน เราจะไม่สามารถติดต่อเครื่องอื่นบนอินเตอร์เน็ตได้อีกต่อไปโดยใช้ชื่อ DNS หากเราทราบ IP Address เราสามารถใช้ IP Address ได้ตรงๆ ทำให้เราไม่จำเป็นต้องพึ่งสมุดโทรศัพท์ของ Name Server ด้วยเหตุนี้เราจึงทำการเก็บชื่อและ IP Address ไว้ในสมุดโทรศัพท์ส่วนตัวประจำเครื่อง เช่นบนระบบยูนิกซ์มีไฟล์ /etc/hosts เอาไว้เก็บชื่อ DNS ที่ใช้บ่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการตั้งชื่อ DNS นั้นคล้ายกับระบบไปรษณีย์ โดยมีประเทศอยู่หลังสุด เช่น .th คือ ประเทศไทย .de คือประเทศเยอรมัน .uk คือ ประเทศสหราชอาณาจักร แต่สำหรับสหรัฐอเมริกานั้นยกเว้น จากนั้นจะแบ่งเครือข่ายออกเป็น

- .edu หรือ .ac เครือข่ายมหาวิทยาลัย หรือ สถาบันการศึกษา
- .com หรือ .co เครือข่ายบริษัท ห้างร้าน
- .mil เครือข่ายทางการทหาร
- .org หรือ .or เครือข่ายองค์การที่ไม่หวังผลกำไร (พรรคการเมืองไทยก็ใช้ระบบนี้)
- .gov หรือ .go เครือข่ายหน่วยงานของรัฐบาล
- .net หรือ .net เครือข่ายของผู้ดูแลเน็ตเวอร์ค หรือ เจ้าของเน็ตเวอร์ค

<u>สิ่งที่ต้องทราบในการต่อเครื่องเข้ากับระบบอินเตอร์เน็ต</u>

1. IP Address ของ เครื่องนั้น ยกเว้นเราใช้ Automatic Setting โดย bootp Server หรือ Server อื่นๆ จะกำหนดให้โดยการร้องขอ ซึ่ง IP Address นั้นอาจไม่เหมือนกันในแต่ละครั้งที่เปิดใช้
2. IP Address ของ Gateway
3. IP Address ของ Name Server
4. Network Address หรือ Subnet Mask เพื่อให้ทราบว่าเน็ตเวอร์คของเรามีความกว้างของเลข IP เท่าใด เพื่อกำหนดการติดต่อว่าจะติดต่อภายในเน็ตเวอร์คเดียวกัน หรือ นอกเน็ตเวอร์ค

<u>SLIP และ PPP</u>

เราคงเคยได้ยินคำ 2 คำนี้มาบ้าง โดยเฉพาะเมื่อต้องการต่ออินเตอร์เน็ตผ่าน MODEM และสายโทรศัพท์ โดยปรกติแล้ว TCP/IP นั้นเปรียบเสมือนรถบรรทุกสินค้าที่ใช้ขนข้อมูลในรูป packet ไปยังที่ต่างๆ ซึ่งรถบรรทุกนั้นสามารถวิ่งบนถนนทั้งแบบลาดยาง แบบคอนกรีต หรือแบบลูกรัง ในสภาวะที่เป็น LAN นั้น TCP/IP วิ่งอยู่บน Frame ที่เป็น Ethernet ซึ่งมารองพื้น เปรียบเสมือนถนนให้รถบรรทุกวิ่ง

บนสายโทรศัพท์ก็เช่นเดียวกัน ต้องมีระบบที่มารองพื้นเพื่อให้ TCP/IP สามารถวิ่งได้ ตัว Protocol ที่ใช้ก็จะมีความแตกต่างจาก Ethernet เพราะคนละ medium กัน ซึ่งก็มีอยู่ 2 แบบ คือ Serial Line Internet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

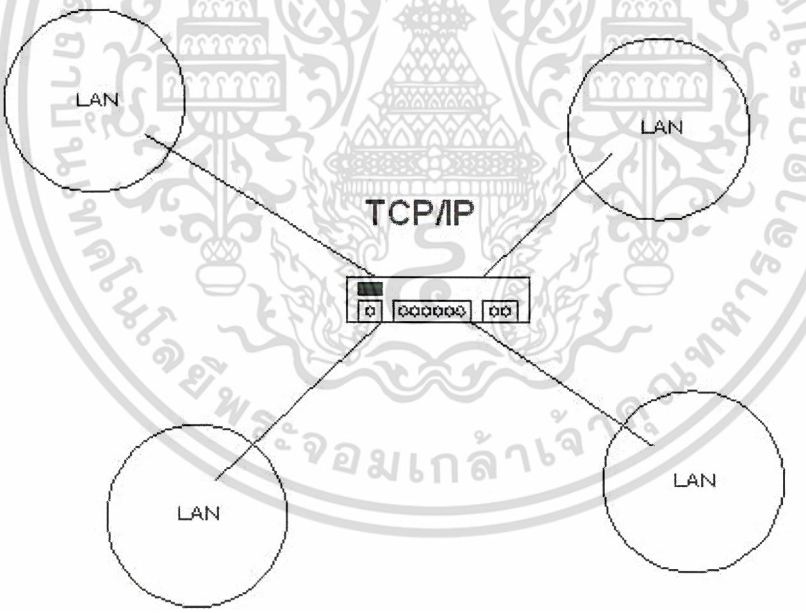
Protocol (SLIP) และ Point to Point Protocol (PPP) ตัวโปรโตคอลทั้ง 2 นี่คล้ายกัน เพียงแต่ SLIP เกิดจากการทดลองแล้วพัฒนามาเป็น PPP ซึ่งมีมาตรฐานกว่า

การต่อ Windows 95 เข้ากับอินเตอร์เน็ตนี่ สามารถต่อได้ทั้งเข้ากับ LAN โดยใช้ Network Card และต่อแบบ Dial-Up ซึ่ง Windows 95 ก็มี PPP ให้ใช้อยู่แล้ว หรือจะต่อทั้ง 2 อย่างในขณะเดียวกันก็ได้ ซึ่งเครื่องสามารถแยกแยะได้ว่าหากเราใช้ LAN ก็จะให้ packet เดินผ่าน Network Card แต่หากติดต่อข้างนอก ก็จะผ่าน MODEM แทน ซึ่งผมก็ใช้งานแบบนี้อยู่ ค่อนข้างดีไม่มีปัญหา

<u>อินเตอร์เน็ต อินทราเน็ต และเอ็กซ์ทราเน็ต (Internet, Intranet and Extranet)</u>

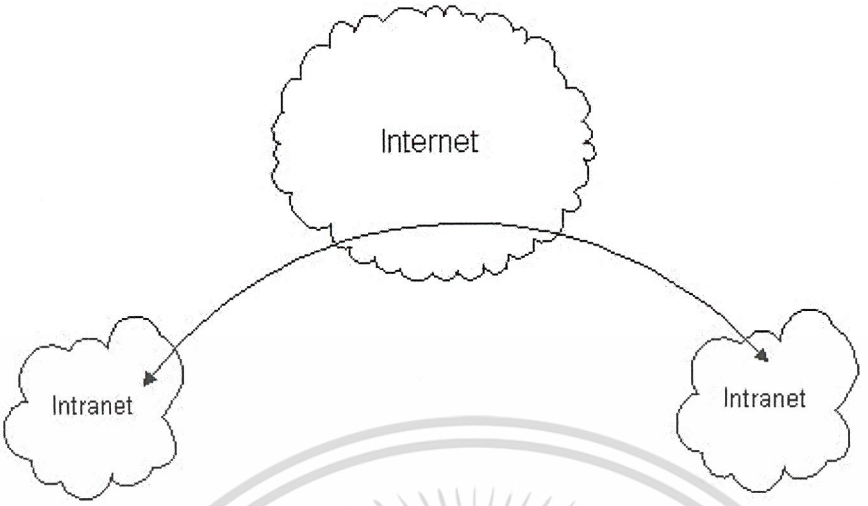
นักศึกษาดูรูปข้างล่างต่อไปนี้แล้วจะเข้าใจถึงความแตกต่างและความเหมือนของ อินเตอร์เน็ต อินทราเน็ต และเอ็กซ์ทราเน็ต

อินเตอร์เน็ต



อินทราเน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอ็กซ์ทราเน็ต

World Wide Web (WWW) หรือ WEB

การใช้งานอินเตอร์เน็ตในยุคแรก ๆ ส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ในวงการศึกษาวิจัย และการทหารเป็นหลัก ไม่ได้มีการใช้ในเชิงพาณิชย์อย่างกว้างขวางเหมือนในปัจจุบัน จุดเปลี่ยนนั้นเกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1992 นักวิทยาศาสตร์แห่งศูนย์ค้นคว้าวิจัยทางฟิสิกส์ CERN ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ต้องการพัฒนาเทคโนโลยีในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ระหว่างศูนย์ลูกข่ายที่ตั้งอยู่ในประเทศต่างๆ ทั่วยุโรปให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยอาศัยระบบอินเตอร์เน็ตที่มีอยู่เดิม เพียงแต่มีวิธีติดต่อผู้ใช้ (User-Interface) ที่ใช้ง่ายขึ้น เทคโนโลยีดังกล่าวอาศัยพื้นฐานการทำงานที่เรียกว่า Hypertext ที่สามารถเชื่อมโยงเอกสารที่อยู่หลาย ๆ แห่ง ซึ่งอาจอยู่บนคอมพิวเตอร์คนละเครื่องเข้าด้วยกันจนคล้ายกับว่ามีเอกสารอยู่ที่เดียว ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ถูกเรียกว่า HTML (HyperText Mark-up Language) ในเวลาต่อมาได้มีการเชื่อมโยงสื่ออื่น ๆ ที่ไม่ใช่เอกสารเช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ฯลฯ จนเกิดเป็นลักษณะของ Hypermedia ขึ้น จากการที่ระบบดังกล่าว สามารถเชื่อมโยงเอกสารจากหลาย ๆ แห่งเข้าด้วยกัน มันจึงถูกขนานนามว่า World Wide Web (WWW) หรือเรียกง่าย ๆ ว่า WEB ในปัจจุบัน

ด้วยสถาปัตยกรรมที่แยกเนื้อหา (Contents) กับส่วนเข้าถึงเนื้อหา (Browser) ออกจากกัน ทำให้ WEB ยังคงความเป็นระบบเปิดได้เหมือนอินเตอร์เน็ต กล่าวคือส่วนของ Browser สามารถแยกพัฒนาได้ต่างหากจากการพัฒนา Contents จึงทำให้มีความอิสระและความคล่องตัวสูง Browser ตัวแรกที่สั่นสะเทือนวงการมีชื่อว่า Mosaic นั้นมีความสามารถในการแสดงผลทางกราฟฟิกส์ รวมทั้งยังสามารถใช้งานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์หลายแบบและหลายรุ่น เป็นซอฟท์แวร์ที่หามาใช้งานได้ง่ายโดยไม่ต้องเสียเงิน มีผลให้ WEB ได้รับความนิยมมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งปลายปี 1994 มีการประเมินกันว่า 80 % ของการใช้งานบนอินเตอร์เน็ต เป็นการใช้บริการของ WEB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลของ WEB ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ทั้งข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนข้อมูลแบบอื่น ทำให้การใช้งานในเชิงพาณิชย์เริ่มเป็นผลนับแต่นั้น มีการประยุกต์ WEB เพื่อการค้าหลากหลายรูปแบบ เช่น การโฆษณาประชาสัมพันธ์ การโปรโมทสินค้า การติดต่อคู่ค้า การบริการลูกค้า (Customer Supports & Customer Services) การซื้อขายและสั่งสินค้า การสำรวจและวิจัยตลาด การให้การศึกษาและให้ข้อมูลในตัวสินค้าต่อกลุ่มเป้าหมาย เป็นต้น ในช่วงเริ่มแรกนั้น การใช้งานในเชิงพาณิชย์มีลักษณะเป็นการหว่านเพื่อพัฒนาตลาด (Seeding the Market) ด้วยบริการที่ไม่คิดเงิน เพื่อที่จะทำให้ตลาดเติบโตในลักษณะ Spiral-Up คือเมื่อยิ่งมีผู้ใช้ก็ยิ่งมีบริการมากขึ้น เช่น บริษัท NETSCAPE ได้ทำการแจก Browser ฟรีไม่คิดเงินเพื่อให้คนใช้ WEB มาก ๆ เมื่อตลาดมีศักยภาพสูงขึ้นจึงค่อยหารายได้จากการบริการใหม่อื่น ๆ ในปัจจุบัน อินเตอร์เน็ตมีขนาดใหญ่พอ หรือมี economy of scale สำหรับการดำเนินกิจกรรมพาณิชย์เต็มรูปแบบ ไม่ใช่เพียงเพื่อใช้เป็นสื่อโฆษณาเท่านั้น ในประเทศสหรัฐอเมริกากำลังมีความตื่นตัวในการใช้เงินตราอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic or Digital Money) ซึ่งจะถูกนำมาใช้แทนธนบัตรกระดาษ สามารถใช้ซื้อขายแลกเปลี่ยนบนอินเตอร์เน็ตได้ทันที มีการคาดการณ์กันว่าเงินตราอิเล็กทรอนิกส์จะสร้างผลกระทบต่อธุรกิจทั่วโลก และจะก่อให้เกิดการปรับตัวเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ของธุรกิจทั่วโลกหลังปี ค.ศ. 2000 นี้

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) และ Hypertext Markup Language (HTML)

จะว่าไปแล้ว HTTP กับ HTML นั้นก็เหมือนกาแฟกับคอฟฟี่เมท โดย HTTP คือโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารระหว่าง client computer กับ server computer ทำให้ทั้งสองเครื่องรู้ว่าจะจัดการส่งข้อมูลไปอย่างไร ส่วน HTML คือสื่อภาษาที่ทำให้เอกสารหรือ contents ที่อยู่บนเครื่อง server computer เมื่อถูกส่งมาที่ client computer แล้วจะนำไปแสดงได้อย่างไร เราเรียกซอฟท์แวร์ที่ใช้แสดงนี้ว่า Browser

ข้อดีของการแยกชั้นการทำงานระหว่าง HTTP กับ HTML

1. Contents
    - พัฒนาบนเครื่องแบบใดก็ได้ เช่น PC, Macintosh, IBM, DEC, SUN, HP, SGI, Cray etc.
    - มีเครื่องมือช่วยในการพัฒนามากมาย
2. Web Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องที่ใช้เป็น Web Server เป็นเครื่องใดๆ ก็ได้ เช่น PC, Macintosh, IBM, DEC, SUN, HP, SGI, Cray
- ในแต่ละ Platform มี โปรแกรม Web Server ให้เลือกมากมาย

3. Client Computer
   - เครื่องที่ใช้เป็น Client Computer เป็นเครื่องใดๆ ก็ได้ เช่น PC, Macintosh, IBM, DEC, SUN, HP, SGI, Cray, TV with Set-Top Box, Pen Computer etc.
4. Browser
   - โปรแกรม Browser มีให้เลือกใช้มากมายบน PC, Macintosh, IBM, DEC, SUN, HP, SGI, Cray, TV with Set-Top Box, Pen Computer etc.

โปรโตคอล HTTP นี้วิ่งอยู่บน TCP/IP อีกชั้นหนึ่ง รูปแบบการทำงานจะไม่มีการจองสาย โดย client จะเรียกข้อมูลจาก server โดยการส่ง request ไปแล้วจะตัดการติดต่อทันที จากนั้นจะรอจนกระทั่ง server ส่งข้อมูลมาให้

ประโยชน์ของการทำงานแบบไม่จองสายของ HTTP ทำให้ WWW server สามารถให้บริการ client ได้หลายๆ คนพร้อมๆ กัน การสื่อสารของ WWW จึงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

<u>ความปลอดภัยบนเครือข่าย</u>

เช้ามืดวันหนึ่งของฤดูหนาว ในขณะที่ผู้คนกำลัง หลับไหลใต้ผ้าห่มผืนอุ่นอย่างสบาย อากาศในกรุงเทพฯ เวลานี้ช่างน่านอนเสียจริง แต่สำหรับเด็กชายอ๊อด เขากลับนั่งอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ที่ต่อเข้ากับอินเตอร์เน็ต ท่ามกลางความมืด ก็มีเพียงแสงจากมอนิเตอร์ ที่ฉาดฉายให้เห็นรอยยิ้มน้อยๆ ของเด็กชาย ในวัยซุกซนคนนี้ เมื่อมองไปยังหน้าจอคอมพิวเตอร์ เด็กน้อยกำลังพยายามล็อกอิน เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของ บริษัทไฟแนนซ์แห่งหนึ่ง ที่ถูกทางการปิดไป เด็กน้อยกำลังพยายามเข้าไปแก้ไขไฟล์การผ่อนชำระรถยนต์ เพื่อที่จะทำให้ข้อมูลรถของพ่อเขา หายไปจากระบบ รถที่ค้างชำระมากว่า 6 เดือน และรอโดนยึด จะได้ปราศจากตัวตนอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระทำของหนูน้อยคนนี้ คนทั่วๆไป มักจะคิดว่า และขนานนามเขาว่า **Hacker** แท้จริงแล้ว ชีวิตของ Hacker นั้นเป็นอย่างไร

อันที่จริงแล้ว ความเข้าใจของคนทั่วไป ที่มีต่อ Hacker นั้น ไม่ค่อยจะถูกต้องเท่าไรนัก แท้จริงแล้วในหมู่ของ Hacker เองนั้น กลับไม่ยอมรับ การกระทำแบบเจ้าหนูคนนี้ Hacker นิยามคนแบบนี้ว่า **Cracker** เพราะ Hacker นั้นไม่นิยม การหาประโยชน์ บนความเดือดร้อนของคนอื่น ในขณะที่ Cracker นั้น ใช้ประโยชน์จากความชาญฉลาด ของตนเอง เพื่อให้ได้มา ซึ่งสิ่งที่ตนเองต้องการ Hacker ต้องการทำในสิ่งที่เป็นการ ปลดโซ่ตรวน และพันธนาการ เพื่อความเป็นอิสระของตนเอง และผู้อื่น จากสิ่งที่พวกเขาคิดว่าไม่ถูกต้อง ทั้งหลาย

Hacker เชื่อในเรื่องของ พลังและอำนาจ ที่เขาสามารถควบคุม Cyberspace ได้ พวกเขาชอบที่จะค้นหาความคิด วิธีการใหม่ๆ ที่จะปลดพันธนาการทั้งหลาย ที่ผูกมัดพวกเขาอยู่ เช่น พวกเขาเชื่อว่า ค่าโทรศัพท์ไปต่างประเทศ หรือต่างจังหวัด แพงเกินไป เนื่องจาก พวกผูกขาด (monopoly) อย่างองค์การโทรศัพท์ หรือ บริษัทเอกชน ขูดเลือดจากประชาชน คิดกำไรเกินควร พวกเขาจะคิดหาวิธีที่จะใช้โทรศัพท์ทางไกลฟรี เช่นการหา access code ที่ทำให้ควบคุมชุมสายได้ การต่อ oscillator เข้ากับสายโทรศัพท์เพื่อสร้างสัญญาณ Hacker ยินดีจ่ายค่าโทรศัพท์ท้องถิ่น ซึ่งมีราคาถูก แต่ไม่ยินยอมจ่ายค่าทางไกล เพราะพวกเขา คิดว่าราคาไม่ยุติธรรม และหากพวกเขาทำสำเร็จ พวกเขาจะไม่รีรอที่จะแพร่ขยาย ภูมิความรู้นี้ ไปสู่ Hacker คนอื่นๆ พวก Hacker จึงมีสังคมที่ค่อนข้างจะแข็งแกร่ง บางคนที่ไม่ค่อยรู้เรื่องเกี่ยวกับ Hacker ก็มักจะ เสียดสีว่าเป็นพวก Digital Hippy บ้าง เป็น พวก Cyberpunk บ้าง ความจริง Hacker แตกต่างจากคนเหล่านั้น โดยสิ้นเชิง

Hacker เป็นคนที่มีความอุตสาหะ ใฝ่รู้ เป็นพื้นฐาน นอกจากนั้น เขายังเป็นคนที่ รักสันติ รังเกียจความรุนแรง และความเห็นแก่ตัว Hacker ชอบความท้าทาย พวกเขาชอบ ที่จะได้มาซึ่งความสามารถในการควบคุม ทั้งตัวเขาเอง และ Cyberspace ที่เขาอยู่ เขาพยายามชี้นำ Cyberspace เช่น ถ้าเขาเห็นว่า รัฐบาลอินโดนีเซีย ทำไม่ถูกในเรื่อง ติมอร์ตะวันออก เขาก็เข้าไปแก้ Homepage ของรัฐบาลอินโดนีเซียให้ มีข้อมูลที่ถูกต้อง Hacker ต่อต้านการละเมิดสิทธิมนุษยชน เขาเจาะเข้าไปใน computer ของรัฐบาลอินโดนีเซีย เพื่อลงโทษที่อินโดนีเซียทำไม่ถูกในเรื่องนี้ Hacker ทำตัวเหมือน Robinhood เช่น เข้าไปโอนเงินของ บริษัทน้ำมัน เพื่อไปยังกองทุนเด็ก

Hacker เชื่อว่า การรวมตัวของพวกเขา จะนำเสรีภาพมาสู่คนที่ไร้โอกาสได้ เขารวมตัวกันเพื่อกดดันกลุ่มที่เขาคิดว่า เห็นแก่ตัว และทำไม่ถูกต้อง ดังนั้นเราจึงไม่ค่อยเห็น Hacker เจาะระบบขององค์กร ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสาธารณะอย่างสถาบันศึกษานัก ในขณะที่ องค์กรรัฐบาล องค์กรทหาร หรือ บริษัทขนาดใหญ่ ล้วนตกเป็นเป้าหมายของบรรดา Hacker

2.11 โครงสร้างภาษา SQL

SQL ย่อมาจากคำว่า Structured Query Language คือ ภาษามาตรฐานกลางที่ใช้สำหรับจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลด้านต่างๆ โดยที่เราสามารถใช้ SQL ร่วมกับ DBMS ชนิดต่างๆได้ เช่น Access, Oracle เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งฐานข้อมูลประเภท RDBMS (Relation Database Management System) จะรู้จักภาษา SQL เป็นอย่างดี เราจะใช้ SQL เพื่อจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลได้หลายอย่าง เช่น การแสดงข้อมูลจากฐานข้อมูลแบบมีเงื่อนไข, การเพิ่ม, การลบ และการนำข้อมูลจากตารางหลายๆ ตาราง มาแสดงร่วมกันได้ เป็นต้น

โครงสร้างของภาษา SQL

ภาษา SQL ประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1.Data Definition Language (DDL) เป็นกลุ่มคำสั่งในภาษา SQL ที่ใช้สำหรับจัดการโครงสร้างของฐานข้อมูล เช่น การสร้างฐานข้อมูล, ปรับปรุงโครงสร้าง ของฐานข้อมูล เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานกลุ่มคำสั่ง DDL นี้ก็คือ การสร้างฐานข้อมูลด้วย MS SQL Server 7.0 ก็จะมีการใช้งานคำสั่งในกลุ่ม DDL เป็นหลัก

2.Data Manipulation Language (DML) เป็นกลุ่มคำสั่งในภาษา SQL ที่ใช้สำหรับจัดการข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น การแสดงข้อมูลแบบมีเงื่อนไข, การลบข้อมูล, การเพิ่มข้อมูล และการแสดงข้อมูลที่มาจากตารางหลายตาราง เป็นต้น

สำหรับการใช้งานภาษา SQL ร่วมกับ Visual Basic เพื่อจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลเบื้องต้น ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นกลุ่มคำสั่ง DML เป็นหลัก โดยที่ในบทความนี้ จะเป็นการอธิบายการใช้งานกลุ่มคำสั่ง DML ที่มีความสำคัญ และใช้กันอยู่เสมอ ประกอบไปด้วย 4 คำสั่งคือ

- DELETE ใช้สำหรับลบข้อมูลหรือลบ record ใดๆ ในฐานข้อมูล
- INSERT ใช้สำหรับเพิ่มข้อมูลหรือเพิ่ม record ใดๆ เข้าไปในฐานข้อมูล
- SELECT ใช้สำหรับเลือกข้อมูลหรือเลือก record ใดๆ ที่ต้องการจากฐานข้อมูล
- UPDATE ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลหรือแก้ไข record ใดๆ ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการใช้งานของกลุ่มคำสั่ง DML เบื้องต้น

วิธีการและรายละเอียดของการใช้งานกลุ่มคำสั่ง DML เบื้องต้นทั้ง 4 คำสั่ง มีดังนี้

1.คำสั่ง DELETE เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับลบข้อมูล หรือลบ record ใดๆ ออกจากตาราง มีรูปแบบการใช้งาน 2 ลักษณะ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 **DELETE FROM** tablename **WHERE** criteria
รูปแบบที่ 2 **DELETE * FROM** tablename

ตัวแปร tablename หมายถึง ชื่อของตารางที่ต้องการลบ
ตัวแปร criteria หมายถึง เงื่อนไขในการลบข้อมูลหรือลบ record
เครื่องหมาย * หมายถึง ข้อมูลใดๆ

ในการใช้งานคำสั่ง DELETE ในแบบที่ 2 ขอให้คุณใช้อย่างระมัดระวัง เพราะเป็นการลบข้อมูลทั้งหมดในตาราง

ตัวอย่างการใช้งาน

DELETE * FROM tblSell 'เป็นการลบ record ทั้งหมดในตารางที่ชื่อว่า tblSell

DELETE FROM tblCustomer **WHERE** OrderValue < 10000 'เป็นการลบ record ในตารางที่ชื่อว่า tblCustomer โดยมีเงื่อนไขว่า จะลบเฉพาะ record ที่ค่าในฟิลด์ที่ชื่อว่า OrderValue มีค่าน้อยกว่า 10000 เท่านั้น ออกจากตาราง ดังนั้น ถ้าใน record ใด ที่ค่าในฟิลด์ OrderValue มากกว่า 10000 ก็จะไม่ถูกลบออกไป

เรายังสามารถใช้ตัว operator เช่น AND หรือ OR มาใช้ร่วมเป็นเงื่อนไขได้อีกด้วย เช่น

DELETE FROM tblStudent **WHERE** Gpa < 1.50 **OR** Point < 10 ' เป็นการลบ record จากตารางที่ชื่อว่า tblStudent โดยมีเงื่อนไขว่า จะลบเฉพาะชื่อนักศึกษา ที่มีผลการเรียนต่ำกว่า 1.5 (ค่าของฟิลด์ที่ชื่อว่า Gpa น้อยกว่า 1.50) หรือมีคะแนนความประพฤติต่ำกว่า 10 คะแนน (ค่าของฟิลด์ที่ชื่อว่า Point น้อยกว่า 10)

2.คำสั่ง INSERT เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับเพิ่มข้อมูล หรือเพิ่ม record เข้าไปในตาราง มีรูปแบบการใช้งาน 2 ลักษณะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 1 **INSERT INTO** tablename(field1,field2,field3...) **VALUES(**value1,value2,value3,...)

รูปแบบที่ 2 **INSERT INTO** tablename1

SELECT * FROM tablename2 **WHERE** criteria

ตัวแปร tablename หมายถึง ชื่อตารางที่ต้องการเพิ่ม record เข้าไป

ตัวแปร field1-fieldn หมายถึง ชื่อของฟิลด์ต่างๆ ในตาราง tablename ซึ่งจะต้องเรียงตามลำดับของฟิลด์ในตารางดังกล่าวด้วย

ตัวแปร value1-valuen หมายถึง ค่าของฟิลด์นั้นๆ

ตัวแปร tablename1 หมายถึง ชื่อของตารางที่ต้องการเพิ่มข้อมูลเข้าไป

ตัวแปร tablename2 หมายถึง ชื่อของตารางที่ต้องการดึงข้อมูลออกมา แล้วเพิ่มเข้าไปในตาราง tablename1

ตัวแปร criteria หมายถึง เงื่อนไขในการดึงข้อมูลจากตาราง tablename2

ตัวอย่างการใช้งาน

INSERT INTO tblCustomer (ID,FirstName,LastName,Salary) **VALUES**(0005,'น้ำฝน','งามนิลประดิษฐ์',10000) 'หมายถึง ให้เพิ่มข้อมูลเข้าไปในตาราง ที่ชื่อว่า tblCustomer ซึ่งประกอบไปด้วยฟิลด์ ID, FirstName, LastName, Salary โดยที่ให้ใส่ค่า 0005 ลงในฟิลด์ ID, น้ำฝน ลงในฟิลด์ FirstName, งามนิลประดิษฐ์ ลงในฟิลด์ LastName และใส่ค่า 10000 ลงในฟิลด์ Salary

INSERT INTO tblTop (ID,FirstName,LastName,Gpa)

SELECT * FROM tblStudent **WHERE** Gpa >= 3.50 'หมายถึง ต้องการดึงข้อมูลรายชื่อนักศึกษาจากตารางที่ชื่อว่า tblStudent เฉพาะนักศึกษา ที่มีผลการเรียนมากกว่าหรือเท่ากับ 3.50 (ค่าของฟิลด์ Gpa มากกว่าหรือเท่ากับ 3.50) เพิ่มเข้าไปในตารางนักศึกษาเรียนดี (ตารางชื่อว่า tblTop) โดยให้ใส่ค่าตามลำดับฟิลด์ ID,FirstName,LastName และ Gpa

ข้อควรระวังในการใช้งานคำสั่ง INSERT ก็คือ

- กรณีที่ 1 ใส่ค่าในฟิลด์ที่เป็น primary key ซ้ำกับค่าเดิมที่มีอยู่แล้ว หรือฟิลด์ที่เป็น primary key คุณไม่ได้กำหนดค่าให้มัน (มีค่าเท่ากับ Null)
- กรณีที่ 2 ค่าที่ใส่เข้าไปซ้ำกับ record ที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 2 กรณี ส่งผลให้คำสั่ง INSERT ไม่มีการเพิ่ม record นั้นๆ เข้าไปในตาราง โดยมีเหตุผลดังนี้ ให้ดูตารางต่อไปนี้ประกอบการอธิบาย

ID	FirstName	LastName	Sex	Salary
0001	เอกพงษ์	สุรพันธ์พงษ์	M	10000
0002	อดิเทพ	ตรังคานนท์	M	12000
0003	น้ำฝน	งามนิลประดิษฐ์	F	15000
0004	ศุภชัย	สมพานิช	M	12000
0005	ธิติมา	ยุราวรรณ	F	20000

จากตาราง tblTest กำหนดให้ field ที่ชื่อว่า ID เป็น primary key สมมติว่า มีการเพิ่มข้อมูลเข้ามาอีก 1 record ด้วยคำสั่ง **INSERT INTO** tblTest (ID,FirstName,LastName,Sex,Salary) **VALUES**(0005,'ชลธิชา','สีดา','F',10000) จะเห็นได้ว่า ค่าในฟิลด์ ID (ซึ่งเป็น primary key ของตารางนี้) ซ้ำกับค่าเดิมที่มีอยู่แล้ว ตรงกับกรณีที่ 1 ทำให้ไม่มีการเพิ่ม record นี้แต่อย่างใด เพราะว่าฟิลด์ที่เป็น primary key จะต้องมีค่าไม่ซ้ำกัน

ต่อมาสมมติว่า ใช้คำสั่ง **INSERT INTO** tblTest (ID,FirstName,LastName,Sex,Salary) **VALUES**(0003,'น้ำฝน','งามนิลประดิษฐ์','F',15000) จะเห็นได้ว่า ฟิลด์ที่ต้องการเพิ่มเข้าไปมีอยู่แล้วในตาราง ตรงกับกรณีที่ 2 ดังนั้น คำสั่งนี้จึงไม่มีการเพิ่ม record แต่อย่างใด

3.คำสั่ง SELECT ใช้สำหรับเลือกหรือดึงข้อมูลที่เราต้องการ จากฐานข้อมูล เป็นคำสั่งที่มีความยืดหยุ่นสูงมาก เพราะว่า เงื่อนไขในการนำข้อมูลออกมาจากตาราง มีมากมาย แต่มีรูปแบบการใช้งานหลักๆ อยู่ 2 ลักษณะคือ

รูปแบบที่ 1 **SELECT * FROM** tablename

รูปแบบที่ 2 **SELECT** fieldname1, fieldname2, ...,fieldname-n **FROM** tablename **WHERE** criteria

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหมาย * หมายถึง ข้อมูลใดๆ
ตัวแปร tablename หมายถึง ชื่อตารางที่ต้องการดึงข้อมูล
ตัวแปร fieldname1-fieldname-n หมายถึง ชื่อฟิลด์ที่ต้องการดึงข้อมูล ถ้ามีมากกว่า 1 ฟิลด์จะใช้เครื่องหมาย , คั่นระหว่างฟิลด์
ตัวแปร criteria หมายถึง เงื่อนไขในการดึงข้อมูล

ตัวอย่างการใช้งาน

SELECT * FROM tblCustomer 'เป็นการเลือกข้อมูลทุก record จากตารางที่ชื่อว่า tblCustomer

SELECT ID,FirstName,LastName,Salary **FROM** tblCustomer 'เป็นการเลือกข้อมูลจากฟิลด์ ID, FirstName, LastName และ Salary

SELECT * FROM tblStudent **WHERE** Gpa >= 3.50 'เป็นการดึง record เฉพาะที่มีค่าในฟิลด์ Gpa มีค่ามากกว่า 3.50 เท่านั้น

4.คำสั่ง UPDATE ใช้สำหรับแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน record ที่มีอยู่แล้วในตาราง มีรูปแบบการใช้งาน ดังนี้**UPDATE** tablename **SET** fieldname = value **WHERE** criteriaตัวแปร tablename หมายถึง ชื่อตารางที่ต้องการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล
ตัวแปร fieldname หมายถึง ชื่อฟิลด์ที่ต้องการแก้ไข
ตัวแปร value หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับตัวแปร fieldname
ตัวแปร criteria หมายถึง เงื่อนไขในการแก้ไข

ตัวอย่างการใช้งาน

UPDATE tblStudent **SET** Point = 50 'ต้องการแก้ไขฟิลด์ที่ชื่อว่า Point ของทุกๆ record ให้มีค่าเท่ากับ 50 ในตาราง tblStudent

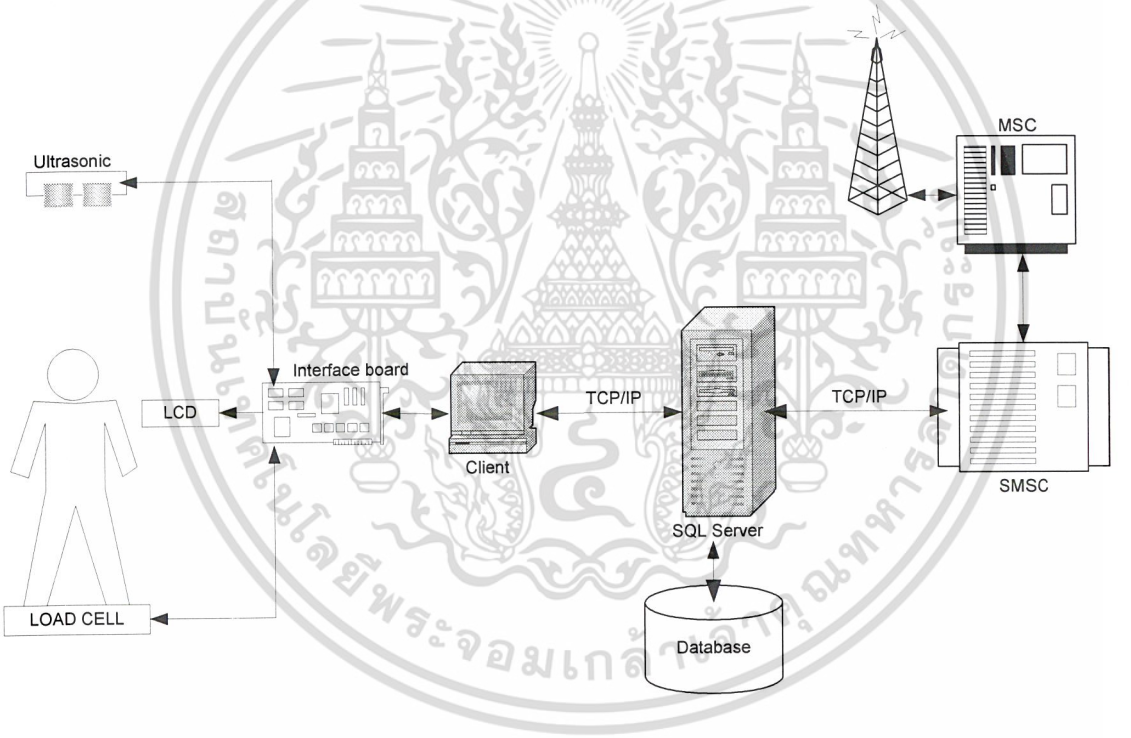
UPDATE tblStudent **SET** Point = 50 **WHERE** Point < 10 'แก้ไขฟิลด์ที่ชื่อว่า Point เฉพาะที่มีค่าน้อยกว่า 10 ให้มีค่าเท่ากับ 50 ในตาราง tblStudent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงนี้ ถูกทำขึ้นโดยติดต่อกับระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือของบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) หรือรู้จักกันทั่วไปในนามของ DTAC สิ่งที่พิเศษของโครงานนี้ที่แตกต่างจากเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงทั่วๆไปก็คือ การส่งค่าของการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงทางระบบ SMS พร้อมทั้งยังมีการบันทึกข้อมูลที่ได้ลงใน Database เพื่อที่ว่าในครั้งต่อไปที่ผู้ใช้มาใช้งาน ระบบจะทำการนำข้อมูลเก่าที่เคยวัด มาแสดงเปรียบเทียบกับข้อมูลใหม่ที่ได้



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงแสดงผลโดย SMS

นอกจากนี้แล้วระบบยังถูกออกแบบมาสำหรับรองรับการส่งข้อความเข้ามาทำการถามค่าน้ำหนักและส่วนสูงที่เคยทำการชั่งและวัดเอาไว้ การทำงานของระบบทั้งหมด เริ่มต้นขึ้นเมื่อมีผู้ใช้ส่ง SMS เข้ามาเพื่อขอใช้ระบบ โดยทำการพิมพ์ **D,1** แล้วส่งมาที่หมายเลข **1842** ซึ่งเป็นบริการที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ สำหรับลูกค้าที่ใช้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ DTAC หลังจากที่ผู้ใช้บริการทำการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMS มาแล้ว ข้อมูลดังกล่าวนั้นจะถูกส่งมายังชุมสายโทรศัพท์และจะถูกส่งมายัง SMSC (SMS Service Center) ซึ่งเป็นตัวจัดการที่คอยส่งข้อความไปยังจุดปลายทางต่างๆที่ถูกรองรับระบบ SMS หมายเลขต่างๆ ซึ่งในส่วนของ 1842 นี้ ข้อมูลจะถูกส่งไปยังเครื่อง Server ที่ตึก DTAC Call Center (ศรีนครินทร์) ในส่วนของ Server นี้จะถูกสร้างมาสำหรับติดต่อกับ Database เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเก็บค่าน้ำหนักและส่วนสูงของผู้ใช้บริการ อีกทั้งได้ถูกติดตั้งโปรแกรมสำหรับจ่ายข้อความไปยังเครื่อง Client ต่างๆที่ได้ถูกออกแบบเอาไว้ โดยเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดย **Microsoft Visual Basic 6.0** ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนของโปรแกรมอีกทีในบทต่อไป เมื่อข้อความมาถึงเครื่อง Client แล้ว ก็จะถูกทำการถอดรหัสเพื่อส่งไปให้ Interface Board จะนำหมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ที่ส่งข้อความมาแสดงที่ LCD Module แล้วระบบจะทำการรอการยืนยันการทำงานต่อไปจากการกดปุ่ม OK หรือกดปุ่ม Cancel สำหรับการยกเลิกการใช้งาน ถ้าผู้ใช้เลือกกดปุ่ม OK ไมโครคอนโทรลเลอร์จะจ่ายไฟไปเลี้ยงส่วนต่างๆของชุดทรานดิวเซอร์เพื่อทำการเปิดระบบการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหัวใจหลักในการทำงานของส่วนนี้ จากนั้นโหลดเซลล์(Load Cell)และอัลตร้าโซนิค(Ultrasonic) จะส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงข้อมูลที่ได้ป้อนให้เครื่อง Client ทำการประมวลผลค่าต่างๆ

ข้อมูลจะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดเอาไว้ โดยโปรแกรมที่ได้ถูกติดตั้งบนเครื่อง Client ซึ่งถูกเขียนขึ้นโดย **Microsoft Visual Basic 6.0** ใช้การติดต่อผ่านโปรโตคอล TCP/IP ซึ่งค่าน้ำหนักและส่วนสูงของผู้ที่มาใช้บริการจะถูกส่งไปยังเครื่อง Server เพื่อทำการบันทึกค่าดังกล่าวลงใน Database และโปรแกรมที่อยู่บนเครื่อง Server นี้ จะทำการจัดรูปแบบโปรโตคอลให้อยู่ในรูปของโปรโตคอลที่สามารถส่งไปให้ SMSC ทำการส่ง SMS ได้ ในที่นี้ใช้ลักษณะการส่งแบบ UDP ซึ่งทั้งหมดจะถูทำงานบนระบบ LAN ของ DTAC เช่นกัน

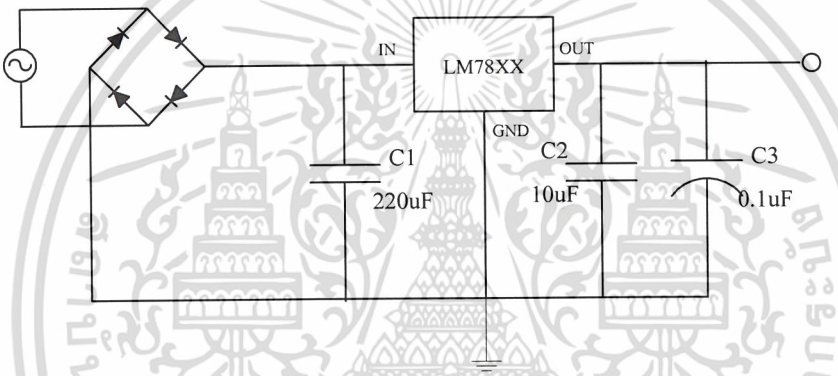
นอกจากนี้ระบบได้ถูกออกแบบสำหรับการรับข้อความที่ถูกส่งมาเพื่อขอดูข้อน้ำหนักและส่วนสูงที่ได้ทำการวัดและชั่งเอาไว้ โดยผู้ใช้บริการพิมพ์ข้อความว่า **D,A** และส่งมาที่หมายเลข **1842** เมื่อข้อความมาถึง SMSC ก็จะทำการส่งต่อไปยังเครื่อง Server โดยมีโปรมสำหรับดึงข้มูลจาก Database ออกมาแล้วทำการส่ง SMS ตอบกลับไป ซึ่งจะแสดงค่าของข้อมูลครั้งล่าสุดที่ได้บันทึกเอาไว้ทำให้ผู้ใช้สะดวก และไม่ต้องจำข้อมูลเหล่านี้

ทั้งหมดนี้เป็นเพียงการทำงานโดยรวมของระบบ มีลำดับการทำงานตาม Flow Chart ด้านบนนี้ ในส่วนของรายละเอียดนั้นจะทำการอธิบายต่อไปอย่างละเอียดตามการทำงานของภาคต่างๆ ความซับซ้อนของระบบได้ถูกจัดการ โดยกระบวนการทาง Software ดังนั้น ระบบจึงถูกออกแบบมาให้ทำการประมวลผลหลายๆอย่างบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ในส่วนของ Hardware ทั้งหมดก็จะทำการส่งค่าในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์รู้จัก มาให้เพื่อแปรรูปข้อมูลให้เหมาะสมกับจุดต่างๆที่มีการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วงจรไฟเลี้ยงแรงดันคงที่

จากหม้อแปลงขนาด 15-0-15 ต่อผ่าน บริดจ์เพื่อแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง แล้วใช้ไอซีเรกูเลเตอร์เบอร์ LM7805 เพื่อแปลงแรงดันไฟ ให้เอาท์พุตมีแรงดันคงที่ที่ 5 โวลต์ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับไอซีและอุปกรณ์ต่างๆ ของวงจร เช่น ไอซี BCD Seven Segment Decoder เบอร์ SN 7447 ,ไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ และไอซีบัฟเฟอร์ ใช้ไอซี เรกูเลเตอร์ เบอร์ LM7810 เพื่อแปลงแรงดันไฟให้คงที่ที่ 10 โวลต์ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับ LOAD CELL และใช้ไอซีเรกูเลเตอร์ เบอร์ LM7815 และ LM7915 เพื่อแปลงแรงดันคงที่ที่ 15 และ –15 โวลต์ ให้กับออปแอมป์ เบอร์ OP07



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อวงจรไฟเลี้ยงแรงดันคงที่

3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

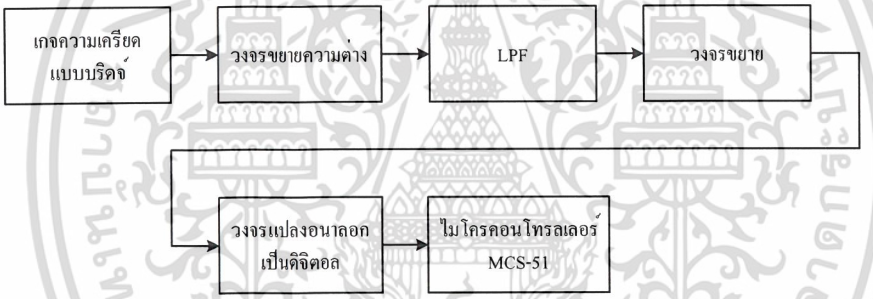
ภาคประมวลผลนี้ มีไอซี MCS-51 เป็นหัวใจสำคัญ ซึ่งจะนำค่าที่ได้รับจากภาคชั่งน้ำหนักและภาควัดส่วนสูง ส่งต่อไปให้กับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้แล้วยังทำหน้าที่รับค่าจากคอมพิวเตอร์มาแสดงผลยัง LCD Module อาจจะกล่าวได้ว่าไมโครโปรเซสเซอร์นี้ เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างทรานดิวเซอร์กับคอมพิวเตอร์ และทำหน้าที่จัดลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆให้ทำงานสัมพันธ์กัน เริ่มจากลำดับแรกเมื่อผู้ใช้ทำการส่ง SMS มาเพื่อขอใช้ระบบ ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการนำหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้มาแสดงที่ LCD Module เพื่อเป็นการถามผู้ใช้ว่าหมายเลขนี้เป็นหมายเลขของผู้ใช้บริการหรือไม่ และยังเป็นการยืนยันการทำงานต่อไปว่าต้องการดำเนินการต่อไปหรือไม่ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเช็คสวิทช์ว่าถูกกดหรือไม่ ถ้าสวิทช์ตกลงถูกกดไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่โหลดเซลล์และทำการผลิตความถี่ให้แก่อัลตร้าโซนิก หลังจากนั้นก็จะทำการรับค่าที่ได้จากทรานดิวเซอร์ทั้งสองมาทำการจัดรูปแบบของค่าต่างๆก่อนที่จะป้อนให้เครื่องคอมพิวเตอร์ Client ทำการประมวลผลอีกที อาจจกล่าวได้ว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวส่งข้อมูลดิบให้แก่เครื่อง Client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานนี้ได้เลือกใช้ MCS-51 เบอร์ AT89C51 ของ Atmel ทั้งนี้ได้ทำการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS 232 ใช้อัตราบอร์ดเรตที่ 9600 บิทต่อวินาที สื่อสารข้อมูลขนาด 8 บิท

3.3 ส่วนของเครื่องชั่งน้ำหนัก

โหลดเซลล์เป็นส่วนที่รับแรงกระทำเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุที่นำมาชั่ง ภายในโหลดเซลล์ประกอบด้วยสเทรนเกจน์ (Strian Gages) ถูกต่อเป็นวงจรบริดจ์ แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตของวงจรบริดจ์จะแปรผันตามแรงที่กระทำกับโหลดเซลล์ แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตนี้จะถูกขยายให้มีขนาดใหญ่ขึ้นคือ 0 – 5 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าที่ขยายแล้วจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยวงจร A/D คอนเวอร์เตอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณดิจิตอลนี้ประมวลผลและแสดงผลทาง LCD



รูปที่ 3.3 โครงสร้างการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.3.1 LOAD CELL

โหลดเซลล์ชนิด Single Point เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการแปลงค่าน้ำหนักมาเป็นค่าแรงดันทางไฟฟ้า ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบบริดจ์ ใช้การจ่ายแรงดันไฟตรง 10 โวลต์ที่ ขา S+ และ S- ต่อลงกราวด์ของวงจรจากนั้นจะได้แรงดันเอาท์พุตที่โหลดเซลล์ที่ขา E+ และ E- มาขยายต่อไป

3.3.2 วงจรขยายความต่าง (Differential Amplifier)

การใช้วงจรขยายความต่าง เนื่องจากการใช้งานของวงจรมีความสามารถในการขยายสัญญาณความแตกต่างที่มีขนาดเล็กได้ดีประกอบกับวงจรมีความสะดวกในการใช้ดังนั้นสัญญาณที่ได้จากโหลดเซลล์ที่ E+ และ E- นั้นจะต้องถูกนำมาต่อกับขา inverting และขา noninverting ของออปแอมป์เพื่อนำไปขยายสัญญาณจากรูปวงจรจะสังเกตพบว่าที่ความต้านทานที่อินพุตทั้งสอง นั้นมีค่าไม่เท่ากันเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

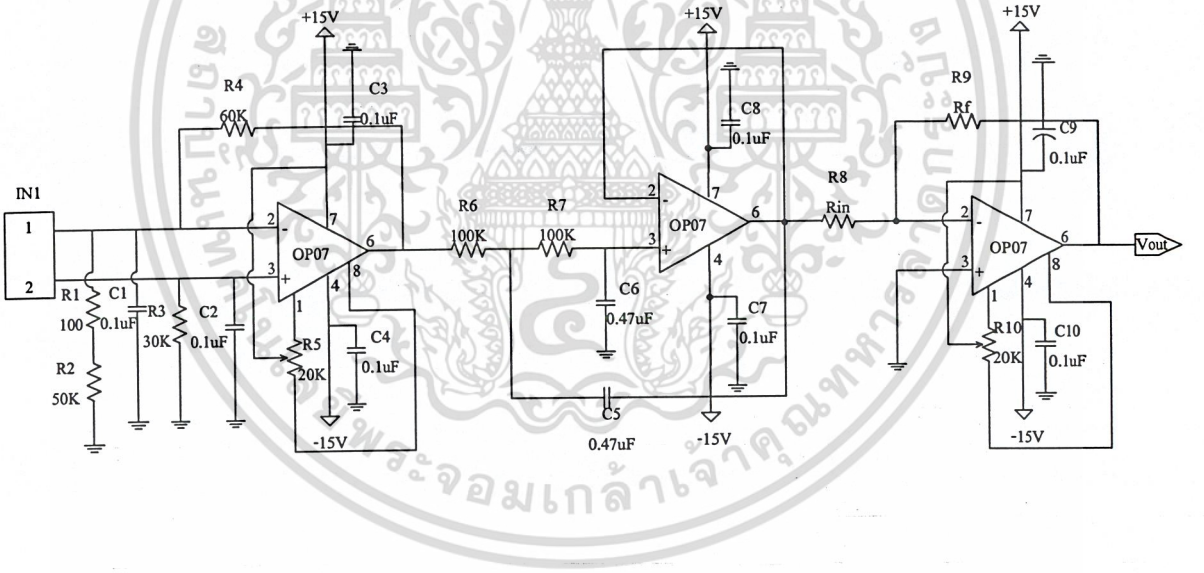
จุดประสงค์ในการปรับค่า ของแรงดันที่เกิดขึ้นในขณะที่ไม่มีการชั่งให้คงที่มีค่าเป็น 0 ซึ่งเกิดจากน้ำหนักแพลทฟอร์ม

3.3.3 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (lowpass Filter)

การนำส่วนของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเพื่อนำมาใช้ ในการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในวงจรโดยเฉพาะที่สัญญาณรบกวนขนาดความถี่ 50 Hz ที่ได้รับมาจากแหล่งจ่าย ภายในวงจรประกอบด้วย ความต้านทาน และตัวเก็บประจุ ต่อในลักษณะ 2^{nd} order ซึ่งมีความถี่คัทออฟประมาณ 0.5 Hz แรงดันที่ได้จากเอาท์พุตจะมีค่าเท่าเดิม

3.3.4 วงจรขยาย (Inverting Amplifier)

เป็นส่วนสุดท้าย สาเหตุที่ใช้วงจรนี้เนื่องจากแรงดันที่ได้รับมามีการขยายในช่วงลบและขยายสัญญาณในช่วง 0 – 5 โวลต์ โดยแรงดันที่อินพุตนั้นมีขนาดมากกว่า 5 โวลต์ ด้วยดังนั้นในวงจรจะทำการลดทอนขนาดของสัญญาณลงที่อัตราขยายประมาณ 7 เท่า ของสัญญาณเดิม โดยสัญญาณที่ได้รับนี้จะส่งไปยัง A/D



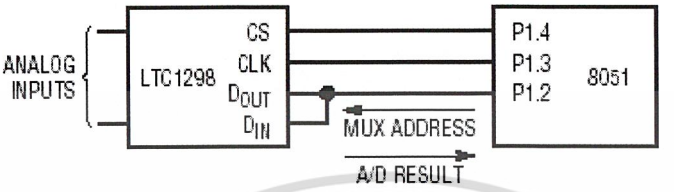
รูปที่ 3.4 วงจรขยายของเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.4 ส่วนการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D Converter)

ADC ทำน้าที่สัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล เพื่อให้ MCU สามารถทำการประมวลผลสัญญาณของการวัดได้ โดยใช้ไอซีเบอร์ LTC 1298 ซึ่งสามารถแปลงสัญญาณได้ละเอียดถึง 12 บิต การจัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเชื่อมต่อกับไอซี LTC 1298 ต้องใช้สัญญาณทั้งหมด 4 เส้น ซึ่งเป็นสัญญาณเอาท์พุทจากอุปกรณ์ภายนอกส่งไปให้ไอซี เพื่อควบคุมและสั่งงาน 3 สัญญาณ และเป็นสัญญาณเอาท์พุทส่งจากไอซี LTC 1298 เพื่อใช้สำหรับอ่านค่าจากไอซีอีก 1 สัญญาณ โดยมีลักษณะการเชื่อมต่อดังรูปด้านล่างนี้



รูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อไอซี LTC 1298 เข้ากับ MCS-51

3.5 ส่วนของเครื่องวัดส่วนสูง

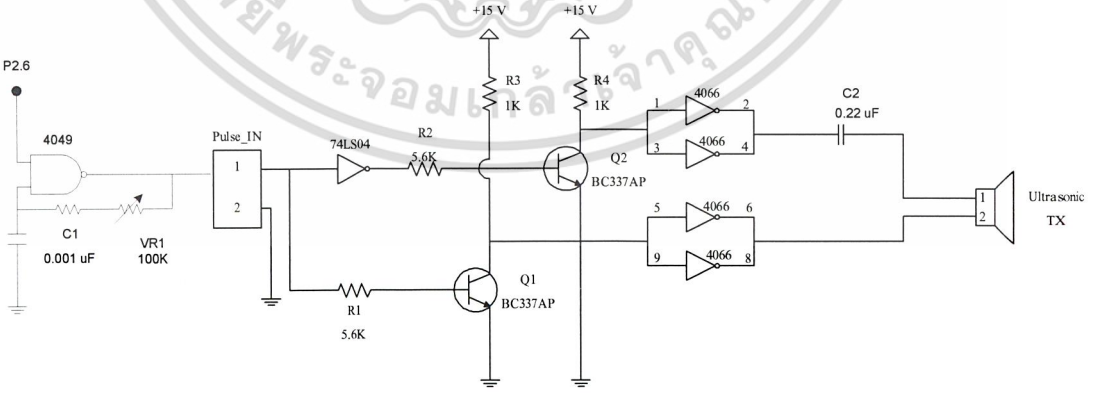
3.5.1 ภาคส่ง

เป็นการนำเอา microcontroler มาใช้ในการส่งโดยจะสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่ 40 kHz มาใช้ในการคำนวณระยะทาง

ซึ่งเราหาความสัมพันธ์จาก $ระยะทาง = เวลา \times ความเร็ว$

ซึ่งระยะทางสูงสุดที่ต้องการวัด เท่ากับ 4เมตร(ไป-กลับ)และ ความเร็วที่อุณหภูมิห้องมีค่าเท่ากับ 346 เมตรต่อวินาที ซึ่งเราจะได้เวลาสูงสุดเท่ากับ 11560 ไมโครวินาที

ขณะเริ่มทำการส่งสัญญาณ ก็จะเริ่มการทำงานของไทม์เมอร์ไปด้วย



รูปที่ 3.6 ภาคส่งอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

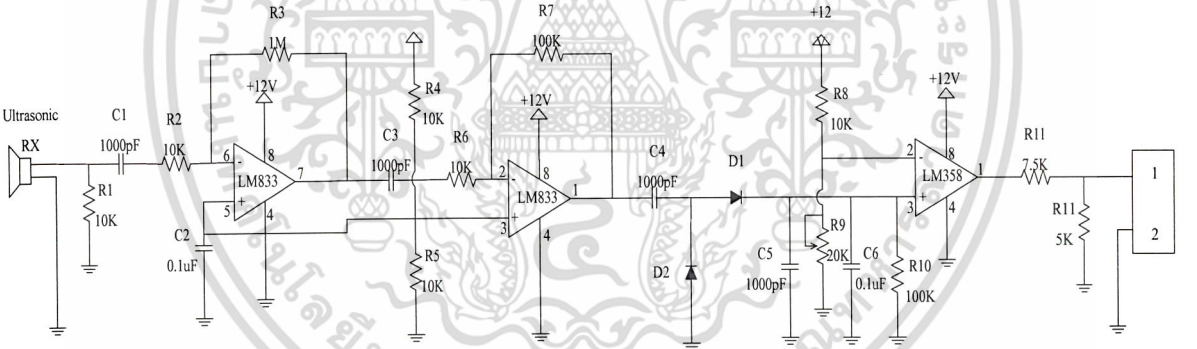
นอกจากนี้ยังใช้วงจรกำเนิดความถี่จากไอซี NAND เกท ซึ่งสามารถควบคุมการกำเนิดความถี่จากลอจิกของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.6

3.5.2 ภาครับ

เมื่อสัญญาณจากภาคส่ง ได้ถูกส่งออกไป กระทบกับศรีษะของ ผู้ที่จะทำการวัดแล้วสะท้อนกลับมายัง ตัวรับสัญญาณอัลตร้าโซนิค

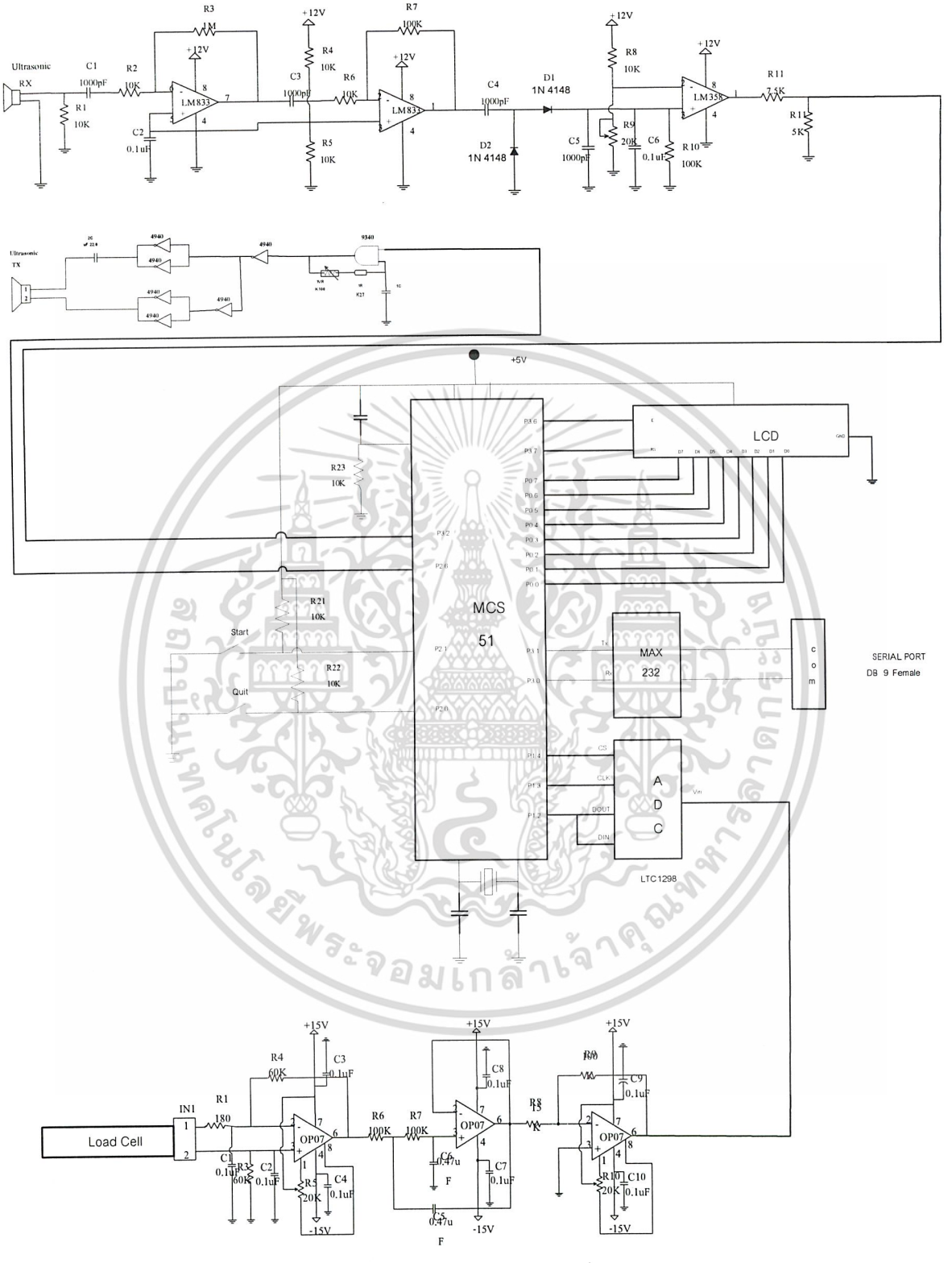
สัญญาณที่รับได้มาจากตัวรับอัลตร้าโซนิคจะมีระดับของสัญญาณที่ต่ำมากเราจึงต้องทำการขยายให้สัญญาณมีขนาดประมาณ 0-5โวลท์ เพื่อที่ไมโครคอลโทรลเลอร์จะได้แยกความแตกต่างของสัญญาณได้ เมื่อทำการขยายสัญญาณแล้ว ก็จะทำการกำจัดสัญญาณ 40kHz ออก โดยการใช้ไดโอด 1N4148 แล้วจึงมาเข้าวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดันของสัญญาณ เพื่อให้สัญญาณที่ได้ เป็นพัลส์อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำสัญญาณที่ได้ไปเข้าไมโครคอลโทรลเลอร์ เพื่อทำการหยุดไทม์เมอร์แล้วนำค่าที่ได้มาทำการคำนวน ระยะทาง

จากนั้นนำมาลบด้วย 2เมตรก็จะได้ความสูงที่ต้องการเพื่อไปแสดงผลที่หน้าจอการแสดงผลเจ็ดส่วน(7segment)



รูปที่ 3.7 ภาครับอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



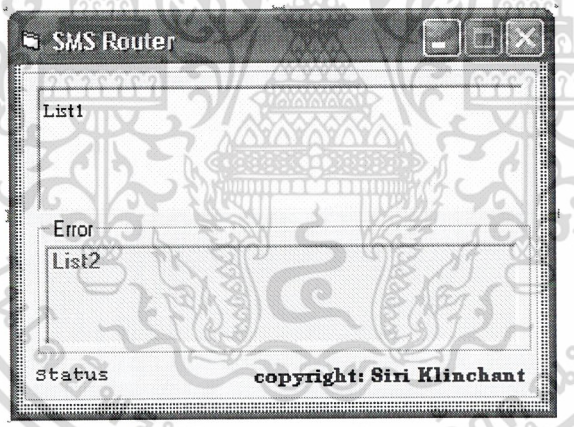
รูปที่ 3.8 แสดงการเชื่อมต่อวงจรรวมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การทำงานของ Software ที่ใช้ควบคุมระบบ

โปรแกรมที่ถูกติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดถูกเขียนขึ้นด้วยโปรแกรม ***Microsoft Visual Basic 6.0*** *ซึ่งถูกสร้างขึ้นมา 2 โปรแกรมด้วยกัน คือ SMS Router และ Instrument Control โดยโปรแกรมทั้งหมดนี้ใช้การติดต่อแบบ UDP สำหรับการรับส่งข้อมูล*

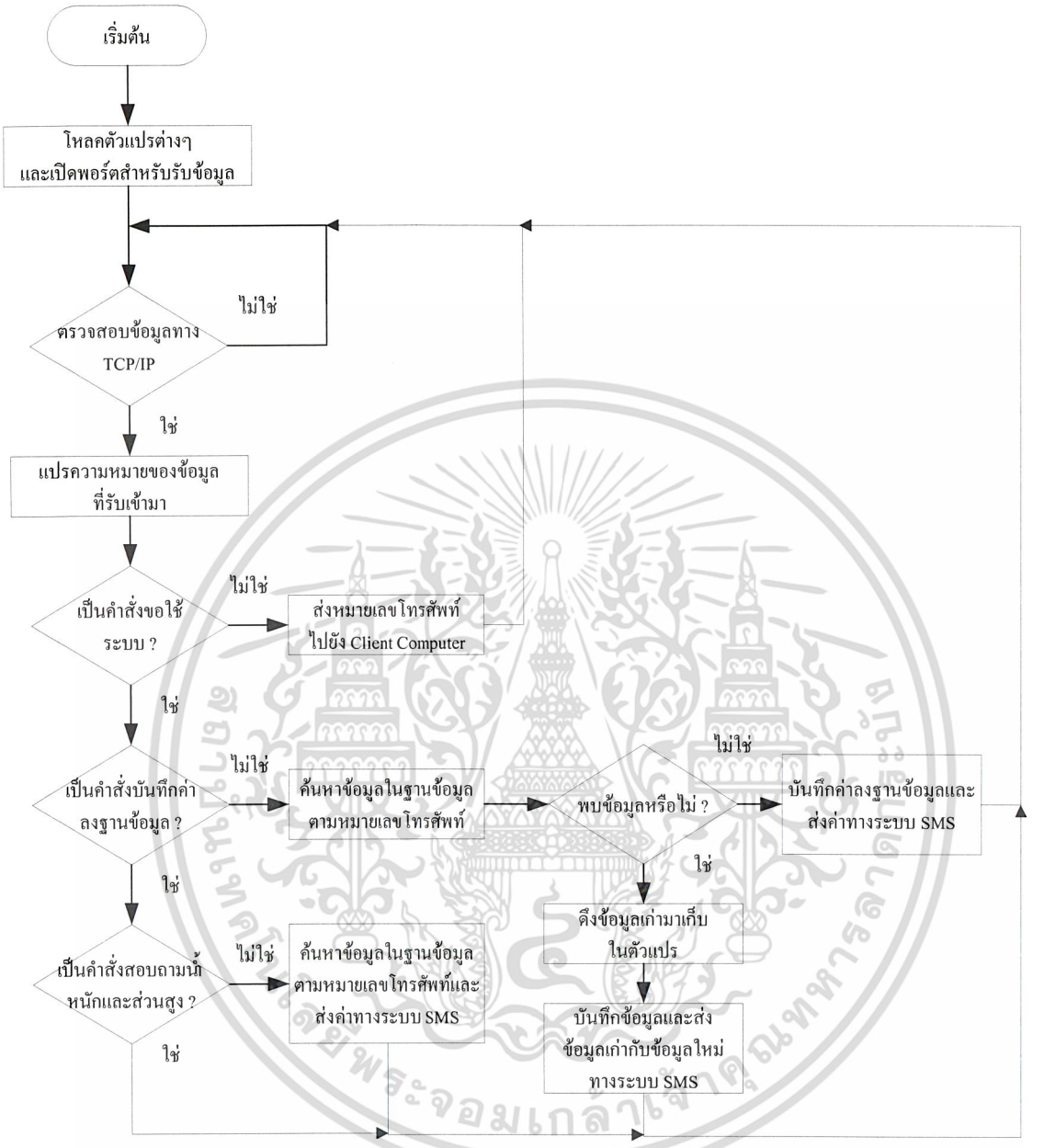
3.6.1 โปรแกรม SMS Router ถูกติดตั้งอยู่บน Server computer ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับส่ง SMS และเป็นตัวจัดเส้นทางการส่งผ่านโปรโตคอลไปยัง Client computer เครื่องต่างๆ(กรณีที่มีการติดตั้งใช้งานหลายๆจุด) และยังทำหน้าที่ติดต่อกับฐานข้อมูลด้วย SQL เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงของผู้ใช้บริการ อีกทั้งเป็นการค้นหาข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงเดิมของผู้ใช้บริการมาทำการแสดงเปรียบเทียบกับน้ำหนักและส่วนสูงของผู้ใช้บริการที่เพิ่งทำการชั่งและวัด นอกจากนี้แล้วโปรแกรมนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาแสดงทาง SMS เมื่อเวลาที่ผู้ใช้บริการส่ง SMS มาเพื่อสอบถามข้อมูลของตัวเองที่เคยถูกบันทึกเอาไว้ รูปร่างของโปรแกรมนี้มีลักษณะดังรูปที่ 3.8 โดยทำการรับส่งข้อมูลผ่าน TCP/IP



รูปที่ 3.9 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม SMS Router

ในการเขียนโปรแกรมนี้ใช้ List box1 ทำหน้าที่เป็น Stack เก็บข้อมูลต่างๆที่ถูกส่งมา แล้วใช้ Timer หมุนวนเข้าไปตรวจสอบว่ามีข้อมูลมาหรือไม่ ถ้ามีข้อมูลเข้ามาโปรแกรมจะนำชุดข้อมูลนั้นๆไปทำการแปรความหมายว่าต้องทำรายการใดต่อไป ส่วน List box2 เป็นพื้นที่สำหรับแสดงเหตุการณ์ที่ผิดปกติหรือแสดง Error ต่างๆที่เกิดขึ้นกับระบบ การทำงานของโปรแกรมแสดงความสัมพันธ์ตาม Flow chart รูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม SMS Router

3.6.2 โปรแกรม Instrument Control ถูกติดตั้งอยู่บน Client computer ทำหน้าที่รับโปรโตคอลที่มาจาก SMS Router มาทำการแปรความหมายเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไปและทำหน้าที่รับค่าที่ทำการชั่งและวัดผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการคำนวณเป็นตัวเลขหลักสิบตามตำแหน่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ นอกจากนี้ยังทำการส่งชุดโปรโตคอลไปให้ SMS Router ทำการส่ง SMS และบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลรูปร่างของโปรแกรมนี้มีลักษณะดังรูปที่ 3.10 โดยทำการรับส่งข้อมูลผ่าน TCP/IP

รูปที่ 3.11 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม Instrument Control

สำหรับการเขียนโปรแกรมนี้ใช้ List box1 ทำหน้าที่เป็น Stack เก็บข้อมูลต่างๆที่ถูกส่งมา แล้วใช้ Timer หมุนวนเข้าไปตรวจสอบว่ามีข้อมูลมาหรือไม่ ถ้ามีข้อมูลเข้ามาโปรแกรมจะนำชุดข้อมูลนั้นๆไปทำการแปรความหมายว่าต้องทำรายการใดต่อไป ส่วน List box2 เป็นพื้นที่สำหรับแสดงเหตุการณ์ที่ผิดปกติหรือแสดง Error ต่างๆที่เกิดขึ้นกับระบบ โปรแกรมนี้ยังทำหน้าที่ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232 เพื่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของโปรแกรมนี้แสดงความสัมพันธ์ตาม Flow chart รูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม Instrument Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก

จะใช้น้ำหนักมาตรฐานในการทดสอบ โดยทดลองวัดแรงดันก่อนเข้าวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลเพื่อแสดงให้เห็นว่าวงจรทำงานได้ปกติ และมีลักษณะตรงตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นจะเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดกับค่าน้ำหนักมาตรฐานเพื่อตรวจความคลาดเคลื่อนตลอดย่านของการใช้งาน

4.1.1 แรงดันเอาท์พุทที่โหลดเซลล์ , เอาท์พุทที่อินเวอสติ้งแอมป์ และน้ำหนักจากจอแสดงผลเมื่อทดลองชั่งน้ำหนักค่าต่างๆ

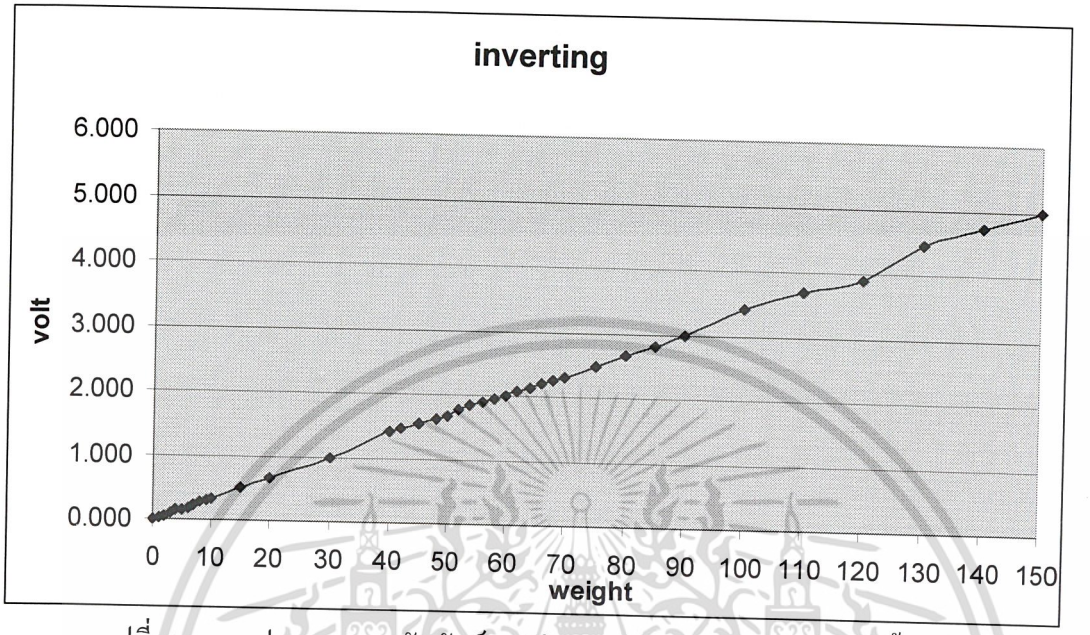
น้ำหนักที่ทดลองชั่ง (kg)	แรงดันเอาท์พุทโหลดเซลล์ (mV)	แรงดันเอาท์พุทวงจรอินเวอส์ติ้งแอมป์ (V)	น้ำหนักจากการประมวลผล
0	0.00	0.000	0.00
1	0.11	0.031	1.00
2	0.19	0.057	2.00
3	0.31	0.101	3.00
4	0.40	0.140	4.00
5	0.49	0.154	5.00
6	0.58	0.184	6.00
7	0.70	0.233	7.00
8	0.81	0.275	8.00
9	0.92	0.311	9.00
10	1.00	0.332	10.00
15	1.53	0.498	15.01
20	2.10	0.664	20.03
30	3.12	0.997	30.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

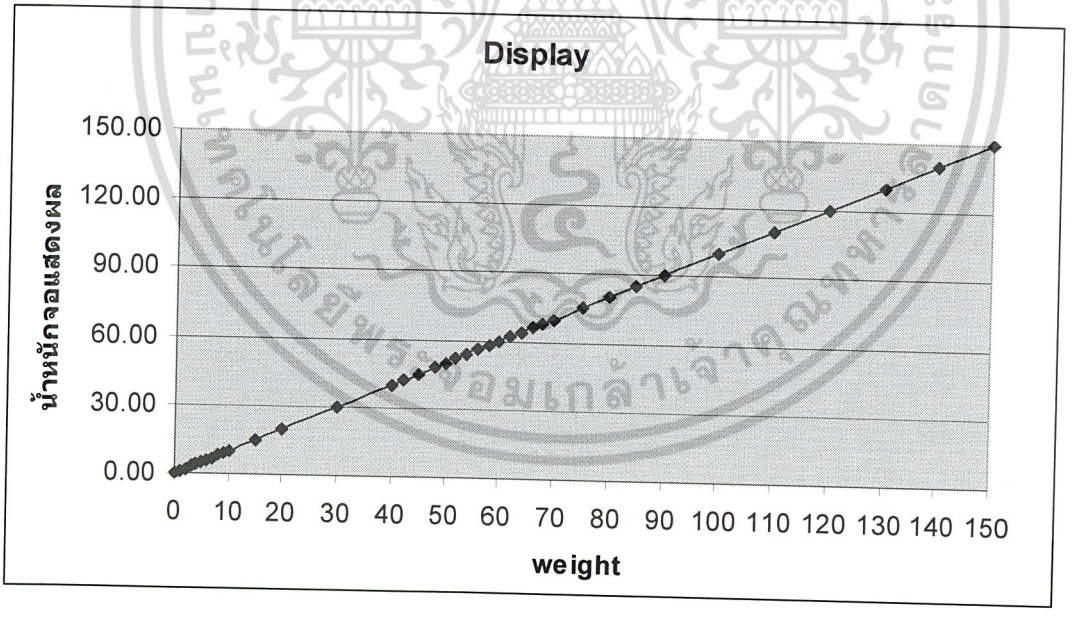
40	4.15	1.410	40.00
42	4.23	1.460	42.00
45	4.52	1.535	45.00
48	4.78	1.609	48.01
50	5.02	1.659	50.00
52	5.22	1.777	52.00
54	5.43	1.840	54.02
56	5.63	1.897	56.00
58	5.84	1.953	58.01
60	6.04	2.010	60.02
62	6.26	2.070	62.00
64	6.41	2.130	64.01
66	6.63	2.190	66.02
68	6.82	2.250	68.00
70	7.13	2.310	70.01
75	7.58	2.482	75.03
80	8.03	2.654	80.00
85	8.59	2.821	85.01
90	9.14	2.987	90.03
100	10.10	3.425	100.00
110	11.10	3.705	110.02
120	12.04	3.897	120.04
130	13.15	4.452	130.00
140	14.03	4.723	140.02
150	14.89	4.993	150.00

ตารางที่ 4.1 แสดงแรงดันที่ได้จากโหลดเซลล์ , ภาคอินเวอร์ติ้ง และ น้ำหนักที่ได้จากจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาพุท Inv Amp กับ น้ำหนักจริง



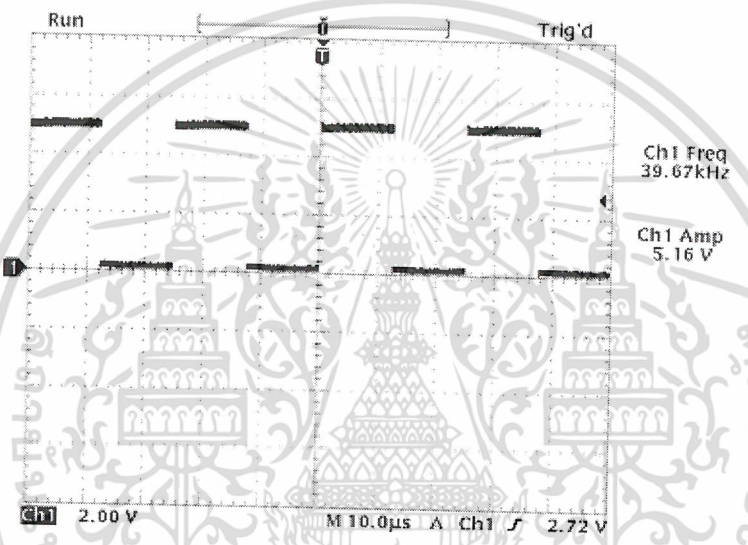
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่จอแสดงผล กับ น้ำหนักจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เครื่องวัดส่วนสูง

ในส่วนของเครื่องวัดส่วนสูงการทดลองที่ได้จะอยู่ในส่วนของ input ที่เข้าหัวส่งอัลตร้าโซนิค และ output ของหัวรับอัลตร้าโซนิค

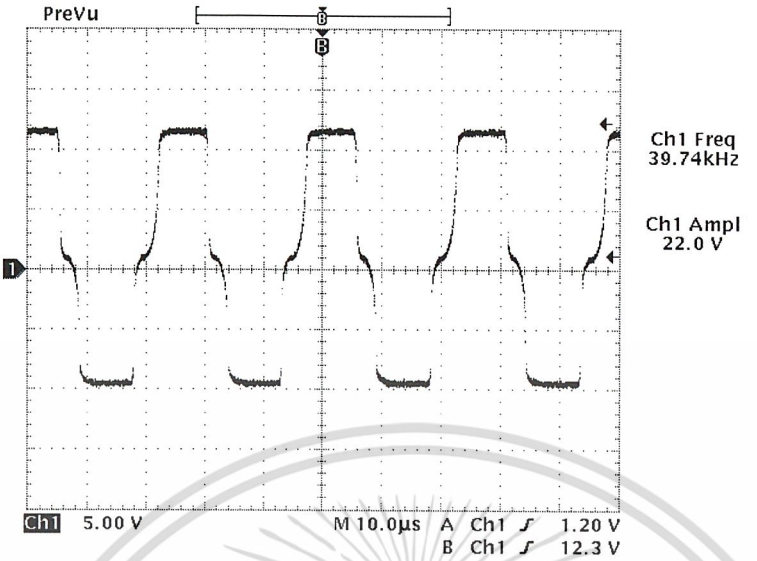
4.2.1 รูปคลื่น ความถี่ และขนาดจากวงจรกำเนิดความถี่ 40 kHz



รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาท์พุทจากวงจรกำเนิดความถี่ 40 kHz

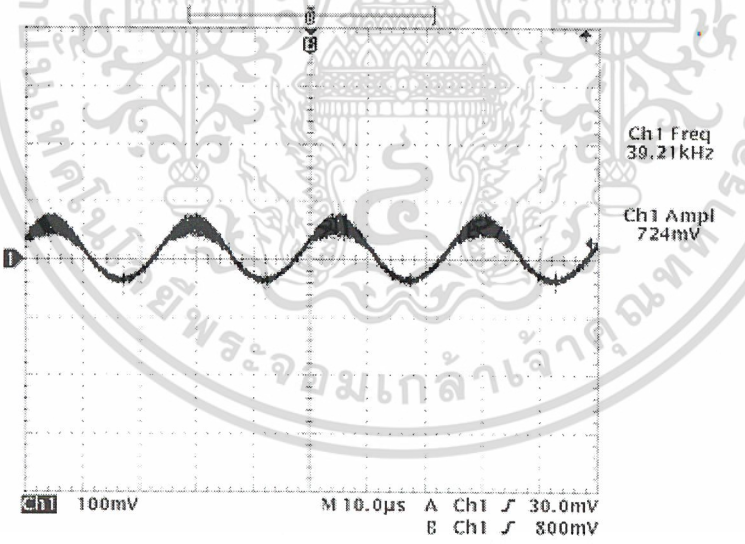
4.2.2 รูปคลื่น ความถี่ และขนาดเมื่อวัดคร่อมหัวส่งอัลตร้าโซนิก (TX)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณเมื่อผ่านวงจรไดรฟ์

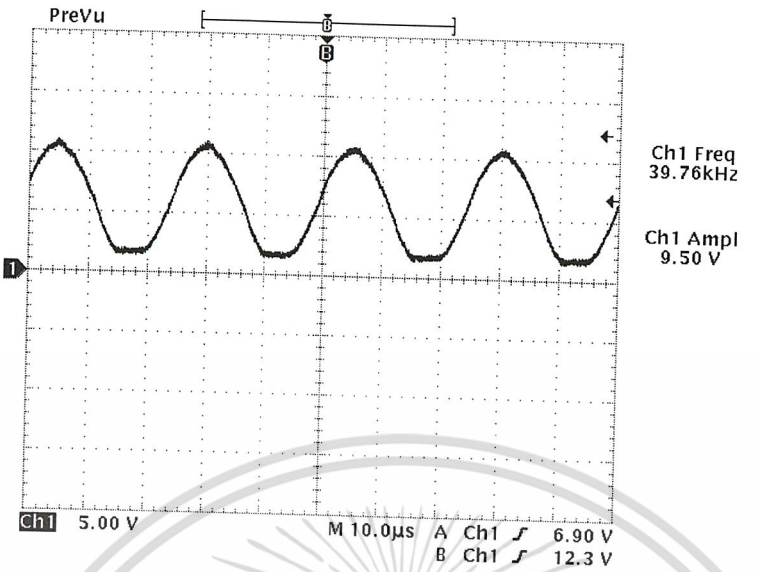
4.2.3 รูปคลื่น ความถี่ และขนาดเมื่อวัดคร่อมหัวรับอัลตร้าโซนิก (RX)



รูปที่ 4.5 สัญญาณที่ตัวรับอัลตร้าโซนิค (RX)

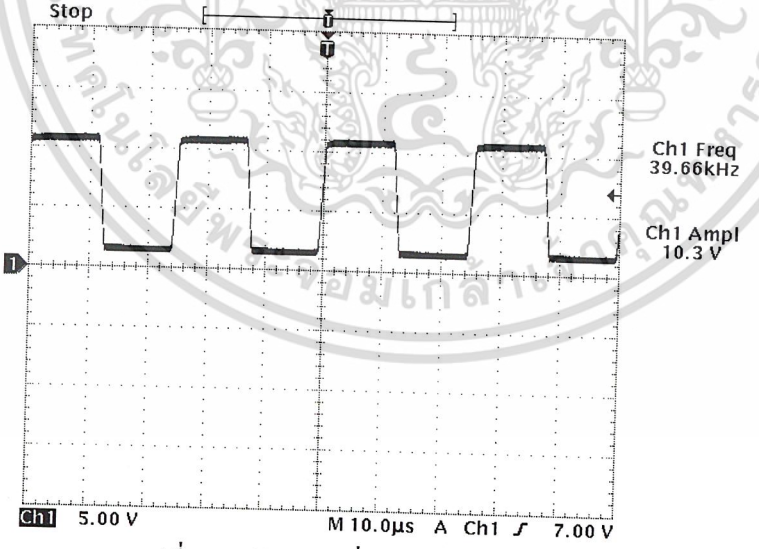
4.2.4 รูปคลื่น ความถี่ และขนาดเมื่อผ่านภาคขยายภาคที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 สัญญาณเมื่อผ่านภาคขยายภาคที่ 1

4.2.5 รูปคลื่น ความถี่ และขนาดเมื่อผ่านภาคขยายภาคที่ 2



รูปที่ 4.7 สัญญาณเมื่อผ่านภาคขยายภาคที่ 2

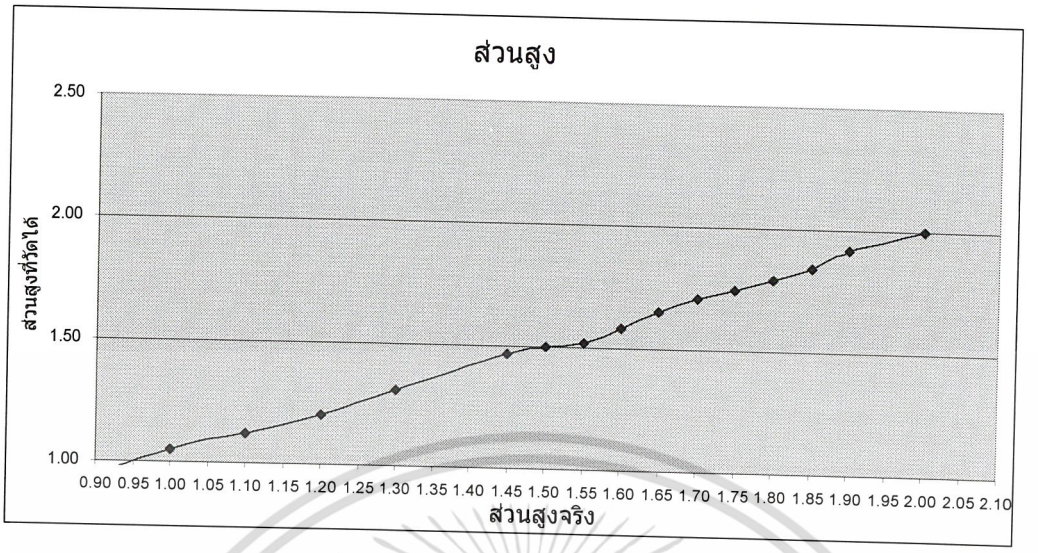
ตารางที่ 4.2 แสดงผลของเครื่องวัดส่วนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสูงจริง(เมตร)	ส่วนสูงที่วัดได้(เมตร)	ค่าผิดพลาด(%)
0	0	0
1.00	1.05	5.00
1.10	1.12	1.82
1.20	1.20	0.00
1.30	1.31	0.77
1.45	1.47	1.38
1.50	1.50	0.00
1.55	1.52	1.94
1.60	1.58	1.25
1.65	1.65	0.00
1.70	1.71	0.59
1.75	1.75	0.00
1.80	1.79	0.56
1.85	1.84	0.54
1.90	1.92	1.05
2.00	2.00	0.00

ค่าผิดพลาด = 0.93 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงเครื่องวัดส่วนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การทำงานของโหลดเซลล์จะเห็นได้ว่าที่ช่วงของการชั่งน้ำหนักที่มีค่าระหว่าง 0-15 กิโลกรัม จะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันของโหลดเซลล์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นจึงทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมให้ผลที่มีค่าคลาดเคลื่อนจากค่าจริงมาก และในช่วงของการวัดที่เกินค่าพิกัดของโหลดเซลล์ที่มากกว่า 150 กิโลกรัม จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงแรงดันของโหลดเซลล์ไม่เป็นเชิงเส้นและคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แต่อย่างไรก็ตามเราได้ใช้งานสำหรับการชั่งน้ำหนักบุคคล ซึ่งไม่ได้อยู่ในช่วงของการทำงานที่จะเกิดค่าความคลาดเคลื่อนได้ ถัดมาส่วนของชุดวัดส่วนสูงสามารถทำงานได้ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ แต่ว่าการทำงานของอุลตร้าโซนิกยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิรอบข้างด้วย ซึ่งจะให้ค่าการตอบสนองที่แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิต่างๆ ในส่วนของการทำงานของระบบที่ส่วนอื่นๆนั้นมีความถูกต้องและแม่นยำสูงเพราะเป็นการทำงานมีอาศัยโปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบพระคุณ รศ.สุชาติ คูณทวีเทพ ที่ให้การแนะนำที่ดีเสมอมา และ บริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนด้านเครือข่ายและสนับสนุนเรื่องเงินมาโดยตลอด อีกทั้งมารดาที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

นายศิริ กลิ่นจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

October 1987
Revised January 1999

CD4093BC
Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger

General Description

The CD4093B consists of four Schmitt-trigger circuits. Each circuit functions as a 2-input NAND gate with Schmitt-trigger action on both inputs. The gate switches at different points for positive and negative-going signals. The difference between the positive (V_T^+) and the negative voltage (V_T^-) is defined as hysteresis voltage (V_H).

All outputs have equal source and sink currents and conform to standard B-series output drive (see Static Electrical Characteristics).

Features

- Wide supply voltage range: 3.0V to 15V
- Schmitt-trigger on each input with no external components
- Noise immunity greater than 50%
- Equal source and sink currents
- No limit on input rise and fall time
- Standard B-series output drive
- Hysteresis voltage (any input) $T_A = 25°C$

Typical	$V_{DD} = 5.0V$	$V_H = 1.5V$
	$V_{DD} = 10V$	$V_H = 2.2V$
	$V_{DD} = 15V$	$V_H = 2.7V$
Guaranteed		$V_H = 0.1\ V_{DD}$

Applications

- Wave and pulse shapers
- High-noise-environment systems
- Monostable multivibrators
- Astable multivibrators
- NAND logic

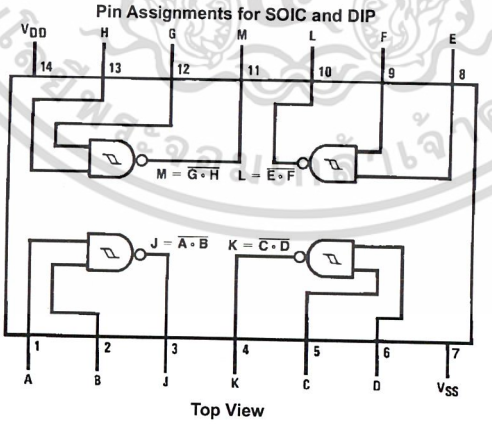
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4093BCM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150" Narrow Body
CD4093BCN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram

Pin Assignments for SOIC and DIP



Top View

© 1999 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

(Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	−0.5 to +18 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	−0.5 to V_{DD} +0.5 V_{DC}
Storage Temperature Range (T_S)	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	3 to 15 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	0 to V_{DD} V_{DC}
Operating Temperature Range (T_A)	−40°C to +85°C

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed; they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

DC Electrical Characteristics (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	−40°C		+25°C			+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device	V_{DD} = 5V		1.0			1.0		7.5	µA
	Current	V_{DD} = 10V		2.0			2.0		15.0	µA
		V_{DD} = 15V		4.0			4.0		30.0	µA
V_{OL}	LOW Level	V_{IN} = V_{DD}, $\|I_O\|$ < 1 µA								
	Output Voltage	V_{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	HIGH Level	V_{IN} = V_{SS}, $\|I_O\|$ < 1 µA								
	Output Voltage	V_{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
		V_{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
		V_{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V_{T-}	Negative-Going Threshold	$\|I_O\|$ < 1 µA								
	Voltage (Any Input)	V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V	1.3	2.25	1.5	1.8	2.25	1.5	2.3	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 9V	2.85	4.5	3.0	4.1	4.5	3.0	4.65	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	4.35	6.75	4.5	6.3	6.75	4.5	6.9	V
V_{T+}	Positive-Going Threshold	$\|I_O\|$ < 1 µA								
	Voltage (Any Input)	V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V	2.75	3.6	2.75	3.3	3.5	2.65	3.5	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 1V	5.5	7.15	5.5	6.2	7.0	5.35	7.0	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	8.25	10.65	8.25	9.0	10.5	8.1	10.5	V
V_H	Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{DD} = 5V	0.5	2.35	0.5	1.5	2.0	0.35	2.0	V
	(Any Input)	V_{DD} = 10V	1.0	4.3	1.0	2.2	4.0	0.70	4.0	V
		V_{DD} = 15V	1.5	6.3	1.5	2.7	6.0	1.20	6.0	V
I_{OL}	LOW Level Output	V_{IN} = V_{DD}								
	Current (Note 3)	V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I_{OH}	HIGH Level Output	V_{IN} = V_{SS}								
	Current (Note 3)	V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V	−0.52		0.44	−0.88		−0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V	−1.3		−1.1	−2.25		−0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	−3.6		−3.0	−8.8		−2.4		mA
I_{IN}	Input Current	V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V		−0.3		-10^{-5}	−0.3		−1.0	µA
		V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V		0.3		10^{-5}	0.3		1.0	µA

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Note 4)

$T_A = 25°C$, $C_L = 50$ pF, $R_L = 200$k, Input t_r, $t_f = 20$ ns, unless otherwise specified

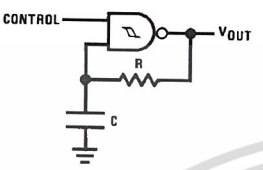
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PHL}, t_{PLH}	Propagation Delay Time	$V_{DD} = 5V$		300	450	ns
		$V_{DD} = 10V$		120	210	ns
		$V_{DD} = 15V$		80	160	ns
t_{THL}, t_{TLH}	Transition Time	$V_{DD} = 5V$		90	145	ns
		$V_{DD} = 10V$		50	75	ns
		$V_{DD} = 15V$		40	60	ns
C_{IN}	Input Capacitance	(Any Input)		5.0	7.5	pF
C_{PD}	Power Dissipation Capacitance	(Per Gate)		24		pF

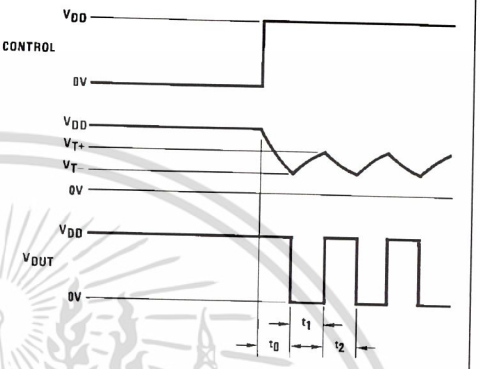
Note 4: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Gated Oscillator





Assume $t_1 + t_2 >> t_{PHL} + t_{PLH}$ then:

$t_0 = RC\ \ell n\ [V_{DD}/V_{T-}]$

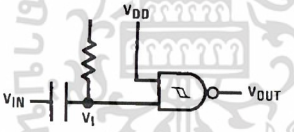
$t_1 = RC\ \ell n\ [(V_{DD} - V_{T-})/(V_{DD} - V_{T+})]$

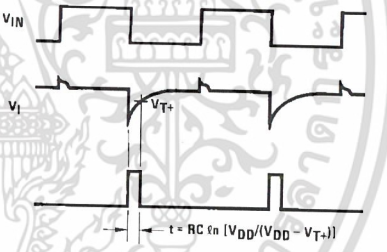
$t_2 = RC\ \ell n\ [V_{T+}/V_{T-}]$

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{RC\ \ell n \frac{(V_T{}^+)(V_{DD} - V_T{}^-)}{(V_T{}^-)(V_{DD} - V_T{}^+)}}$$

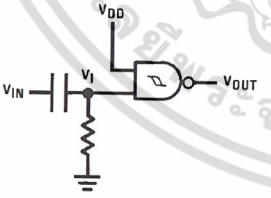
Gated One-Shot

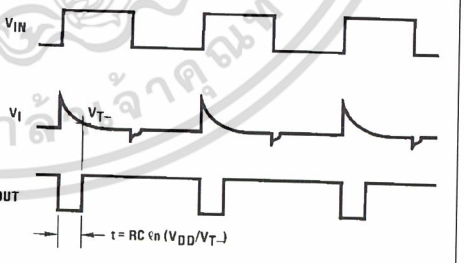
(a) Negative-Edge Triggered





(b) Positive-Edge Triggered





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD4049UB, CD4050B

TEXAS INSTRUMENTS

Data sheet acquired from Harris Semiconductor
SCHS046A

August 1998 - Revised May 1999

CMOS Hex Buffer/Converters

The CD4049UB and CD4050B devices are inverting and non-inverting hex buffers, respectively, and feature logic-level conversion using only one supply voltage (V_{CC}). The input-signal high level (V_{IH}) can exceed the V_{CC} supply voltage when these devices are used for logic-level conversions. These devices are intended for use as CMOS to DTL/TTL converters and can drive directly two DTL/TTL loads. (V_{CC} = 5V, $V_{OL} \leq 0.4V$, and $I_{OL} \geq 3.3mA$.)

The CD4049UB and CD4050B are designated as replacements for CD4009UB and CD4010B, respectively. Because the CD4049UB and CD4050B require only one power supply, they are preferred over the CD4009UB and CD4010B and should be used in place of the CD4009UB and CD4010B in all inverter, current driver, or logic-level conversion applications. In these applications the CD4049UB and CD4050B are pin compatible with the CD4009UB and CD4010B respectively, and can be substituted for these devices in existing as well as in new designs. Terminal No. 16 is not connected internally on the CD4049UB or CD4050B, therefore, connection to this terminal is of no consequence to circuit operation. For applications not requiring high sink-current or voltage conversion, the CD4069UB Hex Inverter is recommended.

Features

- CD4049UB Inverting
- CD4050B Non-Inverting
- High Sink Current for Driving 2 TTL Loads
- High-To-Low Level Logic Conversion
- 100% Tested for Quiescent Current at 20V
- Maximum Input Current of 1µA at 18V Over Full Package Temperature Range; 100nA at 18V and 25°C
- 5V, 10V and 15V Parametric Ratings

Applications

- CMOS to DTL/TTL Hex Converter
- CMOS Current "Sink" or "Source" Driver
- CMOS High-To-Low Logic Level Converter

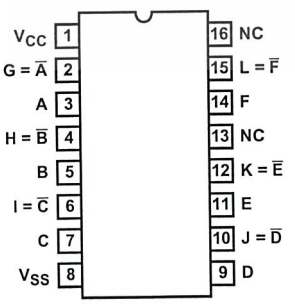
Ordering Information

PART NUMBER	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO.
CD4049UBE	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD4050BE	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD4049UBF	-55 to 125	16 Ld CERDIP	F16.3
CD4050BF	-55 to 125	16 Ld CERDIP	F16.3
CD4050BM	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.3

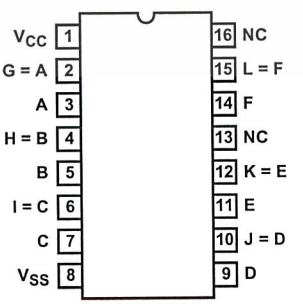
NOTE: Wafer and die for this part number is available which meets all electrical specifications. Please contact your local sales office or customer service for ordering information.

Pinouts

CD4049UB (PDIP, CERDIP)
TOP VIEW



CD4050B (PDIP, CERDIP, SOIC)
TOP VIEW



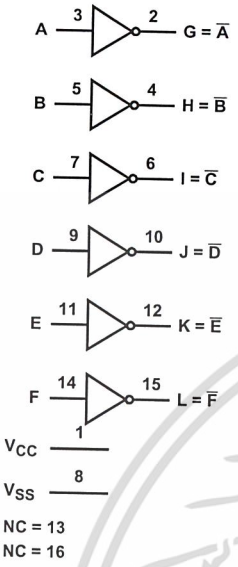
CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.

Copyright © 1999, Texas Instruments Incorporated

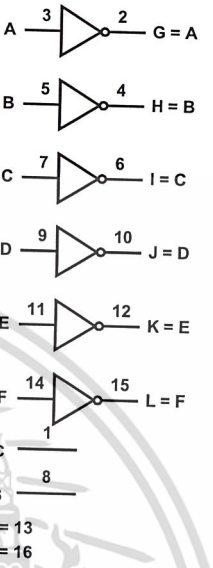
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Block Diagrams

CD4049UB



CD4050B



Schematic Diagrams

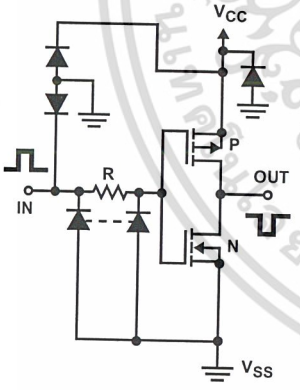


FIGURE 1A. SCHEMATIC DIAGRAM OF CD4049UB, 1 OF 6 IDENTICAL UNITS

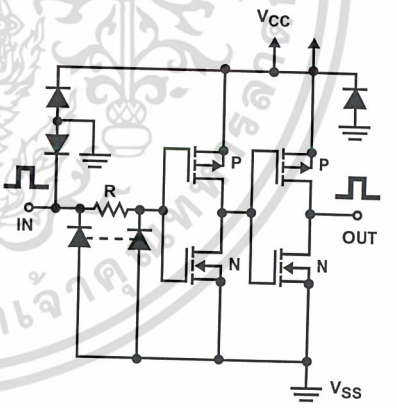


FIGURE 1B. SCHEMATIC DIAGRAM OF CD4050B, 1 OF 6 IDENTICAL UNITS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (V+ to V-) . . . . . -0.5V to 20V
DC Input Current, Any One Input . . . . . ±10mA

Operating Conditions

Temperature Range . . . . . -55°C to 125°C

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1)	θ_{JA} (°C/W)	θ_{JC} (°C/W)
PDIP Package	90	N/A
CERDIP Package	130	55
SOIC Package	100	N/A

Maximum Junction Temperature (Plastic Package) . . . . . 150°C
Maximum Storage Temperature Range . . . . . -65°C to 150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s) . . . . . 265°C
(SOIC - Lead Tips Only)

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

1. θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

DC Electrical Specifications

PARAMETER	TEST CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURE (°C)							UNITS
								25			
	V_O (V)	V_{IN} (V)	V_{CC} (V)	-55	-40	85	125	MIN	TYP	MAX	
Quiescent Device Current I_{DD} (Max)	-	0,5	5	1	1	30	30	-	0.02	1	µA
	-	0,10	10	2	2	60	60	-	0.02	2	µA
	-	0,15	15	4	4	120	120	-	0.02	4	µA
	-	0,20	20	20	20	600	600	-	0.04	20	µA
Output Low (Sink) Current I_{OL} (Min)	0.4	0,5	4.5	3.3	3.1	2.1	1.8	2.6	5.2	-	mA
	0.4	0,5	5	4	3.8	2.9	2.4	3.2	6.4	-	mA
	0.5	0,10	10	10	9.6	6.6	5.6	8	16	-	mA
	1.5	0,15	15	26	25	20	18	24	48	-	mA
Output High (Source) Current I_{OH} (Min)	4.6	0,5	5	-0.81	-0.73	-0.58	-0.48	-0.65	-1.2	-	mA
	2.5	0,5	5	-2.6	-2.4	-1.9	-1.55	-2.1	-3.9	-	mA
	9.5	0,10	10	-2.0	-1.8	-1.35	-1.18	-1.65	-3.0	-	mA
	13.5	0,15	15	-5.2	-4.8	-3.5	-3.1	-4.3	-8.0	-	mA
Out Voltage Low Level V_{OL} (Max)	-	0,5	5	0.05	0.05	0.05	0.05	-	0	0.05	V
	-	0,10	10	0.05	0.05	0.05	0.05	-	0	0.05	V
	-	0,15	5	0.05	0.05	0.05	0.05	-	0	0.05	V
Output Voltage High Level V_{OH} (Min)	-	0,5	5	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	5	-	V
	-	0,10	10	9.95	9.95	9.95	9.95	9.95	10	-	V
	-	0,15	15	14.95	14.95	14.95	14.95	14.95	15	-	V
Input Low Voltage, V_{IL} (Max) CD4049UB	4.5	-	5	1	1	1	1	-	-	1	V
	9	-	10	2	2	2	2	-	-	2	V
	13.5	-	15	2.5	2.5	2.5	2.5	-	-	2.5	V
Input Low Voltage, V_{IL} (Max) CD4050B	0.5	-	5	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-	1.5	V
	1	-	10	3	3	3	3	-	-	3	V
	1.5	-	15	4	4	4	4	-	-	4	V
Input High Voltage, V_{IH} Min CD4049UB	0.5	-	5	4	4	4	4	4	-	-	V
	1	-	10	8	8	8	8	8	-	-	V
	1.5	-	15	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	-	-	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้