สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาสร้างต้นแบบระบบตรวจวัดเสียง ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

Research and Development Prototype of Noise Monitoring Systme by Microcomputer

นิรันดร์ วิทิตอนันต์
บรรจง จักรกลจันทร์

AQ 0055593

26 มิ.ย. 2552 ว.ค.914167
249221

เริ่มบริการ
26 มี.ค. 2557

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2538

ประกาศคุณูปการ

โครงการวิจัยเรื่อง "การวิจัยและพัฒนาสร้างต้นแบบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์" เป็นโครงการที่ได้รับอนุมัติและสนับสนุนทุนวิจัยจากหมวดเงินงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยบูรพา คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2538

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ สร้างต้นแบบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ระบบที่สร้างขึ้นแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ (1) ส่วนรับสัญญาณเสียง (2) ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ และ (3) ส่วนจัดการข้อมูล

จากการทดสอบโดยใช้แหล่งกำเนิดเสียงความถี่ 1000 Hz ในช่วง 90-110 dB พบว่า ระบบที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตลอดช่วงการทดสอบ โดยมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.02

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop prototype of noise monitoring system by microcomputer. The system was divided into 3 parts ; (1) detector part (2) interfacing part and (3) analysis and control part.

The system was tested by sound from audio generator at frequency 1000 Hz., sound level between 90-110 dB. It showed that the system was working correcly and error is 0.02

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
3. วิธีดำเนินการวิจัย	20
4. ผลและอภิปรายผลการวิจัย	23
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	48

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สัญญาณต่าง ๆ บน I/O Slot ของไมโครคอมพิวเตอร์	14
2	การจัดสรรแอดเดรสที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอมพิวเตอร์	17

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ส่วนประกอบพื้นฐานของมาตรระดับเสียง	7
2	โครงสร้างของไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์	10
3	ช่องสัญญาณ ไอ/โอ ของไมโครคอมพิวเตอร์	11
4	ตัวอย่างการ์ดเชื่อมต่อของไมโครคอมพิวเตอร์	11
5	บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอมพิวเตอร์และการใช้งานการ์ดต่าง ๆ	13
6	ขาสัญญาณต่าง ๆ ใน I/O slot บนไมโครคอมพิวเตอร์	14
7	ผังงานของโปรแกรมเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อรับข้อมูล	19
8	บล็อกไดอะแกรมของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์	24
9	ระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น	24
10	บล็อกไดอะแกรมของส่วนรับสัญญาณเสียง	26
11.	ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์	26
12.	วงจรขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์	27
13.	วงจรเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง	28
14.	วงจรเปลี่ยนไปกระแสสลับเป็นกระแสตรงในกรณีที่ $V_{in} < 0$	29
15.	วงจรเปลี่ยนไปกระแสสลับเป็นกระแสตรงในกรณีที่ $V_{in} > 0$	30
16.	วงจรสมบูรณ์ของส่วนรับสัญญาณเสียง	31
17.	กราฟปรับเทียบของส่วนรับสัญญาณเสียง (linear scale)	32
18.	กราฟปรับเทียบของส่วนรับสัญญาณเสียง (log scale)	32
19.	การ์ดเชื่อมต่อของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์	33
20.	บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของการ์ด ADC	34
21.	วงจรดีโค้ดพอร์ต	35
22.	วงจรการ์ดเชื่อมต่อของระบบวดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์	37
23.	กราฟผลการทดสอบของส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์	38
24.	ผังงานระบบการทำงานของโปรแกรม Noise	40
25.	กราฟผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์	42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหามลพิษทางเสียงนับวันจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ในช่วงเวลาที่ผ่านมาพบว่าผลกระทบของปัญหามลพิษทางเสียงที่มีต่อสังคมไทยนั้นได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มิได้เป็นเพียงสิ่งรบกวนที่ทำให้เกิดความรำคาญเท่านั้น แต่ยังก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่เกี่ยวข้องด้วย เพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องหาแนวทางการจัดการตลอดจนการวางมาตรการทางกฎหมายเพื่อควบคุมมลพิษทางเสียงเหล่านั้น สิ่งแรกที่ต้องดำเนินการในขั้นตอนการควบคุมมลพิษทางเสียงคือการตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณที่มีปัญหา แล้วนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน โดยระดับเสียงที่แตกต่างกันคือระดับเสียงที่จำเป็นต้องลดนั่นเอง สำหรับมาตรฐานระดับเสียงนั้น US.EPA. (United States Environmental Protection Agency) ได้กำหนดไว้ดังนี้คือระดับเสียงสำหรับย่านที่พักอาศัยเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง ($L_{eq(24)}$) ไม่ควรเกิน 70 dB(A)

ปกติในการตรวจวัดระดับเสียงทำได้โดยใช้อุปกรณ์รับสัญญาณเสียง (ไมโครโฟน) ที่ให้ผลการตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายกับสมบัติการได้ยินของหูมนุษย์เป็นตัวรับสัญญาณเสียง โดยความดันอากาศของเสียงที่ไมโครโฟนได้รับจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งต่อไปยังส่วนแสดงผล ซึ่งอาจเป็นแบบเข็มหรือแบบตัวเลขก็ได้อุปกรณ์ชนิดนี้เรียกว่า "มาตรระดับเสียง (sound level meter)" ซึ่งให้ค่าออกมาในหน่วยเดซิเบล(เอ) (dB(A)) อย่างไรก็ตามมาตรระดับเสียงที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันเป็นเพียงมาตรระดับเสียงที่บอกให้ทราบถึงระดับความดังสียง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งสภาพความเป็นจริงในทางปฏิบัติการตรวจวัดเสียงนั้นระดับเสียงจะไม่คงที่แต่จะมีลักษณะผันแปรอยู่ตลอดเวลา

ปกติการเปรียบเทียบค่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้กับค่ามาตรฐานระดับเสียงนั้น จะใช้ค่าระดับเสียงที่มีพลังงานเทียบเท่าแบบต่อเนื่อง (equivalent continuous sound level ; L_{eq}) ซึ่งสามารถหาได้หลายวิธี ปัจจุบันมีมาตรระดับเสียงชนิดที่สามารถให้ค่าเฉลี่ยของระดับเสียงออกมาทันทีเรียกว่า "มาตรระดับเสียงแบบรวม (integrating sound level meter)" ซึ่งให้ค่าออกมาเป็นระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ที่สนใจ เช่น ถ้าต้องการทราบระดับเสียงเฉลี่ยของบริเวณใด ๆ ใน 1 ชั่วโมง ก็นำ

อุปกรณ์นี้ไปติดตั้ง โดยค่าที่วัดออกมาได้จะเป็นระดับเสียงเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ($L_{eq(1)}$) ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานได้ทันที

อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ดังกล่าวก็ยังไม่สะดวกที่จะใช้ในลักษณะการติดตามตรวจสอบระดับเสียงตลอดช่วงเวลาที่สนใจได้ เนื่องจากค่าที่ได้จากมาตรระดับเสียงประเภทนี้จะออกมาเป็นค่าเฉลี่ยรวมตลอดระยะเวลาที่สนใจเพียงค่าเดียวซึ่งไม่สามารถใช้บอกถึงลักษณะการผันแปรของระดับเสียงในช่วงเวลาที่แตกต่างกันเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา นอกจากนี้มาตรระดับเสียงชนิดที่ให้ค่าเฉลี่ย (L_{eq}) ประเภทนี้ยังมีราคาสูงมากด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างระบบตรวจวัดระดับเสียงชนิดที่มีความสะดวกทั้งในแง่ของขั้นตอนการใช้งาน และสามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ที่สนใจ ซึ่งระบบนี้จะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นส่วนในการรับข้อมูลจากส่วนรับสัญญาณเสียงเพื่อนำไปประมวลและแสดงผลต่าง ๆ ตามที่ต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทดลองการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูลเชิงกายภาพ (ระดับเสียง) กับไมโครคอมพิวเตอร์

2. เพื่อสร้างต้นแบบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงแนวทางและปัญหาในการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูลเชิงกายภาพ (ระดับเสียง) กับไมโครคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวัดประเภทอื่นซึ่งทำโดยการพัฒนาในส่วนของตัวรับสัญญาณและส่วนโปรแกรมในการจัดการกับข้อมูลเชิงกายภาพประเภทนั้น ๆ เช่น อุณหภูมิ แสง ความเร็วลม ฯลฯ

2. ได้ต้นแบบของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการต่าง ๆ เป็นอย่างมากทั้งนี้ในวงการศึกษาโดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ ได้นำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยในการทดลอง ทั้งด้านการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำการทดลองมากขึ้น นอกจากนี้การเก็บข้อมูลเชิงกายภาพต่าง ๆ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นั้นสามารถทำได้โดยการรับข้อมูลจากชุดทดลองหรือเครื่องมือโดยตรง ซึ่งปกติแล้วอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณเชิงกายภาพ เช่น ปริมาณแสงอาทิตย์ ความเร็วลม หรืออุณหภูมิ ฯลฯ จะให้ข้อมูลหรือสัญญาณออกมาเป็นแบบต่อเนื่องที่เรียกว่าเป็นสัญญาณแบบอนาลอก (analog) ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานในลักษณะของดิจิตอล (digital) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณอนาลอกจากชุดทดลองให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนแล้วจึงส่งข้อมูลนั้นให้กับไมโครคอมพิวเตอร์รับข้อมูลไปดำเนินการตามวัตถุประสงค์ต่อไป

Malvino และ Leach (1986) อธิบายว่าถ้าต้องการตรวจวัดข้อมูลเชิงกายภาพต่าง ๆ เหล่านั้นให้มีความต่อเนื่องแล้ว จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์บางอย่างประกอบเพื่อช่วยในการตรวจวัด ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเอง ทั้งนี้ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจวัดจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณที่ตรวจวัดได้ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อนเนื่องจากคอมพิวเตอร์จะทำงานได้เฉพาะกับข้อมูลชนิดที่เป็นสัญญาณดิจิตอลเท่านั้น โดยขั้นตอนในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลนั้นสามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์หรือวงจรซึ่งได้แก่วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (analog-to-digital conversion ; ADC)

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงขั้นตอนและวิธีการในการส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณอนาลอกมายังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยการศึกษาวิจัยนี้ใช้เสียงเป็นตัวแบบสำหรับการศึกษา โดยสร้างเป็นระบบตรวจวัดเสียงซึ่งมีไมโครคอมพิวเตอร์เป็นส่วนรับและประมวลผลข้อมูล

2.2 เสียงและธรรมชาติของเสียง

เสียง (sound) หมายถึง ปรากฏการณ์ส่งผ่านพลังงานรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงและเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด ในรูปของคลื่นตามยาวผ่านไปในตัวกลางชนิดต่าง ๆ เช่น อากาศ น้ำ ฯลฯ (พลังงานจากการสั่นตัวของวัตถุดังกล่าวทำให้โมเลกุลของอากาศเกิดการสั่นสะเทือน) จนพลังงานนั้นเคลื่อนที่มาถึงหูผู้รับฟังเสียงทำให้ผู้ฟังรู้สึกได้ยินเป็นเสียงขึ้น และเรียกคลื่นชนิดนี้ว่า "คลื่นเสียง (sound wave)" ซึ่งมีความถี่ระหว่าง 20-20000 Hz

เสียงรบกวน (noise) หมายถึง เสียงที่คนทั่วไปไม่พึงปรารถนาหรือเสียงที่มีระดับความดังมากเกินไป เหตุที่เสียงรบกวนไม่เป็นที่ปรารถนาของบุคคลทั่วไป เนื่องจากเสียงรบกวนจะก่อความรำคาญให้แก่ผู้รับฟัง รบกวนการสนทนา รบกวนการพักผ่อนนอนหลับและผลกระทบที่รุนแรงที่สุดของมลพิษทางเสียงคือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของสาธารณชน

2.2.1 การเกิดเสียง

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุซึ่งส่งผลให้โมเลกุลของอากาศที่อยู่ใกล้เคียงกับวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่ไปมาเป็นจังหวะเดียวกับการสั่นสะเทือนของวัตถุนั้น มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความดันอากาศ และมีการถ่ายทอดของพลังงานผ่านตัวกลางต่าง ๆ มาในรูปของคลื่นตามยาว โดยทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจะมีทิศเดียวกับทิศของการสั่นตัวของอนุภาคตัวกลาง ดังนั้นเมื่อให้วัตถุมีการสั่นตัวในตัวกลางใด ๆ จะทำให้อนุภาคของตัวกลางที่อยู่ข้างเคียงกับวัตถุนั้น ๆ เกิดการสั่นตัวตามไปด้วย จากการสั่นตัวในลักษณะนี้จะมีการถ่ายทอดพลังงานจากอนุภาคหนึ่งไปสู่อนุภาคอื่นต่อไปด้วยจนกระทั่งพลังงานซึ่งทำให้วัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดนั้นหมดลง พลังงานในอนุภาคของตัวกลางจึงหยุดสั่นตัว การสั่นตัวของวัตถุแหล่งกำเนิดเสียงในตัวกลางของการส่งผ่านพลังงานคือโมเลกุลของอากาศจะเคลื่อนที่ทำให้เกิดการอัดและขยายในลักษณะของคลื่นตามยาว เมื่อคลื่นอัดและขยายเคลื่อนที่มาถึงหูของคน จะทำให้คนที่ได้รับคลื่นนั้น มีความรู้สึกในการรับรู้เป็นเสียงขึ้น ทั้งนี้ในกรณีที่วัตถุมีการสั่นตัวอยู่ในสูญญากาศผู้ฟังจะไม่สามารถได้ยินเสียงเพราะไม่มีตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานเสียงที่เกิดขึ้นจากการสั่นตัวของวัตถุที่เป็นแหล่งกำเนิดมาถึงผู้ฟัง หรืออาจจะอธิบายง่าย ๆ ว่า คลื่นเสียงในอากาศเกิดจากการอัด (ความดันสูง) และการขยาย (ความดันต่ำ) ของอากาศเมื่อเสียงเดินทางผ่านตัวกลาง (อากาศ) จะทำให้เกิดตำแหน่งที่อนุภาคอากาศอัดตัวและขยายตัวสลับกันไปตลอดแนวทางเคลื่อนที่ ทั้งนี้ตำแหน่งเหล่านี้จะมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไปตลอดในแนว

ทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ซึ่งเมื่อมองในด้านความดันของเสียงที่จุด ๆ หนึ่ง จะมีค่าความดันมากกว่าปกติเท่ากับปกติและน้อยกว่าปกติสลับกันไป

2.2.2 ความเข้มเสียง (Intensity of Sound)

ความเข้มเสียง (I) คือ กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (I = P/A) ทั้งนี้ความเข้มเสียงจะขึ้นอยู่กับกำลังเสียงของแหล่งกำเนิด ทิศทาง ระยะทาง การดูดกลืนและการสะท้อนของเสียง แม้ว่าความเข้มเสียงเป็นปริมาณที่สำคัญ แต่การตรวจวัดค่านี้ทำได้ยาก ซึ่งต่างกับความดันเสียง โดยความเข้มเสียงมีความสัมพันธ์กับความดันเสียงตามสมการ

$$I = \frac{p_{rms}^2}{\rho c} \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของตัวกลาง

c คือ ความเร็วของเสียงในตัวกลาง

p_{rms}^2 คือ ความดันเสียงเฉลี่ยกำลังสอง

2.2.3 ระดับและเดซิเบล

ในทางปฏิบัตินิยมใช้หน่วยของทั้งสองค่าเป็นแบบเดียวกัน ด้วยสเกลลอการิทึม ซึ่งนิยมเรียกว่า "ระดับเสียง (sound levels)" เพราะช่วงของค่าสูงสุดและต่ำสุดที่คนสามารถรับฟังได้นั้นมีค่ากว้างมาก ปกติคนจะตัดสินว่าเสียงใดดังมากหรือน้อยโดยการเปรียบเทียบความเข้มเสียงทั้งสอง การเปรียบเทียบด้วยสเกลลอการิทึมนี้ เรียกว่า "สเกลเดซิเบล (decibel scale)" มีหน่วยเป็นเดซิเบลใช้สัญญาลักษณ์ dB โดยพื้นฐานแล้วเป็น logarithmic ของอัตราส่วนของกำลังเสียงปริมาณหนึ่งกับปริมาณอ้างอิง (reference quantity)

2.2.4 ระดับความดันเสียงและระดับความเข้มเสียง

คลื่นความดันเสียงที่เคลื่อนที่ไปในตัวกลางยืดหยุ่นมีปริมาณสำคัญที่แสดงถึงขนาดของคลื่นหลายแบบ เช่น ขนาดความยาวคลื่นของการขจัด ขนาดความยาวคลื่นของความดันหรือแสดงในรูปของพลังงาน เช่น ความเข้มเสียง ฯลฯ ทั้งนี้ขนาดของปริมาณเหล่านี้จะมีค่าน้อยแต่ช่วงของค่าจากเสียงที่เบาที่สุดถึงเสียงดังที่สุดมีค่ากว้างมาก เช่น ความยาวคลื่นของการขจัดในการสั่นของอนุภาคเนื่องจากเสียง 1,000 Hz ในอากาศมีขนาดตั้งแต่ประมาณ 10^{-11} m. จนถึง 10^{-15} m. หรือ

ความยาวคลื่นของความดันเสียงที่ 1,000 Hz ในอากาศ มีค่าตั้งแต่ $2X10^{-15}$ N/m^2 จนถึง 28 N/m^2 หรือความเข้มเสียงที่มีความถี่ 1,000 Hz มีช่วงกว้างตั้งแต่ 10^{-12} W/m^2 จนถึง 1 W/m^2

ระดับความดันเสียง (sound pressure level ; SPL) หาได้จาก 10 เท่าของลอการิทึมฐาน 10 ของอัตราส่วนความเข้มเสียง 2 จำนวน แต่เนื่องจากความเข้มเสียงขึ้นต่อกำลังและแปรตามกำลังสองของความดันเสียง ดังนั้น ระดับความดันเสียง (SPL) คือ

$$SPL = 10 \text{ Log} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right)^2$$

$$= 20 \text{ Log} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ P คือ ความดันเสียงที่วัดค่าได้ (N/m^2)

P_{ref} คือ ความดันเสียงอ้างอิง (ตามปกติมีค่าเท่ากับ $2X10^{-5}$ N/m^2)

ระดับความเข้มเสียง (sound intensity level) สำหรับระดับความเข้มเสียงก็เช่นเดียวกับระดับความดันเสียง ระดับความเข้มเสียง (L_I) หาได้จาก

$$SIL = 10 \text{ Log} \left(\frac{I}{I_{ref}} \right) \qquad \text{.....(3)}$$

เมื่อ I คือ ความเข้มของเสียงที่วัดได้ (W/m^2)

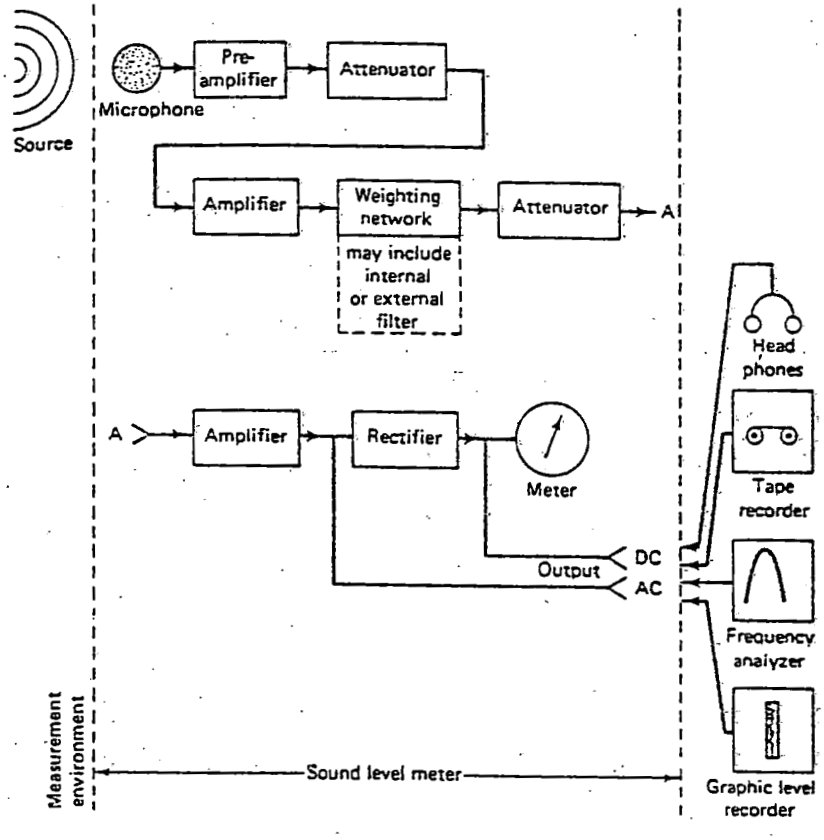
I_{ref} คือ ความเข้มของเสียงอ้างอิง (ตามปกติมีค่าเท่ากับ 10^{-12} W/m^2)

ทั้งนี้เสียงที่มีความเข้ม 10^{-12} W/m^2 มีระดับความเข้มเป็น 0 dB และเสียงที่ดังที่สุดที่หูทนฟังได้ประมาณ 1 W/m^2 เทียบได้กับระดับความเข้ม 120 dB อัตราส่วนของ I/I_{ref} เรียกว่า "ความเข้มสัมพันธ์" เป็นการเปรียบเทียบค่าความเข้มเสียงที่วัดกับเสียงที่อ้างอิง เช่น ความเข้มสัมพันธ์ของเสียงใดเท่ากับ 10^{12} เป็นเสียงที่ดังที่สุด เป็นต้น

2.3 มาตรระดับเสียง (sound level meter)

2.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของมาตรระดับเสียง

มาตรระดับเสียงเป็นอุปกรณ์สำหรับวัดระดับเสียง ซึ่งมีส่วนประกอบพื้นฐานต่าง ๆ ดังนี้คือ ไมโครโฟน วงจรขยายสัญญาณส่วนหน้า วงจรกรองสัญญาณ วงจรขยายสัญญาณและภาคแสดงผลในหน่วยเดซิเบล (ภาพที่ 1) และมีหลักการทำงานดังนี้คือ เมื่อไมโครโฟนได้รับพลังงานเสียง ไมโครโฟนจะเปลี่ยนพลังงานเสียงนั้นเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งจะถูกขยายสัญญาณด้วยวงจรขยายสัญญาณส่วนหน้าและส่งต่อไปยังวงจรกรองสัญญาณ เพื่อตัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออก จากนั้นจึงส่งต่อไปยังภาคขยายสัญญาณเพื่อนำไปขับภาคแสดงผลต่อไป (Cunniff, 1977 และ Peterson, 1979)



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบพื้นฐานของมาตรระดับเสียง

ที่มา : Irwin และ Graf (1979)

ทั้งนี้ Doebelin (1990) อธิบายว่าในการเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้านั้น สามารถทำได้โดยใช้ตัวแปลงปริมาณ (transducer) ที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ไมโครโฟนชนิดต่าง ๆ เช่น แบบ capacitance แบบ piezoelectric แบบ carbon และแบบ moving coil เป็นต้น โดยพลังงานเสียงจะทำให้ส่วนรับสัญญาณของไมโครโฟนเกิดการเคลื่อนไหวและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งต่อออกไปยังหน่วยต่าง ๆ ของระบบตรวจวัดเสียง ซึ่งอาจจะส่งต่อไปยังออสซิโลสโคปเพื่อตรวจดูรูปแบบของสัญญาณเสียงหรือส่งต่อไปยัง Wave Analyzer เพื่อตรวจสอบลักษณะของความถี่ของเสียงเสียงก็ได้ ซึ่งโดยหลักการเดียวกันนี้อาจนำสัญญาณเสียงที่ออกจากส่วนนี้ส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลต่อไปก็ได้

อย่างไรก็ดี Broch (1973) กล่าวว่าในการตรวจวัดระดับเสียง หากต้องการความต่อเนื่องของข้อมูลจำเป็นต้องใช้ระบบตรวจวัดเสียงที่มีอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งทำได้โดยการนำชุดไมโครโฟนไปติดตั้งในบริเวณที่ต้องการติดตามระดับเสียงเมื่อชุดรับเสียงเก็บข้อมูลได้แล้วจะส่งข้อมูลดังกล่าว (ระดับเสียง) ไปยังสถานีส่วนกลางด้วยอุปกรณ์ส่งข้อมูลทางอิเล็กทรอนิคส์โดยผ่านสายนำสัญญาณ ซึ่งที่สถานีส่วนกลางนี้จะมีอุปกรณ์รับข้อมูลและประมวลผลข้อมูลดังกล่าวด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการแสดงผลนั้นอาจเป็นได้ทั้งทางจอภาพเพื่อแสดงผลตลอดเวลาหรือทางการพิมพ์เป็นข้อมูลในการอ้างอิงต่อไป

2.3.2 ประเภทของมาตรระดับเสียง

การตรวจวัดเสียงนั้น ผู้ตรวจวัดจำเป็นต้องเข้าใจ ธรรมชาติของเสียง ฟิสิกส์ของเสียง ชนิดของเสียง ระดับเสียง ความถี่ของเสียง ชนิดและกลไกของเครื่องมือที่จะใช้ตรวจวัด ผู้ตรวจวัดจึงจะสามารถเข้าใจและตัดสินใจอ่านค่าหรือตัวเลขระดับเสียงจากเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจวัดเพื่อป้องกันสภาพแวดล้อมและอนามัยในการทำงานมักจะตรวจวัดเสียง โดยการพิจารณาช่วงความถี่ที่มีอิทธิพลมากที่สุด ซึ่งจะต้องใช้ตัวกรองความถี่ (filter) ตัดเอาเฉพาะช่วงแถบความถี่ (bandwidth) ซึ่งเรียกว่า แถบคู่แปด (octave band) โดยความถี่ของคลื่นเสียงที่จะใช้วัดเริ่มตั้งแต่ 20 Hz จนถึง 16 kHz ดังนั้นค่ากึ่งกลางของความถี่ที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปมี 9 ช่วง คือ 31.5, 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 Hz สำหรับเครื่องมือในการตรวจวัดมีหลายชนิด ซึ่งในการตรวจวัดแต่ละครั้งจำเป็นต้องเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน ตัวอย่างของเครื่องมือสำหรับตรวจวัดระดับความดังเสียงมีดังนี้

1. มาตรระดับเสียง เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40-140 เดซิเบล และมักจะสามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ย่าย (weighting

networks) คือ A, B และ C แต่ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือข่าย A เพราะเป็นข่ายการวัดที่มีลักษณะการตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายคลึงกับหูของคน มีหน่วยเป็น เดซิเบล(เอ) หรือ dB(A)

2. เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง เพื่อทำให้ทราบถึงลักษณะของการกระจายของระดับเสียงในแต่ละย่านความถี่อย่างถูกต้อง เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียงมีหลายชนิดแต่ชนิดที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือ ออคเทฟแบนด์แอนนาไลเซอร์ (octave band analyzer) ซึ่งจะวัดระดับความดังเสียงในช่วงความถี่ที่คนจะได้ยิน โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 10 แถบ (band) ความถี่กลางของแถบเหล่านี้คือ 31.5, 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 และ 16000 Hz

3. เครื่องวัดเสียงกระทบ บางครั้งเรียกว่าเครื่องวิเคราะห์เสียงกระทบ (impact noise analyzer) ซึ่งได้มีการออกแบบรวมอยู่ในเครื่องวัดระดับความดังเสียงบางชนิด ในการวัดนั้นก็จะวัดค่าที่สูงสุด (peak level)

4. เครื่องวัดปริมาณเสียงที่ได้รับ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดปริมาณเสียงที่บุคคลหนึ่ง ๆ ได้รับเพื่อให้ใกล้เคียงความจริงที่สุด ส่วนใหญ่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อตรวจวัดว่าในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ คนงานได้รับเสียงรบกวนเป็นปริมาณเท่าใด

2.3.3 ชนิดและหลักการทำงานของไมโครโฟน

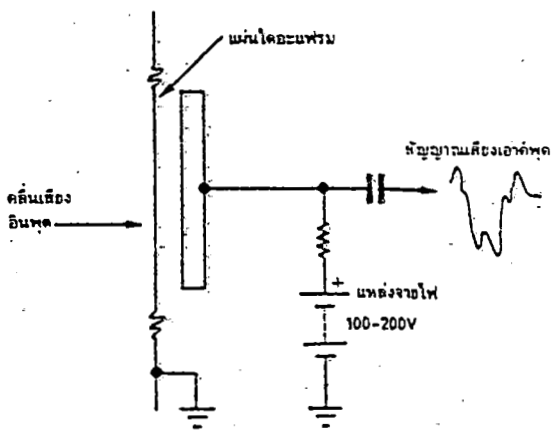
ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์ในการเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด โดยแต่ละชนิดจะมีหลักการทำงานในรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไป แต่จะมีหลักการพื้นเหมือนกันคือ เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบคลื่นของพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าหรือที่เรียกกันว่า "สัญญาณเสียง (audio signal)" ทั้งนี้ไมโครโฟนสามารถแบ่งได้เป็น 5 ชนิด ตามวิธีการแปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าคือ

1. ไมโครโฟนชนิดคาร์บอน (carbon microphone)
2. ไมโครโฟนชนิดคริสตอล (crystal microphone)
3. ไมโครโฟนชนิดไดนามิก (dynamic microphone)
4. ไมโครโฟนชนิดริบบอน (ribbon microphone)
5. ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ (condencer microphone)

โดยทั่วไปมาตรระดับเสียงจะใช้ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ (ภาพที่ 2) เป็นส่วนรับสัญญาณเสียง ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์เป็นไมโครโฟนที่มีความไวสูงชนิดหนึ่ง ลักษณะของไมโครโฟนชนิดนี้ จะประกอบด้วยแผ่นโลหะอิเลกโทรด 2 แผ่น วางขนานกันโดยทิ้งช่องแคบ ๆ ไว้ตรง

กลาง ใช้โลหะอิเล็กโทรดแผ่นหน้า ที่เป็นขั้วหนึ่งของตัวเก็บประจุเป็นแผ่นไดอะแฟรม แผ่นไดอะแฟรมทำมาจากโลหะหรือฟิล์มพลาสติก ด้านหลังของแผ่นไดอะแฟรมจะเป็นปุ่มโลหะ ซึ่งจะทำตัวเป็นอีกขั้วหนึ่งของตัวเก็บประจุ

เมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบที่แผ่นไดอะแฟรม รูปทรงของแผ่นโลหะอิเล็กโทรดแผ่นหน้าจะเปลี่ยนไป โดยที่แผ่นโลหะอิเล็กโทรดแผ่นหลังยังคงที่ ทำให้ค่าความจุของตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงไป เป็นผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ปลายตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทั้งนี้ระดับของสัญญาณเอาท์พุตที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำ เป็นผลให้วงจรที่จะนำมาใช้ทำหน้าที่ขยายต้องมีอัตราขยายสูง ส่วนดีของไมโครโฟนชนิดนี้คือ การตอบสนองทางด้านความถี่ดีมาก การเพี้ยน (Distorsion) ต่ำ และมีขนาดเล็ก



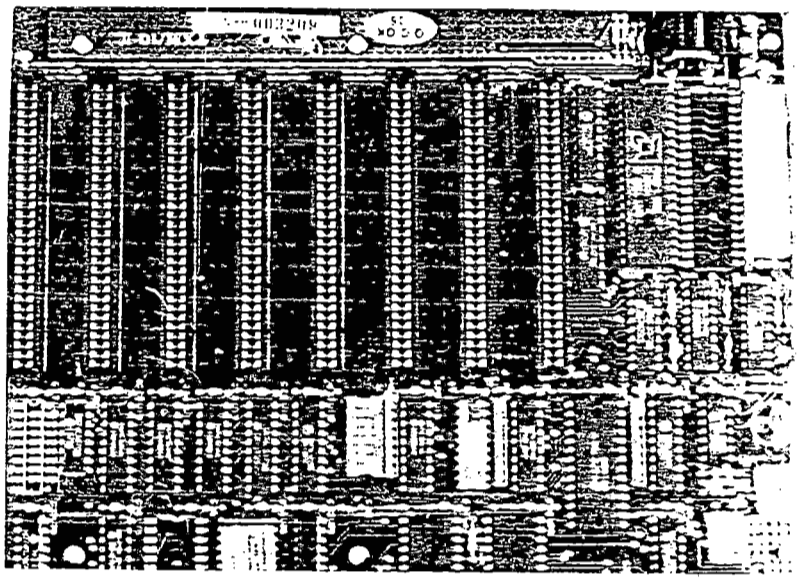
ภาพที่ 2 โครงสร้างของไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์

ที่มา : เจน (2536)

2.4 การเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

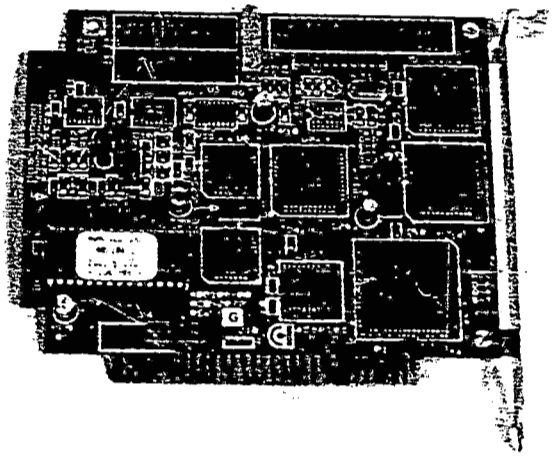
การเชื่อมต่อ (interface) กับไมโครคอมพิวเตอร์นั้นปกติสามารถทำได้โดยการติดต่อผ่านสล็อตติดต่อ (I/O slot) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 3) แต่ในบางครั้งเราต้องการนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือบางชนิดมาเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์โดยตรง ซึ่งมักเป็นการใช้กับงานเฉพาะด้าน ทำได้โดยการออกแบบวงจรในส่วนเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เอง และสร้างเป็นการ์ดต้นแบบ (prototyping card) (ภาพที่ 4) สำหรับทำงานเฉพาะด้านที่ต้องการ โดยบนการ์ดเชื่อมต่อต้นแบบนี้เราสามารถนำวงจรต่าง ๆ ที่เราใช้หรือต้องการมาประกอบลงบนการ์ดแผ่นนี้ ซึ่งลักษณะของการ์ดแผ่นนี้จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเจาะรูเพื่อเสียบอุปกรณ์และบัดกรีสาย

wire wrap นอกจากนี้ยังมีการเดินลายทองแดงบนการ์ด ซึ่งเมื่อเสียบการ์ดเชื่อมต่อลงในสล็อตมันจะถูกต่อเข้ากับบัสของระบบ (system bus) (ธานินทร์และทินกร,มปท.)



ภาพที่ 3 ช่องสัญญาณ ไอ/โอ ของไมโครคอมพิวเตอร์

ที่มา : Carr (1991)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการ์ดเชื่อมต่อของไมโครคอมพิวเตอร์

ที่มา : Carr (1991)

2.4.1 องค์ประกอบของไมโครคอมพิวเตอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ ชิ้นประกอบรวมกัน ทั้งนี้ไมโครคอมพิวเตอร์กลุ่มไอบีเอ็มหรือกลุ่มที่คล้ายกัน จะประกอบด้วยคีย์บอร์ดต่อเข้ากับหน่วยประมวลผล (system unit) โดยมีอุปกรณ์เก็บข้อมูลสำรองที่เป็นฮาร์ดดิสค์หรือฟลอปปี้ดีสค์ต่อพ่วงอยู่ด้วย สำหรับการเชื่อมโยงกับจอภาพแสดงผลนั้นจะใช้จอแบบโมโนโครมหรือจอสีก็ได้ สำหรับเครื่องพิมพ์ที่ใช้จะต่อผ่านเข้าหาระบบด้วยเคเบิลแบบขนาน

ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซีเอ็กซ์ที (IBM PC/XT) จะประกอบด้วยเมนบอร์ดที่มีสล็อตเชื่อมโยงกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จะนำมาต่อเชื่อมได้อีก 8 ช่อง บนเมนบอร์ดนี้จะรับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากภาคจ่ายไฟซึ่งทั่วไปจะใช้ขนาดไม่น้อยกว่า 150 วัตต์ สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะต่อเชื่อมเข้าทางสล็อตนั้นสามารถเลือกต่อได้ตามลักษณะของงานที่ต้องการ

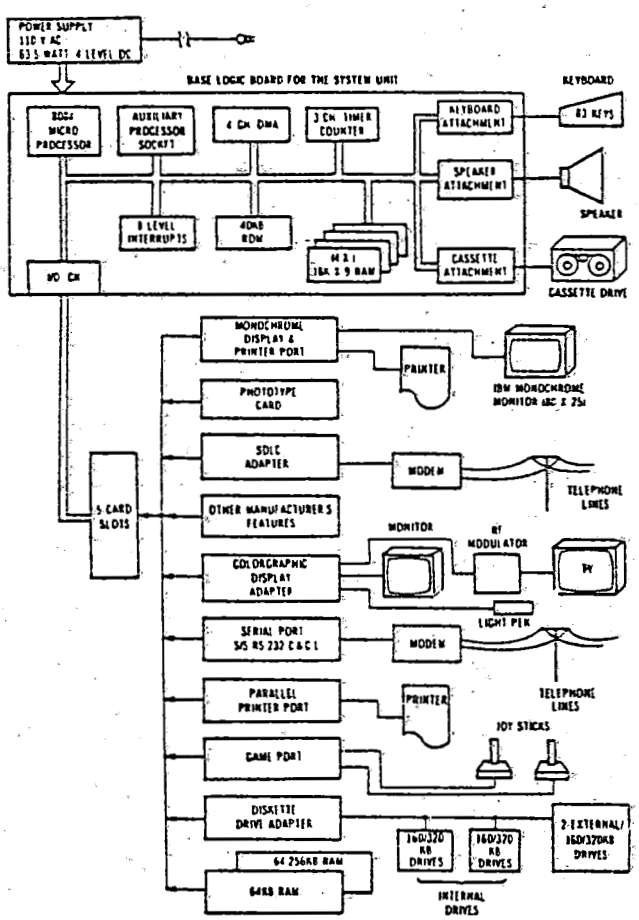
สำหรับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซีเอที (IBM PC/AT) ยังคงมีลักษณะคล้ายกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซีเอ็กซ์ที เพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์และซอฟแวร์ต่าง ๆ รวมกันได้ แต่ต่างตรงที่ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซีเอที ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 80286 และใช้สัญญาณนาฬิกา 6 เมกะเฮิรตซ์

2.4.2 ช่องสัญญาณ ไอ/โอ (I/O channel)

การติดต่อของไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกสามารถทำได้โดยการติดต่อผ่านช่องสัญญาณ ไอ/โอ (I/O channel) หรือ สล็อต (slot) ของไมโครคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ภายในไมโครคอมพิวเตอร์ได้มีการออกแบบให้สามารถเพิ่มเติมวงจรเชื่อมต่อเข้าไปในภายหลังได้ โดยการติดต่อผ่านทางสล็อต ที่อยู่บนเมนบอร์ด สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์กลุ่ม IBM PC/XT ปกติจะมีสล็อตบนเมนบอร์ดนี้มีจำนวน 8 สล็อต ซึ่งแต่ละสล็อตจะมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็น 2 ข้าง ๆ ละ 31 ขา ส่วนการเรียกตำแหน่งขาของสล็อตเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับว่าขานั้นอยู่ข้างใด (ซ้ายหรือขวา) ของสล็อต โดยขาที่อยู่ทางด้านซ้ายของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร "B" นำหน้าเลขตำแหน่งของขา ส่วนขาที่อยู่ทางด้านขวาของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร "A" นำหน้าเลขตำแหน่งของขา (ภาพที่ 6)

ทั้งนี้แต่ละขาของสล็อตเหล่านี้จะเชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณต่าง ๆ บนเมนบอร์ด ทำให้การสร้างวงจรเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยสะดวก (ตารางที่ 1) ซึ่งเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาของสล็อตเหล่านี้จะประกอบด้วย เส้นสัญญาณของบัสแอดเดรส (address bus) บัส

ข้อมูล (data bus) บัสควบคุมสำหรับการเขียน/อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือ ไอ/โอพอร์ท (I/O port) เส้นสัญญาณสำหรับการขออินเทอร์รัพท์ของวงจรอินเทอร์เฟส เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA สัญญาณฐานเวลา ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบ เส้นสัญญาณแสดงการรีเฟรชหน่วยความจำ และสัญญาณสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด (I/O check) นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตบนเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบอีกด้วย



ภาพที่ 5 บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอมพิวเตอร์และการใช้งานการ์ดต่าง ๆ

ที่มา : ธานินทร์และทินกร (มปท.)

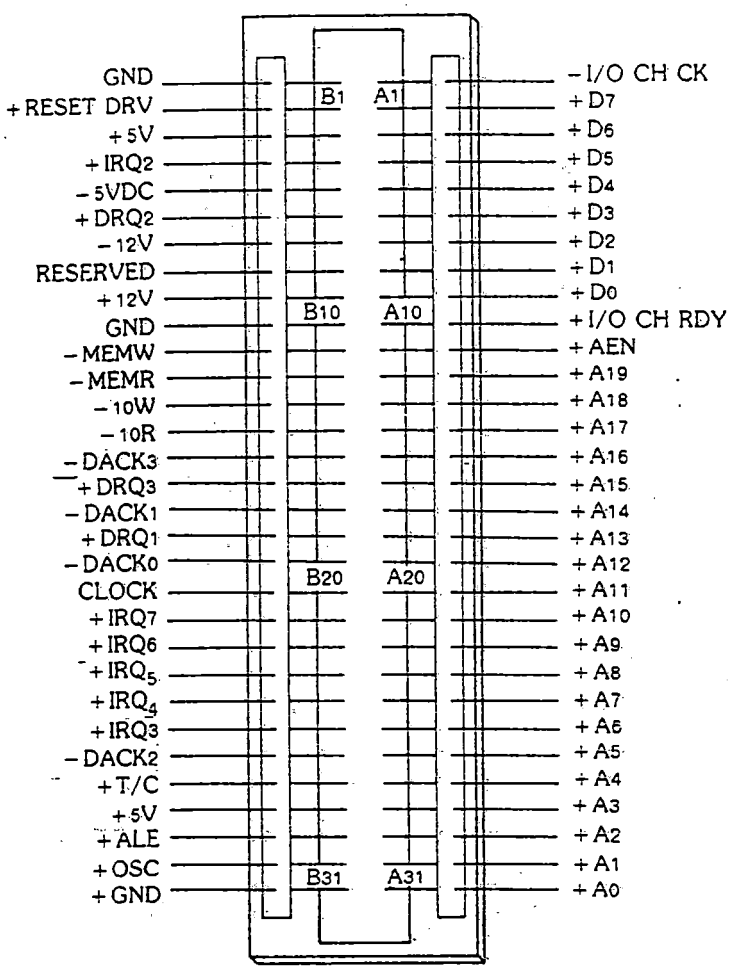
ตารางที่ 1 สัญญาณต่าง ๆ บน I/O Slot ของไมโครคอมพิวเตอร์

ชื่อสัญญาณ	อินพุต/เอาต์พุต	หน้าที่
CLK	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบ มีความถี่ 4.77 Hz
OSC	เอาต์พุต	สัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูงสุดบนซิสเต็มบอร์ด มีความถี่ 14.31818 Mhz สัญญาณนี้จะไม่ซิงโครนัสกับสัญญาณต่าง ๆ ของระบบ
RESET DRV	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่ใช้รีเซตระบบ และจะแอคตีฟเมื่อเริ่มเปิดเครื่องครั้งแรก หรือระดับสัญญาณ Power Good ของระบบลดต่ำลงมาก
A0-A19	เอาต์พุต	แอดเดรสบัส A0-A19 ใช้ในการกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำ และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตที่ซีพียูต้องการติดต่อด้วย
D0-D7	เอาต์พุต	ดาต้าบัส D0-D7 เป็นบัสแบบสองทิศทางใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตกับระบบฮาร์ดแวร์
ALE	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่ใช้ในการแลตช์แอดเดรส โดย 8288 ควบคุมอยู่ จะใช้แลตช์ค่าแอดเดรสออกจากแอดเดรส/ดาต้าบัสของซีพียู
I/O CHCK	อินพุต	เป็นสัญญาณที่ใช้ตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตและตรวจสอบพาริตี้ของอินพุต/เอาต์พุต
I/O CH Rdy	อินพุต	สัญญาณนี้จะใช้ในการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต และหน่วยความจำที่ทำงานช้ากว่าซีพียู ทำให้เกิด wait state ขึ้น หากสัญญาณนี้เป็น "1" แสดงว่าอุปกรณ์เหล่านี้พร้อมจะติดต่อกับซีพียู
IRQ2-IRQ7	อินพุต	สัญญาณการขออินเตอร์รัพต์ 2-7 เพื่อขอ INTR แก่ระบบโดย 8259 จะจัดระดับความสำคัญให้
IOR	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมโดย 8288
IOW	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณการเขียนข้อมูลลงอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมโดย 8288
MEMR	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ ควบคุมโดย 8288
MEMW	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ ควบคุมโดย 8288
DRQ1-DRQ3	อินต์พุต	สัญญาณการขอใช้กระบวนการ DMA จากอุปกรณ์ภายนอก
DACK0-DACK3	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณการตอบรับการขอทำกระบวนการ DMA
AEN	เอาต์พุต	สัญญาณนี้จะเป็นตัวบอกให้อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตทราบว่าบัสไซเกิลที่เกิดขึ้นขณะสัญญาณนี้แอคตีฟ เป็นบัสไซเกิลของกระบวนการ DMA ไม่ใช่ของซีพียู

ตารางที่ 1 (ต่อ) สัญญาณต่าง ๆ บน I/O Slot ของไมโครคอมพิวเตอร์

ชื่อสัญญาณ	อินพุต/เอาต์พุต	หน้าที่
T/C	เอาต์พุต	เป็นสัญญาณที่จำกำหนดการทำ DMA หากสัญญาณนี้แอคตีฟแสดงว่าสิ้นสุดกระบวนการ DMA แล้วโดยสัญญาณนี้จะถูกส่งออกมาจาก 8237A-5 นั่นเอง
± 5 V	เอาต์พุต	เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ± 5 โวลต์ ในระบบ
± 12 V	เอาต์พุต	เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ± 12 โวลต์ ในระบบ
GND		เป็นสัญญาณกราวด์ร่วมของระบบ

ที่มา : บัณฑิต (2535)



ภาพที่ 6 ขาสัญญาณต่าง ๆ ใน I/O slot บนไมโครคอมพิวเตอร์

ที่มา : บัณฑิต (2535)

2.4.3 การอ้างแอดเดรสของพอร์ท ไอ/โอ

ปกติการควบคุมและตรวจสอบภาวะการทำงาน รวมทั้งการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ที่เป็นชิพซัพพอร์ทหรือการ์ดต่าง ๆ ที่ใช้ในไมโครคอมพิวเตอร์นั้นจะทำโดยผ่านทางพอร์ท ไอ/โอ ของระบบ ซึ่งการควบคุมหรือติดต่อกับพอร์ทเหล่านี้ทำโดยการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ท ไอ/โอ เหล่านั้นโดยตรง แต่ในบางกรณีที่เราสามารถต้องกำหนดพอร์ทขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นได้เช่นกัน

แอดเดรสของพอร์ท ไอ/โอ จะถูกสร้างโดยหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งแอดเดรสเหล่านี้เป็นแอดเดรสที่จัดไว้สำหรับพอร์ท ไอ/โอ โดยเฉพาะ คือแยกออกจากแอดเดรสของหน่วยความจำโดยเด็ดขาด ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์กลุ่มไอบีเอ็มพีซี ถูกออกแบบให้ใช้เส้นแอดเดรสเฉพาะ 10 เส้นล่าง คือ A0-A9 เท่านั้น ดังนั้นในการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ทของอุปกรณ์หรือชิพซัพพอร์ทใด ๆ ที่ใช้ร่วมกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซี จึงใช้จำนวนเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้นด้วย จากแอดเดรสจำนวน 10 เส้นนี้ทำให้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็มพีซี สามารถอ้างแอดเดรสพอร์ทได้สูงสุด 1024 พอร์ท ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มของพอร์ทที่อยู่บนเมนบอร์ด และ (2) กลุ่มที่จัดเตรียมไว้สำหรับพอร์ตที่อยู่บนการ์ดต่าง ๆ

โดยตำแหน่งแอดเดรสของพอร์ทในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มของพอร์ท ไอ/โอ นี้จะเริ่มจากแอดเดรส 0200H จนถึง 03FFH โดยการใช้งานแอดเดรสในกลุ่มนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้ขึ้นอยู่กับการใช้งานการ์ดต่าง ๆ โดยการ์ดที่ออกแบบใหม่อาจจะใช้ค่าแอดเดรสต่าง ๆ ที่เหลืออยู่ได้ ดังนั้นก่อนออกแบบวงจรเชื่อมต่อที่จำเป็นต้องใช้ค่าแอดเดรสสำหรับพอร์ท ไอ/โอ จะต้องตรวจสอบดูก่อนว่าการ์ดต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์นั้นมีการ์ดใดบ้าง และการ์ดเหล่านั้นใช้งานแอดเดรสใด จากนั้นจึงออกแบบวงจรเชื่อมต่อโดยเลือกใช้เฉพาะแอดเดรสที่ยังไม่ถูกใช้งาน สำหรับการใช้งานแอดเดรสของพอร์ท ไอ/โอ ในกลุ่มนี้แสดงดังตารางที่ 2

สำหรับการดีโค้ดแอดเดรสสำหรับพอร์ท ไอ/โอ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น แบบคงตัว (fixed) แบบใช้สวิทช์เลือก แบบใช้ PROM เป็นต้น

ตารางที่ 2 การจัดสรรแอดเดรสที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของไมโครคอมพิวเตอร์

แอดเดรสของอุปกรณ์ ไอ/โอ	อุปกรณ์ ไอ/โอ
000-01F	ดีเอ็มเอคอนโทลเลอร์หมายเลข 1, 8237A-5
020-03F	อินเทอร์รัพต์คอนโทลเลอร์หมายเลข 1, 8259A ตัวหลัก
040-05F	ไทเมอร์ 8254-2
060-06F	8042 คีย์บอร์ด
070-07F	นาฬิกา และ NMI และซีมอสแรม
080-09F	DMA เพจรีจิสเตอร์
0A0-0BF	อินเทอร์รัพต์คอนโทลเลอร์หมายเลข 2, 8259A
0C0-0DF	ดีเอ็มเอคอนโทลเลอร์หมายเลข 2, 8237A-5
0F0	เคลียร์โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
0F1	รีเซ็ตโปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
0F8-0FF	โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
1F0-1F8	ฮาร์ดดิสก์
200-207	เกม ไอ/โอ
278-27F	พอร์ตเครื่องพิมพ์หมายเลข 2
2F8-2FF	พอร์ตอนุกรมหมายเลข 2
300-31F	โปรโตไทป์การ์ด
360-36F	สำรอง
378-37F	พอร์ตเครื่องพิมพ์หมายเลข 1
380-38F	SDLC, ไบซิงค์ 2
3A0-3AF	ไบซิงค์ 1
3B0-3BF	โมโนโครมและเครื่องพิมพ์
3C0-3CF	สำรอง
3D0-3DF	จอภาพสี
3F0-3F7	ควบคุมดิสเกตต์
3F8-3FF	พอร์ตอนุกรมหมายเลข 1

ที่มา : บัณฑิต (2535)

2.6 การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

ใน CPU8088 และ 80X86 จะมีตำแหน่งของอินพุทและเอาต์พุทพอร์ทแบบขนานได้ถึง 2^{16} ตำแหน่ง ซึ่งอยู่กับการถอดรหัสจัดสรรแอดเดรสของระบบนั้น ๆ แอดเดรส 2^{16} ตำแหน่งจะเท่ากับ 65535 แอดเดรส ที่ใช้เป็นเส้นทางออกและเส้นทางเข้าของข้อมูล สามารถอ้างแอดเดรสได้เป็นเป็นทั้งไบต์ (8 บิต) หรือเวิร์ด (16 บิต) เทอร์โบซีมีคำสั่งที่เกี่ยวกับเรื่องแอดเดรสอยู่ สามารถเลือกใช้คำสั่งได้เป็นไบต์หรือเวิร์ดคือ

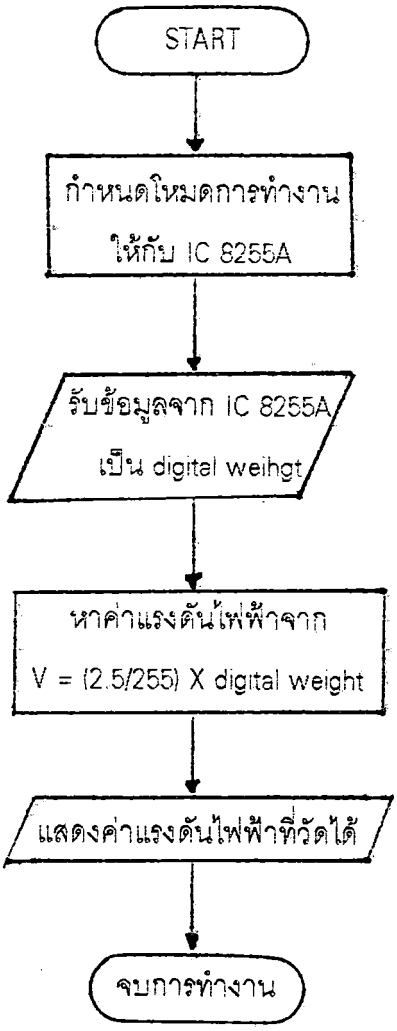
คำสั่งนำข้อมูลเข้า

Var = inportb(address)	อ้างแอดเดรสเป็นไบต์
Var = inport(address)	อ้างพอร์ตเป็นเวิร์ด

คำสั่งส่งข้อมูลออก

outportb(address,data_out)	อ้างพอร์ตเป็นไบต์
outport(address,data_out)	อ้างแอดเดรสเป็นเวิร์ด

สำหรับการโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นทำได้ดังนี้ ขั้นแรกส่งคอนโทรลเวิร์ดให้กับ IC 8255A ให้ทำงานในโหมดที่ต้องการ แล้วจึงอ่านข้อมูลเข้าทางแอดเดรสที่กำหนดไว้ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ผังงานของโปรแกรมเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อรับข้อมูล

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

มาตรระดับเสียงทั่วไปมีองค์ประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน คือ ส่วนรับสัญญาณเสียง ส่วนขยายหรือปรับแต่งสัญญาณ และส่วนแสดงผล ซึ่งแต่ละส่วนจะมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลังเพื่อสร้างต้นแบบของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงอาจมีบางส่วนที่แตกต่างออกไปจากมาตรระดับเสียงทั่ว ๆ ไปบ้าง

3.2 อุปกรณ์

1. ไมโครคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์
2. มาตรระดับเสียง (Sound Level ; DIGICON Model DS-40)
3. ชุดกำเนิดสัญญาณเสียง (Audio Generator ; DAWE Model 4408)
4. มัลติมิเตอร์ (FLUKE Model 85)
5. ออสซิลโลสโคป
6. บอร์ดทดลองดิจิตอล-อนาลอก
7. ไอซี ตัวเก็บประจุ และตัวต้านทาน ที่ใช้ในวงจรต่าง ๆ

3.3 วิธีการศึกษา

ระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับการวัดระดับเสียง ในการวิจัยนี้มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ (1) ส่วนรับสัญญาณเสียง (2) ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ และ (3) ส่วนจัดการข้อมูล โดยการวิจัยครั้งนี้จะแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ตอนดังนี้คือ

1. การออกแบบและทดสอบส่วนรับสัญญาณเสียง
2. การออกแบบและทดสอบส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์
3. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการข้อมูล
4. การทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

3.3.1 การออกแบบและทดสอบส่วนรับสัญญาณเสียง

ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์มีหน้าที่รับเสียงจากสภาพแวดล้อมและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อส่งให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ในส่วนนี้จะประกอบด้วย ไมโครโฟน วงจรกรองสัญญาณ วงจรขยายสัญญาณ และวงจรเรคติไฟ (ซึ่งต่อไปจะรวมเรียกว่าส่วนรับสัญญาณเสียง)

เมื่อได้วงจรในส่วนรับสัญญาณเสียงแล้วต้องนำมาตรวจสอบและปรับแต่งสัญญาณให้ได้ตามช่วงที่ต้องการ แล้วจึงนำมาหากราฟปรับเทียบ (calibration curve) ของส่วนรับสัญญาณเสียง ระหว่างระดับเสียงกับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากส่วนรับสัญญาณเสียง ทำได้โดยนำส่วนรับสัญญาณเสียงที่ทดสอบแล้วไปวัดระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งทราบค่าระดับเสียง เพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า (V) ที่ออกจากส่วนรับสัญญาณเสียง ที่ระดับเสียง (dB) ต่าง ๆ กัน จากนั้นนำค่าแรงดันไฟฟ้า (V) และค่าระดับเสียง (dB) ที่ได้ไปหาความสัมพันธ์และกราฟปรับเทียบ มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ปรับเสียงจากชุดกำเนิดเสียงที่ความถี่ 1 kHz ที่ความดัง 90 dB(C)
2. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากส่วนรับสัญญาณเสียง
3. ทำซ้ำข้อ 2-3 โดยเพิ่มระดับเสียงขึ้นครั้งละ 1 dB(C) จนถึง 110 dB(C)
4. ทำซ้ำข้อ 2-4 อีก 5 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์และกราฟปรับเทียบ

3.3.2 การออกแบบและทดสอบส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์

เนื่องจากการทำงานของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานในลักษณะแบบดิจิตอล แต่สัญญาณเสียงที่ตรวจวัดได้มีลักษณะแบบอนาลอก ดังนั้นก่อนที่ไมโครคอมพิวเตอร์จะรับข้อมูลหรือสัญญาณจากส่วนรับสัญญาณเสียงได้ ต้องเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน ไมโครคอมพิวเตอร์จึงจะทำงานต่อได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์นี้เป็นการ์ดสำหรับเสียบในช่องสล๊อตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ วงจรดีโค้ดพอร์ต ส่วนเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ และวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ IC ADC0804 เป็นตัวแปลงสัญญาณ ขนาด 8 บิต จำนวน 1 ช่องสัญญาณ และใช้ IC 8255A เป็นส่วนเชื่อมต่อ โดยกำหนดพอร์ตใช้งานที่ 302H และ 303H

จากนั้นทดสอบการรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้จากส่วนนี้ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง สำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมและจัดการกับข้อมูลที่ไมโครคอมพิวเตอร์รับได้จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟตรงที่ 0.1 V
2. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากส่วนรับสัญญาณของไมโครคอมพิวเตอร์
3. ทำซ้ำข้อ 2-3 โดยเพิ่มแรงดันไฟฟ้าขึ้นครั้งละ 0.1 V จนถึง 2.5 V
4. ทำซ้ำข้อ 2-4 อีก 5 ครั้ง

3.3.3 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการข้อมูล

ระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะทำงานได้สมบูรณ์ต้องมีชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานและรับข้อมูลระดับเสียงที่ได้ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการสัญญาณเสียงที่รับได้จากส่วนรับสัญญาณเสียงและส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้มีคุณสมบัติดังนี้

1. เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลจากการ์ดเชื่อมต่อเป็นระดับเสียงในหน่วยเดซิเบล
2. สามารถตั้งเวลา เริ่ม/หยุด ทำงานของระบบได้
3. สามารถตั้งช่วงเวลาสำหรับการอ่านข้อมูลได้
4. สามารถเก็บข้อมูลระดับเสียงลงในแฟ้มข้อมูล

3.3.4 การทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

เมื่อส่วนรับสัญญาณเสียงและส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานถูกต้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำทั้งสองส่วนมาเชื่อมต่อกันและทดสอบว่าเมื่อส่วนรับสัญญาณเสียงรับเสียงจากสภาพแวดล้อมและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งมายังส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์นั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในส่วนหลังสามารถจัดการกับข้อมูลที่เข้ามาได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มทดลองโดยเลือกเสียงที่ความถี่ 1 kHz ที่ระดับเสียงเท่ากับ 90 dB
2. บันทึกค่าระดับเสียงจากเครื่องวัดเสียงและจากไมโครคอมพิวเตอร์
3. เพิ่มค่าระดับเสียงขึ้นครั้งละ 1 dB จนถึง 110 dB
4. ทำการทดลองซ้ำอีก 5 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบและสรุปผล

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

บทที่ 4
ผลและอภิปรายผลการวิจัย

4.1 บทนำ

โครงการวิจัยนี้มีผลและรายละเอียดของการวิจัยแบ่งเป็น 5 ตอนดังนี้

1. ส่วนประกอบของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
2. ส่วนรับสัญญาณเสียง
3. ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการข้อมูล
5. ผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

4.2 ส่วนประกอบของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับการวัดระดับเสียงในการวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน (ภาพที่ 8) มีรายละเอียดและการทำงานดังนี้

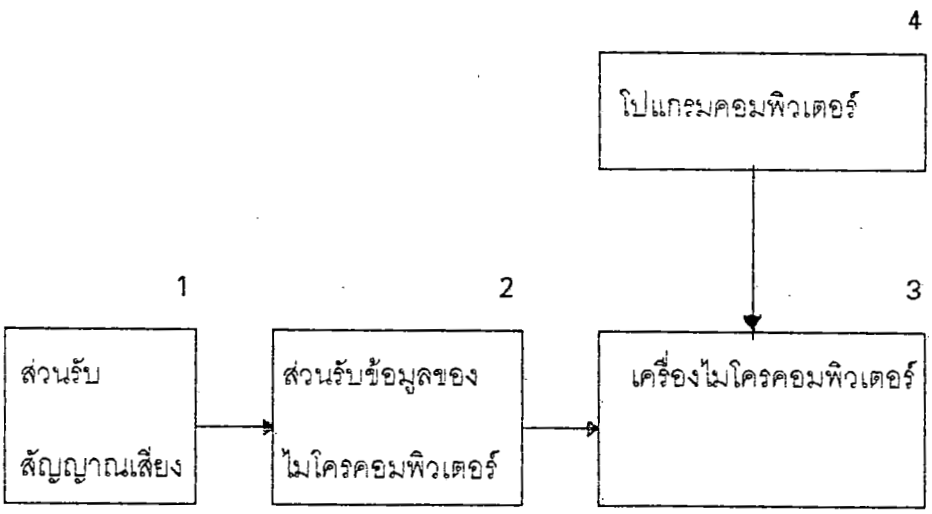
1. ส่วนรับสัญญาณเสียง ในส่วนนี้ประกอบด้วย ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ วงจรขยายสัญญาณ และวงจรเรคติไฟ โดยไมโครโฟนจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งจะถูกขยายและเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 0-2.5 V. เพื่อส่งต่อให้กับส่วนที่ 2 (สัญญาณเสียงที่ออกจากส่วนนี้จะเป็นลอกการิธึม)

2. ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรดีโค้ดพอร์ต และส่วนเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เมื่อส่วนรับสัญญาณเสียง รับเสียงจากแหล่งกำเนิดและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งมายังส่วนที่ 2 สัญญาณที่ส่งมาจะเป็นสัญญาณอนาลอกซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน ด้วยวงจร ADC แล้วจึงส่งให้กับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

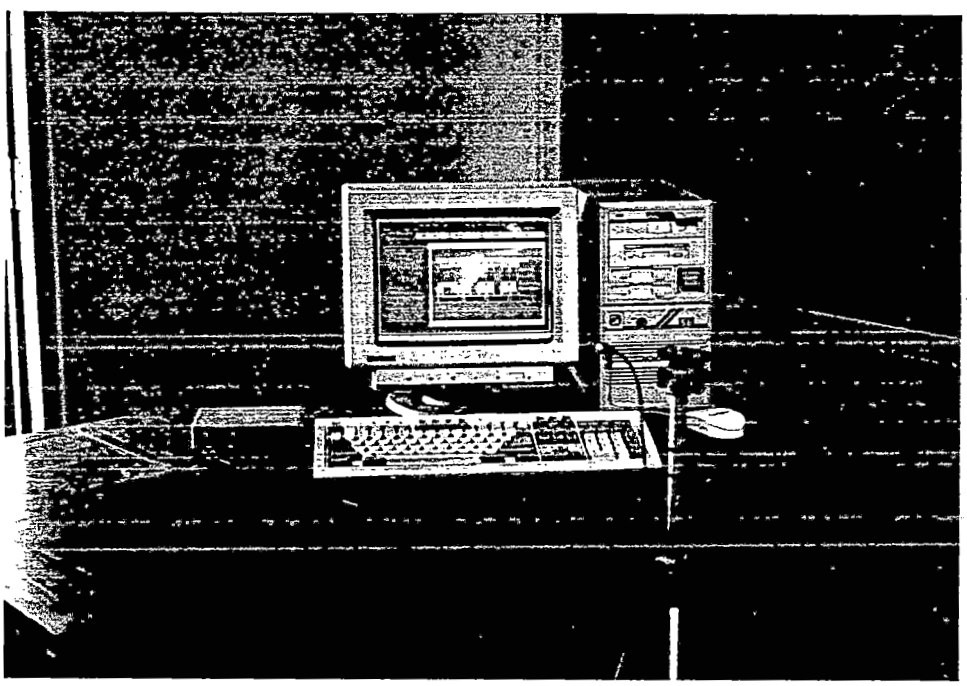
3. ส่วนจัดการข้อมูล ส่วนนี้จะเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมและรับข้อมูลจากส่วนที่ 2 โดยจะทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูล (สัญญาณไฟฟ้า) ที่ถูกส่งมาจากส่วนที่ 1 และส่งเข้ามายังส่วนที่ 2 เพื่อทำการประมวลผลและแสดงผลต่อไป โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

534507 24
ม64ก11
ก3
249221

มีดังนี้คือ (1) กำหนดโหมดการทำงานให้กับการ์ดเชื่อมต่อ (2) อ่านข้อมูลจากพอร์ตที่กำหนดไว้ (3) นำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลและแสดงผลทางจอภาพ (ในส่วนนี้จะมีการแปลงข้อมูลที่อ่านซึ่งเป็นลอการิธึมให้เป็นแบบเชิงเส้นด้วย)



ภาพที่ 8 บล็อกไดอะแกรมของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 9 ระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

4.3 ส่วนรับสัญญาณเสียง

ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นี้มีหน้าที่รับสัญญาณเสียงจากสิ่งแวดล้อมและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ส่วนประกอบและการทำงานของส่วนรับสัญญาณเสียง

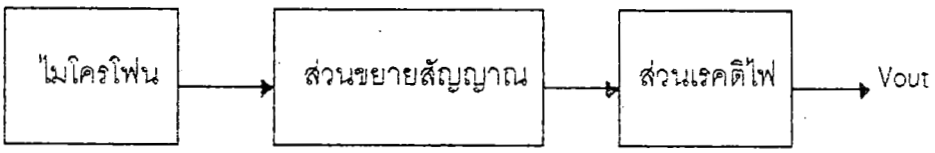
ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ วงจรขยายสัญญาณและวงจรเรคติไฟ (ภาพที่ 10 และภาพที่ 11) โดยส่วนต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. ไมโครโฟนของระบบวัดเสียง

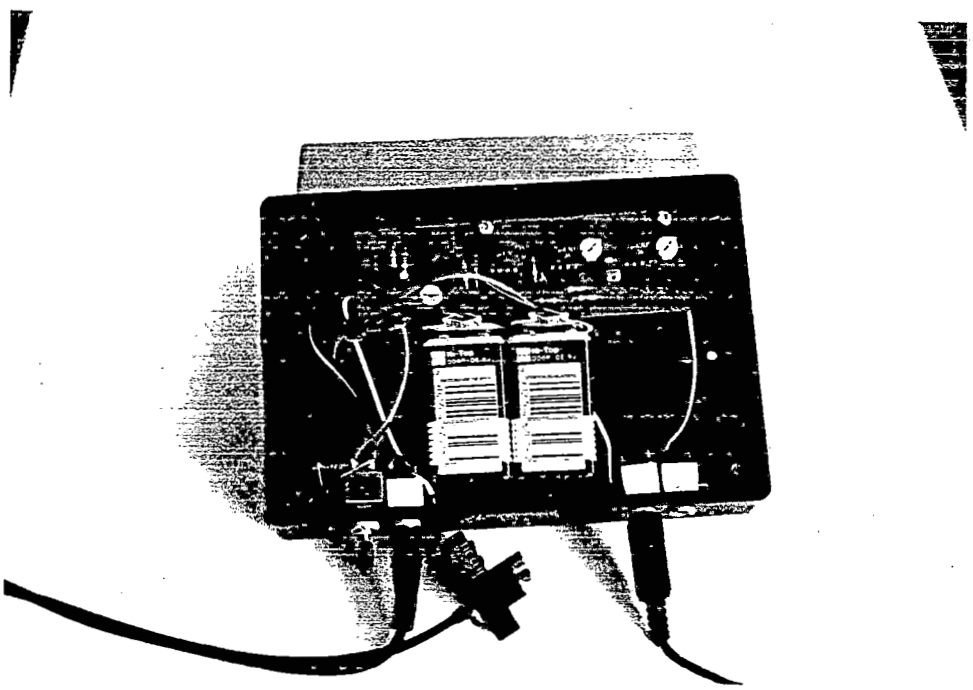
ในงานวิจัยนี้ใช้ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ ข้อดีของไมโครโฟนชนิดนี้คือมีความไวและตอบสนองความถี่ในช่วงกว้าง และมีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้คือ

1. เป็นไมโครโฟนแบบรอบตัว (omni-directional microphone)
2. ตอบสนองความถี่ช่วง 50 - 18000 Hz
3. มีอิมพีแดนซ์ 1.0 Ohm
4. มีความไว -65 db ที่ 1 kHz
5. ใช้ไฟเลี้ยงขนาด 1.5 V

สำหรับภาคจ่ายไฟของไมโครโฟนที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นภาคจ่ายไฟแบบ +9 - 0 - -9 จึงใช้ตัวต้านทานขนาด 5 kOhm และ 1 kOhm แบ่งความต่างศักย์ 9 V ให้เหลือ 1.5 V สำหรับเป็นไฟเลี้ยงของไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ โดยมีตัวต้านทานขนาด 2.2 kOhm ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่จะเข้าไมโครโฟนและตัวเก็บประจุขนาด 10 μF ทำหน้าที่กรองสัญญาณให้เหลือแต่ไฟกระแสสลับที่เกิดจากคลื่นเสียงผ่านไปยังเอาท์พุท



<u>ภาพที่ 10</u> บล็อกไดอะแกรมของส่วนรับสัญญาณเสียง

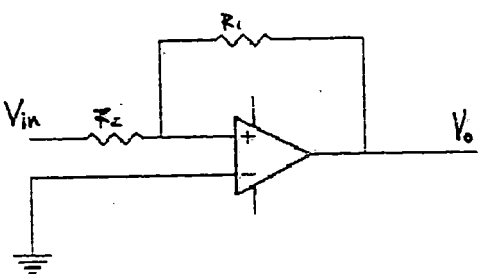


<u>ภาพที่ 11</u> ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

2. วงจรขยายสัญญาณ

เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากไมโครโฟนซนิดคอนเดนเซอร์นี้มีอัมปริจูดที่น้อยมากจึงจำเป็นต้องขยายอัมปริจูดของสัญญาณก่อน โดยวงจรขยายสำหรับงานวิจัยนี้เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ขยายทางด้านอัมปริจูดเพียงอย่างเดียว (ไม่จำเป็นต้องขยายกระแส) ดังนั้นวงจรที่ใช้ในงานนี้ (ภาพที่ 12) จึงเป็นวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ออปแอมป์ และมีอัตราขยาย (A_v) เท่ากับ

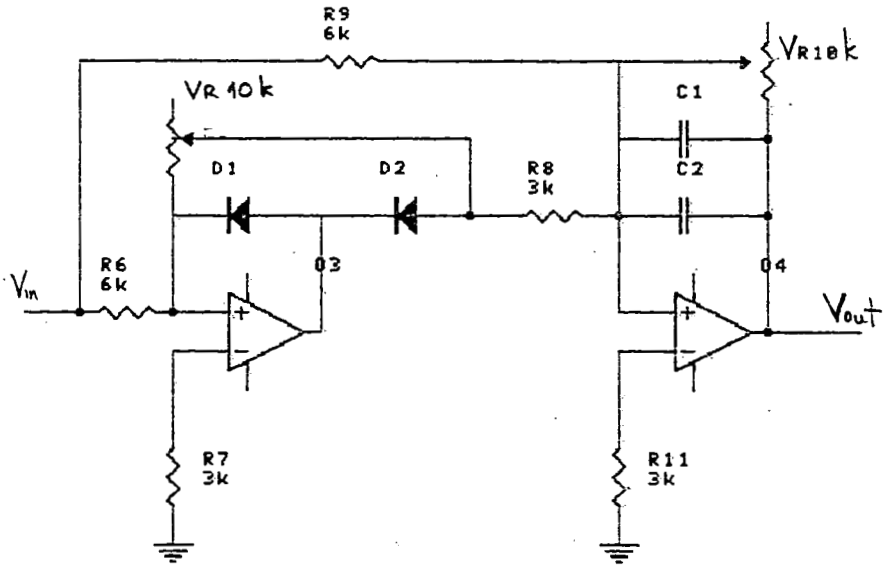
$$A_v = \frac{R_1}{R_2} \qquad \text{.....(4)}$$



<u>ภาพที่ 12</u> วงจรขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์

3. วงจรเรคติไฟ

เนื่องจากการ์ด ADC ที่สร้างขึ้นนี้จะสุ่มอ่านแรงดันไฟฟ้าทาง Input ที่เวลาต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณที่เป็นกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงที่เวลาใด ๆ เสียก่อน วงจรที่ใช้ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 วงจรเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง

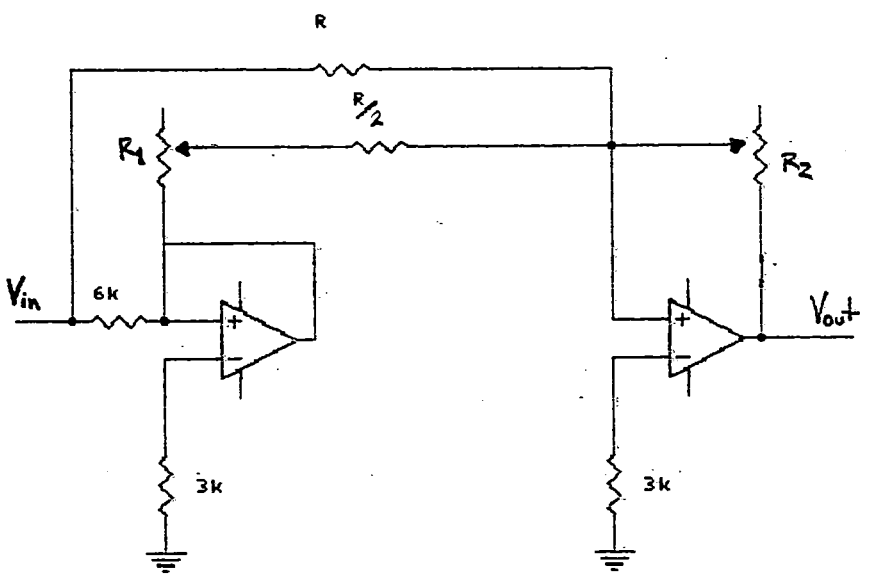
โดยการทำงานของวงจรเรคติไฟนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 $V_{in} < 0$ ในกรณีนี้ D_1 จะทำให้วงจรให้มีลักษณะ ดังภาพที่ 14

จะได้ $$I_1 = \frac{V_{in}}{R} \quad \text{.....(5)}$$

ดังนั้น $$V_{out} = I_1 \times R_2$$

$$= V_{in} \times \left(\frac{R_2}{R}\right) \quad \text{.....(6)}$$



ภาพที่ 14 วงจรเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรงในกรณีที่ $V_{in} < 0$

กรณีที่ 2 $V_{in} > 0$ ในกรณีนี้ D_2 จะทำให้วงจรให้มีลักษณะ ดังภาพที่ 15

จะได้

$$I_1 = \frac{V_{in}}{R}$$

$$I_2 = 2\,V_{in} \times \left(\frac{R_1}{R^2}\right)$$

$$V_{o1} = -V_{in} \times \left(\frac{R_1}{R}\right)$$

$$V_{out} = (I_2 - I_1) \times R_2 \qquad \text{.....(7)}$$

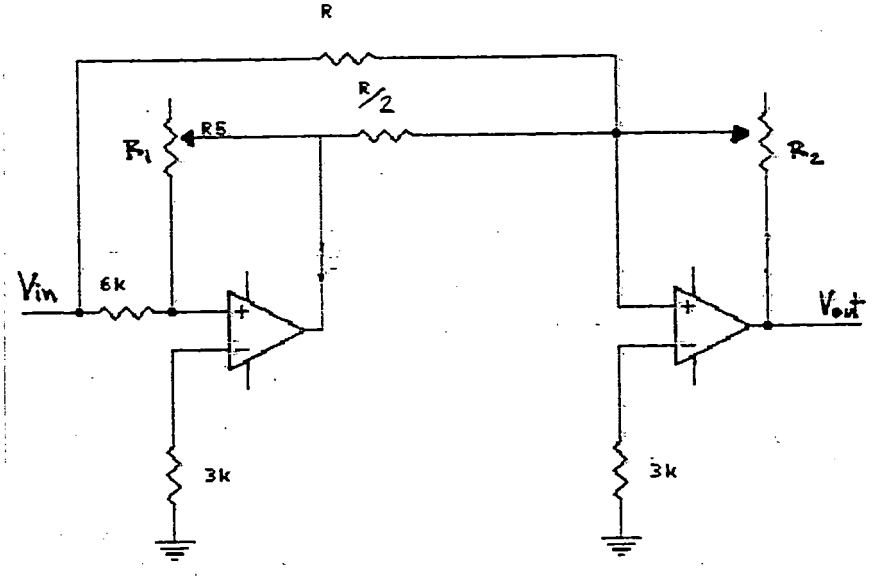
ดังนั้น

$$I_2 - I_1 = \left(2 \times V_{in} \times \left(\frac{R_1}{R^2}\right)\right) - \left(\frac{V_{in}}{R}\right)$$

$$= V_{in} \times \frac{\left(2 \times \left(\frac{R_1}{R-1}\right)\right)}{R}$$

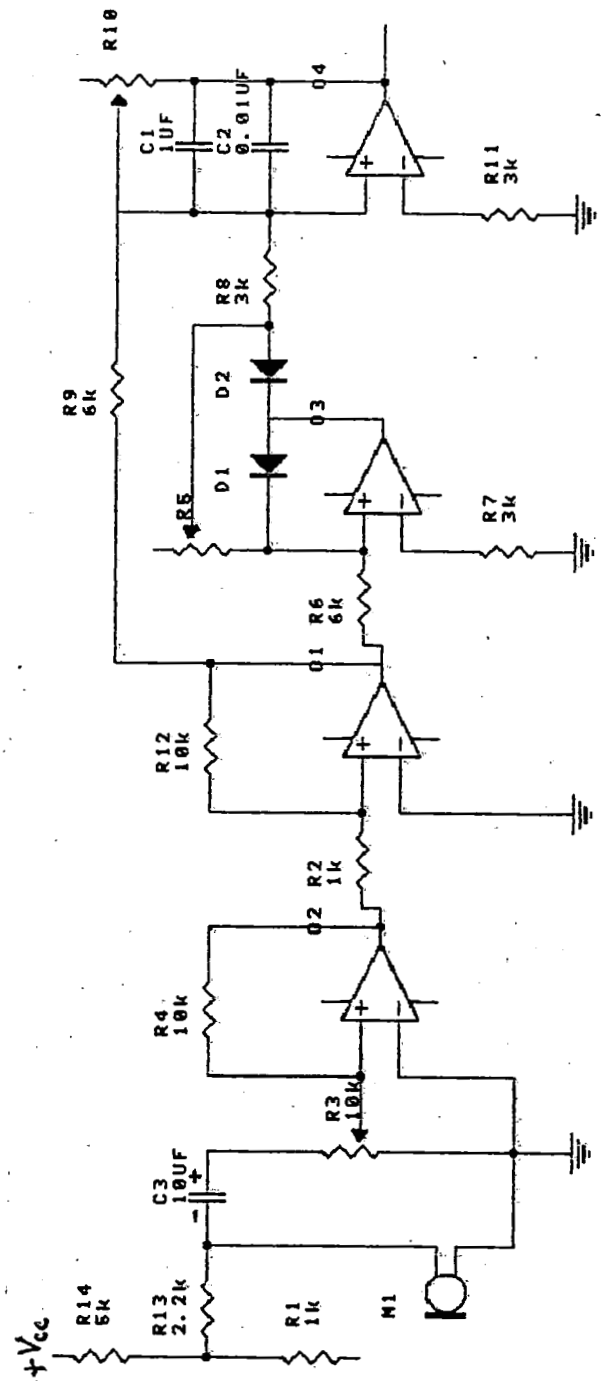
$$V_{out} = V_{in} \times \left(2 \times \frac{R_1}{R-1}\right) \times \left(\frac{R_2}{R}\right) \qquad \text{.....(8)}$$

จากทั้งสองกรณี ถ้า $R_1 = R_2 = R$ จะได้ $V_{out} = V_{in}$



ภาพที่ 15 แสดงวงจรเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรงในกรณีที่ $V_{in} > 0$

จากวงจรสมบูรณ์ของส่วนรับสัญญาณเสียง(ภาพที่ 16) จะเห็นได้ว่าประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ทำหน้าที่เป็นวงจรป้อนไฟเลี้ยงให้กับไมโครโฟน ส่วนที่ 2 เป็นวงจรขยายแบบปรับอัตราขยายได้ ส่วนที่ 3 เป็นวงจรขยาย 10 เท่า และส่วนสุดท้ายเป็น วงจรเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง

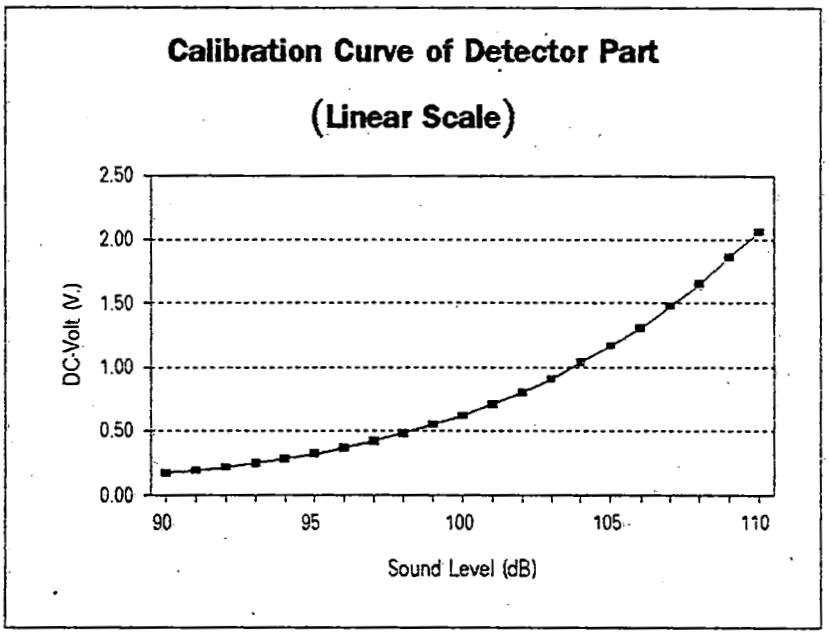


ภาพที่ 16 วงจรส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบวัดเสียง

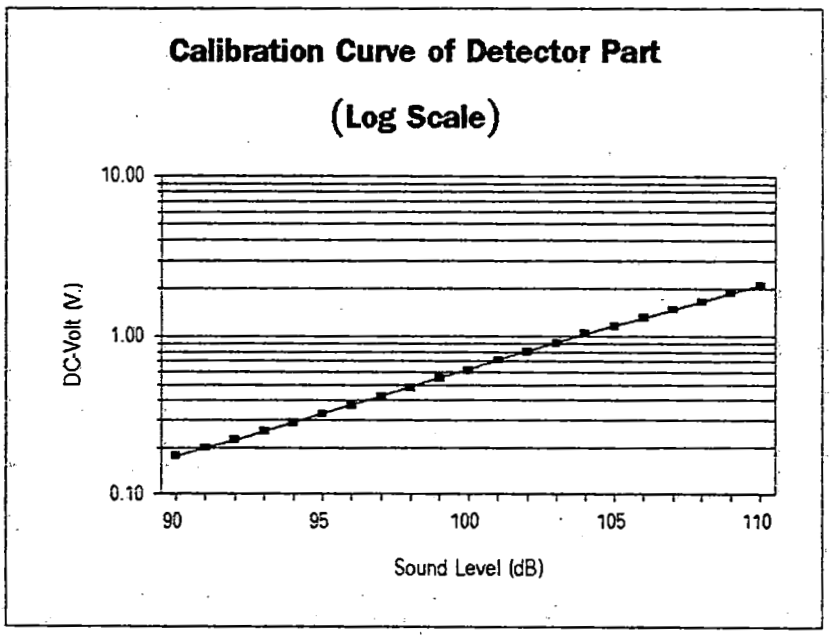
4.3.2 กราฟปรับเทียบของส่วนรับสัญญาณเสียง

ผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากชุดรับสัญญาณเสียงนั้นพบว่า มีความสัมพันธ์เป็นแบบลอกการิธึม (ภาพที่ 17-18) ตามสมการ

$$\log \text{Volt} = 0.054 \times \text{dB} - 5.632 \qquad \text{.....(9)}$$



ภาพที่ 17 กราฟปรับเทียบของส่วนรับสัญญาณเสียง (linear scale)



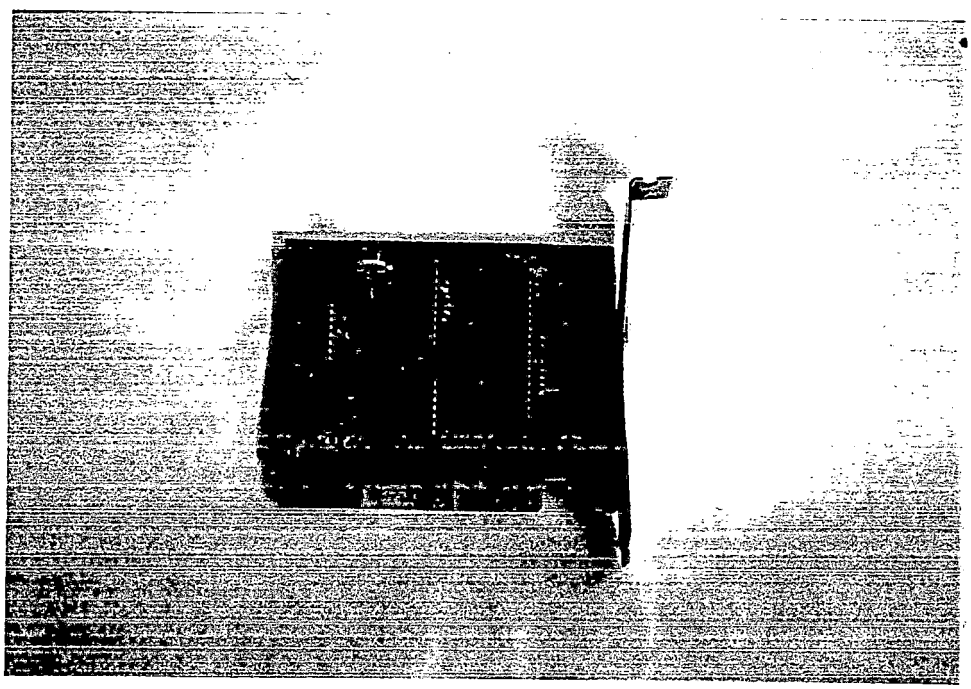
ภาพที่ 18 กราฟปรับเทียบของส่วนรับสัญญาณเสียง (log scale)

4.4 ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์

ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรดีโค้ดพอร์ตและส่วนเชื่อมต่อ โดยกำหนดให้ส่วนนี้สามารถรับสัญญาณอนาลอกได้ในช่วง 0-2.5 VDC และแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต ด้วย IC ADC0804 กำหนดพอร์ตทำงานที่ 302H และ 303H และใช้ IC 8255A เป็น bus interface

4.4.1 ส่วนประกอบและการทำงานของส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์

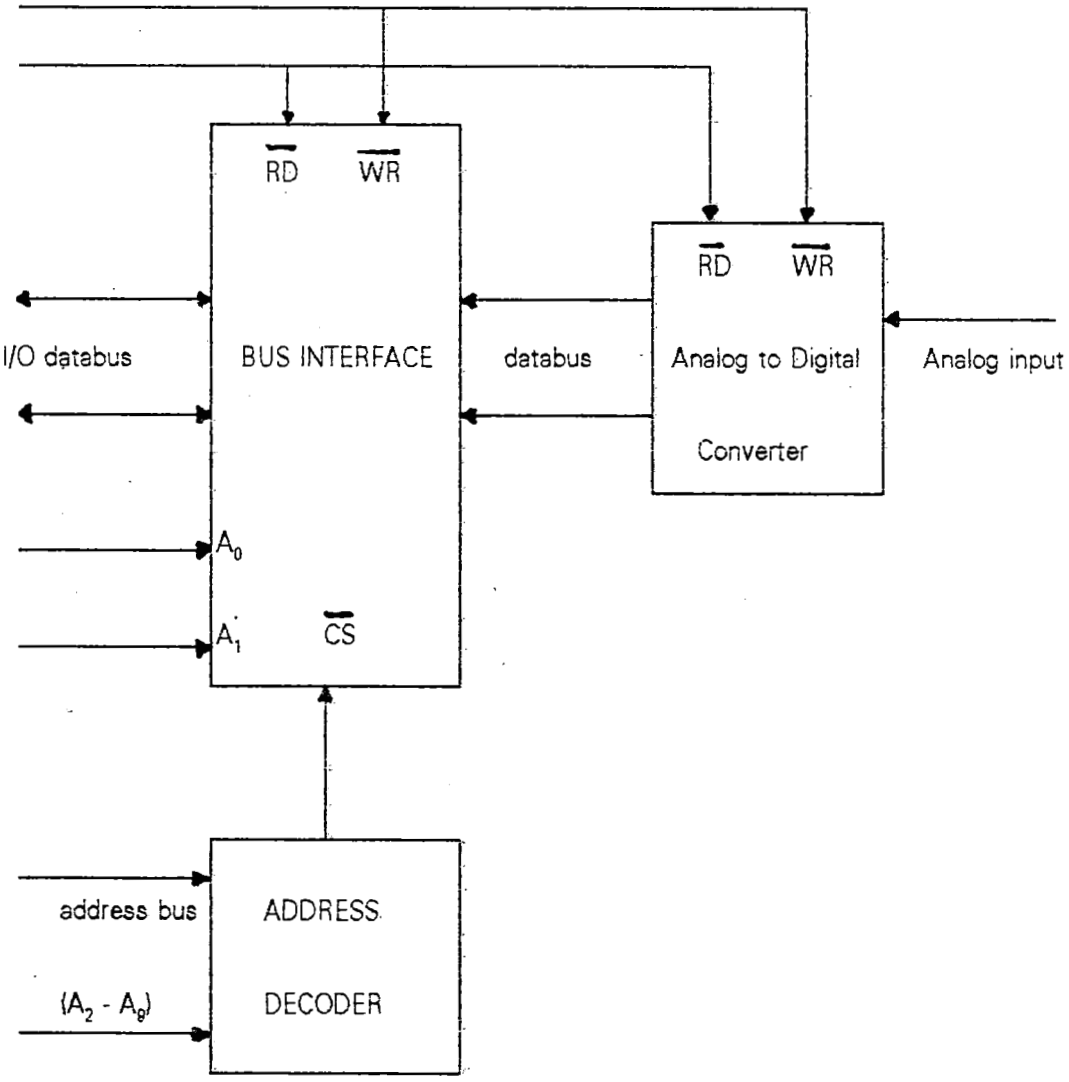
ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นการ์ดที่เสียบเข้ากับสล็อต ไอ/โอ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 19 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 19 การ์ดเชื่อมต่อของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

1. บล็อกไดอะแกรมและส่วนประกอบของการ์ด

การ์ดแปลงสัญญาณอนาล็อกกระแสตรงขนาด 0-2.5 V เป็นสัญญาณดิจิตอล ตั้งแต่ 00H - FFH สรุปเป็นบล็อกไดอะแกรมดังภาพที่ 20



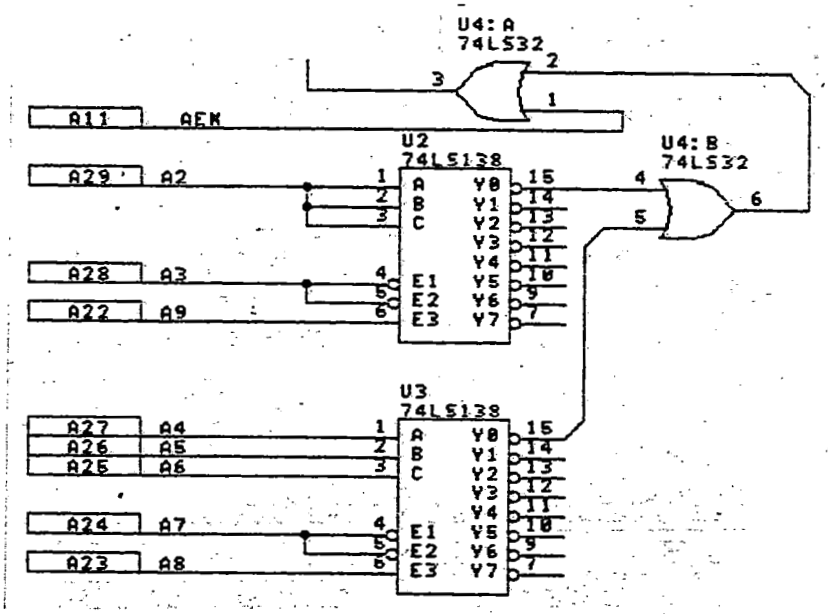
ภาพที่ 20 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของการ์ด ADC

2 การดีโค้ดพอร์ต

การ์ดเชื่อมต่อที่สร้างขึ้นกำหนดพอร์ตใช้งาน 2 พอร์ตคือ

1. พอร์ตที่ 302H สำหรับรับข้อมูลจากส่วนรับสัญญาณเสียง
2. พอร์ตที่ 303H สำหรับกำหนดโหมดทำงานของ IC 8255A

การดีโค้ดพอร์ตจะใช้ IC TTL เบอร์ 74138 และ 7432 (ภาพที่ 22) ในส่วนของการเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ใช้ IC 8255A (PPI) เป็น bus interface ทั้งนี้ก่อนใช้งาน IC 8255A นั้นจะต้องกำหนดรูปแบบการทำงานของ IC 8225A เสียก่อนโดยกำหนด Mode การทำงานเป็นแบบ Output Operation (write) ซึ่งในการนี้จะกำหนดให้ A_0 และ A_1 มีสถานะเป็น 1 และกำหนดให้ทุกพอร์ทของ IC 8255A เป็น Input Port โดยใช้ Control Word 9BH



ภาพที่ 21 วงจรดีโค้ดพอร์ต

3. การแปลงสัญญาณ

ในส่วนการแปลงสัญญาณนี้ใช้ IC ADC0804 ซึ่งสามารถแปลงสัญญาณอนาลอกกระแสตรงขนาด 0 - 5 V. เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิท (ตั้งแต่ 00H - FFH) (ภาพที่ 23) โดยการทำงานของส่วนนี้ เริ่มเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ส่งแอดเดรส 303H (11 0000 0011) ไปยัง สล็อต ไอ/โอ จะทำให้สถานะที่ขาต่างๆ ของ IC ในวงจรจะเป็นดังนี้

- IC74138 ตัวที่ 1 ทางด้าน INPUT ขา E3 เป็น 1 ขา E2และE1 เป็น 0 ขา A,B และC เป็น 0 ทางด้าน OUTPUT ขา Y0 จะเป็น 0

- IC74138 ตัวที่ 2 ทางด้าน INPUT ขา E3 เป็น 1 ขา E2และE1 เป็น 0 ขา A,B และ C เป็น 0 ทางด้าน OUTPUT ขา Y0 จะเป็น 0

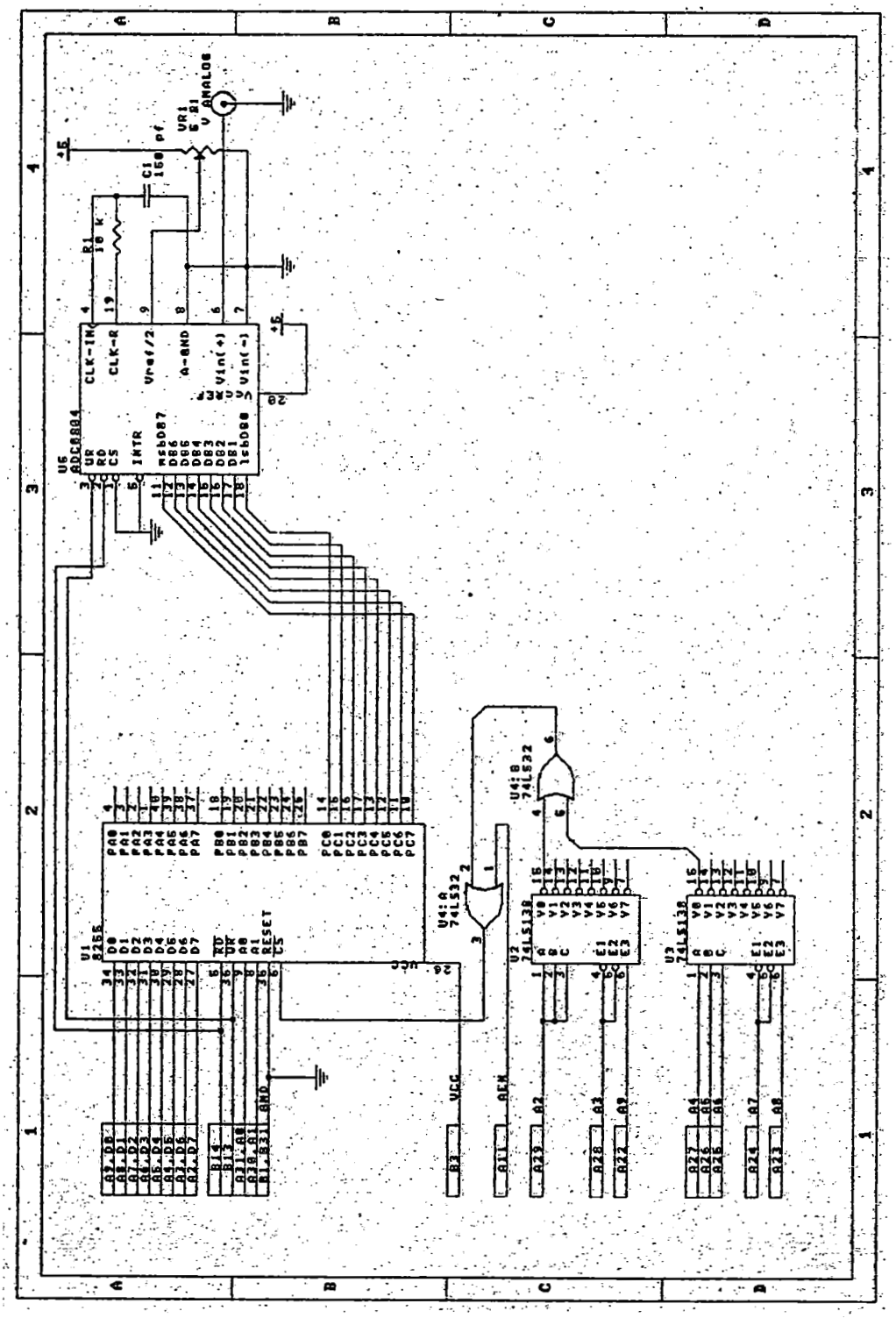
- IC7432 ตัวที่ 1 ขา INPUT ทั้งคู่เป็น 0 จะให้ OUTPUT เป็น 0

- IC7432 ตัวที่ 2 ขา INPUT ทั้งคู่เป็น 0 เนื่องจากขณะที่ส่งแอดเดรสสัญญาณจาก AEN จะเป็น 0 จะให้ OUTPUT เป็น 0

- IC8255A ทางด้าน INPUT ขา A0 และA1 เป็น 1 ขา -RD เป็น 1 ขา -WR เป็น 0 ขา CS เป็น 0 (รับมาจาก OUTPUT ของ 7432 ตัวที่ 2) จะทำให้ IC8255A พร้อมรับ Control Word จาก PC และ PC จะส่งข้อมูล 9BH (1001 1011) มาที่ขา D0 - D7 ของ IC8255A เป็น Control Word ซึ่งจะทำให้พอร์ท A, B และ C ของ IC8255A ทำหน้าที่เป็น Input Port

เมื่อรับข้อมูล ไมโครคอมพิวเตอร์จะรับข้อมูลทางแอดเดรส 302H (11 0000 0010) สถานะที่ขาต่าง ๆ ของส่วนดีโค้ดแอดเดรสก็จะเป็นแบบเดิมและให้ OUTPUT เป็น 0 ที่ขา 7432 ตัวที่ 2 ให้กับขา -CS ของ IC8255A ที่ ขา A0 เป็น 0 ขา A1 เป็น 1 ขา -RD เป็น 0 และขา-WR เป็น 1 IC8255A จะรับข้อมูลจาก ADC0804 ผ่านทางพอร์ท C (PC0 - PC7) และส่งข้อมูลที่รับเข้ามาไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางขา D0 - D7

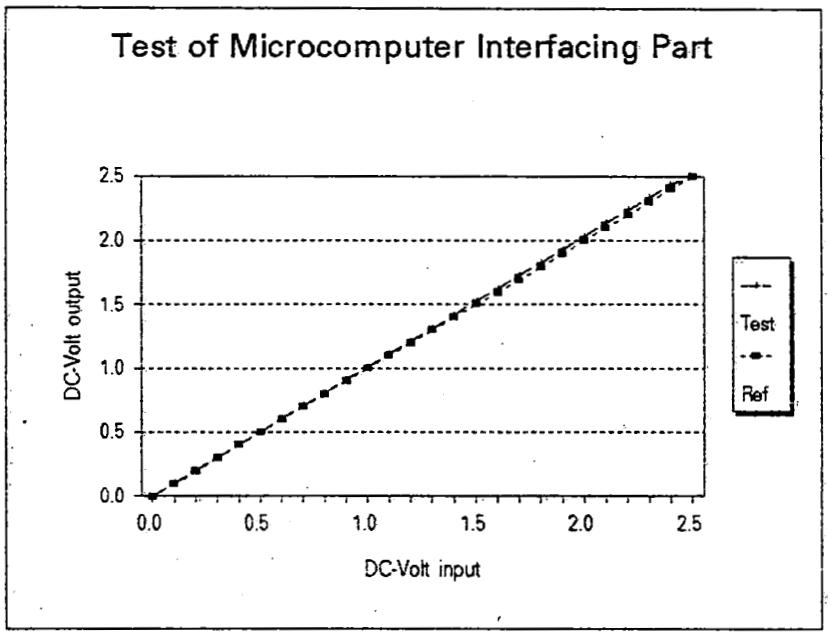
ทั้งนี้ก่อนการใช้งานการ์ด ADC ที่สร้างขึ้นนี้ จำเป็นจะต้องมีการปรับแต่ง V_{ref} ให้กับ IC ADC0804 เสียก่อนโดยทำการปรับที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ ให้แรงดันไฟฟ้าที่ขา 9 ของ IC ADC0804 มีค่าอยู่ในช่วง 0 - 2.5 โวลต์ โดยที่ความต่างศักย์นี้จะเป็นตัวกำหนดแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่การ์ดนี้สามารถวัดได้ โดยที่ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่จะวัดได้จะมีค่าเท่ากับ สองเท่าของแรงดันไฟฟ้าที่ขา 9 หรือ $V_{max} = 2XV_{(9)}$



ภาพที่ 22 วงจรการ์ดเชื่อมต่อของระบบวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

4.4.2 ผลการทดสอบส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์

ผลการทดสอบส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟที่ทราบค่าพบว่า ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานได้ถูกต้องตลอดช่วงที่ทำการทดสอบ (0.0-2.5 V.) โดยมีความคลาดเคลื่อน 0.0005 (แสดงภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 กราฟแสดงการทดสอบของส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์

4.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการข้อมูล

การ์ดเชื่อมต่อที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้จะทำงานได้สมบูรณ์ต้องมีโปรแกรมประกอบด้วย โดยโปรแกรมที่ใช้สำหรับกำหนดและควบคุมการทำงานของการ์ดเชื่อมต่อนี้พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C มีชื่อว่า Noise ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 คุณสมบัติของโปรแกรม Noise

หน้าที่หลักของโปรแกรม Noise คือ การเป็นส่วนหนึ่งของการรับข้อมูล แปลงค่าข้อมูลที่รับเป็นระดับเสียงและแสดงผลโดยสัญญาณที่ส่งมาจากส่วนรับสัญญาณเสียงจะเป็นสัญญาณแบบอนาลอกซึ่งสัญญาณนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนด้วย การ์ดเชื่อมต่อที่สร้างขึ้น และโปรแกรม Noise จะรับข้อมูล (สัญญาณดิจิตอลจากพอร์ต) มาแปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าและสุดท้ายเปลี่ยนเป็นระดับเสียงในหน่วยเดซิเบล

ทั้งนี้โปรแกรม Noise ที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

1. เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลจากการ์ดเชื่อมต่อเป็นระดับเสียงในหน่วยเดซิเบล
2. สามารถตั้งเวลา เริ่ม/หยุด ทำงานของระบบได้
3. สามารถตั้งช่วงเวลาสำหรับการอ่านข้อมูลได้
4. สามารถเก็บข้อมูลระดับเสียงลงในแฟ้มข้อมูล (ข้อมูลนี้สามารถเรียกใช้ได้ทั้งจากโปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ และโปรแกรมสเปรดชีต)
5. โปรแกรม Noise ทำงานในเทกซ์โหมด (text mode) บนระบบปฏิบัติการ DOS ต้องการเนื้อที่ว่างบนแผ่นดิสก์ 6900 ไบต์

4.5.2 การทำงานของโปรแกรม Noise

การทำงานของโปรแกรม Noise จะเริ่มด้วยการส่งคอนโทรลเวิร์ดไปกำหนดโหมดการทำงานของ IC 8255A ที่แอดเดรส 303H เพื่อให้ IC 8255A อยู่ในโหมดการทำงาน 0 โดยส่งคอนโทรเวิร์ด เป็น 9BH เพื่อกำหนดให้พอร์ต A,B และ C อยู่ในโหมดอินพุททั้งหมดด้วยคำสั่ง

```
outportb(303H,9BH);
```

จากนั้นเราสามารถรับข้อมูลจากพอร์ต 302H โดยใช้คำสั่งในการอินพุทข้อมูลคือ

```
data_in = inportb(302H);
```

ทั้งนี้ข้อมูลที่รับเข้ามาจะเป็นค่า digital weight เก็บในตัวแปล data_in ซึ่งสามารถแปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าได้โดยใช้สมการ

$$Volt = \left(\frac{2.5}{255}\right) \times data_in \qquad .....(9)$$

ในที่นี้การเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีลักษณะเป็นเชิงเส้น คือ เพิ่มขึ้นครั้งละ 2.5/255 ต่อค่า digital weight หนึ่งตัว หรือประมาณ 10 mV ต่อ 1 สเต็ป ทั้งนี้สามารถแปลงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้เป็นค่าระดับเสียงโดยใช้สมการ ที่ได้จากกราฟปรับเทียบคือ

$$dB = \left(\frac{\log Volt + 5.632}{0.054}\right) \qquad .....(10)$$

4.5.3 โปรแกรมย่อยของโปรแกรม Noise

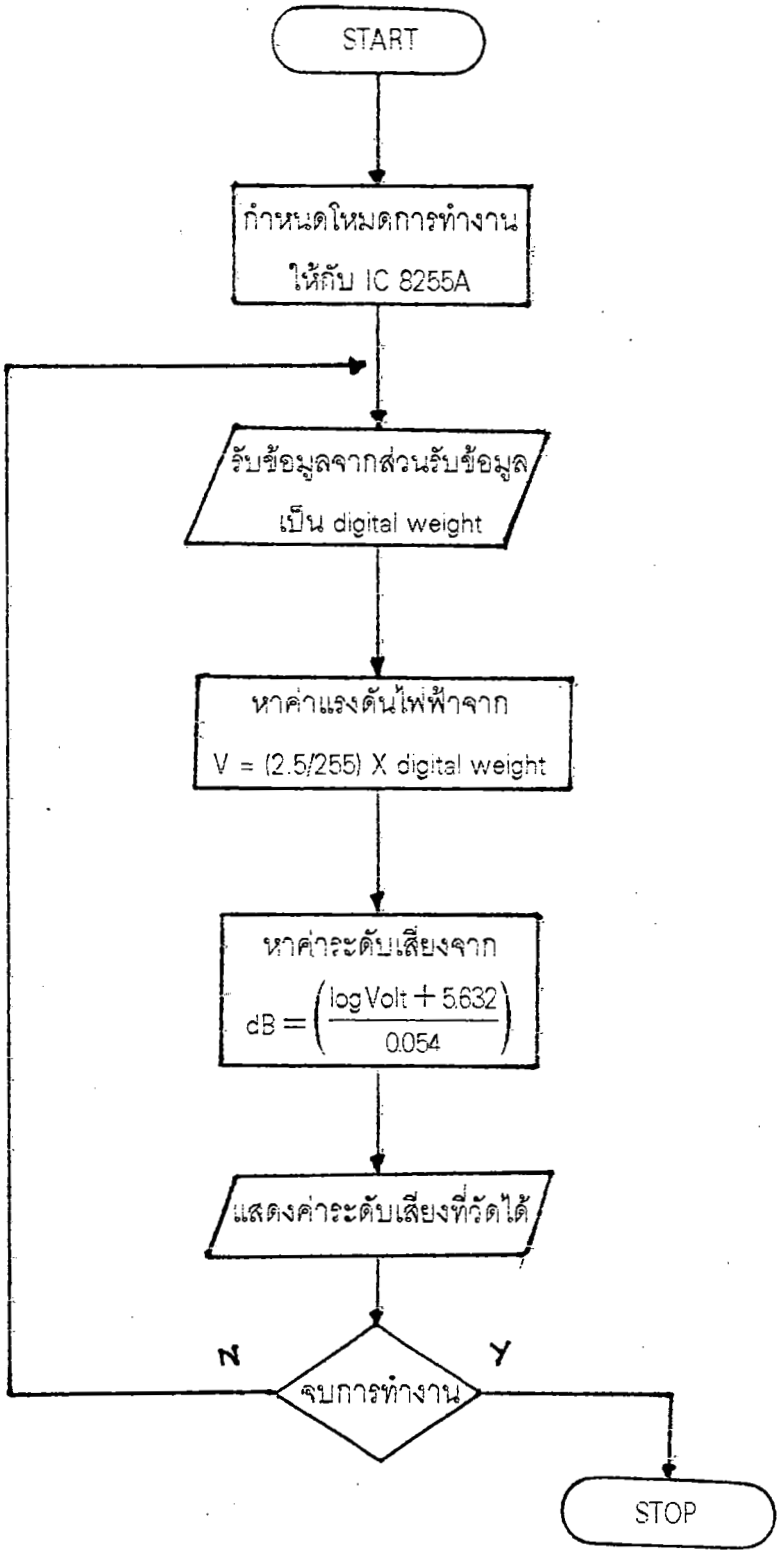
รายละเอียดของโปรแกรม Noise แสดงในผังงานระบบภาพที่ 24 ทั้งนี้โปรแกรม Noise ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยที่แยกส่วนการทำงานแต่ละหน้าที่โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

- **โปรแกรมย่อย** : set_sys()
  หน้าที่ : ตั้งเวลาเริ่มต้น เวลาหยุดการอ่านข้อมูล ชื่อแฟ้มข้อมูล

- **โปรแกรมย่อย** : working()
  หน้าที่ : อ่านข้อมูลจากระบบ คำนวนค่าแรงดันไฟฟ้า ค่าระดับเสียง แสดงผล และเก็บข้อมูลที่ได้ลงแฟ้มข้อมูล

- **โปรแกรมย่อย** : select_menu()
  หน้าที่ : จัดการเกี่ยวกับเมนู เพื่อเลือกการทำงาน

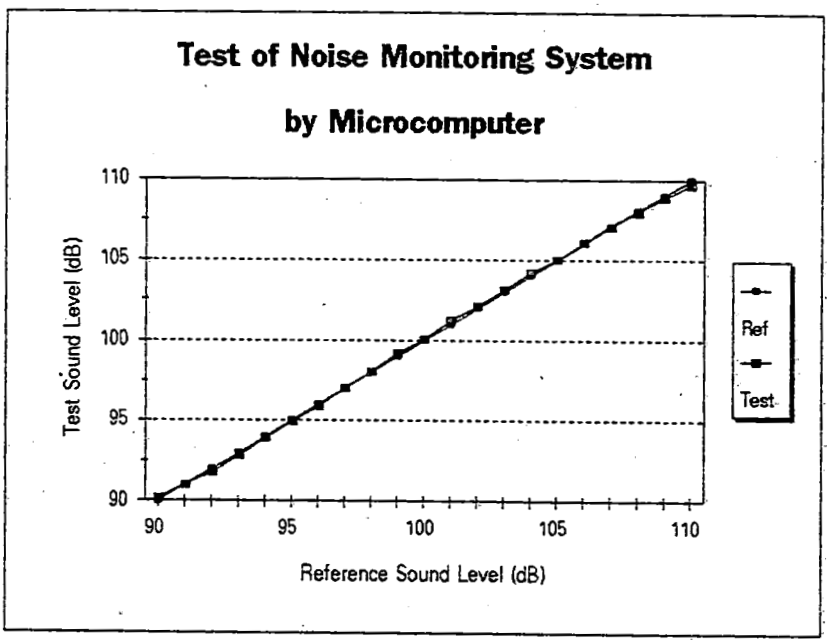
- **โปรแกรมย่อย** : report_data()
  หน้าที่ : แสดงค่าที่ได้จากการตรวจวัดของระบบ จากแฟ้มข้อมูลปัจจุบัน



ภาพที่ 24 ผังงานระบบการทำงานของโปรแกรม Noise

4.6 ผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ทดสอบโดยใช้แหล่งกำเนิดเสียงที่ทราบค่า (90-110 dB(C)) พบว่าระบบตรวจวัดเสียงที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยมีความคลาดเคลื่อน 0.02 ผลการทดสอบดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 กราฟผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการคือ (1) เพื่อศึกษาทดลองการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูลเชิงกายภาพ (ระดับเสียง) กับไมโครคอมพิวเตอร์ และ (2) เพื่อสร้างต้นแบบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยโดยสรุปดังนี้

1. **ศึกษาและออกแบบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์** มาตรระดับเสียงทั่วไปจะมีส่วนประกอบอย่างน้อย 3 ส่วน คือ ส่วนรับสัญญาณเสียง ส่วนขยายหรือปรับแต่งสัญญาณ และส่วนแสดงผล ซึ่งแต่ละส่วนจะมีหน้าที่การทำงานที่สัมพันธ์กัน ทั้งนี้ระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในการวิจัยที่จะออกแบบและสร้างขึ้นจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ (1) ส่วนรับสัญญาณเสียง (2) ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ และ (3) ส่วนจัดการข้อมูล (ซึ่งอาจมีบางส่วนที่แตกต่างออกไปจากมาตรระดับเสียงทั่วไปบ้าง)

2. **การออกแบบและทดสอบส่วนรับสัญญาณเสียง** ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์มีหน้าที่รับเสียงจากสภาพแวดล้อมและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อได้วงจรในส่วนรับสัญญาณเสียงแล้วต้องนำมาตรวจสอบและปรับแต่งสัญญาณให้ได้ตามช่วงที่ต้องการ แล้วจึงนำมาหากราฟปรับเทียบ (calibration curve) ของส่วนรับสัญญาณเสียง ระหว่างระดับเสียงกับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากส่วนรับสัญญาณเสียง ทำได้โดยนำส่วนรับสัญญาณเสียงที่ทดสอบแล้วไปวัดระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งทราบค่าระดับเสียง เพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า (V) ที่ออกจากส่วนรับสัญญาณเสียง ที่ระดับเสียง (dB) ต่าง ๆ กัน จากนั้นนำค่าแรงดันไฟฟ้า (V) และค่าระดับเสียง (dB) ที่ได้ไปหาความสัมพันธ์และกราฟปรับเทียบ (ทดลองโดยใช้เสียงที่ความถี่ 1 kHz และเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 dB)

3. **การออกแบบและทดสอบส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์** เนื่องจากการทำงานของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานในลักษณะแบบดิจิตอล แต่สัญญาณเสียงที่ตรวจวัดได้มีลักษณะแบบอนาลอก ดังนั้นก่อนที่ไมโครคอมพิวเตอร์จะรับข้อมูลหรือสัญญาณจากส่วนรับสัญญาณเสียงได้ ต้องเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน ไมโครคอมพิวเตอร์จึงจะทำงานต่อได้ จากนั้นทดสอบการรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้จากส่วนนี้ เพื่อตรวจสอบความ

ถูกต้อง สำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมและจัดการกับข้อมูลที่ไมโครคอมพิวเตอร์รับได้จากวงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

4. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการข้อมูล ระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะทำงานได้สมบูรณ์ต้องมีชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานและรับข้อมูลระดับเสียงที่ได้ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการสัญญาณเสียงที่รับได้จากส่วนรับสัญญาณเสียงและส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดให้มีคุณสมบัติดังนี้ เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลจากการ์ดเชื่อมต่อเป็นระดับเสียงในหน่วยเดซิเบล สามารถตั้งเวลา เริ่ม/หยุด ทำงานของระบบได้ สามารถตั้งช่วงเวลาสำหรับการอ่านข้อมูลได้ สามารถเก็บข้อมูลระดับเสียงลงในแฟ้มข้อมูล

5. การทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อส่วนรับสัญญาณเสียง ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำงานถูกต้องแล้วจะนำองค์ประกอบทั้งหมดของระบบมาเชื่อมต่อกัน และทดสอบว่าเมื่อส่วนรับสัญญาณเสียงได้รับเสียงจากสภาพแวดล้อมและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วส่งมายังส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์นั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในส่วนหลังสามารถจัดการกับข้อมูลที่เข้ามาได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์หรือไม่

5.2 สรุปผล

จากผลการศึกษาวิจัย สรุปผลได้ดังนี้

1. ส่วนประกอบของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับการวัดระดับเสียงในการวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนรับสัญญาณเสียง ประกอบด้วย ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ วงจรขยายสัญญาณ และวงจรเรคติไฟ

2. ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรดีโค้ดพอร์ต และส่วนเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยสร้างเป็นการ์ดสำหรับเสียบในช่องสล๊อตของไมโครคอมพิวเตอร์

3. ส่วนจัดการข้อมูล ส่วนนี้จะเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมและรับข้อมูลจากส่วนที่ 2 โดยจะทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูล (สัญญาณไฟฟ้า) ที่ถูกส่งมาจากส่วนที่ 1 และส่งเข้ามายังส่วนที่ 2 เพื่อทำการประมวลผลและแสดงผลต่อไป

2. ส่วนรับสัญญาณเสียง

ส่วนรับสัญญาณเสียงของระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นี้มีหน้าที่รับสัญญาณเสียงจากสิ่งแวดล้อมและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบและการทำงานดังนี้คือ

1. ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ ไมโครโฟนนี้มีความไวและตอบสนองความถี่ในช่วงกว้าง มีคุณสมบัติดังนี้คือ เป็นไมโครโฟนแบบรอบตัว (omni-directional microphone) ตอบสนองความถี่ช่วง 50 - 18000 Hz มีอิมพีแดนซ์ 1.0 Ohm มีความไว -65 db ที่ 1 kHz ใช้ไฟเลี้ยงขนาด 1.5 V

2. วงจรขยายสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์นี้มีอัมปริจูดที่น้อยมากจึงจำเป็นต้องขยายอัมปริจูดของสัญญาณก่อน โดยวงจรขยายสำหรับงานวิจัยนี้เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ขยายทางด้านอัมปริจูดเพียงอย่างเดียว (ไม่จำเป็นต้องขยายกระแส) ดังนั้นวงจรที่ใช้จึงเป็นวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ออปแอมป์

3. วงจรเรคติไฟ เนื่องจากการ์ด ADC ที่สร้างขึ้นนี้จะสุ่มอ่านแรงดันไฟฟ้าทาง INPUT ที่เวลาต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณที่เป็นกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงที่เวลาใด ๆ เสียก่อน

ผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากชุดรับสัญญาณเสียงนั้นพบว่า มีความสัมพันธ์เป็นแบบลอกการิธึม

3. ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์

ส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์มีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงและเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งสัญญาณที่ได้จากส่วนรับสัญญาณเสียงให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานต่อไป ซึ่งประกอบด้วย วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรดีโค้ดพอร์ตและส่วนเชื่อมต่อ โดยกำหนดให้ส่วนนี้สามารถรับสัญญาณอนาลอกได้ในช่วง 0-2.5 VDC และแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต ด้วย IC ADC0804 โดยกำหนดพอร์ตทำงาน 2 พอร์ตคือ 302H สำหรับรับข้อมูลจากส่วนรับสัญญาณเสียง และ 303H สำหรับกำหนดโหมดทำงานของ IC 8255A โดยใช้ IC

8255A เป็น bus interface โดยส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นการ์ดที่เสียบเข้ากับสล็อต ไอ/โอ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และจากผลการทดสอบส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟที่ทราบค่าพบว่าส่วนรับข้อมูลของไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานได้ถูกต้องตลอดช่วงการวัดและมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.0005

4. โปรแกรมควบคุมระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

โปรแกรมที่ใช้สำหรับกำหนดและควบคุมการทำงานของการ์ดเชื่อมต่อนี้พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C มีชื่อว่า "Noise" หน้าที่หลักของโปรแกรม Noise คือ การเป็นส่วนหนึ่งของการรับข้อมูล แปลงค่าข้อมูลที่รับปืนระดับเสียง และแสดงผล โดยสัญญาณที่ส่งมาจากส่วนรับสัญญาณเสียงจะเป็นสัญญาณแบบอนาลอกซึ่งสัญญาณนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนด้วยการ์ดเชื่อมต่อที่สร้างขึ้น และโปรแกรม Noise จะรับข้อมูล (สัญญาณดิจิตอลจากพอร์ต) มาแปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าและสุดท้ายเปลี่ยนเป็นระดับเสียงในหน่วยเดซิเบล ทั้งนี้โปรแกรม Noise ที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

1. เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลจากการ์ดเชื่อมต่อเป็นระดับเสียง
2. สามารถตั้งเวลา เริ่ม/หยุด ทำงานของระบบได้
3. สามารถตั้งช่วงเวลาสำหรับการอ่านข้อมูลได้
4. สามารถเก็บข้อมูลระดับเสียงลงในแฟ้มข้อมูล (ข้อมูลนี้สามารถเรียกใช้ได้ทั้งจากโปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ และโปรแกรมสเปซชีต)
5. โปรแกรม Noise ทำงานในเทกซ์โหมด (text mode) บนระบบปฏิบัติการ DOS ต้องการเนื้อที่ว่างบนแผ่นดิสก์ 6900 ไบต์

5. ผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ผลการทดสอบระบบตรวจวัดเสียงด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ทดสอบโดยใช้แหล่งกำเนิดเสียงที่ทราบค่า (90-110 dB) พบว่าระบบตรวจวัดเสียงที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตลอดช่วงการทดสอบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.02

บรรณานุกรม

จิติ หนูแก้ว. 2534. เทคนิคการเชื่อมต่อ IBM/PC. เอช-เอน การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 159 น.

เจน สมสงพันธ์. 2536. ระบบเสียงและการมิกซ์เสียง. กรุงเทพฯ.

ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ และ ทินกร ดุ๊ก. มปท. การอินเทอร์เฟส IBM/PC. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 256 น.

วิสันต์ อาชาเดโชพล. มปท. คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กและการประยุกต์ใช้งาน. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 220 น

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียง.กองสนเทศและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 33 น.

บัณฑิต จามรภูติ. 2535. ฮาร์ดแวร์ไมโครคอมพิวเตอร์. เอช-เอน การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 159 น.

Beranek, L.L. 1949. Acoustic Measurements. John Wiley & Sons, New York. 914 p.

Broch, J.T. 1973. The Application of the Bruel & Kjaer Measuring Systems to Acoustic Noise Measurements. Naerum, Demark. 203 p.

Carr, J.J. 1991. Microcomputer Interfacing. Prentice-Hall Inc., New Jersey. 462 p.

Cunniff, P. 1977. Environmental Noise Polluion. John Wiley & Sons, New York. 210 p.

Doebelin, E.O. 1990. Measurement System Application and Design. McGraw-Hill. New York. 965 p.

Krutz, R.L. 1988. Interfacing Techniques in Digital Design with Emphasis on Microprocessors. John Wiley & Sons, New York. 382 p.

Malvino, A.P. and D.P. Leach. 1986. Digital Principles and Applications. McGraw-Hill. New York. 540 p.