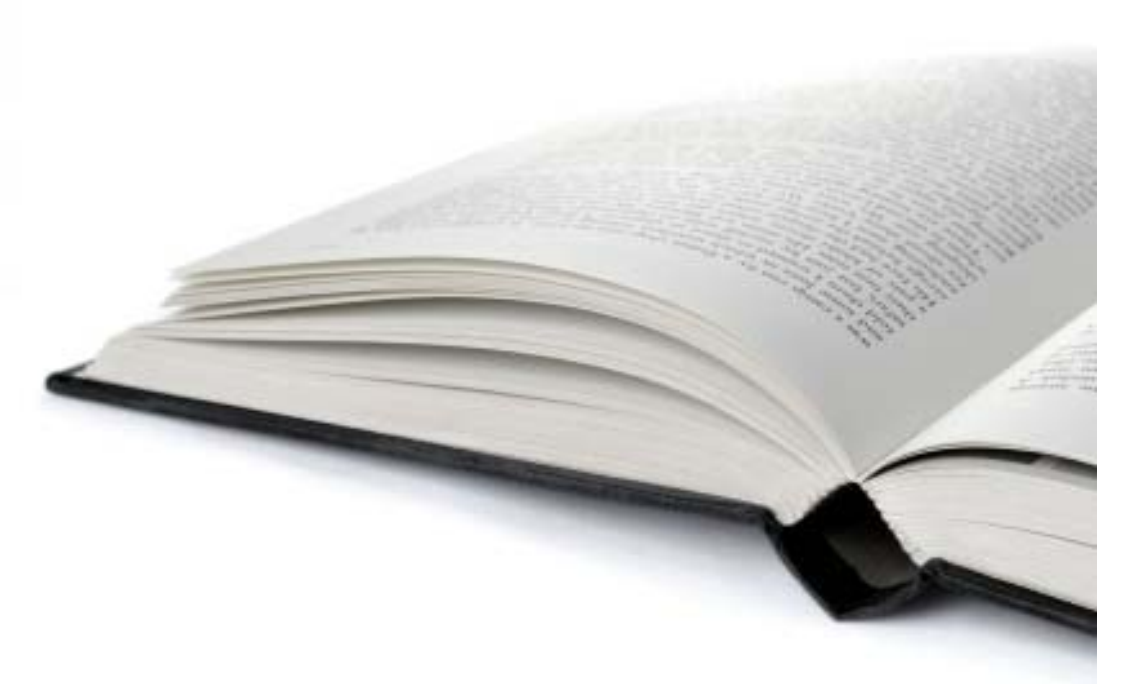
บทความวิจัย

RESEARCH



วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต
Journal of Rangsit University : Teaching & Learning
ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2554

การพัฒนาชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ

Development of the Experiment Set for Studying Wave Resonance in Closed End Tube

ผศ.ปรียา อนุพงษ์องอาจ
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์และทางอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยใช้ Function Generator เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า ความถี่ที่ใช้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 600 - 1600 Hz ใช้คอนเดนเซอร์ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์ในการรับเสียง เสียงที่ได้รับจะผ่านวงจรปรับปรุงสัญญาณ และใช้เครื่องออสซิลโลสโคปเป็นส่วนแสดงผลของสัญญาณ โดยแสดงผลเป็นสัญญาณรูปคลื่น นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 (PHY 224) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 115 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T-Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS พบว่า

1. ประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศที่ออกแบบและพัฒนา เมื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่อง สามารถหาอัตราความเร็วเสียงในอากาศจากชุดทดลองเปรียบเทียบกับอัตราความเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิห้องพบว่า มีค่าร้อยละความแตกต่าง 1.08 และจากการทดสอบที่ความถี่ 600, 800, 1,000, 1,200, 1,400 และ 1,600 Hz พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.070 - 0.237

2. ค่าเฉลี่ย ($\bar{\chi}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระดับความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ มีค่าเท่ากับ 4.24 และ 0.719 แสดงว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองนี้ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

3. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศในข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรกดังนี้ ในด้านลักษณะทางกายภาพได้แก่ อันดับที่ 1 คือ ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ

0.626 อันดับที่ 2 คือชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถหาอะไหลได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.854 อันดับที่ 3 คือชิ้นส่วนของชุดทดลอง สามารถซ่อมแซมและเปลี่ยนง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.712 ในด้านความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ได้แก่ อันดับที่ 1 คือ เชื่อมต่อกับเครื่องออสซิลโลสโคปได้อย่างง่ายและสะดวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.646 อันดับที่ 2 คือ ผลของชุดทดลองนี้หาอัตราเร็วเสียง ในอากาศได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.655 อันดับที่ 3 คือ ชุดทดลอง ติดตั้งง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.719

คำสำคัญ : การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ ชุดทดลอง ท่อปลายเปิด

Abstract

The purposes of the study were to design and develop an experimenting kit to study wave resonance in closed end tube applying the principles of physics and electronics. The intervention of the research was the experimenting kit especially developed to study wave resonance in closed end tube using electric signal from generator. The range of frequency was 600-1600 Hz and the condenser microphone was used as an audio receiver. The sound signals would pass through signal conditioning circuits and when they came out, they were shown through an oscilloscope. Besides, students' opinions towards the experimenting kit were also studied. The subjects of the study, selected by purposive sampling technique, were 115 engineering students who took the course Laboratory Physics 2 (PHY 224) in the first semester of the academic year 2010. The obtained data were statistically analyzed by percentage, means, standard deviation, and T-test through SPSS statistical packages.

The findings of the study were as follows:

1. The efficiency of the experimenting kit of wave resonance in closed end tube, when tested at room temperature, yielded 1.08% difference of speed as compared with the speed of sound in the air. And when the kit was tested at frequencies of 600, 800, 1000, 1200, 1400 and 1600 Hz, it was found that the standard deviation was between 0.070-0.237.

2. The mean (4.24) and standard deviation (0.719) of students' opinions towards the developed kit showed that students were very satisfied with the treatment.

3. As for the rank of the subjects' satisfaction towards the experimenting kit in terms of its physical features, the highest was "appropriateness for practical use" receiving the mean scores of 4.27 (S.D. = 0.626). The second to highest was "availability of spare parts", receiving the mean scores of 4.24 (S.D. = 0.854). And the third was "reparability and replaceability", of which the means scores were 4.19 (S.D. = 0.712). In terms of practicality, the item with the highest mean scores was "easily connected with oscilloscope" (mean = 4.50; S.D. = 0.646). The second to highest was "ability to detect air speed of sound" (mean = 4.37; S.D. = 0.655). And the third was "easy installation", of which the mean scores were 4.37 (S.D. = 0.719).

Keywords: Wave Resonance in Closed End Tube, Experiment Set, Closed End Tube

บทนำ

ในปัจจุบันการนำสื่อการสอนนวัตกรรมมาใช้ในวงการศึกษากำลังเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ด้วยเหตุที่การศึกษามุ่งที่จะพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น และมีรับผิดชอบตนเอง ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจึงต่างไปจากเดิม คือมุ่งให้ผู้เรียนรู้จักวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยเหลือแนะนำ ผู้สอนจำเป็นต้องนำเอาวิธีการสอนใหม่ๆ พร้อมทั้งสื่อการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ (สุนันท์ สังข์อ่อน, 2526)

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ได้จัดการเรียนการสอนนักศึกษาในกลุ่มสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักศึกษาจะต้องเรียนรู้ทฤษฎีและการปฏิบัติ ในการเรียนวิชาปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องให้นักศึกษาได้ปฏิบัติหรือทดลองจริง เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 เป็นการศึกษาวิชาฟิสิกส์ในเชิงปฏิบัติการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักศึกษานำปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ หรือต้องการศึกษาเข้ามาสู่ห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการ และทำการทดลองเพื่อตอบคำถามที่ต้องการทราบ โดยความน่าเชื่อถือของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การทดลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงจะต้องประกอบด้วยการใช้เครื่องมือในการวัดข้อมูลที่เหมาะสม มีความละเอียดเพียงพอ มีวิธีการทดลองที่รอบคอบ มีการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์

ได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องแม่นยำ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือปฏิบัติการต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพเพื่อรองรับและสนับสนุนการเรียนการสอน

สำหรับวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 นี้ การทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศเป็นการทดลองหนึ่งที่น่าสนใจ โดยการสั่นพ้องหรือการกำทอน คือปรากฏการณ์การสั่นของวัตถุที่มีความถี่ของการสั่นเท่ากับความถี่ธรรมชาติ จะทำให้วัตถุนั้นมีการสั่นที่รุนแรงที่สุด โดยสำหรับคลื่นเสียงถ้าปรับความถี่ของลำโพงไปตรงกับความถี่ธรรมชาติของลำอากาศ จะทำให้ลำอากาศในหลอดสั่นรุนแรง จึงทำให้เกิดเสียงดังที่สุด ซึ่งในการทดลองนี้จะทำให้นักศึกษาเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของคลื่นและเสียง รวมถึงเข้าใจการรวมกันและการแทรกสอดกันของคลื่นและเสียงได้ อีกทั้งยังสามารถคำนวณหาอัตราเร็วของเสียงและความหนาแน่นของอากาศได้อีกด้วย แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้คือเสียงที่ออกมาจากท่ออากาศมีเสียงดังมากขณะที่นักศึกษาทุกกลุ่มทำการทดลองพร้อมกัน ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าเสียงนั้นดังมาจากท่อกำทอนของกลุ่มของตนหรือไม่ อีกทั้งนักศึกษาต้องใช้ความรู้สึกวัดว่าเสียงที่ออกจากท่ออากาศนั้นเป็นเสียงที่ดังที่สุด ทำให้ผลการทดลองที่เกิดขึ้นไม่แน่นอนและการวิเคราะห์ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก

ปัจจุบันเทคโนโลยีเกี่ยวกับอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีความเจริญก้าวหน้า อีกทั้งมีราคาถูก ทางผู้ดำเนินการวิจัยเห็นว่าสามารถนำเทคโนโลยีด้านนี้มาปรับปรุงและพัฒนาชุดทดลองเรื่อง การเกิดการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศได้โดยการเปลี่ยนสัญญาณเสียงที่ดังมากนี้ เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้สามารถวัดได้ในห้องปฏิบัติการ ทำให้ต้นทุนของชุดทดลองมีราคาถูกลง นักศึกษาสามารถเห็น สัญญาณไฟฟ้าของคลื่น เสียงได้อย่างชัดเจน และยังสามารถนำเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการมาใช้กับชุดทดลองนี้ทำให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยแสดงผลเป็นสัญญาณรูปคลื่นบนจอออสซิลโลสโคป
2. สามารถคำนวณหาค่าอัตราเร็วเสียงในอากาศจากชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศได้
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง เรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ

วิธีดำเนินการวิจัย (Methods)

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 (PHY 224) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 167 คน

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนัก ศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 (PHY 224) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 115 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ

2. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของเสียงในท่ออากาศ

1. ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลอง

1.1 ศึกษาและรวบรวมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การทำทอนของคลื่นในท่ออากาศ จากเอกสารคำสอนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 2 และฟิสิกส์ 2 (PHY 133 และ PHY 223) เรียบเรียงโดย ผศ. ปรียา อนุพงษ์องอาจ

1.2 กำหนดขอบเขต และรูปแบบของชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ พร้อมทั้งออกแบบและสร้างชุดทดลอง โดยได้แบ่งการออกแบบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนโครงสร้างของชุดทดลอง ส่วนวงจรปรับปรุงสัญญาณ และส่วนการแสดงผลของสัญญาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 โครงสร้างของชุดทดลอง

โครงสร้างของชุดทดลอง เรื่องการกำทอนของเสียงในท่ออากาศได้กำหนดให้เครื่อง Function Generator เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าต่อกับลำโพง โดยความถี่ที่ใช้ในชุดทดลองนี้อยู่ในช่วง 600-1600 Hz โดยชุดทดลองมีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และสามารถแสดงผลของสัญญาณไฟฟ้าเมื่อคลื่นเกิดการกำทอนบนหน้าจออสซิลโลสโคป

ดังนั้น จึงเลือกใช้ลำโพงไดนามิกชนิดเสียง รวมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ท่ออะคริลิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3.2 ซ.ม. และความยาวของท่อที่ใช้ในชุดทดลอง ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 43.3 ซ.ม. ซึ่งคำนวณค่ามาจากความถี่ 600 Hz ที่ด้านข้างของหลอดมีสเกลบอกความยาวติดอยู่โดยสามารถวัดความยาวได้ตั้งแต่ 0-50 ซ.ม. และใช้ลำโพงให้สัญญาณเสียง ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) ให้เป็นสัญญาณเสียง โดยใช้ท่อ PVC ยาว 60 ซ.ม. ทำหน้าที่เป็นคันชัก มีคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซ.ม. ยึดอยู่ที่ปลายท่อ PVC ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจรับเสียงที่เกิดขึ้นในท่ออากาศ

1.2.2 วงจรปรับปรุงสัญญาณ

ในส่วนของวงจรปรับปรุงสัญญาณ ได้แบ่งการออกแบบเป็น 3 ส่วน คือ

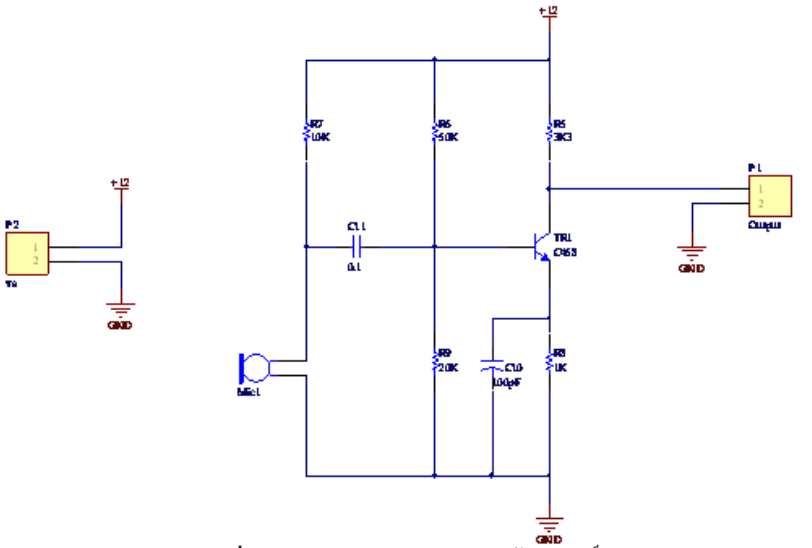
ก. การออกแบบวงจรปรีแอมปลิไฟเออร์ (Preamplifier)

ข. การออกแบบวงจรกรองความถี่ (Filter)

ค. การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier)

ก. การออกแบบวงจรปรีแอมปลิไฟเออร์ (Preamplifier)

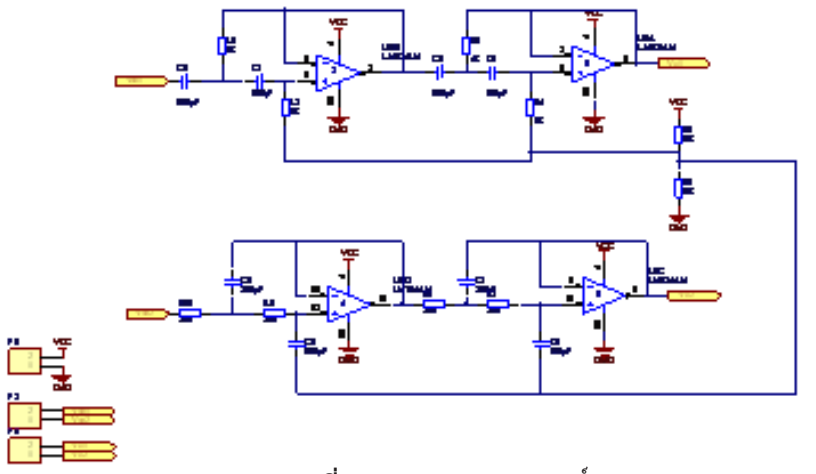
ในการออกแบบวงจรปรีแอมปลิไฟเออร์ งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ตัวรับเสียงเป็นคอนเดนเซอร์-ไมโครโฟน การต่อวงจรมีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 1 แสดงวงจรปรีแอมปลิไฟเออร์

ข. การออกแบบวงจรกรองความถี่ (Filter)

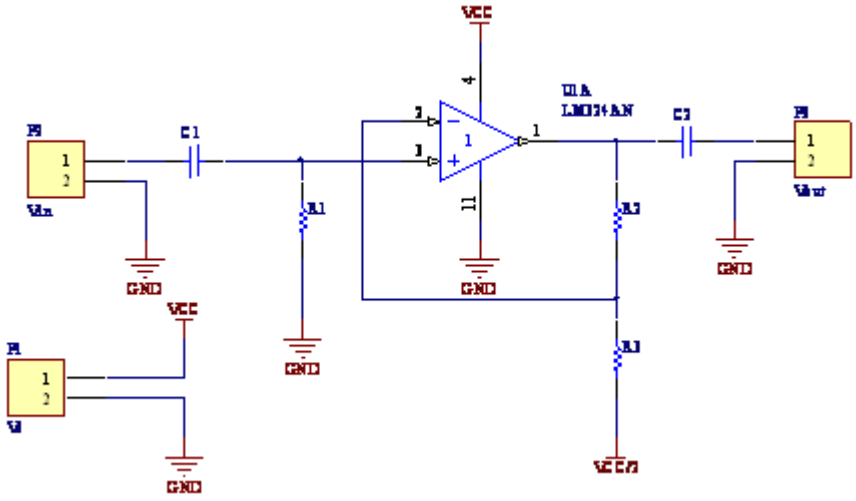
สัญญาณที่ได้จากวงจรปรีแอมป์นั้น ยังมีสัญญาณที่ไม่ต้องการออกมาด้วย และจากข้อกำหนดของงานวิจัยต้องการความถี่ 600 Hz ถึง 1600 Hz จึงได้ทำการออกแบบวงจร HighPass Filter ให้มีความถี่คัตออฟ (f_C) ที่ 600 Hz และวงจร Low Pass Filter ให้มีความถี่คัตออฟ (f_C) ที่ 1600 Hz โดยจากการคำนวณค่าอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบเข้ากับ Op-Amp LM 324 ซึ่งเป็น Op-Amp ชนิดแหล่งจ่ายเดียวที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบเป็นวงจรกรองความถี่ได้ดังรูป



รูปที่ 2 แสดงวงจรฟิวเตอร์

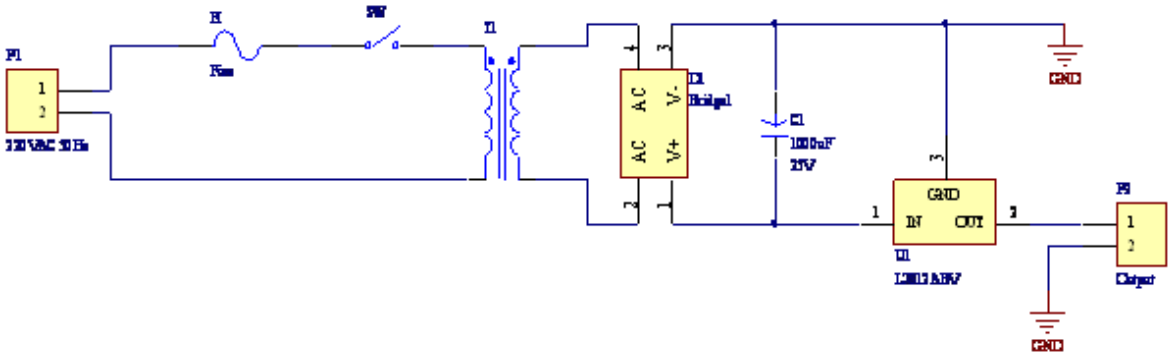
ค. การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier)

เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากภาคปรีแอมป์มีขนาด 150 mV และต้องการอัตราการขยาย 6 เท่า ที่ความถี่คัตออฟ 600 Hz และความต้านทานโหลด (R_L) 2.2 k Ω จากความต้องการดังกล่าว งานวิจัยนี้เลือกใช้ Op-Amp LM 324 และทำการออกแบบวงจรขยายชนิด Capacitor Coupling ชนิดไม่กลับเฟส ซึ่งวงจรขยายสัญญาณสามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3 แสดงวงจรขยายสัญญาณ

จากการออกแบบวงจรเพื่อไปใช้ในงานวิจัยทำให้ทราบว่า วงจรต้องการไฟเลี้ยงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดัน 12V_{DC} และกระแสไฟฟ้าขนาด 300 mA ซึ่งได้ทำการออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟ โดยใช้หม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันจาก 220 V_{AC} เป็น 12 V_{DC} ผ่านวงจรบริดจ์ (Bridge) โดยมีตัวเก็บประจุ C_1 ทำหน้าที่เป็นตัวกรอง และรักษาระดับแรงดันให้คงที่ด้วย I_C เบอร์ L7812 เพื่อรักษาระดับแรงดัน 12 V และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ 1000 mA และทำการออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟได้ดังรูป



รูปที่ 4 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ

1.2.3. การแสดงผลของสัญญาณ

สัญญาณเสียงที่ผ่านภาคปรับปรุงสัญญาณแล้ว จะเข้ามาในส่วนของการแสดงผล ซึ่งสัญญาณเสียงที่ได้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งต่อไปยังออสซิลโลสโคป ในรูปของสัญญาณรูปคลื่น

2. ขั้นตอนการทดสอบชุดทดลอง

ในการทดสอบชุดทดลอง ได้ทำการทดสอบชุดทดลองเพื่อหาค่าอัตราความเร็วเสียงในอากาศตามการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ในคู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 (PHY 133 และ PHY 223) เรียบเรียงโดย ผศ.ปรียา อนุพงษ์องอาจ เรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยทำการทดสอบหาตำแหน่งที่อัมปลิจูดของสัญญาณคลื่นบนหน้าจอออสซิลโลสโคปมีค่าสูงสุดซึ่งแสดงว่าเป็นตำแหน่งที่คลื่นเกิดการกำทอน บันทึกตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 เป็น L_1 และตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 เป็น L_2 โดยทำการทดสอบ 10 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของ L_1 และ L_2 นำค่า L_1 เฉลี่ยและ L_2 เฉลี่ยมาหาค่าความยาวคลื่น โดยทำการทดสอบที่ความถี่ 600, 800, 1,000, 1,200, 1,400 และ 1,600 Hz เมื่อได้ค่าความยาวคลื่นที่ความถี่ต่างๆ กันแล้ว นำมาวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง λ กับ $\frac{1}{f}$ ซึ่งค่าความชันของกราฟก็คืออัตราความ เร็วเสียงในอากาศ คือ $\lambda = \frac{v}{f}$

เปรียบเทียบค่าอัตราความเร็วเสียงในอากาศที่ได้จากการทดลองกับค่าอัตราความเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิห้องขณะทำการทดลอง โดยคำนวณหาร้อยละของความแตกต่างระหว่างอัตราความเร็วเสียงจาก 2 วิธีนี้

3. ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดทดลอง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ มีลักษณะเป็นแบบปลายปิด 5 ระดับ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ

ส่วนที่ 2 การนำไปใช้งาน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด

โดยกำหนดเกณฑ์ที่ให้ในการแปลความหมายของความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 แสดงว่าเห็นด้วยมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 แสดงว่าเห็นด้วยมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 แสดงว่าเห็นด้วยปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 แสดงว่าเห็นด้วยน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 แสดงว่าเห็นด้วยน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลเพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลอง เรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ มีขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงคในการทำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ประชากรรับทราบ
2. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ จากนั้นให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่อง การ กำทอนของคลื่นในท่ออากาศนี้
3. นำข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ มาวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

เมื่อรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลอง และแบบสอบถามมาได้แล้ว ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ผลดังนี้

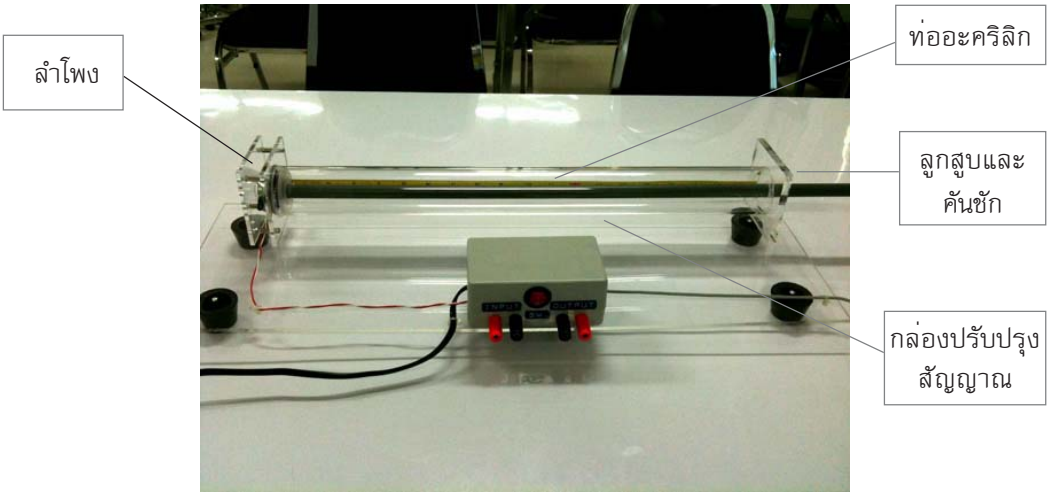
1. ผลการทดสอบชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ คำนวณหาร้อยละของความแตกต่างของผลการทดลอง ดังนี้

$$\text{ร้อยละของความแตกต่าง} = \left|\frac{E_1 - E_2}{\bar{E}}\right| \times 100$$

2. ข้อมูลจากแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์ผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 16.0 ดังนี้
   - 2.1 วิเคราะห์อันดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลอง เรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นร้อยละ (Percentage)
   - 2.2 วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ จากมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean :) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสรุปตามเกณฑ์การให้คะแนน

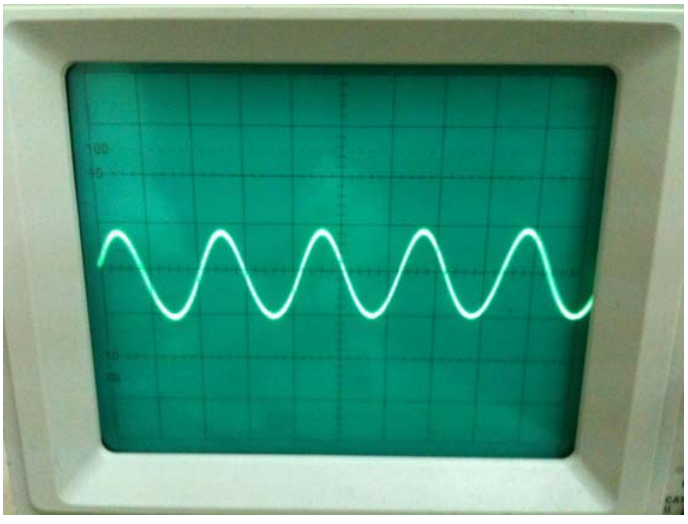
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดทดลอง ได้ชุดการทดลองออกมามีลักษณะดังรูป



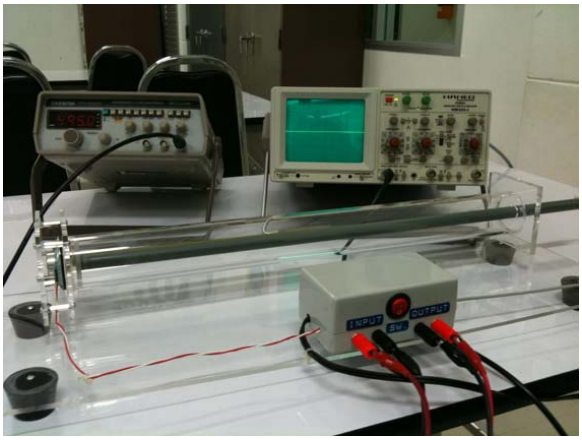
รูปที่ 5 แสดงชุดทดลองการเกิดกำทอนคลื่นในท่ออากาศ

เมื่อได้ชุดทดลองที่เสร็จสมบูรณ์แล้วดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน โดยเครื่องออสซิลโลสโคปเป็นส่วนแสดงผลของสัญญาณที่แสดงเป็นรูปคลื่น ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงผลเป็นสัญญาณรูปคลื่นบนหน้าจอออสซิลโลสโคป

และเมื่อนำชุดทดลองมาต่อกับเครื่องกำเนิดสัญญาณและเครื่องออสซิลโลสโคป จะแสดงได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงชุดทดลองต่อกับเครื่องกำเนิดสัญญาณและเครื่องออสซิลโลสโคป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อนำชุดทดลองมาทดสอบการใช้งาน ทดสอบหาระยะของตำแหน่งที่เกิดการกำทอนของคลื่นครั้งที่ 1 และระยะของตำแหน่งที่เกิดการกำทอนของคลื่นครั้งที่ 2 ที่ความถี่ 600, 800, 1,000, 1,200, 1,400 และ 1,600 Hz ได้ผลการทดสอบดังนี้

1. ที่ความถี่ 600 Hz พบว่า ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.092 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.185 ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.092 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.191 โดยผลต่างของระยะเฉลี่ยของตำแหน่งเสียงดังทั้งสองมีค่า 0.291 เมตร ทำให้สามารถหาความยาวคลื่นเสียงได้ 0.582 เมตร

2. ที่ความถี่ 800 Hz พบว่า ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.061 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.126 ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.273 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.204 โดยผลต่างของระยะเฉลี่ยของตำแหน่งเสียงดังทั้งสองมีค่า 0.212 เมตร ทำให้สามารถหาความยาวคลื่นเสียงได้ 0.424 เมตร

3. ที่ความถี่ 1,000 Hz พบว่า ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.042 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.218 ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.217 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.237 โดยผลต่างของระยะเฉลี่ยของตำแหน่งเสียงดังทั้งสองมีค่า 0.175 เมตร ทำให้สามารถหาความยาวคลื่นเสียงได้ 0.350 เมตร

4. ที่ความถี่ 1,200 Hz พบว่า ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.036 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.145 ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.176 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.162 โดยผลต่างของระยะ เฉลี่ยของตำแหน่งเสียงดังทั้งสองมีค่า 0.140 เมตร ทำให้สามารถหาความยาวคลื่นเสียงได้ 0.280 เมตร

5. ที่ความถี่ 1,400 Hz พบว่า ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.019 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.137 ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.140 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.057 โดยผลต่างของระยะเฉลี่ยของตำแหน่งเสียงดังทั้งสองมีค่า 0.121 เมตร ทำให้สามารถหาความยาวคลื่นเสียงได้ 0.242 เมตร

6. ที่ความถี่ 1,600 Hz พบว่า ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.016 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.070 ตำแหน่งที่เกิดกำทอนครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.124 เมตร และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.092 โดยผลต่างของระยะเฉลี่ยของตำแหน่งเสียงดังทั้งสองมีค่า 0.108 เมตร ทำให้สามารถหาความยาวคลื่นเสียงได้ 0.216 เมตร

และเมื่อได้ค่าความยาวคลื่น λ ที่ความถี่ต่างๆ กันแล้ว นำมาวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กับ $\frac{1}{f}$ ซึ่งค่าความชันของกราฟก็คืออัตราความเร็วเสียงในอากาศ จากการทดสอบจะได้อัตราความเร็วเสียงในอากาศ $v = 352.1\ m/s$ เปรียบเทียบกับอัตราความเร็วเสียงที่อุณหภูมิห้องขณะทำการทดลองมีค่า 28 C มีค่า พบว่า ค่าร้อยละความแตกต่างของผลการทดลองมีค่าเท่ากับ $v = 348.3\ m/s$

นอกจากนี้ยังทำการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศของกลุ่มตัวอย่าง โดยเมื่อนำระดับความคิดเห็นของนักศึกษามาคำนวณค่าเฉลี่ย ( ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{\chi}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ

ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ	$\overline{\chi}$	S.D.	ค่าระดับการประเมิน	อันดับที่
ส่วนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ				
1. ชุดทดลองมีความสวยงาม ขนาดเหมาะสม	4.18	0.615	มาก	4
2. ชุดทดลองมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.27	0.626	มาก	1
3. ชุดทดลองมีความแข็งแรง	4.03	0.755	มาก	7
4. ชุดทดลองง่ายต่อการเก็บรักษา	4.07	0.748	มาก	6
5. วัสดุที่นำมาสร้างชุดทดลองหาได้ง่ายและราคาถูก	4.14	0.837	มาก	5
6. ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถหาอะไหล่ได้ง่าย	4.24	0.854	มาก	2
7. ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถซ่อมแซมและเปลี่ยนได้ง่าย	4.19	0.712	มาก	3

ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ	$\bar{\chi}$	S.D.	ค่าระดับการประเมิน	อันดับที่
ส่วนที่ 2 การนำไปใช้งาน				
1. ชุดทดลองติดตั้งง่าย	4.37	0.719	มาก	2
2. ต่อกับแหล่งกำเนิดเสียงได้อย่างง่ายและสะดวก	4.34	0.688	มาก	4
3. ต่อกับเครื่องออสซิลโลสโคปได้อย่างง่ายและสะดวก	4.50	0.640	มากที่สุด	1
4. สัญญาณที่ปรากฏบนหน้าจอออสซิลโลสโคปมีความชัดเจน	4.31	0.742	มาก	5
5. วัดระยะของตำแหน่งเสียงดังได้อย่างง่ายและถูกต้อง	4.17	0.752	มาก	6
6. ผลของชุดทดลองนี้หาอัตราความเร็วเสียงในอากาศได้	4.37	0.655	มาก	2
ค่าระดับเฉลี่ย	**4.24**	**0.719**	**มาก**	

จากการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะแบบปลายเปิดของแบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ มีผู้ตอบข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 12.17 และมีผู้ไม่ตอบข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด จำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 87.83 จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 115 คน โดยสามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้ เรียนแล้วได้ความรู้มากเข้าใจง่าย ชุดทดลองสะดวกใช้ง่าย เหมาะกับการทดลอง สเกลบอกความยาวควรเป็นแบบดิจิตอล ควรมีชุดทดลองเพิ่มมากกว่านี้อย่างยิ่ง เมื่อเลื่อนลูกสูบแล้วมีเสียงดังทำให้เกิดคลื่นเสียงบน Oscilloscope มีการสั่น อุปกรณ์มีน้อยไม่เพียงพอกับนักศึกษา

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยนำมาอภิปราย ได้ดังนี้

1. ในการออกแบบและสร้างชุดทดลองเรื่อง การกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ ทำให้ได้ชุดทดลองที่สามารถหาอัตราความเร็วเสียงในอากาศได้ โดยเมื่อพิจารณาค่าของอัตราความเร็วเสียงในอากาศจากชุดทดลองนี้ เปรียบเทียบกับอัตราความเร็วเสียงในอากาศที่อุณหภูมิห้องพบว่า มีค่าร้อยละความแตกต่าง 1.08 แสดงว่านักศึกษาสามารถใช้ชุดทดลองนี้หาค่าอัตราความเร็วเสียงในอากาศได้ และจากการทดสอบที่ความถี่ 600, 800, 1,000, 1,200, 1,400 และ 1,600 Hz พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.070 - 0.237 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการใช้ชุดทดลองนี้มีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก

2. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลอง เรื่องการกำทอนของคลื่นในท่ออากาศ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด 3 อันดับแรกในแต่ละด้านดังนี้ ในด้านลักษณะทางกายภาพ นักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถหาอะไหลได้ง่าย และชิ้นส่วนของชุดทดลองสามารถซ่อมแซมและเปลี่ยนได้ง่าย ในด้านความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน นักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองนี้ เนื่องจากต่อกับเครื่องออสซิลโลสโคปได้อย่างง่ายและสะดวก ผลของชุดทดลองนี้หาอัตราความเร็วเสียงในอากาศได้และชุดทดลองติดตั้งง่าย แสดงว่านักศึกษาได้รับประโยชน์จากการใช้ชุดทดลองในการศึกษาเกี่ยวกับการกำทอนของคลื่นได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรแสดงผลของสเกลข้อมูลเป็นระบบดิจิตอลเพื่อให้อ่านข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น และควรทำชุดทดลองให้แข็งแรงและทนทานกว่านี้

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ทัศนีย์ ปัญจานนท์ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ และ รศ. นันทชัย ทองแป้น หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุมัติทุนวิจัย

ขอขอบคุณ คุณธวัช แก้วกัณฑ์ ที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และ ผศ. กาญจนา จันทร์ประเสริฐ ที่ให้คำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้

บรรณานุกรม

ทิพย์ศิริ จันทร์ชื่น, ปริยาภรณ์ พวงแก้ว. (2551). ***การศึกษาและออกแบบเครื่องช่วยฟัง.*** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอุปกรณ์ชีวการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

ธวัช แก้วกัณฑ์. (2553). ***เอกสารประกอบการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์.*** (BMI 323)

ปรียา อนุพงษ์องอาจ. (2553). ***ฟิสิกส์ 2 และฟิสิกส์ทั่วไป 2 (PHY 223, PHY 133).*** พิมพ์ครั้งที่ 13. โรงพิมพ์ศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต.

วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. (2545). ***ออปแอมป์และการประมวลผลสัญญาณอนาลอก.*** สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วงจรรวมหรือไอซี (Integrated Circuit, IC) และไอซีออปแอมป์ (OP-AMP). (online) http://eestud.kku.ac.th/eCamp/eCamp48/fileppt/ic.pp., สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2553

สญชัย อึ้งสมรรถโกษา, ยุทธพงศ์ ฉัตรกุลกวิน. ***Basic Electronic.*** ห้างหุ้นส่วนจำกัด อัมพรอาร์ตแอนด์ ปรินซ์.

สุรชัย นพรัตน์แจ่มจำรัส, อัศวิน เรณูสวัสดิ์, เชิญโชค ศรขวัญ, ขวัญ อารยะธนิตกุล, นฤมล เอมะรัตต์, รัชภาคย์ จิตต์อารี. (2547). ***การแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องคลื่นเสียงภายในหลอดกำทอน.*** การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 30 (วทท.30) ตุลาคม. หน้า 233

Futurlec. Microphones. (online). http://www.futurlec.com/Microphones.shtml., สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2553

John D. Cutnell & Kenneth W. Johnson. (2007). ***Physics.*** 7th Edition. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.