

การออกแบบและพัฒนาชุดการทดลอง เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อ โดยใช้ Arduino Design and Development of Sound Resonance Experimental Set Using a Pipe and an Arduino

ขนิษฐา จอห์นันต์^{1,*} และ กาญจนา กาญจนชาติ¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

Khanittha Joanun^{1,*} and Kannapa Kanjanachat¹

¹Faculty of Science and Technology Suan Dusit University

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการทดลอง เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อโดยใช้ Arduino โดยชุดการทดลองดังกล่าวนี้ใช้ท่อพอลิไวนิลคลอไรด์ยาว 1 เมตร เป็นท่อปลายปิด สามารถปรับความยาวท่อได้โดยการเลื่อนระยะลูกสูบที่อยู่ภายในท่อ และใช้สมาร์ตโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชัน Function Generator เชื่อมต่อผ่านลำโพงบลูทูธ เป็นแหล่งกำเนิดเสียง โดยปล่อยความถี่เสียงตั้งแต่ 400 500 และ 600 เฮิรตซ์ และใช้ Arduino เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเครื่องวัดค่าระยะ (x) เพื่อใช้คำนวณหาอัตราเร็วของเสียง จากผลการทดลองพบว่าค่าอัตราเร็วเสียงที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับทฤษฎี โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง 2.33 และ 6.90 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การสั่นพ้อง คลื่นเสียง Arduino

Abstract

The purpose of this research is to design and development of an experimental sound resonating set basically consisting of a pipe and Arduino. The core experimental setup is composed of a 1 meter long PVC pipe with a closed end pipe whose length can be adjusted by a piston within it. A smartphone application generates frequencies of 400, 500 and 600 Hz. The output of that sound source can be heard through a loudspeaker connected via Bluetooth. The sound velocity can be calculated by means of a distance measurement performed by the Arduino. The results show that the speed of sound is close to that predicted by theory. The deviations of the actual measurements from the theoretically expected values are between 2.33 and 6.90%.

Keywords: Resonance, Sound Wave, Arduino

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: khanittha_j-j@hotmail.com

บทนำ

วิชาฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของการสังเกต การทดลอง การคำนวณและการวัดหาปริมาณต่าง ๆ ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่มีลักษณะที่เน้นผู้สอนเป็นศูนย์กลาง มุ่งเน้นให้ผู้เรียนจดจำ คำนวณมากกว่าลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ (สุระ, 2547: 20-23) เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติพื้นฐานการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา ในปีการศึกษา 2561 มีผู้เข้าสอบจำนวน 94,333 คน พบว่าในรายวิชาฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 26.95 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานขั้นต่ำ คือ ร้อยละ 50 และมีคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ร้อยละ 0.00 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) อาจเป็นผลมาจากผู้เรียนยังไม่เข้าใจในเนื้อหา หลักการและไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยเฉพาะการคำนวณโจทย์ปัญหาต่าง ๆ

ปัญหาหลักในการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ เป็นผลมาจากเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรมจึงทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ (อรพินท์, 2549) ต้องอาศัยจินตนาการและประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนย่อมมีจินตนาการและประสบการณ์ที่ต่างกันจึงส่งผลให้การเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมาย โดยเฉพาะในเรื่องของคลื่นเสียง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเองโดยการใช้ชุดการทดลอง ซึ่งเป็นสื่อที่พัฒนาความรู้ ทักษะและประสบการณ์ให้ผู้เรียนเป็นอย่างดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในไทยและต่างประเทศ เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียง มีหลายวิธีที่ศึกษาเกี่ยวกับการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อ เช่น วิธีของปริณพารณ พิมพ์พิศาล และกัญญชญา หงส์เลิศสกุล (2557) ได้สร้างชุดการทดลองหาค่าอัตราเร็วในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง ใช้วิธีการระเหิดในแท่งโลหะยาว วิธีของธวัชชัย นาคช่วย (2561) ได้นำเสนอชุดการทดลองการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้สมาร์ตโฟนและท่อพอลิไวนิลคลอไรด์ โดยใช้แอปพลิเคชัน Phyphox เป็นแหล่งกำเนิดเสียงและใช้แอปพลิเคชัน Oscilloscope ตรวจจกระดับความเข้มเสียงในการทดลอง วิธีของวันทนา ศิลปวิลาวัลย์ (2552) ได้สร้างชุดการทดลองเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของเรื่องคลื่น ในเรื่องคลื่นเสียงทั้ง 3 เรื่อง ได้แก่ การแทรกสอด การสั่นพ้องในท่อปลายเปิด-ปลายปิด และการเกิดบีตส์ และได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Arduino ในเรื่องของเสียง โดย Intan Nurjannah และคณะ (2017) ได้ทำการทดลองและสร้างเครื่องมือวัดความเข้มของเสียงขึ้นมาโดยใช้ Arduino ร่วมกับเซนเซอร์เสียง (KY-037) ซึ่งสามารถใช้ตรวจจับเสียงในความไวสูงและแสดงผลค่าความเข้มเสียงที่วัดได้ผ่านหน้าจอแสดงผล (LCD)

จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองเรื่องการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อโดยใช้ Arduino โดยมีการประยุกต์ใช้ชุดการทดลองร่วมกับ Arduino ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีขนาดเล็กใช้งานง่าย ราคาถูก และสามารถเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซนเซอร์เสียง เซนเซอร์วัดระยะ ที่สามารถวัดค่า คำนวณหรือควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง สะดวก รวดเร็วและแม่นยำเข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างชุดทดลอง และใช้ เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เปลี่ยนเนื้อหาจากนามธรรมเป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพ จับต้องได้ และเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นเสียง ของผู้เรียนให้สูงขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์

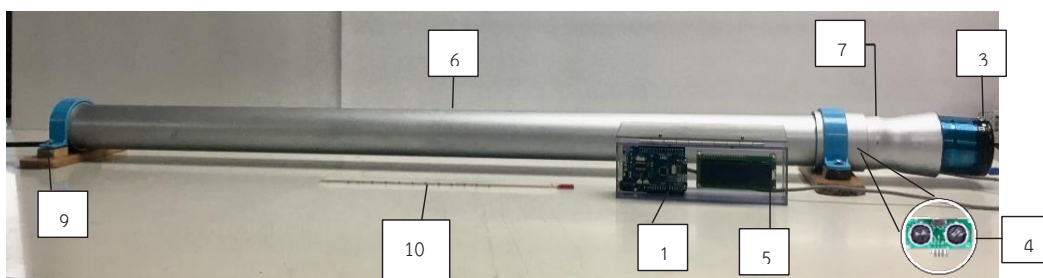
1. เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดทดลองการสั่นพ้องของคลื่นเสียงภายในท่อโดยใช้ Arduino
2. เพื่อหาอัตราเร็วของเสียงในท่อ

วิธีการวิจัย

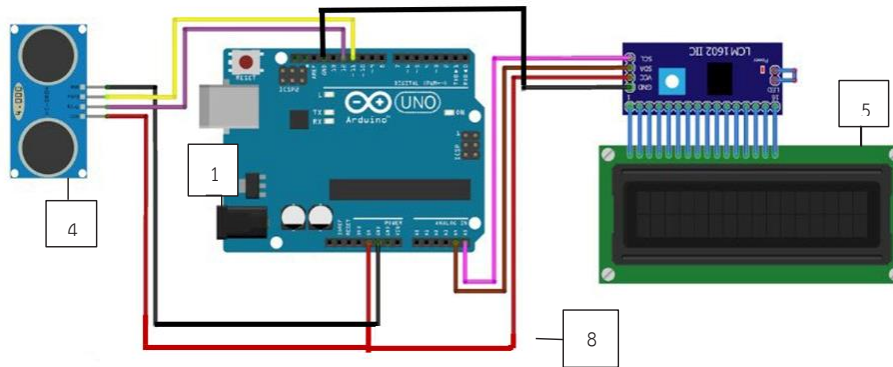
ในบทความนี้ได้ออกแบบและพัฒนาชุดทดลองการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อโดยใช้ Arduino ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ ปล่อยความถี่จากแอปพลิเคชันให้เกิดการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อปลายปิด หลังจากนั้นใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกวัดหาระยะ แล้วนำมาคำนวณความยาวคลื่น เพื่อหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงที่มีความยาวท่อที่ต่างกัน โดยมีวิธีการดำเนินวิจัย ดังต่อไปนี้

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. บอร์ด Arduino Uno-R3
2. สมาร์ทโฟนระบบ IOS รุ่น iPhone 6s ที่ติดตั้ง Function Generator Application
3. ลำโพงบลูทูธ (Model: WS-887)
4. เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะทาง US-100 (Ultrasonic Sensor Module)
5. จอแสดงผล LCD (Blue Screen) ขนาด 16x2
6. ท่อ PVC ยาว 1 เมตร ขนาด 2 นิ้ว
7. ข้อต่อท่อ PVC ขนาด 2.5 นิ้ว
8. สายจัมป์ (Jump Wire)
9. ลูกสูบ
10. เทอร์โมมิเตอร์



ภาพที่ 1 ชุดการทดลอง เรื่อง การสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อโดยใช้ Arduino



ภาพที่ 2 การติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับระยะทางและจอแสดงผล LCD ร่วมกับ Arduino

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์ โดยนำท่อ PVC มาประกอบเข้าด้วยกัน จากนั้นติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับระยะทางและลำโพงบลูทูธ ที่ตำแหน่งปากท่อ PVC
2. ติดตั้ง Arduino เข้ากับอุปกรณ์ ดังภาพที่ 2 และติดตั้ง Function Generator Application ในสมาร์ทโฟน
3. ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิห้อง เพื่อคำนวณหาอัตราเร็วเสียงในอากาศจากความสัมพันธ์ $v = 331 + 0.6t$
4. ปลอ่ยกความถี่จาก Function Generator Application ที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์
5. เลื่อนลูกสูบมาที่ระยะ 0 เซนติเมตร แล้วค่อย ๆ เลื่อนลูกสูบออกช้า ๆ จนกระทั่งได้ยินเสียงดังที่สุดที่ระดับหูได้ยิน แล้วอ่านค่าระยะทางระหว่างลูกสูบและปากท่อ ที่แสดงผลทางจอ LCD บันทึกเป็นค่า หลังจากนั้นก็ค่อย ๆ เลื่อนลูกสูบออกช้า ๆ จนกระทั่งได้ยินเสียงดังครั้งที่ 2 บันทึกเป็นค่า X_2
6. คำนวณค่าความยาวคลื่นเสียง (λ) จากการสมการ $\lambda = 2 (X_2 - X_1)$
7. คำนวณหาอัตราเร็วเสียงในท่อจากสมการ $v = f \lambda$
8. ทำการทดลองซ้ำ ตั้งแต่ข้อ 4-8 โดยเปลี่ยนความถี่เป็น 500 และ 600 เฮิรตซ์ ตามลำดับ และคำนวณหาอัตราเร็วของคลื่นเสียงพร้อมทั้งศึกษาลักษณะของคลื่นเสียงในท่อ

ผลการวิจัย

การทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงในท่อโดยวิธีการสั้นพ้องของคลื่นเสียงโดยปลอ่ยกความถี่ 400 500 และ 600 เฮิรตซ์ ผลการทดลองสามารถสรุป ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดเสียงดังครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ที่ได้จากการทดลอง

ความถี่ (เฮิรตซ์)	ครั้งที่	ตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดเสียงดัง (เมตร)	
		X_1	X_2
400	ครั้งที่ 1	0.31	0.74
	ครั้งที่ 2	0.35	0.80
	ครั้งที่ 3	0.32	0.77
	เฉลี่ย	0.33	0.77
500	ครั้งที่ 1	0.21	0.53
	ครั้งที่ 2	0.23	0.56
	ครั้งที่ 3	0.25	0.55
	เฉลี่ย	0.22	0.55
600	ครั้งที่ 1	0.12	0.46
	ครั้งที่ 2	0.11	0.46
	ครั้งที่ 3	0.12	0.47
	เฉลี่ย	0.12	0.46

ตารางที่ 2 อัตราเร็วเสียงในท่อและความยาวคลื่นที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับค่าทฤษฎี

ความถี่ (f) (เฮิรตซ์)	ตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดเสียงดัง		ความยาวคลื่น (λ) (เมตร)		อัตราเร็วเสียงในท่อ (เมตร/วินาที)		ค่าความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
	X_1	X_2	ทดลอง	ทฤษฎี	ทดลอง	ทฤษฎี	
400	0.33	0.77	0.88	0.86	352	344	2.33
500	0.22	0.55	0.66	0.70	330	350	5.71
600	0.12	0.46	0.68	0.58	372	348	6.90

จากตารางที่ 2 จะพบว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความยาวคลื่นลดลง ซึ่งเป็นไปตามความสัมพันธ์ทฤษฎี อัตราเร็วของเสียง โดยสามารถคำนวณหาอัตราเร็วของเสียง โดยใช้สมการ $v = f \lambda$ โดยค่าอัตราเร็วของเสียงในท่อที่ได้จากการทดลองปล่อยความถี่ที่ 400 500 และ 600 เฮิรตซ์ จะมีค่าเท่ากับ 352 330 และ 348 เมตร/วินาที ตามลำดับ ซึ่งเมื่อค่าอัตราเร็วของเสียงที่ได้จากการทดลองไปเทียบกับค่าอัตราเร็วของเสียงที่ได้จากทฤษฎี พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.33 5.71 และ 6.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการสร้างชุดทดลองการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อ โดยใช้ Arduino เป็นเครื่องวัด และนำชุดทดลองที่สร้างมาทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงในท่อที่มีแหล่งกำเนิดความถี่จากแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน โดยปล่อยความถี่ที่ 400 500 และ 600 เฮิรตซ์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีแล้ว ที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยสุด คือ 2.33 เปอร์เซ็นต์ และที่ความถี่ 600 เฮิรตซ์ มีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ 6.90 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งชุดทดลองมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน สามารถถอดและประกอบได้ ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน ต้นทุนการผลิตต่ำ รวมไปถึงการอ่านค่าแบบดิจิทัล ไม่ต้องอ่านสเกลจากอุปกรณ์ เช่น สายวัด ในการวัดระยะทาง และไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในห้องเรียน อีกทั้งยังเป็นการแสดงผลแบบเรียลไทม์ สามารถเปลี่ยนแปลงความถี่ของเสียงกำหนดและระยะได้ทันที จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการหาค่าอัตราเร็วเสียงในท่อและยังสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการใช้ชุดทดลอง ควรจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนที่มี ลักษณะที่ปิด เพราะทำให้การทดลองมีความคลาดเคลื่อนที่น้อยลง ไม่ควรจัดการเรียนการสอนในที่โล่งแจ้ง เพราะจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนจากคลื่นเสียงต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับชุดทดลอง เพื่อให้ชุดทดลองมีความถูกต้องมากที่สุด ผู้วิจัยควรตั้งชุดทดลองให้ถูกต้องและแข็งแรง

References

- กฤษณา กฤษณภาพ, ญัฐกมล คำมา, และอุดมศักดิ์ กิจทวี. (2018). การออกแบบและสร้างชุดทดลองการแทรกสอดของเสียงภายในท่อร่วมกับแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนเพื่อใช้ในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- ธวัชชัย นาคช่วย. (2561). การพัฒนาชุดทดลองการสั่นพ้องของเสียงโดยใช้สมาร์ทโฟน และท่อพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC). วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 21(3), 183-190.
- ปรีณาพรณ พิมพิศาล และกัญจน์ชนู หงส์เลิศคงสกุล. (2557). การสร้างชุดทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 1(6), 34-39.
- วันธนา ศิลปวิลาวัณย์. (2552). ชุดทดลองเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของเรื่องคลื่นเสียง. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). ผลการจัดสอบ 9 วิชาสามัญ. เข้าถึงเมื่อ 15 มีนาคม. เข้าถึงได้จาก www.niets.or.th/indec.html
- สุระ วุฒิพรหม. (2547). ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง. วารสารการศึกษาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 32, 20-23.
- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหา ตามเทคนิคของโพลยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).

Intan Nurjannah et al. (2017). Sound Intensity Measuring Instrument Based on Arduino Board with Data Logger System. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 4(9), 27-35.

คณะผู้เขียน/ ผู้เขียน

นางสาวชนิษฐา จอห์นันต์

หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
e-mail: khanittha_j-j@hotmail.com

นางสาวกาญจนาภา กาญจนชาติ

หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสีรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
e-mail: kannapamay50@gmail.com