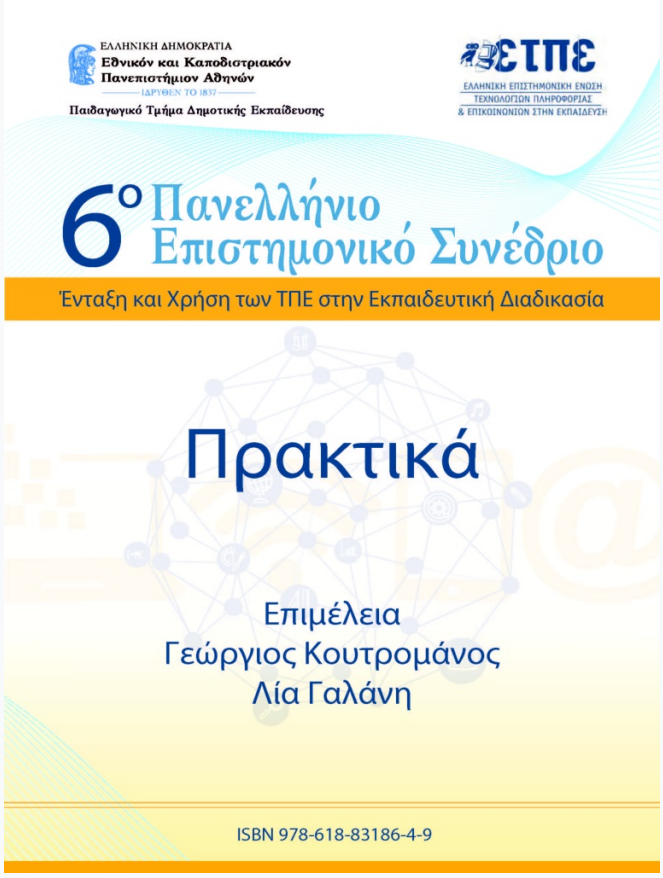
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2019)

6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Εφαρμογές του λογισμικού επεξεργασίας ήχου Audacity σε πειράματα φυσικής

Παναγιώτης Λάζος, Αριστοτέλης Γκιόλμας, Αρτεμησία Στούμπα, Άνθιμος Χαλκίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Λάζος Π., Γκιόλμας Α., Στούμπα Α., & Χαλκίδης Ά. (2022). Εφαρμογές του λογισμικού επεξεργασίας ήχου Audacity σε πειράματα φυσικής. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 773–777. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3698

Εφαρμογές του λογισμικού επεξεργασίας ήχου Audacity σε πειράματα φυσικής

Παναγιώτης Λάζος[1,3], Αριστοτέλης Γκιόλμας[3], Αρτεμησία Στούμπα[2,3], Άνθιμος Χαλκίδης[2,3]

taklazos@gmail.com, agkiolm@primedu.uoa.gr, artemis.stoumpa@gmail.com, achalkid@gmail.com

[1] Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ) Ηλιούπολης, [2] 2ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθήνας, [3] Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ

Περίληψη

Το συγκεκριμένο επιμορφωτικό εργαστήριο έχει ως στόχο την εξοικείωση των συμμετεχόντων με το ελεύθερα διανεμόμενο πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου Audacity και, ιδιαίτερα, με τις δυνατότητες που παρέχει στα πειράματα φυσικής. Το λογισμικό Audacity έχει επανειλημμένως προταθεί ως ένα χρήσιμο, απλό, οικονομικό και αποτελεσματικό εργαλείο για μία μεγάλη σειρά εργαστηριακών ασκήσεων στη δευτεροβάθμια αλλά και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Πρόκειται για ένα λογισμικό επεξεργασίας ήχου, το οποίο, ανάμεσα στις πολλές δυνατότητές του, εξασφαλίζει τη μέτρηση χρόνου μεγάλης ακρίβειας και διακριτικότητας. Στο εργαστήριο οι συμμετέχοντες θα χρησιμοποιήσουν το λογισμικό Audacity για να μελετήσουν ιδιότητες του ήχου, φαινόμενα όπως η ελεύθερη πτώση και το φαινόμενο Doppler, να φτιάξουν μία φωτοπύλη, να παράγουν, να καταγράψουν και να μελετήσουν διακροτήματα, να υπολογίσουν τη συχνότητα περιστροφής ενός ανεμιστήρα ή ενός κινητήρα αυτοκινήτου, να μελετήσουν το φαινόμενο της επαγωγής και να υπολογίσουν τη συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος του οικιακού δικτύου ηλεκτροδότησης αλλά και το ρυθμό ανανέωσης (refresh rate) της οθόνης του υπολογιστή τους.

Λέξεις κλειδιά: Audacity, Μηχανική, Ήχος, Φωτοπύλη, Επαγωγή

Εισαγωγή

Η χρήση του λογισμικού Audacity – και γενικότερα της κάρτας ήχου ενός υπολογιστή- σε πειράματα φυσικής έχει εμφανιστεί επανειλημμένως στη βιβλιογραφία. Αν και τα τελευταία χρόνια η σχετική έρευνα έχει στραφεί στη χρήση των κινητών τηλεφώνων και μικροελεγκτών τύπου Arduino, το θέμα παραμένει επίκαιρο και αξιοποιήσιμο, καθώς ο εκπαιδευτικός μπορεί να εκμεταλλευθεί το συγκεκριμένο λογισμικό σε μία μεγάλη ποικιλία πειραμάτων χρησιμοποιώντας ελάχιστα υλικά (κυρίως έναν υπολογιστή με μικρόφωνο και ηχεία) και εξασφαλίζοντας εξαιρετική ακρίβεια στην χρονομέτρηση (της τάξης των 10-20 μs).

Σκοπός του εργαστηρίου

Ο σκοπός του επιμορφωτικού εργαστηρίου είναι η εξοικείωση των συμμετεχόντων με το ελεύθερα διανεμόμενο λογισμικό επεξεργασίας ήχου Audacity και με τις δυνατότητες που αυτό παρέχει στην εκτέλεση διαφόρων πειραμάτων φυσικής.

Για την επίτευξη του σκοπού θα προηγηθεί μία σύντομη παρουσίαση του λογισμικού και στη συνέχεια οι συμμετέχοντες θα προχωρήσουν στην εκτέλεση σειράς πειραμάτων φυσικής με τη βοήθεια του λογισμικού. Σε κάποια πειράματα θα γίνει χρήση εξαιρετικά απλών διατάξεων ενώ σε άλλα αρκεί μόνο το μικρόφωνο ή και τα ηχεία του υπολογιστή.

Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 773-777, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 18-20 Οκτωβρίου 2019. ISBN 978-618-83186-4-9.

Ψηφιακό περιβάλλον

Το επιμορφωτικό εργαστήριο βασίζεται στο λογισμικό Audacity, το οποίο είναι ένα ελεύθερα διανεμόμενο λογισμικό επεξεργασίας ήχου. Προσφέρει μία ποικιλία επιλογών επεξεργασίας ήχου από τις οποίες στο εργαστήριο θα χρησιμοποιηθούν κυρίως οι επιλογές εγγραφής ήχου από μικρόφωνο και ανάλυσης συχνότητας (Audacity, 2019). Ο προεπιλεγμένος ρυθμός δειγματοληψίας του λογισμικού είναι 44100 Hz, με δυνατότητα επέκτασης στα 96000 Hz. Ως αποτέλεσμα το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ακριβή υπολογισμό χρονικών διαστημάτων. Σημειώνεται πως στην είσοδο του μικρόφωνου στην κάρτα ήχου του υπολογιστεί μπορεί να συνδεθεί οποιοδήποτε σήμα (όχι μόνο ηχητικό) αρκεί να ληφθούν μέτρα προστασίας της κάρτας ήχου από μεγάλες τάσεις. Κάτι τέτοιο δεν είναι απαραίτητο στις προτεινόμενες εφαρμογές, καθώς δεν αναπτύσσεται σε καμία από αυτές τάση μεγαλύτερη από 2 Volt.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι το Audacity όταν δέχεται τάση στην είσοδο δεν καταγράφει την τιμή της τάσης αλλά τον ρυθμό μεταβολής της (δηλαδή την πρώτη παράγωγο της τάσης) με αποτέλεσμα αν η είσοδος είναι μια σταθερή τάση η καταγραφή από το λογισμικό να είναι μηδενική.

Εκπαιδευτική προστιθέμενη αξία

Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο θα αποκτήσουν γνώση και εμπειρία που θα τους επιτρέψουν να οργανώσουν και να εκτελέσουν με τους μαθητές τους μία σειρά πειραμάτων με απλό εξοπλισμό (στις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί ένας υπολογιστής με ηχεία και μικρόφωνο), μεγάλη ακρίβεια, χαμηλό κόστος και σχετικά απλές διαδικασίες.

Το λογισμικό Audacity μπορεί να υποκαταστήσει τους καθοδικούς παλμογράφους σε πολλές εφαρμογές, το οποίο έχει μία ιδιαίτερη προστιθέμενη εκπαιδευτική αξία, ειδικά για σχολεία που δεν διαθέτουν καθόλου ή δεν διαθέτουν ικανό αριθμό από τέτοιες συσκευές, όπως συμβαίνει σχεδόν σε όλα τα Γυμνάσια.

Τέλος, πιστεύουμε πως το συγκεκριμένο εργαστήριο θα αποτελέσει το έναυσμα για την περαιτέρω δημιουργία εφαρμογών από τους συμμετέχοντες, καθώς θα αναδειχθεί η δυνατότητα χρήσης του λογισμικού σε διαφορετικά πεδία της φυσικής με απλά υλικά και κατάλληλη σχεδίαση του πειράματος.

Σε ποιους απευθύνεται

Το επιμορφωτικό εργαστήριο απευθύνεται, κυρίως, σε εκπαιδευτικούς που διδάσκουν φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά και σε φοιτητές και μεταπτυχιακούς φοιτητές Πληροφορικής, Φυσικών Επιστημών και Παιδαγωγικής. Το περιεχόμενο του εργαστηρίου πιστεύουμε πως θα ενδιαφέρει όλους όσοι ενδιαφέρονται για απλές, λειτουργικές και οικονομικές εφαρμογές στο εργαστήριο φυσικής.

Οργάνωση εργαστηρίου

Για την πραγματοποίηση του επιμορφωτικού εργαστηρίου οι συμμετέχοντες θα πρέπει να έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με μικρόφωνο και ηχεία. Είναι, λοιπόν, απαραίτητη είτε η διάθεση εργαστηρίου πληροφορικής στους συμμετέχοντες, είτε η μεταφορά του προσωπικού τους ηλεκτρονικού υπολογιστή στην αίθουσα που θα λάβει χώρα το εργαστήριο. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να είναι εγκατεστημένο το λογισμικό Audacity στους υπολογιστές. Η διάρκεια του εργαστηρίου θα είναι 2 ώρες.

Οι συμμετέχοντες θα εργαστούν ατομικά ή σε ζεύγη με έναν υπολογιστή με εγκατεστημένο το λογισμικό Audacity. Το εργαστήριο αποτελείται από εννιά καθοδηγούμενες

δραστηριότητες, που περιγράφονται στη συνέχεια και οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στη φυσική. Εκτιμούμε πως μπορούν να υποστηριχθούν μέχρι 20 συμμετέχοντες.

Περίγραμμα δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν στο εργαστήριο είναι με χρονική σειρά οι εξής:

1. Παρουσίαση του λογισμικού Audacity και των βασικών λειτουργιών του που θα χρειαστούν οι συμμετέχοντες στις επόμενες δραστηριότητες. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες θα μάθουν πώς γίνεται η καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων από την κάρτα ήχου, ποια φυσικά μεγέθη αποτυπώνονται στην κυματομορφή και ποιες δυνατότητες παρέχει το λογισμικό για τη λήψη μετρήσεων αυτών των μεγεθών.
2. Μελέτη των χαρακτηριστικών του ήχου (συχνότητα, ένταση). Οι συμμετέχοντες θα καταγράψουν ήχους από διαπασών και αρμονικούς ήχους που παράγει το Audacity και θα υπολογίσουν τη συχνότητά τους, μετρώντας το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε 50 επαναλήψεις της κυματομορφής του ήχου. Επίσης, θα παρατηρήσουν ποιοτικές διαφορές στην ένταση των ήχων.
3. Μελέτη της ελεύθερης πτώσης. Η μελέτη θα γίνει μετρώντας τη χρονική διαφορά με την οποία δύο βαρίδια φτάνουν στο έδαφος, όταν αφήνονται ταυτόχρονα από διαφορετικά και γνωστά ύψη (Χαλκιαδάκης κ.ά., 2014).
4. Υπολογισμός της ταχύτητας κινούμενου αντικειμένου με το φαινόμενο Doppler. Το λογισμικό Audacity προσφέρει επιλογή ανάλυσης συχνοτήτων μίας ηχητικής καταγραφής (Gailey, 2015). Στη συγκεκριμένη εφαρμογή μία ηχητική πηγή γνωστής συχνότητας κινείται προς και στη συνέχεια από το μικρόφωνο και καταγράφεται ο ήχος. Η ανάλυση συχνότητας θα δώσει τη μέγιστη και την ελάχιστη συχνότητα του καταγραμμένου ήχου (Dias et al., 2016). Η ταχύτητα προσέγγισης και η ταχύτητα απομάκρυνσης της πηγής από το μικρόφωνο θα δοθεί από τους τύπους:

   $$u_S=u(f_A-f_S)/u \quad \text{και} \quad u_S=u(f_S-f_A)/u, \text{ αντίστοιχα.}$$

   όπου: u_S η ταχύτητα της πηγής,
   u: η ταχύτητα του ήχου στον αέρα,
   f_S: η γνωστή συχνότητα της πηγής,
   f_A: η συχνότητα της πηγής όπως την κατέγραψε το μικρόφωνο και μετρήθηκε με το λογισμικό Audacity.
5. Κατασκευή φωτοπύλης με ένα laser και ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο. Η έξοδος από το φωτοβολταϊκό στοιχείο συνδέεται στην είσοδο του μικρόφωνου στην κάρτα ήχου (Νούσης, 2018). Αν ένα κινούμενο αντικείμενο διακόψει για ένα χρονικό διάστημα την πρόσπτωση του φωτός από το laser στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού στοιχείου, τότε είναι εύκολο να υπολογιστεί το διάστημα αυτό από το Audacity.
6. Παραγωγή, καταγραφή και μελέτη διακροτήματος. Ένας από τους υπολογιστές παράγει μέσω των ηχείων του δύο αρμονικούς ήχους με παραπλήσιες και γνωστές συχνότητες, παράγοντας διακροτήματα. Το φαινόμενο καταγράφεται από τους άλλους υπολογιστές, δίνοντας τη γνωστή κυματομορφή του διακροτήματος, στην οποία είναι εύκολο να υπολογιστεί τόσο η συχνότητα του ήχου όσο και η περίοδος του διακροτήματος και στη συνέχεια να συγκριθούν με τις θεωρητικές τιμές.
7. Υπολογισμός συχνότητας ενός περιστρεφόμενου με σταθερή γωνιακή ταχύτητα συστήματος (πχ ανεμιστήρας ή κινητήρας αυτοκινήτου στο ρελαντί) από τον ήχο που παράγει. Οι συμμετέχοντες θα ηχογραφήσουν τον ήχο από έναν ανεμιστήρα σε λειτουργία. Επίσης, θα τους δοθεί ηχητικό αρχείο από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης που δουλεύει στο ρελαντί. Μετρώντας το χρονικό διάστημα στο οποίο οι

κυματομορφές επαναλαμβάνονται 50 φορές οι συμμετέχοντες θα υπολογίσουν τη συχνότητα περιστροφής των συστημάτων (Λάζος, 2015).

8. Μελέτη του φαινομένου της επαγωγής. Οι συμμετέχοντες θα συνδέσουν αρχικά τα δύο άκρα ενός πηνίου 300 σπειρών (ΗΛ.350.0) και αργότερα ενός πηνίου 600 σπειρών (ΗΛ.351.0) (Μπισδικιάν & Μολοχίδης, 2000) στην είσοδο του μικροφώνου στην κάρτα ήχου. Στη συνέχεια και ενώ έχουν θέσει το Audacity σε λειτουργία καταγραφής, θα πλησιάζουν και θα απομακρύνουν έναν μαγνήτη νεοδυμίου στο πηνίο με διαφορετικές ταχύτητες κάθε φορά. Από τη μελέτη της καταγραφής είναι εύκολο να προκύψουν οι παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται το φαινόμενο της επαγωγής.
9. Υπολογισμός της συχνότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος του οικιακού δικτύου ηλεκτροδότησης και του ρυθμού ανανέωσης της οθόνης ενός υπολογιστή. Η έξοδος από ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο συνδέεται στην είσοδο του μικρόφωνου στην κάρτα ήχου. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο στρέφεται προς έναν ή περισσότερους αναμμένους λαμπτήρες στην αίθουσα ενώ το λογισμικό Audacity έχει τεθεί σε λειτουργία καταγραφής. Από την μελέτη της καταγεγραμμένης κυματομορφής είναι εύκολο να υπολογιστεί η συχνότητά της, όπως έχει αναλυθεί νωρίτερα. Αναμένεται η συγκεκριμένη συχνότητα να είναι 100 Hz, καθώς η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος του οικιακού δικτύου ηλεκτροδότησης είναι 50 Hz. Αυτό συμβαίνει διότι σε κάθε κύκλο του εναλλασσόμενου ρεύματος αντιστοιχούν δύο απόλυτα της μέγιστης τιμής της έντασης του ρεύματος άρα και της φωτεινότητας του λαμπτήρα (Λάζος, 2014).

Αντίστοιχα, το φωτοβολταϊκό στοιχείο μπορεί να τοποθετηθεί μπροστά στην οθόνη του υπολογιστή των συμμετεχόντων και με τέτοιον τρόπο ώστε να μην δέχεται φως από άλλες πηγές. Από την κυματομορφή μπορεί εύκολα να υπολογιστεί η συχνότητα με την οποία ανανεώνεται η εικόνα στην οθόνη (refresh rate) και να συγκριθεί με την τιμή που δίνει ο κατασκευαστής της οθόνης.

Ολοκλήρωση - Συζήτηση

Το επιμορφωτικό εργαστήριο θα ολοκληρωθεί με μία συζήτηση που θα λειτουργήσει ως ανατροφοδότηση σχετικά με τα θετικά και τα αρνητικά στοιχεία των εφαρμογών αλλά και της συνολικής πρότασης σχετικά με το εργαστήριο φυσικής. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στις απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τα σημεία που τους δυσκόλεψαν, τα πιθανά προβλήματα και περιορισμούς στην εφαρμογή στην τάξη και τυχόν δυσκολίες τεχνικής υφής. Τέλος θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε ιδέες σχετικά με πιθανές νέες εφαρμογές.

Αναφορές

Audacity (2019). *Audacity 2.3.2 Manual*. Retrieved June 5, 2019, from https://manual.audacityteam.org/

Dias, M. A., Carvalho, P. S., & Rodrigues, D. (2016). How to study the Doppler effect with Audacity software. *Physics Education*, *51*(3), 035002.

Gailey, A. (2015). Signal Frequency Spectra with Audacity. *The Physics Teacher*, *53*, 239.

Λάζος, Π. (2014). Ακούγοντας το φως. Μελέτη της μεταβολής της έντασης φωτεινών πηγών με λογισμικό επεξεργασίας ήχου. *Περιοδικό i-teacher*, *8*, 42–48.

Λάζος, Π. (2015). Δύο προτάσεις για τον υπολογισμό του «ρελαντί» κινητήρα εσωτερικής καύσης με λογισμικό επεξεργασίας ήχου. Στο Φ. Γούσιας (επιμ.), *Τα Πρακτικά του 2ου Συνεδρίου «Νέος Παιδαγωγός»* (σσ. 1979–1985). Αθήνα (e-book).

Μπισδικιάν, Γ., & Μολοχίδης, Τ. (2000). *Κατάλογος Οργάνων και Συσκευών Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Νούσης, Β. (2018). *10+7 πειράματα φυσικής με την κάρτα ήχου*. Ηγουμενίτσα (e-book).

Χαλκιαδάκης, Κ., Συσκάκης, Γ., Αναστασιάδης, Γ., & Τσίγκρης, Μ. (2014). Χρήση του λογισμικού audacity για πειράματα μέσα και έξω από το εργαστήριο Φυσικής. *Περιοδικό i-teacher*, *7*, 288–293.