ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Τόμ. 6, Αρ. 2Β (2011)

Εναλλακτικές Μορφές Εκπαίδευσης

Σχεδιασμός Δικτυακής Εφαρμογής και Διάταξης για την Εξ Αποστάσεως Εργαστηριακή Άσκηση

Νικόλαος Δίντσιος, Χαρίτων Πολάτογλου

doi: 10.12681/icodl.669

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 30/04/2024 20:00:13

Σχεδιασμός Δικτυακής Εφαρμογής και Διάταξης για την Εξ Αποστάσεως Εργαστηριακή Άσκηση

Design of a Web Application and its Set Up for Distance Laboratory Exercise

Νικόλαος Δίντσιος
Γυμνάσιο & Λ.Τ. Νέου Αγιονερίου
Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
Υποψήφιος Διδάκτωρας
nikos.dintsios@gmail.com

Χαρίτων Πολάτογλου
Τμήματος Φυσικής, Α.Π.Θ
Αναπληρωτής Καθηγητής
hariton@auth.gr

Abstract
It is a common belief that real experiments are very crucial in education. Several times though, there is a lack of time in performing such experiments in laboratories. To face with this problem simulations have been developed using the internet making possible for students to visualize an experiment through the net. The next step beyond simulation would be to conduct real experiments using the internet. In this project we are developing a hardware and a software setup in order to achieve this goal and make experimental e-Learning reality. The project will be accomplished when students will participate and several conclusions will arise.

Περίληψη
Ένα νέο πεδίο στην εκπαίδευση είναι και η εξ αποστάσεως διδασκαλία. Για να αναπτυχθεί μια τέτοια διαδικασία απαιτείται ένας συνδιασμός συνιστωσών όπως διαδίκτυο, ολοκληρωμένα κυκλώματα ανάπτυξη λογισμικού καθώς επίσης και χρήση μικροεπεξεργαστών. Η παρούσα εργασία ασχολείται ακριβώς με αυτό, δηλαδή την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα έχουμε υλοποιήσει σειρά εργαστηριακών ασκήσεων στις οποίες ο εκπαιδευόμενος εκτελεί πραγματικά πειράματα από απόσταση. Εδώ θα περιορίσουμε την παρουσίασή μας στην επιβεβαίωση του νόμου του Ohm.
Η κεντρική ιδέα είναι ο μαθητής/φοιτητής να συνδέεται μέσω του διαδικτύου σε μια ιστοσελίδα. Κατόπιν να εφαρμόζει διάφορες τιμές τάσης (μέσω της ιστοσελίδας) οι οποίες πραγματικά να εφαρμόζονται σε άγνωστο αντιστάτη. Μια κάμερα θα είναι εστιασμένη πάνω σε ένα πολύμετρο και έτσι ο χρήστης θα "διαβάζει" τις ενδείξεις για την ένταση του ρεύματος. Ταυτόχρονα με την εκτέλεση του πειράματος ο εκπαιδευόμενος θα συμπληρώνει και ένα φύλλο εργασίας με σκοπό την επίτευξη των διδακτικών στόχων.

Key-words: *distance learning, real experiment*

Εισαγωγή
Είναι κοινός τόπος η άποψη πως τα πειράματα κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης διαδραματίζουν ένα σημαντικό ρόλο, ιδιαίτερα κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Πολλές φορές όμως ο χρόνος δεν επαρκεί για την διεξαγωγή εργαστηριακών ασκήσεων με αποτέλεσμα η εκπαιδευτική διαδικασία να μην ολοκληρώνεται πλήρως. Στην προσπάθεια επίλυσης του παραπάνω προβλήματος

δημιουργήθηκαν διάφοροι ιστότοποι με βασικό αντικείμενο την προσομοίωση πολλών πειραμάτων. Ο εκπαιδευτικός κάνοντας χρήση τέτοιων λογισμικών πακέτων έχει τη δυνατότητα να "πραγματοποιήσει" ένα εικονικό πείραμα δίνοντας στους εκπαιδευόμενους την ευκαιρία να κατανοήσουν σε πολλές περιπτώσεις τη θεωρία. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να πραγματοποιήσουν και οι ίδιοι πειράματα μεταβάλλοντας σε πολλές περιπτώσεις κάποιες από τις παραμέτρους τους. Η χρήση παρόμοιων ιστοσελίδων κατά την εκπαιδευτική διαδικασία είναι σίγουρο πως μπορεί να βοηθήσει. Εντούτοις ελλοχεύει πάντα ο κίνδυνος ο μαθητής να μη συσχετίσει το πείραμα με τη θεωρία γνωρίζοντας πως το "πείραμα" δεν είναι πραγματικό. Δημιουργείται έτσι η αίσθηση στον εκπαιδευόμενο ότι η εργαστηριακή άσκηση δεν σχετίζεται με τη πραγματικότητα μιας και υλοποιείται με κάποιο "μαγικό" τρόπο μέσω του υπολογιστή.

Η εξέλιξη των παραπάνω προσπαθειών είναι η υλοποίηση πραγματικών πειραμάτων μέσω του διαδικτύου. Σ'αυτού του είδους τα πειράματα ο μαθητής μπορεί να εκτελέσει πραγματικές εργαστηριακές ασκήσεις εξ αποστάσεως. Η συνεισφορά τέτοιων πειραμάτων είναι αυτονόητη. Πρώτον,υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες ιδρύματα (σχολεία, πανεπιστήμια) στερούνται του απαραίτητου εργαστηριακού εξοπλισμού με συνέπεια να είναι προβληματική η πραγματοποίηση των παραπάνω πειραμάτων από το σύνολο των εκπαιδευομένων. Δεύτερον, ο χρονικός περιορισμός είναι υπαρκτός στα πλαίσια της διδακτικής διαδικασίας. Για το λόγο αυτό κάποιες εργαστηριακές ασκήσεις είτε δεν λαμβάνουν χώρα είτε δεν ολοκληρώνονται επαρκώς. Επίσης είναι συνηθισμένο φαινόμενο η δημιουργία ομάδων εκπαιδευομένων για την πραγματοποίηση κάποιου πειράματος στις οποίες δεν μετέχουν όλα τα μέλη ισάξια. Επιπλέον, ο μαθητής μπορεί να αφιερώσει περισσότερο χρόνο από αυτόν που του διαθέτουμε κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής ώρας και να πειραματιστεί πάνω σε περισσότερα σενάρια. Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην αναφέρουμε ότι το πραγματικό πείραμα μέσω του διαδικτύου μπορεί να συντελέσει και στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, μια διαδικασία που κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος. Αναφέρουμε ενδεικτικά ερευνητικές προσπάθειες παλαιοτέρων ετών (Harms et al., 1998), (Shen et al., 1999), (Tuttas, 2001), (Tuttas, 2002).

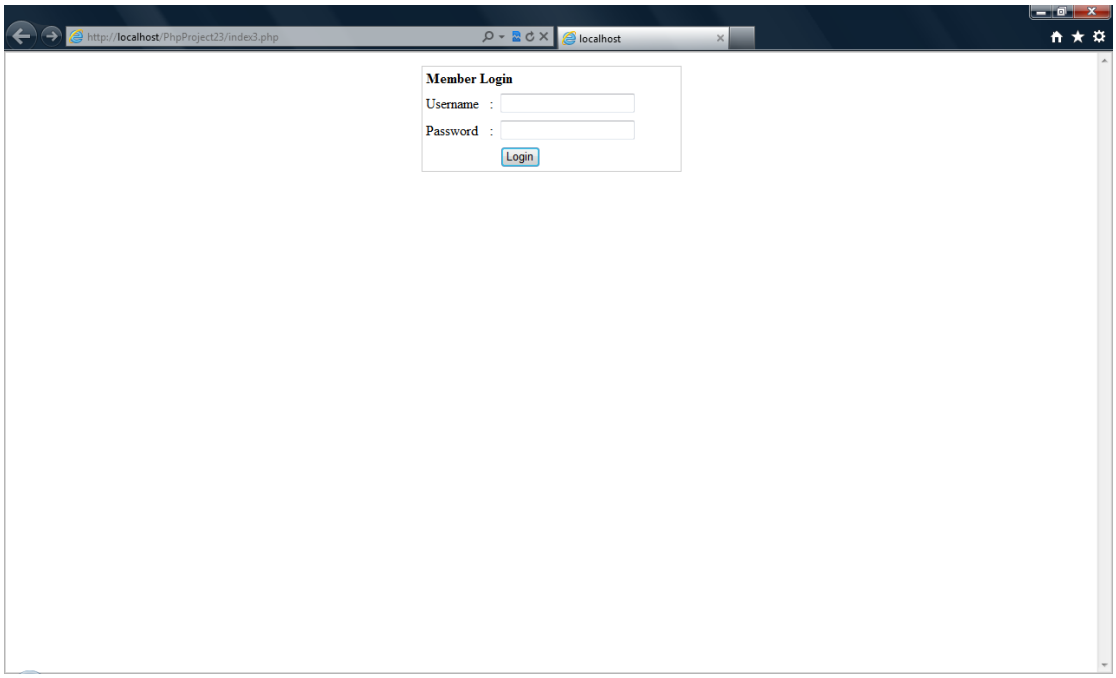
Μεθοδολογία

Όπως προαναφέρθηκε η παρούσα εργασία σκοπό έχει την υλοποίηση πραγματικών πειραμάτων μέσω του διαδικτύου.Για να αναπτύξουμε τη μεθοδολογία υλοποίησης ενός πραγματικού πειράματος από απόσταση θα αναλύσουμε ένα τέτοιο πείραμα. Ας ξεκινήσουμε λοιπόν με την επιβεβαίωση του νόμου του Ohm σε ωμικό αντιστάτη πείραμα το οποίο συγκαταλέγεται στις υποχρεωτικές εργαστηριακές ασκήσεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στην τάξη της Β΄ Λυκείου.

Όπως είναι γνωστό σε κάθε ωμικό αντιστάτη η ένταση που τον διαρρέει είναι ανάλογη της εφαρμοζόμενης τάσης στα άκρα του και ο λόγος ένταση προς τάση είναι σταθερός και ίσος με την αγωγιμότητα (R^{-1}) του αντιστάτη. Το παραπάνω πείραμα στα πλαίσια της τάξης υλοποιείται με τη βοήθεια ενός άγνωστου αντιστάτη, ενός τροφοδοτικού τάσης και ενός αμπερομέτρου. Εφαρμόζοντας διάφορες τιμές τάσης μετράμε τις αντίστοιχες εντάσεις του ηλεκτρικού ρεύματος και σχηματίζουμε τη καμπύλη I – V. Από την κλίση της ευθείας υπολογίζουμε τον άγνωστο αντιστάτη, ενώ ταυτόχρονα επιβεβαιώνουμε και τον κανόνα του Ohm.

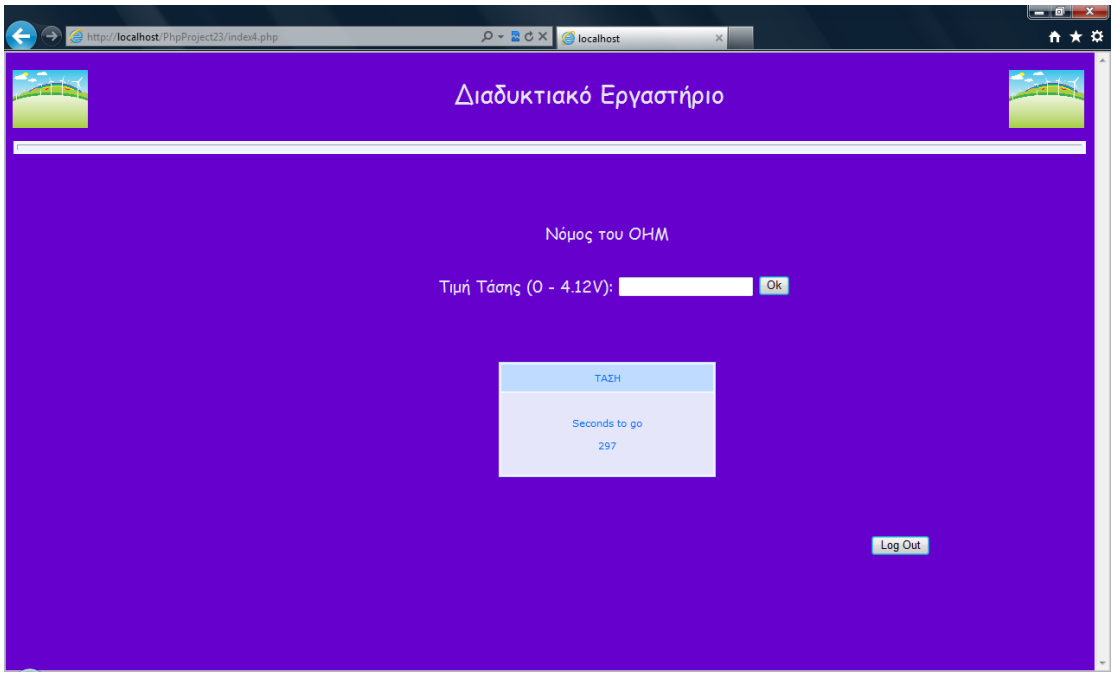
Η πραγματοποίηση του παραπάνω πειράματος εξ αποστάσεως διαφέρει ελάχιστα από το πραγματικό πείραμα. Πιο συγκεκριμένα την πηγή τάσης (κατά το πραγματικό πείραμα) την αντικαθιστά ο υπολογιστής. Αναλυτικότερα ο χρήστης συνδέεται με μια

ιστοσελίδα (εικόνα 1) μέσω της οποίας κάνει Login. Στη συνέχεια θέτει τις τιμές τάσης που επιθυμεί μέσα από μια ιστοσελίδα (εικόνα 2). Κάθε φορά η τάση



Εικόνα 1: Ιστοσελίδα εισόδου του εκπαιδευόμενου – χρήστη

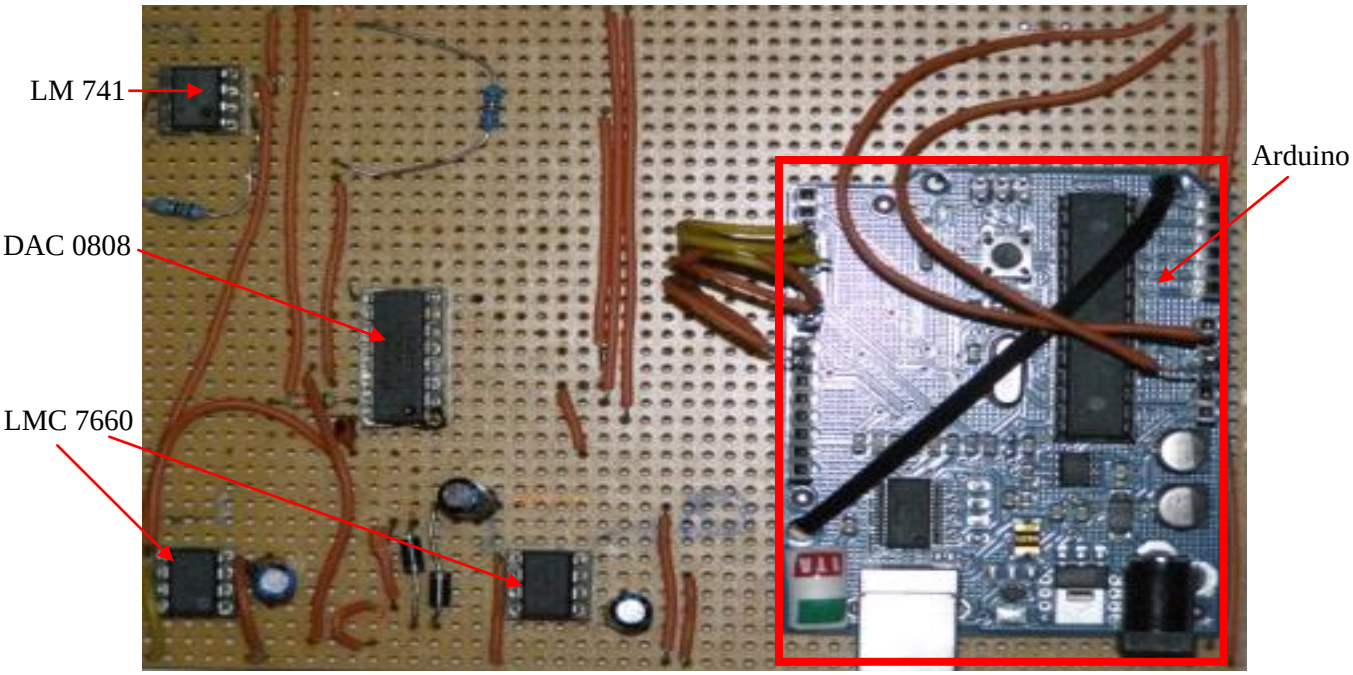
εφαρμόζεται πραγματικά πάνω σε έναν άγνωστο αντιστάτη. Κατόπιν ο μαθητής/φοιτητής με τη βοήθεια μιας κάμερας "διαβάζει" την ένδειξη του πολυμέτρου που αναφέρεται στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (εικόνα 3).



Εικόνα 2: Ιστοσελίδα επικοινωνίας χρήστη – πειραματική διάταξη.

Για να υλοποιηθούν όλα τα παραπάνω εκτός από μια σειρά ιστοσελίδων που πρέπει να σχεδιαστούν απαιτείται και ένα hardware με ηλεκτρονικά και ολοκληρωμένα κυκλώματα το οποίο θα επιτελεί μια σειρά εργασιών. Πιο συγκεκριμένα για την δημιουργία του παραπάνω πειράματος που περιγράψαμε έχουμε κατασκευάσει το κύκλωμα της εικόνας 4.

Εικόνα 3: Ο χρήστης λαμβάνει τις τιμές εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος



Εικόνα 4: Πειραματική διάταξη για την εξ αποστάσεως εργαστηριακή άσκηση.

Στην εικόνα 4 παρατηρούμε το μικροεπεξεργαστή Arduino ο οποίος παρέχει στο κύκλωμα συνεχή τάση +5V και γείωση. Το Arduino μεταξύ των άλλων διαθέτει 14 ψηφιακές εξόδους (0V – 5V), σταθερή τάση +5V και βέβαια γείωση. Η βασική του

λειτουργία είναι να τροφοδοτεί τον DAC 0808 καθώς επίσης να εξασφαλίζει στα άλλα ολοκληρωμένα κυκλώματα τη γείωση και την τάση των 5V. Η λειτουργία του DAC0808 εστιάζεται στη μετατροπή της ψηφιακής τάσης που λαμβάνει από το Arduino σε αναλογική. Με τον τρόπο αυτό λαμβάνουμε τις διάφορες επιθυμητές τιμές τάσης (που επιλέγει ο χρήστης) οι οποίες στο πείραμά μας κυμαίνονται απο 0V έως 4,12V. Στη συνέχεια η έξοδος του DAC0808 οδηγείται σε έναν τελεστικό ενισχυτή (741) από τον οποίο λαμβάνουμε την τελική έξοδο του κυκλώματός μας. Τέλος τα δύο ολοκληρώμενα (7660) μας εξασφαλίζουν τις τάσεις λειτουργίας του DAC0808 και του ενισχυτή 741.

Η πραγματοποίηση του πειράματος ακολουθεί την εξής πορεία: Αρχικά ο εκπαιδευόμενος εισάγει την τιμή της τάσης που αυτός επιλέγει. Έχοντας προαποφασίσει το εύρος των τάσεων στο οποίο θα δουλέψει ο χρήστης καθώς και το βήμα κατακερματίζουμε τη μέγιστη τάση (4,12V) ακολουθώντας τη λογική $A1=4,12/2^1$, $A2=4,12/2^2$, $A3=4,12/2^3$, $A4=4,12/2^4$, $A5=4,12/2^5$, $A6=4,12/2^6$, $A7=4,12/2^7$, $A8=4,12/2^8$ και κατόπιν συνθέτουμε οποιαδήποτε τιμή τάσης επιλέξει ο χρήστης με τη βοήθεια των παραπάνω τιμών. Με τον τρόπο αυτό κάθε τάση που επιλέγει ο μαθητής/φοιτητής αντιστοιχίζεται σε έναν αριθμό από το 0 έως το 255. Έστω ο εκπαιδευόμενος επιλέγει τη τιμή τάσης 2,3V. Έχουμε λοιπόν 2,3 = A1+ A5+ A6+ A7+ A8 = 2,301406. Στη συνέχεια σχηματίζουμε έναν αριθμό με το άθροισμα των παρονομαστών των κλασμάτων (έχοντας μειώσει τους εκθέτες κατά 1) και προκύπτει ο αριθμός $(2^0+2^4+2^5+2^6+2^7) = 241$. Συνεπώς 2,3V → 241.

Η παραπάνω διαδικασία αντιστοίχησης πραγματοποιείται από ένα εξωτερικό αρχείο γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού C++. Το αρχείο αυτό καλείται από την PHP (γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της ιστοσελίδας) και αφενός αντιστοιχεί την τάση σε έναν αριθμό ενώ αφεταίρου στέλνει τον αριθμό αυτό στο Arduino. Το Arduino έχει προγραμματιστεί εκ των προτέρων ώστε όταν δέχεται έναν αριθμό μεταξύ 0 και 255 να τον αναλύει προβαίνοντας στην αντίστροφη διαδικασία με αυτή που μόλις περιγράψαμε. Μόλις ολοκληρωθεί η ανάλυση του αριθμού το Arduino τροφοδοτεί με +5V τις εξόδους που αντιστοιχούν στους εκθέτες. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το παραπάνω παράδειγμα το Arduino θα τροφοδοτήσει τις εξόδους 2, 6, 7, 8, 9 του DAC0808 αντιστοιχώντας το 0→2 και το 7→9. Όλες οι άλλες έξοδοι θα παραμένουν συνδεδεμένες με τη γείωση. Με τον τρόπο αυτό το Arduino θα τροφοδοτήσει το DAC0808 στις αντίστοιχες εισόδους του ενώ η έξοδος του DAC0808 θα οδηγηθεί στον LM741 από όπου θα προκύψει τελικά η αρχική τιμή της τάσης που είχε εισάγει ο χρήστης.

Στην έξοδο του 741 συνδέουμε έναν αντιστάτη R_x, άγνωστης αντίστασης για τον εκπαιδευόμενο. Στον αντιστάτη αυτό συνδέεουμε ένα αμπερόμετρο σε σειρά. Μια WebCam είναι εστιασμένη πάνω στο πολύμετρο και ο μαθητής μπορεί να "διαβάζει" τις ενδείξεις που μας παρέχει. Εναλλακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και ένα βολτόμετρο. Η παρουσία του συνίσταται στο γεγονός ότι μπορεί να υπάρχει απόκλιση μεταξύ των τιμών τάσης που θέτει ο χρήστης και της τάσης που πραγματικά εφαρμόζεται πάνω στον άγνωστο αντιστάτη (μιας και πρόκειται για πραγματικό πείραμα). Ο μαθητής/φοιτητής λαμβάνει στην οθόνη του τιμές έντασης ηλεκτρικού ρεύματος (εικόνα 3) και είναι σε θέση να εκτελέσει μια σειρά υπολογισμών όπως για παράδειγμα την χάραξη της ευθείας V – I από την οποία μπορεί να προκύψει και η τιμή της άγνωστης αντίστασης του ωμικού αντιστάτη. Επίσης ο εκπαιδευόμενος διακρίνει τη διαφορά του πραγματικού πειράματος από τη θεωρία. Αυτό επιτυγχάνεται ήδη από την ευθεία V – I η οποία αποκλίνει από την "τέλεια" ευθεία που εικονίζεται στα σχολικά – πανεπιστημιακά βιβλία. Επίσης με σύγκριση των τιμών των άγνωστων αντιστατών όλων των ομάδων των μαθητών μέσα

στην τάξη γίνεται αντιληπτό πως δεν υπάρχουν τιμές οι οποίες να ταυτίζονται, κάτι το οποίο έρχεται σε σύγκρουση με το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Ταυτόχρονα με την πραγματοποίηση του πειράματος ο χρήστης λαμβάνει ένα ερωτηματολόγιο υπό τη μορφή φόρμας το οποίο λειτουργεί ως φύλλο εργασίας. Οι απαντήσεις των εκπαιδευομένων αποστέλλονται στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο του εκπαιδευτή και καταχωρούνται σε ένα αρχείο excel. Η παρουσίαση ενός τέτοιου φύλλου εργασίας θεωρείται εκτός θεματολογίας.

Συμπεράσματα

Όπως γίνεται αντιληπτό απο τα παραπάνω το πεδίο της έρευνας και υλοποίησης πραγματικών πειραμάτων εξ αποστάσεως είναι ένα πολλά υποσχόμενα αντικείμενο, που ως στόχο έχει να βοηθήσει την εκπαίδευση στην καλύτερη επίτευξη των σκοπών της. Πρέπει επίσης να τονιστεί το χαμηλό κόστος της πειραματικής διάταξης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια σειρά άλλων παρόμοιων εργαστηριακών ασκήσεων. Το πείραμα που περιγράφεται παραπάνω έχει εφαρμοστεί σε σχολείο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθώς επίσης και στο τμήμα Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονικής με ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Οι μαθητές της Β΄Λυκείου ολοκλήρωσαν με επιτυχία την παραπάνω εργαστηριακή άσκηση στα πλαίσια μιας διδακτικής ώρας. Επίσης ενθουσιάστηκαν με τον εξ αποστάσεως έλεγχο του πειράματος, κάτι που δεν παρατηρήθηκε όταν εκτέλεσαν το ίδιο πείραμα με την προσομοίωση της ιστοσελίδας www.phet.colorado.edu. Πιστεύουμε πως η εργασία αυτή αποτελεί μια πρωτότυπη μελέτη της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Ευελπιστούμε πως η εργαστηριακή άσκηση μέσω του διαδικτύου θα τύχει μεγάλης ανταπόκρισης από τους μαθητές μιας και το τελευταίο έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους.

Αναφορές

Harms, U. and Kurz, G., (1998). Virtual laboratory - an introductory unit ‘POHL’ storsional pendulum’, *Proceedings of the Third IEEE International Conference on Multimedia Engineering Education*, # 51, City University of Hongkong, China, Hongkong

Shen, H., Xu, Z., Dalager, B., Kristiansen, V., Strøm, Ø., Shur, M. S.,Fjeldly, T. A., Lu, J., Ytterdal, T., (1999). Conducting Laboratory Experiments over the Internet, *IEEE Trans. on Education*, Vol. 42, No. 3, pp. 180-185

Tuttas, J., Wagner, B., (2001). Distributed Online Laboratories, *International Conference on Engineering Education (ICEE01)*, Oslo, Norway, August 6-10

Tuttas, J.,Wagner, B., (2002). The Relevance of Haptic Experience in Remote Experiments, *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecomunications (ED Media 2002)*
Denver, USA, June 24-29, 2002 URL: www.arduino.cc