

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ «ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ»

Χάρης Λαμπρόπουλος¹
¹Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας, Τμήμα Τεχνολογίας Αεροσκαφών
e-mail: lambrop@teihal.gr

Το μάθημα «Μετρήσεις» διδάσκεται παραδοσιακά σε πολλά Τμήματα Σχολών Τεχνολογικών Εφαρμογών Τ.Ε.Ι. και Πολυτεχνείων. Ο στόχος του μετασχηματισμού αυτού είναι οι σπουδαστές να κατανοήσουν και να μπορούν να εφαρμόσουν τα μεθοδολογικά εργαλεία, που χρησιμεύουν στον έλεγχο των προδιαγραφών των προϊόντων. Έχουν αναπτυχθεί διαλέξεις και εργαστηριακό υλικό, που αναβαθμίζεται διαρκώς. Το μάθημα έχει τους παρακάτω εκπαιδευτικούς στόχους:

- Να κατανοούν ότι το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι τυχαία μεταβλητή.
- Να εξοικειωθούν με έννοιες όπως το συστηματικό και τυχαίο σφάλμα, η αβεβαιότητα τύπου Α και Β, η ακρίβεια και η επαναληψιμότητα – αναπαραγωγισιμότητα.
- Να μπορούν να χρησιμοποιούν τεχνικές και εργαλεία εκτίμησης, για την εξαγωγή συμπερασμάτων από μετρήσεις με υπέρθεση θορύβου.
- Να γνωρίζουν τις έννοιες της διακρίβωσης, της ιχνηλασιμότητας, των πρωτεύοντων και δευτερευόντων προτύπων.
- Να γνωρίζουν στοιχειώδεις μεθόδους ανάλυσης της επίδρασης διαφόρων παραμέτρων στο αποτέλεσμα ενός πειράματος.
- Να γνωρίζουν πως μπορεί να οργανωθεί ένα πείραμα με μεθοδικό τρόπο.

Η προσέγγιση αυτή έχει υιοθετηθεί στην διδασκαλία του μαθήματος «Μετρολογία», που διδάχθηκε την περασμένη ακαδημαϊκή χρονιά στο Τμήμα Τεχνολογίας Αεροσκαφών του Τ.Ε.Ι. Χαλκίδας και παλαιότερα στο μάθημα «Μετρήσεις Ηλεκτρικών Μεγεθών» στο Τμήμα Αυτοματισμού του ίδιου Ιδρύματος.

Παρουσιάζουμε το περιεχόμενο των διαλέξεων, τα εργαστήρια, τα συμπεράσματα από την ανταπόκριση των σπουδαστών, τα προβλήματα και τα σχέδια για την εξέλιξη του μαθήματος.

Θεωρούμε πως το πλεονέκτημα της αλλαγής αυτής είναι το ότι αφενός δίνει στον νέο μηχανικό τα εργαλεία για να συμμετάσχει στην δημιουργία αποτελεσματικών συστημάτων ποιοτικού ελέγχου σε περιβάλλοντα παραγωγής και αφετέρου προωθεί την κουλτούρα της οργανωμένης πειραματικής προσέγγισης στα τεχνικά προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει.

Λέξεις-Κλειδιά: Μετρήσεις, Ποιοτικός Έλεγχος, Εκπαίδευση.

Παραδείγματα των δύο προσεγγίσεων

Η παρούσα εργασία έχει στόχο να προκαλέσει μία συζήτηση για τον μετασχηματισμό ενός κοινού μαθήματος σε τμήματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης με τεχνολογικό αντικείμενο. Η κλασική προσέγγιση για την διδασκαλία του μαθήματος απεικονίζεται στον παλιό οδηγό σπουδών του Τμήματος, όπου διδάσκει ο συγγραφέας:

Τίτλος μαθήματος	ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑ
Τυπικό εξάμηνο σπουδών	2 ^ο
Υπεύθυνο Τμήμα	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Κατηγορία /Επίπεδο μαθήματος	ΜΓΥ		Υποχρεωτικό
Τύπος μαθήματος	Μικτό		
Εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας	2 Διδασκαλία	Ασκήσεις Πράξης	2 Εργαστήριο
Φόρτος εργασίας	8		
Διδακτικές μονάδες	5		
Προαπαιτούμενα μαθήματα			
<p>Στόχος / Σκοπός μαθήματος: Το μάθημα εισάγει και αναλύσει την έννοια της διαδικασίας μέτρησης και εξειδικεύει τη μέτρηση βασικών μεγεθών έτσι ώστε οι σπουδαστές :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ να χειρίζονται αποτελεσματικά συστηματικά και τυχαία σφάλματα ▪ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα για την μέτρηση που επιζητούν, αναγνωρίζοντας βασικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και τρόπο λειτουργίας τους ▪ να επιτυγχάνουν την ορθή σύνδεση των οργάνων σε επιμέρους συνδεσμολογίες και διατάξεις ▪ να επιλέγουν τη καταλληλότερη μέθοδο και διάταξη μέτρησης για κάθε ηλεκτρικό μέγεθος, να την χειρίζονται ικανά και να ελαχιστοποιούν το σφάλμα. 			
<p>Περιγραφή μαθήματος: Εισαγωγή στις μετρήσεις, Διεθνές και αγγλοσαξονικό σύστημα μονάδων. Πρότυπα μονάδων και μεγεθών. Θεωρία σφαλμάτων. Συστηματικά και Τυχαία σφάλματα. Σύνθετο σφάλμα. Οργανολογία. Κατασκευαστική δομή ηλεκτρικών οργάνων μέτρησης με περιστρεφόμενο μέρος. Ταξινόμηση των ηλεκτρικών οργάνων μέτρησης. Ανάλυση βασικών τύπων ηλεκτρικών οργάνων μέτρησης. Όργανα –διατάξεις μηδενισμού. Έλεγχος ακριβείας οργάνων. Ηλεκτρικές μετρήσεις σε κυκλώματα συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος. Επέκταση κλίμακας οργάνων μέτρησης.. Μετασηματιστές μετρήσεων. Παλμογράφος. Ηλεκτρονικά και Ψηφιακά όργανα μέτρησης Μετρητικά όργανα μηχανουργείου (παχύμετρο, μικρόμετρο, ανοχές-συναρμογές, διαβήτες, κουμπάσα, τραχύμετρο, χαρακτές).</p>			
<p>Βιβλιογραφία:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σ. Τουλόγλου, Ηλεκτρικές Μετρήσεις σε Κυκλώματα Συνεχούς και Εναλλασσομένου Ρεύματος, Εκδόσεις Ίων, 1998. 2. Ν. Θεοδώρου, Ηλεκτρικές Μετρήσεις, 1^ο και 2^ο Τεύχος, Εκδόσεις Συμμετρία, 1997. 3. Β. Μπιτζιώνη, Ηλεκτρικές Μετρήσεις-Θεωρία και Εφαρμογή, Εκδόσεις Τζιόλα, 2000. 4. Ν. Μάργαρη, Ηλεκτρικά Κυκλώματα -Εργαστηριακές Ασκήσεις, Εκδόσεις Τζιόλα, 2001. 5. Tran Tien Lang, Ηλεκτρονικά Συστήματα Μετρήσεων, 2000 6. Στέλιου Αντωνόπουλου, Ηλεκτρικές Μετρήσεις, Εκδόσεις Ίων, 1989. 			

Η προτεινόμενη προσέγγιση περιγράφεται στον νέο οδηγό σπουδών του Τμήματος με την ίδια περίπου φόρμα:

Τίτλος Μαθήματος	Μετρολογία
Τυπικό εξάμηνο	2ο

Κατηγορία μαθήματος	ΜΓΥ		Υποχρεωτικό
Ώρες διδασκαλίας	2 Διδασκαλία	0 Ασκήσεις Πράξης	2 Εργαστήριο
Διδακτικές μονάδες	5		
Φόρτος εργασίας	8		
Προαπαιτούμενα	Δεν υπάρχουν		
Εκπαιδευτικοί στόχοι	<p>Οι σπουδαστές:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να κατανοούν ότι το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι τυχαία μεταβλητή. • Να εξοικειωθούν με έννοιες όπως το συστηματικό και τυχαίο σφάλμα, η αβεβαιότητα τύπου A και B, η ακρίβεια και η επαναληψιμότητα – αναπαραγωγισιμότητα. • Να μπορούν να χρησιμοποιούν τεχνικές και εργαλεία εκτίμησης, για την εξαγωγή συμπερασμάτων από μετρήσεις με υπέρθεση θορύβου. • Να γνωρίζουν τις έννοιες της διακρίβωσης, της ιχνηλασιμότητας, των πρωτευόντων και δευτερευόντων προτύπων. • Να γνωρίζουν στοιχειώδεις μεθόδους ανάλυσης της επίδρασης δια φόρων παραμέτρων στο αποτέλεσμα ενός πειράματος. • Να γνωρίζουν πως μπορεί να οργανωθεί ένα πείραμα με μεθοδικό τρόπο. 		
Διαλέξεις	<p>1. Εισαγωγή – Θεμελιώδεις έννοιες Περιεχόμενο μαθήματος, πρακτική χρησιμότητα, γενικό διάγραμμα συστήματος μέτρησης, ορισμοί: σφάλμα τυχαίο και συστηματικό, ακρίβεια – αβεβαιότητα, επαναληψιμότητα, αναπαραγωγισιμότητα, διακριτική ικανότητα, ευαισθησία</p> <p>2. Εξίσωση μέτρησης – Πιθανότητες I Ορισμός εξίσωσης μέτρησης, πρακτικά παραδείγματα, το αποτέλεσμα της μέτρησης ως τυχαία μεταβλητή, ορισμός πιθανότητας (συχνοτικός), παραδείγματα συνεχών και διάκριτων τυχαίων μεταβλητών, που προκύπτουν σε μετρήσεις, ιδιότητες των πιθανοτήτων, συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας.</p> <p>3. Πιθανότητες II Αθροιστική συνάρτηση κατανομής για διάκριτες και συνεχείς τυχαίες μεταβλητές με χρήση των παραδειγμάτων της ομοιόμορφης κατανομής και της δυνωμικής κατανομής, μέση τιμή και διασπορά για διάκριτη και συνεχή τυχαία μεταβλητή, παραδείγματα υπολογισμού τους.</p> <p>4. Πιθανότητες III – Στατιστική I Ανισότητα Chebyshev (γιατί η διασπορά είναι σημαντική), κανονική κατανομή, ιδιότητες, γιατί η κανονική κατανομή είναι σημαντική, κεντρικό οριακό θεώρημα. Γιατί χρησιμοποιούμε τα</p>		

εργαλεία της στατιστικής στη μέτρηση.

5. Στατιστική II – Αβεβαιότητα I

Ορισμοί συνάρτησης συχνότητας δείγματος και εκτιμήτριας συνάρτησης. Ο δειγματικός μέσος όρος και η δειγματική διασπορά ως παραδείγματα εκτιμητριών συναρτήσεων. Γιατί τις χρησιμοποιούμε (Αμεροληψία και συνέπεια). Ορισμός της αβεβαιότητας. Ο τύπος της συνδυασμένης αβεβαιότητας χωρίς την ύπαρξη συσχέτισης, παραδείγματα υπολογισμού συνδυασμένης αβεβαιότητας.

6. Αβεβαιότητα II – Διακρίβωση I

Αβεβαιότητα τύπου A και τύπου B. Παραδείγματα αβεβαιότητας τύπου B: μέτρηση τάσης με την χρήση A/D μετατροπέα, χρήση του φυλλαδίου προδιαγραφών του πολυμέτρου HP34401A. Πως ο κατασκευαστής του πολυμέτρου μπορεί και κατασκευάζει τον πίνακα με τις προδιαγραφές ακρίβειας. Η έννοια της διακρίβωσης, του λόγου αβεβαιοτήτων (TUR) και της ιχνηλασιμότητας.

7. Διακρίβωση II - Διάστημα, επίπεδο εμπιστοσύνης

Οι ορισμοί των μεγεθών, τα πειράματα υλοποίησής τους, τα πρότυπα. Το παράδειγμα του πολυμέτρου. Οι έννοιες του διαστήματος εμπιστοσύνης και του επιπέδου εμπιστοσύνης, η κατανομή του student. Υπολογισμός διαστήματος εμπιστοσύνης στην περίπτωση, που τα αποτελέσματα της μέτρησης ακολουθούν την κανονική κατανομή.

8. Ιστογράμματα – Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων I

Πως μπορούμε να διαπιστώσουμε τι κατανομή ακολουθούν οι μετρήσεις μας: Ιστογράμματα, νόμος των μεγάλων αριθμών, επιλογή εύρους κελιού, κατανομή Poisson, η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων για μετρήσεις ταξινομημένες σε κελία, η κατανομή χ^2 , η ποιότητα της προσαρμογής.

9. Ανεξάρτητες και συσχετισμένες μετρήσεις

Ορισμός των ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών. Παράδειγμα εξαρτημένων τυχαίων μεταβλητών. Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας για δύο ή περισσότερες τυχαίες μεταβλητές. Η μέση τιμή, η διασπορά και η συνδιασπορά. Ο τύπος της συνδυασμένης αβεβαιότητας για συσχετισμένες μετρήσεις. Ο συντελεστής συσχέτισης, εκτιμήτρια συνάρτηση, διάστημα εμπιστοσύνης, σημεία προσοχής στην χρήση του.

10. Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων II

Η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων ως εργαλείο απάντησης στο ερώτημα «ποιά είναι η εξάρτηση του μεγέθους Y από τον παράγοντα X». Παράδειγμα γραμμικής προσαρμογής σειράς μετρήσεων με διαφορετικές αβεβαιότητες με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων: Προσδιορισμός συντελεστών, έλεγχος της υπόθεσης ότι τα δεδομένα ακολουθούν γραμμική σχέση, αβεβαιότητα στον προσδιορισμό των συντελεστών, συνδιασπορά, αβεβαιότητα στην πρόβλεψη της εξέλιξης του μεγέθους με βάση την αβεβαιότητα στο προσδιορισμό των συντελεστών

11. Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων III – Έλεγχος

	<p>υποθέσεων I</p> <p>Παράδειγμα γραμμικής προσαρμογής όπου οι μετρήσεις έχουν ή θεωρείται πως έχουν την ίδια αβεβαιότητα. Προσαρμογή των τύπων του προηγούμενου παραδείγματος, εκτίμηση για την κοινή αβεβαιότητα των μετρήσεων. Συνέχεια στην διερεύνηση του «ποιά είναι η εξάρτηση του μεγέθους Y από τον παράγοντα X» με την χρήση της ανάλυσης διασποράς, η κατανομή F, η έννοια του «στατιστικά σημαντικού».</p> <p>12. Έλεγχος υποθέσεων II</p> <p>Η έννοια της null υπόθεσης και της εναλλακτικής υπόθεσης, το σφάλμα τύπου I και II, παραδείγματα ελέγχου υποθέσεων με την χρήση ανάλυσης διασποράς, χρήση της κατανομής του student για τον έλεγχο του επιπέδου σημαντικότητας.</p> <p>13. Αρχές δειγματοληψίας</p> <p>Δειγματοληψία με χαρακτηριστικά και δειγματοληψία με μεταβλητές. Οι τρεις αρχές της δειγματοληψίας με χαρακτηριστικά, τα σχέδια δειγματοληψίας, η συνάρτηση RQL (consumer's risk). Το μέγεθος του δείγματος, που απαιτείται για την εκτίμηση της μέσης τιμής και για την εκτίμηση της διασποράς.</p> <p>14. Ανάλυση δεδομένων μετρήσεων ταξινομημένων σε πίνακες</p> <p>Η σχεδίαση πειραμάτων. Παράδειγμα Between – within ταξινόμησης, παράδειγμα two – way ταξινόμησης.</p> <p>15. Έλεγχος ομογένειας των μετρήσεων</p> <p>Διαγράμματα ελέγχου (Shewhart), Στατιστικός έλεγχος διαδικασίας μέτρησης.</p>
Μέθοδοι διδασκαλίας	Διαλέξεις – ασκήσεις – εργαστηριακά πειράματα
Εξοπλισμός	
Βιβλιογραφία	<p>Σημειώσεις διδάσκοντος</p> <p>Δ. Μαθιουλάκης, Μέτρηση, Ποιότητα Μέτρησης και Αβεβαιότητα, Έκδοση: Ελληνική Ένωση Εργαστηρίων, ISBN:9608822602</p> <p>J. Mandel, The statistical analysis of experimental data, Εκδόσεις Dover Publications Inc., ISBN: 0486646661</p> <p>G.P. Box, W.G. Hunter, J.S. Hunter, Statistics for Experimenters, Εκδόσεις Wiley Interscience</p>
Λογισμικό	LABVIEW
Ασκήσεις –Εργασίες Αλγόριθμος Βαθμολόγησης	<p>Διεξάγεται ενδιάμεση εξέταση (Πρόοδος). Ο βαθμός του θεωρητικού μέρους του μαθήματος εξάγεται ως εξής: $Av (0.4 \times \text{βαθμός Προόδου} + 0.6 \times \text{βαθμός τελικής εξέτασης}) > \text{βαθμό τελικής εξέτασης}$, τότε ο βαθμός του θεωρητικού μέρους του μαθήματος είναι το παραπάνω άθροισμα. Αλλιώς μπαίνει ο βαθμός της τελικής εξέτασης.</p> <p>Τίτλοι εργαστηριακών ασκήσεων</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Εισαγωγή στο Labview 2. Εκμάθηση του Labview μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες 3. Ανάπτυξη εφαρμογής στο Labview

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Γνωριμία με το πολύμετρο HP34401A. σύνδεσή του στον υπολογιστή και χρήση του Labview για την λήψη μετρήσεων. 5. Μέτρηση αντίστασης, 6. Μέτρηση DC τάσης - ρεύματος 7. Μέτρηση AC τάσης – ρεύματος 8. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων μετρήσεων I 9. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων μετρήσεων II <p>Ο βαθμός του εργαστηριακού μέρους του μαθήματος υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των βαθμών των εκθέσεων αποτελεσμάτων των ασκήσεων.</p>
--	--

Εργαστήριο

Οι εργαστηριακές ασκήσεις στοχεύουν στην ανάδειξη των εννοιών, που διδάσκονται στο μάθημα και όχι στην απόκτηση δεξιοτήτων στον χειρισμό π.χ. του παλμογράφου ή του διαστημομέτρου ή στη μέτρηση της ισχύος μονοφασικού ή τριφασικού ρεύματος. Η δυσκολία του εγχειρήματος της κατασκευής ασκήσεων ευρίσκεται στο ότι για να είναι το εργαστήριο επιτυχημένο πρέπει να απεικονίζει την πραγματικότητα των εργαστηρίων ποιοτικού ελέγχου. Αυτό προϋποθέτει διακριβωμένα όργανα συνήθως με αρκετά καλή διακριτική ικανότητα και τελικά σχετικά υψηλού κόστους. Στο σημείο αυτό σταθήκαμε τυχεροί διότι είχαμε στην διάθεσή μας 6 πολύμετρα HP34401A. Τα όργανα αυτά έχουν διακριτική ικανότητα 61/2 ψηφίων, επομένως μπορούν να αναδείξουν το γεγονός ότι ακόμη και το αποτέλεσμα της μέτρησης μιάς απλής αντίστασης είναι τυχαία μεταβλητή. Μπορούν να συνδεθούν σε υπολογιστή με την χρήση σειριακής θύρας και επομένως είναι δυνατό να προγραμματισθούν για να λάβουν ένα σύνολο επαναλαμβανόμενων μετρήσεων, τα αποτελέσματα των μετρήσεων να μεταφερθούν στον υπολογιστή και εκεί να τύχουν στατιστικής επεξεργασίας. Στο εγχειρίδιο χρήσης τους υπάρχουν «προδιαγραφές ακρίβειας», που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παράδειγμα αβεβαιότητας τύπου Β. Τελικά διάφορα συστηματικά φαινόμενα, όπως το ρεύμα διαρροής ή η εμπέδηση της πηγής μπορούν να εξετασθούν και να χρησιμοποιηθούν ως παραδείγματα για το πώς υπεισέρχεται το σφάλμα στην διαδικασία της μέτρησης.

Το περιεχόμενο του εργαστηρίου δίνεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

<p>Ασκηση 1: Εισαγωγή στο Labview</p> <p>Αρχική παρουσίαση του περιβάλλοντος, των εργαλείων ανάπτυξης εφαρμογών συστημάτων μέτρησης και των βασικών δομών της γλώσσας προγραμματισμού.</p>
<p>Ασκηση 2: Εκμάθηση του Labview μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες</p> <p>Βήμα προς βήμα ανάπτυξη 10 προγραμμάτων με στόχο την εξοικείωση με το περιβάλλον.</p>
<p>Ασκηση 3: Ανάπτυξη εφαρμογής στο Labview</p> <p>Αυτόνομη ανάπτυξη μιάς ολοκληρωμένης εφαρμογής από τους σπουδαστές.</p>
<p>Ασκηση 4: Γνωριμία με το πολύμετρο HP34401A. σύνδεσή του στον υπολογιστή και χρήση του Labview για την λήψη μετρήσεων.</p>
<p>Ασκηση 5: Μέτρηση αντίστασης</p> <p>Εμπέδωση μέσα από την εμπειρία του γεγονότος ότι το αποτέλεσμα μιάς μέτρησης είναι τυχαία μεταβλητή. Τι είναι διακριτική ικανότητα οργάνου μέτρησης σε απόλυτη τιμή, σε ποσοστό, σε ψηφία και σε ppm. Αναπαραγωγιμότητα μετρήσεων – οργάνωση πειραματικών δεδομένων. Υπολογισμός αβεβαιότητας τύπου Α με την χρήση στατιστικών μεθόδων. Υπολογισμός αβεβαιότητας τύπου Β με την χρήση του φύλλου προδιαγραφών του κατασκευαστή. Σφάλματα στην μέτρηση της αντίστασης : Μέτρηση με την μέθοδο των δύο σημείων, με την μέθοδο των δύο σημείων και μηδενισμό, με την μέθοδο των τεσσάρων σημείων.</p>

<p>Ασκηση 6: Μέτρηση DC τάσης - ρεύματος: Εμπέδωση μέσα από την εμπειρία του γεγονότος ότι το αποτέλεσμα μιάς μέτρησης είναι τυχαία μεταβλητή. Τι είναι διακριτική ικανότητα οργάνου μέτρησης, τι είναι εύρος οργάνου μέτρησης. Σφάλμα στη μέτρηση της τάσης λόγω της αντίστασης εισόδου του πολυμέτρου και κατασκευή εξίσωσης μέτρησης, που το λαμβάνει υπόψη της. Σφάλμα στη μέτρηση της τάσης λόγω ρεύματος διαρροής. Υπολογισμός αβεβαιότητας τύπου B με την χρήση του φύλλου προδιαγραφών του κατασκευαστή.</p>
<p>Ασκηση 7: Μέτρηση AC τάσης - ρεύματος. Διαφορά μεταξύ TRUE RMS και Average Responding μέτρησης. Εξάρτηση αποτελέσματος από τον crest factor. Υπολογισμός αβεβαιότητας τύπου B με την χρήση του φύλλου προδιαγραφών του κατασκευαστή. Εύρος ζώνης.</p>
<p>Ασκηση 8: Στατιστική επεξεργασία δεδομένων μετρήσεων I Λήψη δεδομένων και χρήση της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων για την εξαγωγή της τιμής ενός μεγέθους και της αβεβαιότητας στον προσδιορισμό του. Λήψη δεδομένων και κατασκευή ιστογραμμάτων. Προσαρμογή κανονικής κατανομής στα ιστογράμματα.</p>
<p>Ασκηση 9: Στατιστική επεξεργασία δεδομένων μετρήσεων II Λήψη δεδομένων και χρήση της μεθόδου ανάλυσης διασποράς για των έλεγχο υποθέσεων.</p>

Διεθνής εμπειρία

Ερευνήσαμε τι γίνεται σε ακαδημαϊκά ιδρύματα εκτός Ελλάδας και διαπιστώσαμε σε πολλές περιπτώσεις ότι η προσέγγιση είναι όμοια με την δική μας. Παραδείγματα: Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών στο Πανεπιστήμιο Colorado at Boulder[1], Τμήμα Αυτοματισμού του Τεχνικού Πανεπιστημίου του Tampere[2], Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Berkeley[3], Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου της Bohn[4], Πανεπιστήμιο James Madison[5] κ.α.

Η αντίδραση των σπουδαστών

Δεν έχει γίνει συστηματική αποτύπωση των παρατηρήσεων των σπουδαστριών-σπουδαστών, ωστόσο οι χαρακτηρισμοί που έχουν εκφραστεί μετά από ερώτηση του διδάσκοντος είναι ότι το μάθημα είναι «διαφορετικό», «περίεργο», «ενδιαφέρον». Ορισμένοι έκαναν την οξυδερκή, κατά την γνώμη μας, παρατήρηση ότι «μαθαίνουν να χρησιμοποιούν πολλές συνταγές». Η παρατήρηση αυτή δείχνει ότι δεν έχουμε καταφέρει να παρουσιάσουμε τις έννοιες όσο συνεκτικά χρειάζεται και αυτό οφείλεται κατά πολύ στο ότι το μάθημα, που θα έπρεπε να ονομάζεται «Στατιστική ανάλυση πειραματικών δεδομένων» ή κάτι παρόμοιο, παραδίδεται σε κοινό, που δεν γνωρίζει πιθανότητες – στατιστική. Εμείς τους μαθαίνουμε να χρησιμοποιούν μεθόδους χωρίς να δίνουμε αυστηρές αποδείξεις για το πώς εξάγονται αυτές. Πιστεύουμε ότι δεν μπορούμε να αποφύγουμε την παρουσίαση μεθόδων χωρίς αυστηρές αποδείξεις και ότι το μειονέκτημα αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί οδηγώντας το ενδιαφέρον των σπουδαστών στην επίλυση προβλημάτων, που εμφανίζονται σε πραγματικές συνθήκες.

Συμπεράσματα - ανοικτά θέματα για μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση

Η ανάλυση της προηγούμενης παραγράφου δείχνει και την κατεύθυνση για παραπέρα επεξεργασία του περιεχομένου του μαθήματος. Η καλύτερη οργάνωση του εργαστηρίου είναι το πιο απαιτητικό έργο. Ο στόχος είναι να μην περιοριστούμε σε ηλεκτρικές μετρήσεις και να χρησιμοποιήσουμε προδιαγραφές (δηλαδή αριθμητικά δεδομένα, που ορίζουν την απόδοση μιάς παραμέτρου ενός προϊόντος) για να τις συγκρίνουμε με αποτελέσματα μετρήσεων με σκοπό την επαλήθευση των προδιαγραφών είτε να

χρησιμοποιήσουμε αποτελέσματα μετρήσεων για να ορίσουμε τις προδιαγραφές του προϊόντος.

Αναφορές

[1] MCEN 3027, Measurements Laboratory, <http://me-www.colorado.edu>.

[2] Courses available in the institute of measurement and information technology, <http://mit.tut.fi>.

[3] Lectures given within the context of the lesson “advanced IC processing and layout”, <http://inst.eecs.berkeley.edu/~ee243/sp04/lectures.html>

[4] Ian Brock, Statistical methods of data analysis, http://www-zeus.physik.uni-bonn.de/~brock/stat_ws0001/

[5] ISAT253, Foundations of Instrumentation and Measurement, <https://sharepoint.cisat.jmu.edu/isat/isat253/index.html>