



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Διακρίβωση Ηλεκτρικών Οργάνων Εργαστηρίων του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**Σταθόπουλος Βασίλειος - Βαλεντίνος (Α.Μ.: 41566)**

**Ζεκολλάρι Αινέα (Α.Μ.: 41927)**

**Επιβλέποντες Καθηγητές:**

**ΣΙΝΙΟΡΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΜΑΝΟΥΣΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΑΙΓΑΛΕΩ**

**09/2017**



*Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές μας κ.κ. Σινιόρο Παναγιώτη και Μανουσάκη Νικόλαο, για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, τη σημαντική συμβολή τους, αλλά και την αμέριστη συμπαράσταση κατά την εκπόνησή της.*



# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή .....	7
Introduction .....	9
Ιστορική ανασκόπηση .....	11
Ηλεκτρικές μετρήσεις και ταξινόμηση οργάνων .....	16
Κατανόηση όρων .....	23
Κωδικοποίηση προτύπων .....	25
Οδηγίες για την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων και την διακρίβωση του εξοπλισμού. ....	26
Διαδικασία Διακρίβωσης .....	28
Πιστοποιητικό Διακρίβωσης .....	29
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°</b> .....	<b>31</b>
<b>1.1</b> Σφάλματα, θεωρία και επεξήγηση .....	<b>31</b>
<b>1.2</b> Κύριες αιτίες των σφαλμάτων .....	<b>33</b>
<b>1.3</b> Αβεβαιότητα .....	<b>37</b>
<b>1.3.1</b> Η αβεβαιότητα ως μέσο ποσοτικού χαρακτηρισμού της ποιότητας της μέτρησης .....	<b>37</b>
<b>1.3.2</b> Από το σφάλμα στην αβεβαιότητα .....	<b>39</b>
<b>1.3.3</b> Προς μια κοινά αποδεκτή θεώρηση της αβεβαιότητας - η προσέγγιση του GUM .....	<b>40</b>
<b>1.3.4</b> Μέτρηση και πιθανότητες .....	<b>42</b>
<b>1.4</b> Συστηματικά σφάλματα .....	<b>43</b>
<b>1.5</b> Τυχαία σφάλματα .....	<b>45</b>
<b>1.6</b> Συναρτήσεις πιθανότητας .....	<b>48</b>
<b>1.7</b> Βάρος των μετρήσεων .....	<b>51</b>
<b>1.7.1</b> Γενικός αριθμητικός μέσος .....	<b>51</b>
<b>1.7.2</b> Έννοια του βάρους .....	<b>51</b>
<b>1.7.3</b> Ιδιότητες του γενικού αριθμητικού μέσου .....	<b>52</b>
<b>1.8</b> Μετάδοση σφάλματος και βάρους .....	<b>52</b>
<b>1.8.1</b> Μετάδοση του σφάλματος .....	<b>52</b>
<b>1.8.2</b> Μετάδοση του βάρους .....	<b>53</b>
<b>1.9</b> Σύνθετα σφάλματα .....	<b>54</b>
<b>1.10</b> Κλάση, ανακρίβεια, ευαισθησία και σφάλματα οργάνων .....	<b>55</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°</b> .....	<b>57</b>
<b>2.1</b> Μετρολογία. Σκοπός .....	<b>57</b>
<b>2.2</b> Τυποποίηση – Ποιότητα .....	<b>57</b>
<b>2.3</b> Βαθμονόμηση - Διακρίβωση .....	<b>58</b>
<b>2.4</b> Νομοθεσία .....	<b>59</b>

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°</b> .....	61
<b>3.1</b> Fluke 9100. Περιγραφή.....	61
<b>3.2</b> Χειροκίνητη λειτουργία .....	61
<b>3.2.1</b> Αυτοματοποιημένη λειτουργία .....	61
<b>3.3</b> Εφαρμογές για την εξαγωγή πιστοποιητικών .....	63
Βήματα προσθήκης χρήστη στην βάση δεδομένων .....	64
Προσθήκη προτύπων στην βάση δεδομένων .....	66
Διαδικασία προσθήκης προτύπων στην βάση δεδομένων:	
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	69
Μέρος πιστοποιητικών που έχουν εκδοθεί .....	69
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	119

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται ενδελεχής μελέτη του τρόπου βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης. Το συγκεκριμένο ζήτημα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες στη ζωή του ανθρώπου, καθώς τόσο από τη μεριά της καθημερινότητας, όσο και από αυτή της παραγωγής και της έρευνας, γίνεται συνεχής χρήση αντικειμένων μέτρησης, με σκοπό τη σύγκριση, την εξαγωγή συμπερασμάτων καθώς και τη διατήρηση διαφόρων αναλογιών.

Στο πρώτο σκέλος της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται οι όροι που έχουν αναπτυχθεί ως προς την λήψη μιας μέτρησης. Επίσης, οι τρόποι λήψης μίας μέτρησης, οι βασικότεροι λόγοι για τους οποίους προκύπτουν τα σφάλματα σε μια μέτρηση, καθώς και οι τρόποι που έχουν βρεθεί για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων αυτών.

Στη συνέχεια, τονίζεται ο ρόλος της μετρολογίας στην ζωή μας, μέσω της δημιουργίας προτύπων πιστοποίησης, που συμβάλουν στην ασφαλή και ποιοτική ζωή του ανθρώπου. Ακόμα, γίνεται αναφορά στη θεσπισμένη νομοθεσία, εγχώρια αλλά και διεθνή, η οποία υποχρεώνει την πιστοποίηση των οργάνων μέτρησης, δίνοντας περισσότερη έμφαση σε αυτά που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία.

Τέλος, παρουσιάζεται ο βαθμονομητής Fluke 9100 και επισυνάπτεται μια ενδεικτική λίστα με τα βαθμονομημένα όργανα του εργαστηρίου Ηλεκτρικών Μετρήσεων, του τμήματος Ηλεκτρολογίας.





## INTRODUCTION

In this present diplomatic thesis a detailed study of the method of calibration of organs is made. This particular issue is one of the most common factors in the life of man, both are a part of daily life, as well as by this production and research the continuous of objects of translation is carried out, in order to constrain the export conclusions and the preservation of various paces.

In the first part of this diplomatic thesis you have presented the terms that have been evoked in taking a measurement. Also, the methods of taking a measurement are the main reasons for errors in a measurement and the ways that had been found to minimize it.

Also, the reason of metrology in our life is emphasized through the creation of crediting trips that contribute to the safe and qualitative life of human beings. Furthermore, reference is still made to the domestic and international legislation that has been enacted, which obliges the use of measuring instruments to be redefined, giving more emphasis to those used in industry.

Finally, the calibrator Fluke 9100 is presented and indicative list is attached to the calibrating instruments of the laboratory of Electrical Measurements of the Electrical Section.



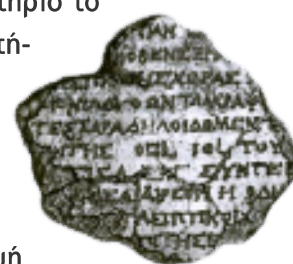


Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι το αρχαιότερο μηχανήμα που έχει σωθεί και γνωστός επίσης ως ο πρώτος αναλογικός υπολογιστής, κατασκευασμένος από μπρούντζο με ξύλινο πλαίσιο και βάσει μελετών με την βοήθεια μεγάλων εταιρειών και ενός ειδικού τομογράφου που κατασκευά-

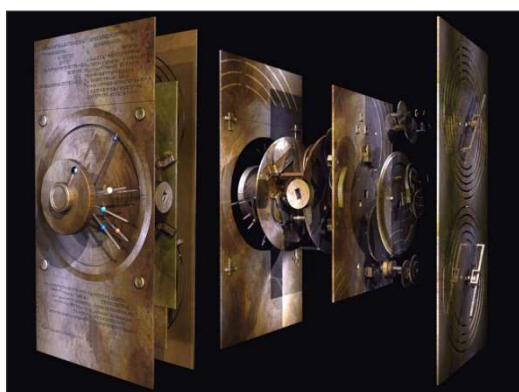


*Εικόνα 1  
Μηχανισμός Αντικυθήρων*

στηκε ειδικά γι' αυτό, επιβεβαιώθηκαν ότι χρησιμοποιεί 30 οδοντωτούς τροχούς που περιστρέφονται γύρω από 10 άξονες για να μετρά και να υπολογίζει με απίστευτη για την τότε εποχή ακρίβεια κινήσεις των ουράνιων σωμάτων όπως την θέση του ήλιου, τις σελήνης και τις εκλείψεις τους βάσει του Βαβυλωνιακού κύκλου του Σάρου. Είχε επίσης στην μπροστινή όψη κυκλική κλίμακα με τις 365 μέρες του έτους. Είναι ένας από τους πιο πολύπλοκους μηχανισμούς της αρχαιότητας καθιστώντας το ένα μυστήριο το οποίο πολλοί μεγάλοι καθηγητές και επιστήμονες προσπάθησαν να αποκωδικοποιήσουν και να ανακατασκευάσουν τον συγκεκριμένο μηχανισμό. Προσπάθειες έγιναν από τον Αυστραλό επιστήμονα υπολογιστών Άλαν Τζωρτζ Μπρόμλεϋ μαζί με τον ωρολογοποιό Σύνδεϋ Φρανκ Πέρσιβαλ χρησιμοποιώντας απεικονίσεις με ακτίνες Χ του μηχανισμού. Το 2002 ανακατασκευή έγινε από τον Μάικλ Ράιτ έφορο μηχανολογίας μηχανικής σε συνεργασία με τον Μπέρνανρντ Γκάρντνερ. Το 2007 έγινε η 2<sup>η</sup> προσπάθεια ανακατασκευής από τον μαθηματικό Διονύσιος Κριάρης με μεγαλύτερη λεπτομέρεια βασισμένο στις νέες έρευνες του προγράμματος ερευνάς για τον μηχανισμό των Αντικυθήρων.



*Εικόνα 2  
Επιγραφές του μηχανισμού*



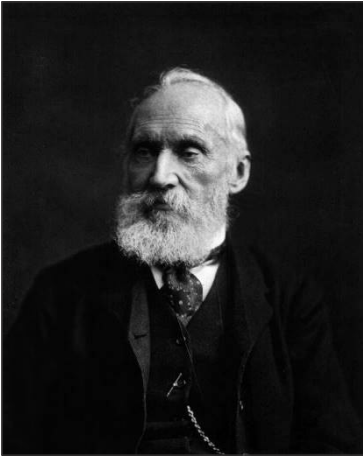
*Εικόνα 3  
Ανακατασκευή*

Ύστερα από διετή έρευνα το 2014 ο φυσικός Μάρκος Σκουλάτος έφτιαξε ένα από τα πιο ακριβές και λειτουργικά μοντέλα του μηχανισμού, καθώς σέβεται πλήρως τις διαστάσεις αλλά και όλες τις γνώστες έως σήμερα λειτουργίες του αρχικού, έχοντας λάβει υπόψιν όλες τις τελευταίες έρευνες για τον μηχανισμό πύρου-σχισμής για τη σελήνη, την ένδειξη των Ολυμπιακών αγώνων και τις ακριβείς αναγνώσεις των αρχαίων επιγραφών.

«Εάν μπορείτε να μετρήσετε, αυτό για το οποίο μιλάτε και να το εκφράσετε με αριθμούς, ξέρετε κάτι γι' αυτό. Εάν όμως δεν μπορείτε να το μετρήσετε και δεν μπορείτε να το εκφράσετε με αριθμούς, οι γνώσεις σας θα είναι φτωχές και ανεπαρκείς και να μην θα έχετε κάποια γνώση αλλά τα βήματα θα είναι πολύ μικρά στην επιστημονική σας πορεία.»<sup>1</sup>

Αυτό ήταν το επιχείρημα του Lord Kelvin προ 100 περίπου χρόνια με το οποίο καθόριζε τη σημασία των μετρήσεων τόσο εργαστηριακά όσο και στην καθημερινότητά μας.

<sup>1</sup> <http://zapatopi.net/kelvin/quotes/#meas>



Εικόνα 4.  
William Thomson  
1st Baron Kelvin

Η πρόοδος της ανθρωπότητας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την συνεχή ανάπτυξη της επιστήμης των μετρήσεων. Συνεπώς, η ιστορία του ανθρώπου δεν μπορεί να διαχωριστεί από αυτή της ανάπτυξης των μετρήσεων κάτι που φανερώνει την εξελικτικότητα ενός λαού.

Οι καθημερινές συναλλαγές ήταν η απαρχή της ιστορίας της μέτρησης. Αρχικά, γίνονταν ανταλλαγές μόνο ομοειδών αγαθών όπως αλεύρι με αλεύρι ή μοσχάρια με μοσχάρια.

Η ανακάλυψη του ζυγού διευκόλυνε μεν την καθημερινότητα του ανθρώπου αλλά συγχρόνως δημιούργησε την ανάγκη καθορισμού μονάδων μέτρησης. Έτσι δημιουργήθηκαν μονάδες μέτρησης με την διαφορά ότι κάθε τόπος είχε τις δικές του με

συνέπεια να υπάρχει ασυνεννοσία μεταξύ των λαών. Μέχρι τότε δεν είχε δημιουργηθεί κάποιο πρότυπο ώστε όλοι να διατηρούν τις ίδιες μονάδες μέτρησης. Πολλοί λαοί για τη μέτρηση μήκους χρησιμοποιούσαν ως μονάδες μέτρησης μέλη του σώματος με τη διαφορά όμως ότι δεν ήταν η αξία της μονάδας κοινή για όλους. Άλλοι, χρησιμοποιούσαν την εργασιακή απόδοση του ανθρώπου με χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτό της Γαλλίας όπου τα χωράφια μετρούνταν σε μονάδες «fauchee». Κάθε τέτοια μονάδα αντιστοιχούσε στη μέση επιφάνεια έκτασης που μπορούσε κάποιος να οργώσει ανά ημέρα κατά μέσο όρο. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνταν ως μονάδα μέτρησης επιφανείας που μπορεί να οργωθεί εντός μιας ημέρας από ένα ζευγάρι βόδια το «ζεύγος».



Εικόνα 5.  
Παραδοσιακή ζυγαριά

Από αιγυπτιακά διασωθέντα γραπτά, φαίνεται ότι ο Φαραώ Χέωψ είχε καθιερώσει μια πρότυπη μονάδα μέτρησης μήκους. Το πρότυπο αυτό μοντέλο ήταν μια ράβδος κατασκευασμένη από μαύρο γρανίτη και έφερε την ονομασία «Αιγυπτιακό βασιλικό κύβιτο».<sup>2</sup> Με αυτό τον τρόπο επιτεύχθηκε μεγάλη ακρίβεια, για την εποχή, στην κατασκευή των πυραμίδων. Επιπλέον, εκτι-



Εικόνα 6.  
Αιγυπτιακό βασιλικό κύβιτο

μάται ότι είχαν αναπτύξει και μεθόδους μέτρησης γωνιών καθώς κατά την κατασκευή των πυραμίδων οι ορθές γωνίες, στη βάση τους, έχουν ελάχιστο σφάλμα.

Εκτός από τους Αιγυπτίους και άλλοι λαοί ανέπτυξαν μετρικά συστήματα. Οι Έλληνες ανέπτυξαν ως μετρικό πρότυπο το λεγόμενο «μετρητή» ο οποίος φυλασσόταν σε ναό και με αυτό οι μετρονόμοι έλεγχαν τα μέτρα του εμπορίου.

<sup>2</sup> <http://period4ancientegypt.weebly.com/>

Παράλληλα, οι Βαβυλώνιοι πρώτοι είχαν χωρίσει το χρόνο σε ώρες, την ώρα σε 60 πρώτα λεπτά και το λεπτό σε 60 δευτερόλεπτα κάτι που το χρησιμοποιούμε ακόμα στη σύγχρονη εποχή. Ενώ επίσης, την ίδια διαιρετική μέθοδο χρησιμοποιούσαν για τα μέτρα επιφάνειας, χωρητικότητας, όπως επίσης και στο σταθμικό σύστημα. Το τάλαντο η μεγαλύτερη μονάδα βάρους χωριζόταν σε 60 μέρη, τις μνες και η κάθε μνα σε 60 σέκελ.



Εικόνα 7.  
Babylonian Hours

Παρόμοιο σύστημα είχαν εμπνευστεί και οι Φοίνικες. Όμως, η δική τους μνα χωριζόταν σε 50 και όχι σε 60 μέρη.

Το Ελληνικό αριθμητικό σύστημα διαμορφώθηκε με βάση το Βαβυλωνιακό και το Φοινικικό.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι Αιγύπτιοι, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι προσπάθησαν και επέτυχαν ως ένα βαθμό να επιβάλλουν συστήματα μέτρησης και πρότυπα. Αυτά, έγιναν κοινός αποδεκτά και έτσι κατάφεραν να επισπεύσουν την κατασκευή τεχνικών έργων, όπως π.χ. των περίφημων δικτύων των ρωμαϊκών οδών.

Την Μεσαιωνική περίοδο εγκαταλείφθηκαν τα περισσότερα συστήματα μέτρησης, με αποτέλεσμα την οπισθοδρόμηση, με εξαίρεση λιγοστές προσπάθειες που έγιναν από ορισμένους βασιλιάδες, για τον καθορισμό προτύπων.

Κατά τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, ξεκινάει η επικράτηση της άποψης πως οι μονάδες μέτρησης πρέπει να είναι απόρροια της παρατήρησης φυσικών φαινομένων και να έχουν διεθνή ισχύ. Τα επαγγέλματα και οι τόποι συντέλεσαν στη δημιουργία αρκετών μονάδων με συνέπεια την παρεμπόδιση του εγχειρήματος αυτού στη Δυτική Ευρώπη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι αυτό της Γαλλίας όπου στο τέλος του 17<sup>ου</sup> αιώνα είχαν καθιερωθεί πάνω από οκτακόσιες διαφορετικές μονάδες. Επακόλουθο αυτού ήταν η αδυναμία συναλλαγών λόγω του ότι πολλές μονάδες δεν διέθεταν δεκαδική μορφή.

Κατά τη Γαλλική Επανάσταση ο Γάλλος πολιτικός Ταλλεϋράνδος ενστερνίστηκε την πρόταση του Σκοτσέζου εφευρέτη James Watt, για τη δημιουργία ενός νέου, ενοποιημένου συστήματος μονάδων, βασιζόμενο σε μια πρότυπη μονάδα μήκους, ενώ όλες οι άλλες μονάδες μέτρησης να είναι παράγωγα της πρώτης. Έτσι, όλες οι μονάδες και οι υποδιαιρέσεις τους θα είναι δεκαδικά πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του προτύπου.

Έτσι, η Εθνοσυνέλευση ανέθεσε στην Ακαδημία των Επιστημών την υλοποίηση της πρότασης αυτής. Τότε, κλήθηκαν μεγάλοι επιστήμονες, όπως ο Laplace και ο Lavoisier να πραγματοποιήσουν αυτό το έργο με αποτέλεσμα να ορισθεί ως βασική μονάδα μήκους το μέτρο «metre».



Εικόνα 8.  
Pierre-Simon Laplace

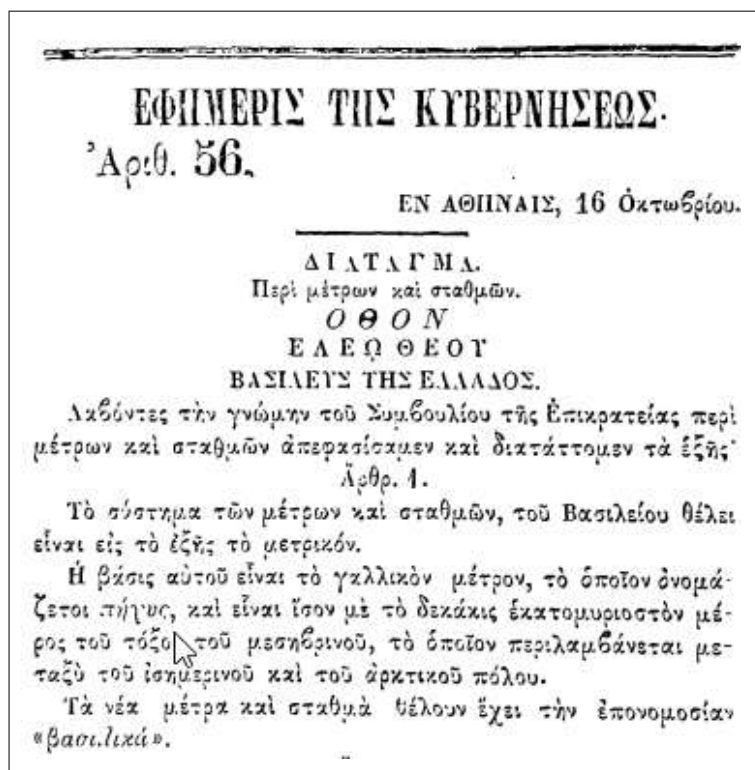
Το μέτρο ισούταν με το ένα δεκάκις εκατομμυριοστό του τεταρτημορίου του μεσημβρινού της γης. Για τον ορισμό της μονάδας αυτής, η Ακαδημία ανέθεσε στους αστρονόμους Delambre και Mechain την μέτρηση του μεσημβρινού τόξου με άκρα τη Δουνκέρκη και τη Βαρκελώνη. Το εγχείρημα, διήρκησε 6 χρόνια (1792-1798) και πραγματοποιήθηκε με πολλές δυσκολίες.

Στο Lavoisier ανατέθηκε ο καθορισμός μιας μονάδας μέτρησης του βάρους (μάζας) βασιζόμενη σε γνωστό όγκο νερού. Έτσι προέκυψε. Το γνωστό σε όλους πρότυπο Kg, που ίσχυε μέχρι το 1964 και στην πραγματικότητα ισούταν με 1,000028 dm<sup>3</sup> νερού.

Μετά τις μετρήσεις χρειάστηκε η κατασκευή από λευκόχρυσο δύο προτύπων, ένα για το μέτρο και ένα για το κιλό. Αυτά, τοποθετήθηκαν στα Εθνικά Αρχεία της Γαλλίας. Όμως, η πολιτική αστάθεια που επικρατούσε εκείνη την περίοδο στη Γαλλία, ήταν ο λόγος όπου καθυστέρησε η εφαρμογή αυτού του συστήματος κατά 60 χρόνια. Τελικά έγινε υποχρεωτικό σε ολόκληρη τη Γαλλία το 1840.

Η αναγκαιότητα ύπαρξης ενός ενιαίου συστήματος έγινε γρήγορα αντιληπτή και από άλλα κράτη. Έτσι, το 1816 υιοθετείται από το Βέλγιο και το Λουξεμβούργο, ενώ το 1860 αρχίζει να εμφανίζεται και στη Λατ. Αμερική. Στην Αγγλία εφαρμόστηκε το 1864 και στις ΗΠΑ το 1866.

Στην Ελλάδα η εφαρμογή του ξεκίνησε το 1836 (Βασιλικό Διάταγμα επί Όθωνα) και εφαρμόστηκε οριστικά το 1959 με τη ψήφιση του νόμου «Περί εισαγωγής εν Ελλάδι του διεθνούς συστήματος μέτρων και σταθμών» ΦΕΚ 131 Α/1959.<sup>3</sup>



Εικόνα 9.  
 Άρθρο από την εφημερίδα της κυβέρνησεως - 1836

<sup>3</sup> [http://new.eim.gr/wp-content/uploads/2014/01/1836-FEK\\_56.pdf](http://new.eim.gr/wp-content/uploads/2014/01/1836-FEK_56.pdf)

Παρόλα αυτά, μια μονάδα κατάφερε και επέζησε έως τη δεκαετία του 1990 σε διάφορες συσκευασίες ποτών όπως το ούζο, το τσίπουρο και διάφορα άλλα ποτά.<sup>4</sup>

- 80 γρ. ("εικοσιπενταράκι" - 25 δράμια)
- 160 γρ. ("πεννηνταράκι" - 50 δράμια)
- 320 γρ. ("εκατοσταράκι" - 100 δράμια)
- 640 γρ. ("μισοκάρικο")

Το 1870 συγκεντρώθηκαν στο Παρίσι εκπρόσωποι από 15 χώρες και συγκρότησαν «τη Διεθνή Επιτροπή για το Μέτρο» με σκοπό τη λήψη μέτρων για την ενοποίηση των συστημάτων σε διεθνές επίπεδο. Στις 20 Μαΐου 1875 παρευρέθηκαν αντιπροσωπείες από 17 χώρες, συμπεριλαμβανομένων και των ΗΠΑ, σε Διεθνές Συνέδριο Μέτρων και Σταθμών και υπέγραψαν συνθήκη για το μέτρο. Έπειτα, δημιουργήθηκε ένα «Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών» και διορίστηκαν επιτροπές με σκοπό με τη κατασκευή μόνιμων προτύπων, τεχνικά ανώτερων από εκείνα που είχαν κατασκευαστεί στην εποχή της Γαλλικής επανάστασης. Με τη συνθήκη του μέτρου είχαν αναλάβει οι υπογράφωντες να χρηματοδοτούν από κοινού το Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών (ΔΓΜΣ). Ο ρόλος του γραφείου αυτού, ήταν η καθιέρωση του μετρικού συστήματος σ' ολόκληρο το κόσμο και τη παροχή Εθνικών Προτύπων αναφοράς στις υπογράφουσες χώρες, όπως επίσης και οι συγκρίσεις αυτών των Εθνικών Προτύπων με το Διεθνές Πρότυπο. Έτσι, στην εποχή μας το γραφείο αυτό είναι ένα εργαστήριο επιστημονικής μετρολογίας, που πραγματοποιεί εργασίες μετρολογικής έρευνας, συντηρεί και συγκρίνει τα πρότυπα αναφοράς.<sup>5</sup>



*Εικόνα 10.  
Πρότυπο κιλού από λευκόχρυσο*

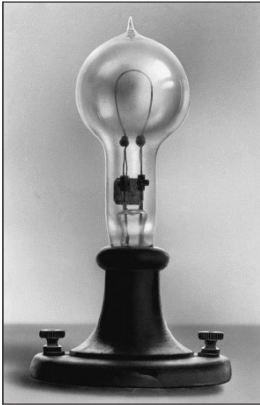


*Εικόνα 11.  
Πρότυπο μέτρου από λευκόχρυσο*

<sup>4</sup> <http://www.eim.gr/μετρολογια/νομοι-οδηγιες/>

<sup>5</sup> [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AD%CF%82\\_%CE%93%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B5%CE%AF%CE%BF\\_%CE%9C%CE%AD%CF%84%CF%81%CF%89%CE%BD\\_%CE%BA%CE%B1%CE%B9\\_%CE%A3%CF%84%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CF%8E%CE%BD](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AD%CF%82_%CE%93%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B5%CE%AF%CE%BF_%CE%9C%CE%AD%CF%84%CF%81%CF%89%CE%BD_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%A3%CF%84%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CF%8E%CE%BD)

## Ηλεκτρικές μετρήσεις και ταξινόμηση οργάνων



*Εικόνα 12.  
Παλιός ηλεκτρικός  
λαμπτήρας*

Τα φυσικά φαινόμενα μπορούν να μελετηθούν ως προς την πορεία και την εξέλιξή τους από ένα παρατηρητή χωρίς την χρήση απαραίτητα ειδικών οργάνων. Κάτι τέτοιο όμως δεν μπορεί να γίνει ούτε στις απλές αλλά ούτε και στις σύνθετες περιπτώσεις των ηλεκτρικών φαινομένων. Στην πράξη, είναι αδύνατον να παρατηρήσουμε, έστω και προσεγγιστικά, τα φαινόμενα που αφορούν την ένταση των ηλεκτρικών μεγεθών χωρίς τη χρήση οργάνων που φέρουν ένδειξη για κάθε φαινόμενο ξεχωριστά.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, μπορούμε να διακρίνουμε την αξία της τεχνικής των ηλεκτρικών μετρήσεων για τον έλεγχο λειτουργίας των μηχανημάτων αλλά και την εγκατάστασή τους όπως επίσης και για την πειραματική μελέτη των ηλεκτρικών φαινομένων.

Κατά την επιλογή των διαφόρων μεθόδων μέτρησης και κατά την εξήγηση των αποτελεσμάτων αυτής θα πρέπει πάντα να θυμόμαστε ότι καμία μέτρηση, όσο τέλεια και αν είναι, δεν μπορεί να θεωρηθεί τελείως «ακριβής». Αυτό συμβαίνει, γιατί μεταξύ της μετρούμενης και της πραγματικής τιμής του κάθε μεγέθους υπάρχει πάντα κάποια διαφορά θετική ή αρνητική, που λέγεται σφάλμα μέτρησης. Φυσικά, μπορεί μερικές φορές η τιμή που δείχνουν τα όργανα να είναι ίδια με την πραγματική, όμως, αυτό είναι απλή σύμπτωση και αποτελεί εξαίρεση.

Τις ηλεκτρικές μετρήσεις, ανάλογα με το βαθμό ακρίβειας, που επιθυμούμε, μπορούμε να τις διακρίνουμε στις εξής κατηγορίες:

### 1. Στις βιομηχανικές μετρήσεις



*Εικόνα 13*

### 2. Στις εργαστηριακές μετρήσεις



*Εικόνα 14*

Οι βιομηχανικές μετρήσεις, αφορούν τις συνηθισμένες απαιτήσεις για τη χρήση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, στις οποίες είναι πάντα δυνατό και συμφέρον να μην επιδιώκεται μεγάλη ακρίβεια. Τα όργανα, που χρησιμοποιούνται με αυτές τις μετρήσεις έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Είναι ανθεκτικά
2. Έχουν χαμηλό κόστος και
3. Διαβάζονται σχετικά εύκολα.



Ανήκουν, δηλαδή στην κατηγορία ή, αλλιώς στην κλάση των βιομηχανικών οργάνων, όπου παρουσιάζουν περιορισμένη ακρίβεια, η οποία όμως, είναι ικανοποιητική για τη βιομηχανική χρήση.

Αντίθετα, στις εργαστηριακές μετρήσεις στοχεύουμε την επαλήθευση αλλά και τον έλεγχο των προτύπων των ηλεκτρικών οργάνων και μεγεθών όπως και τον καθορισμό των φυσικών ιδιοτήτων των διαφόρων υλικών που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρομηχανολογικές εφαρμογές.

Προτού πραγματοποιηθούν αυτές οι μετρήσεις χρειάζεται να καθορισθεί ο βαθμός της ακρίβειας που επιδιώκουμε και στη συνέχεια να επιλέξουμε τα καταλληλότερα όργανα και τις καταλληλότερες μεθόδους μέτρησης. Σε ορισμένες ειδικές μετρήσεις απαιτούνται όργανα και συσκευές με υψηλή ακρίβεια, όπως επίσης βελτιστοποιημένη τεχνική κατασκευής, μεγάλο κόστος και κατά την πραγματοποίηση της μέτρησης, αρκετή προσοχή και ακρίβεια.

Αξίζει να σημειωθεί η ανάγκη ελέγχου του φυσικού περιβάλλοντος στο οποίο πραγματοποιούνται οι ηλεκτρικές μετρήσεις, γιατί η θερμοκρασία, η υγρασία, οι ταλαντώσεις, η παρουσία ξένων μαγνητικών ή ηλεκτρικών πεδίων είναι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την τιμή του μετρούμενου μεγέθους.

Οι ηλεκτρικές μετρήσεις μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το μετρούμενο μέγεθος. Έτσι οι ηλεκτρικές μετρήσεις διακρίνονται σε:

- 1. Μετρήσεις ρευμάτων και τάσεων, συνεχών και εναλλασσόμενων.**
- 2. Μετρήσεις ισχύος ή ενέργειας.**
- 3. Σε μετρήσεις αντιστάσεων ωμικών, επαγωγικών, χωρητικών κλπ.**

Επίσης οι ηλεκτρικές μετρήσεις μπορούν να διακριθούν:

**1<sup>ον</sup> σε άμεσες**

**2<sup>ον</sup> σε έμμεσες**

Άμεσες ηλεκτρικές μετρήσεις ονομάζονται εκείνες, που λαμβάνονται με ειδικά όργανα για κάθε μέγεθος και η τιμή του μεγέθους καθορίζεται με άμεση ανάγνωση ή σε συνδυασμό με απλή εφαρμογή μιας ορισμένης σταθεράς της μέτρησης.

Αντίθετα, έμμεσες μετρήσεις ονομάζονται εκείνες, που λαμβάνονται με την εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων μέτρησης και βασίζονται στον καθορισμό των σχέσεων, οι οποίες συνδέουν το μετρούμενο μέγεθος που με άλλα μεγέθη που είναι γνωστά ή προσδιορίζονται εύκολα.

Τα ηλεκτρικά όργανα που χρησιμοποιούνται στις άμεσες μετρήσεις, μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το μέγεθος για το οποίο προορίζονται να μετρήσουν. Για τα όργανα αυτά χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ονομασίες και τα σύμβολα, αντίστοιχα:

αμπερόμετρο (A)



Εικόνα 15.  
Αναλογικό Αμπερόμετρο

βολτόμετρο (V)



Εικόνα 16.  
Αναλογικό Βολτόμετρο

βαττόμετρο (W)



Εικόνα 17.  
Αναλογικό Βαττόμετρο

ωμόμετρο ( $\Omega$ )



Εικόνα 18.  
Αναλογικό Ωμόμετρο

συχνόμετρο (f)



Εικόνα 19.  
Αναλογικό Συχνόμετρο

Οι παραπάνω ονομασίες, μερικές φορές συμπληρώνονται με το πρόθεμα των πολλαπλάσιων και υποπολλαπλάσιων των μονάδων, όπως:

- κιλοαμπερόμετρα
- κιλοβολτόμετρα
- κιλοβαττόμετρα
- μιλλιαμπερόμετρα
- μιλλιβολτόμετρα
- μικροαμπερόμετρα κλπ.

Τα όργανα που χρειάζονται για την ανακάλυψη της ύπαρξης απειροελάχιστων ρευμάτων αποτελούν μια ξεχωριστή κατηγορία οργάνων που αποτελείται κυρίως από τα τυπικά γαλβανόμετρα.



*Εικόνα 20.  
Αναλογικό  
Γαλβανόμετρο*

Γενικά, οι τύποι των οργάνων αυτών είναι οι εξής:

1. Τα ενδεικτικά όργανα.

Αυτά τα όργανα είναι φέρουν ένα δείκτη, ο οποίος κινούμενος πάνω σε μια αριθμημένη κλίμακα ή με ένα ειδικό μετρητή εμφανίζει την τιμή του μετρούμενου μεγέθους.

2. Καταγραφικά όργανα.

Αυτά τα όργανα φέρουν ένα δείκτη στον οποίο είναι τοποθετημένη μια γραφίδα η οποία σχεδιάζει το διάγραμμα του μεγέθους πάνω σε μια ταινία ή σε ένα δίσκο.



*Εικόνα 21.  
Ενδεικτικό όργανο*



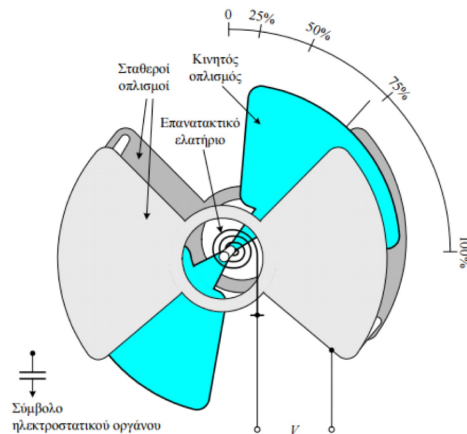
*Εικόνα 22.  
Καταγραφικό όργανο*

Τέλος, τα διάφορα ηλεκτρικά όργανα ταξινομούνται -ως προς την αρχή λειτουργίας τους- σε:

1. Μαγνητοηλεκτρικά
2. Ηλεκτρομαγνητικά
3. Ηλεκτροδυναμικά

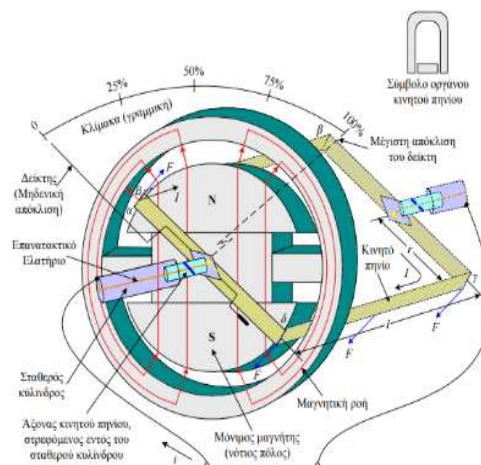
4. Διασταυρωμένων πηνίων
5. Ηλεκτροστατικά
6. Θερμικά
7. Επαγωγικά
8. Ηλεκτρονικά

Όταν εφαρμοστεί μία τάση μεταξύ των οπλισμών ενός επίπεδου πυκνωτή, θα δημιουργηθεί ένα ομοιόμορφο ηλεκτρικό πεδίο με αποτέλεσμα να ασκείται δύναμη στον κάθε οπλισμό.<sup>6</sup>



Εικόνα 23.  
Ηλεκτροστατικό όργανο

Παρακάτω εμφανίζεται όργανο, το οποίο αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη, πηνίο και το στρεφόμενο τμήμα το οποίο αναρτάται μέσω των επανατακτικών ελατηρίων.<sup>7</sup>

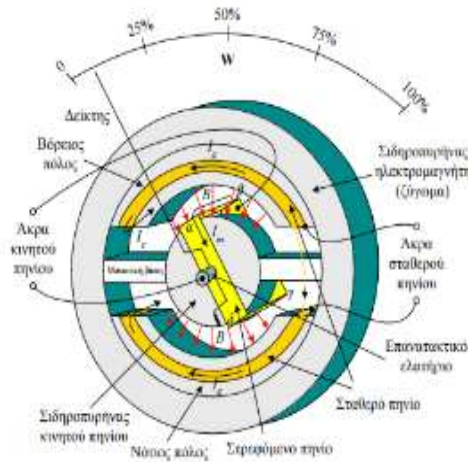


Εικόνα 24.  
Όργανο κινητού πηνίου

<sup>6</sup> [http://iek-amarous.att.sch.gr/announcements/Electrical\\_Measurements\\_02\\_Instruments.pdf](http://iek-amarous.att.sch.gr/announcements/Electrical_Measurements_02_Instruments.pdf)

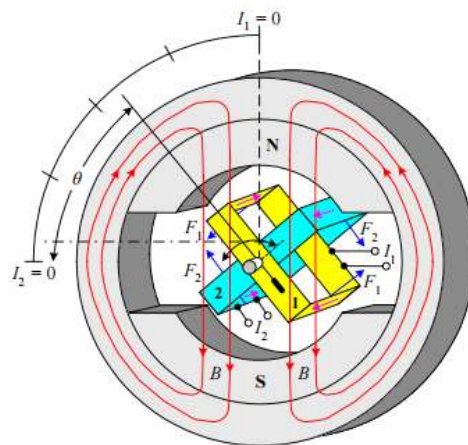
<sup>7</sup> [http://iek-amarous.att.sch.gr/announcements/Electrical\\_Measurements\\_02\\_Instruments.pdf](http://iek-amarous.att.sch.gr/announcements/Electrical_Measurements_02_Instruments.pdf)

Τα ηλεκτρομαγνητικά όργανα βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας με τα όργανα κινητού πηνίου, με μόνη διαφορά ότι το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από ηλεκτρομαγνήτη.



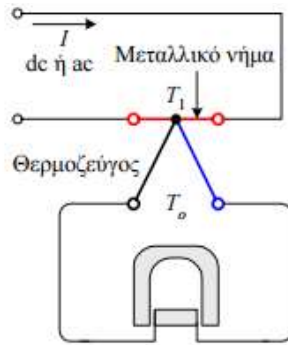
Εικόνα 25.  
Ηλεκτροδυναμικό όργανο

Το όργανο διασταυρωμένων πηνίων αποτελείται από έναν μόνιμο μαγνήτη και δύο πηνία, τα οποία συνδέονται μηχανικά μεταξύ τους χωρίς επανατακτικά ελατήρια.



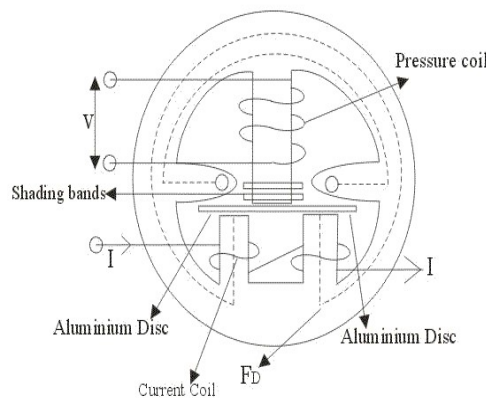
Εικόνα 26.  
Όργανο διασταυρωμένων πηνίων

Η αρχή λειτουργίας των θερμοηλεκτρικών οργάνων βασίζεται στην διαστολή ορισμένων μεταλλικών υλικών, με την αύξηση της θερμοκρασίας τους.<sup>8</sup>



Εικόνα 27.  
Θερμοηλεκτρικό όργανο

Η αρχή λειτουργίας του επαγωγικού οργάνου βασίζεται στην παραγόμενη ροπή από δύο ροές που παράγονται από δυο διαφορετικά εναλλασσόμενα ρεύματα σε μεταλλικό δίσκο.<sup>9</sup>



Εικόνα 28.  
Επαγωγικό όργανο

Πλέον, ο πιά διαδεδομένος τρόπος μέτρησης μεγεθών είναι τα ψηφιακά ηλεκτρονικά πολύμετρα τα οποία έχουν την δυνατότητα μέτρησης πολλαπλών μεγεθών όπως τάση (Volt), ένταση (Ampere), Αντίσταση (Ohm) και πολλά ακόμη μεγέθη με πολύ καλή ακρίβεια και ευκολία στην χρήση.

<sup>8</sup> [http://iek-amarous.att.sch.gr/announcements/Electrical\\_Measurements\\_02\\_Instruments.pdf](http://iek-amarous.att.sch.gr/announcements/Electrical_Measurements_02_Instruments.pdf)

<sup>9</sup> <https://www.electrical4u.com/induction-type-meters/>

Κάθε τύπος από τους παραπάνω, σημειώνεται πάνω στα όργανα σύμφωνα με τους εκάστοτε κανονισμούς που ορίζουν οι διάφορες χώρες.

## Κατανόηση όρων

Η μέτρηση ενός μεγέθους εντοπίζεται στην άμεση ή έμμεση σύγκρισή του προς τη μονάδα του και έχει δε σκοπό τον προσδιορισμό του «μέτρου» (ή της αριθμητικής τιμής) του συμβατικού γινομένου δια του οποίου γίνεται η ποσοτική περιγραφή του μεγέθους.

**Πρότυπο** είναι το τυποποιητικό έγγραφο που έχει καθιερωθεί με συναίνεση, έχει εγκριθεί από έναν αναγνωρισμένο φορέα και περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας (π.χ. χαρακτηριστικά ποιότητας, επιδόσεις, χαρακτηριστικά ασφάλειας, διαστάσεις). Το εθνικό πρότυπο (π.χ. πρότυπο ΕΛΟΤ) έχει εκπονηθεί με συναίνεση όλων των ενδιαφερομένων σε εθνική κλίμακα και έχει εγκριθεί από αναγνωρισμένο εθνικό οργανισμό τυποποίησης (π.χ. τον ΕΛΟΤ).



Εικόνα 29

**Τα εθνικά πρότυπα** εφαρμόζονται εντός της επικρατείας ενός κράτους και περιορίζονται για προϊόντα και υπηρεσίες που διατίθενται στην αγορά μιας χώρας.

Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής ένωσης είναι δεσμευμένα να ακολουθούν τα ευρωπαϊκά πρότυπα αντικαθιστώντας τα αντίστοιχα δικά τους. Έτσι, όλα τα προϊόντα που παράγονται στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορούν να διακινηθούν μεταξύ κρατών αφού τηρούν τις ίδιες προδιαγραφές.

**Τα διεθνή πρότυπα** είναι πρότυπα διεθνούς αποδοχής και ευρύτερης εφαρμογής. Τα τελευταία χρόνια επιχειρείται η εναρμόνιση των ευρωπαϊκών προτύπων με τα διεθνή.

Σε κάθε περίπτωση, όλα τα πρότυπα είναι προαιρετικής εφαρμογής, εκτός κι αν επιβάλλονται βάση της εκάστοτε νομοθεσίας.

**Τεχνική προδιαγραφή** είναι το έγγραφο που καθορίζει τις τεχνικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί ένα προϊόν, μια διεργασία ή υπηρεσία.

Τα ελληνικά πρότυπα και προδιαγραφές εκπονούνται από τα Τεχνικά Όργανα της Τυποποίησης, όπως είναι οι Τομεακές Επιτροπές, οι Τεχνικές Επιτροπές, οι Ομάδες Εργασίας και οι Ειδικές Ομάδες Έργου. Τις διαδικασίες λειτουργίας αυτών των Τεχνικών Οργάνων καθορίζει ο Κανονισμός Σύστασης και Λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης του ΕΛΟΤ.

Στα Τεχνικά αυτά Όργανα της Τυποποίησης μετέχουν πάνω από 1100 ειδικοί επιστήμονες, άλλοι ως εκπρόσωποι φορέων του Δημόσιου και Ιδιωτικού τομέα και άλλοι ως εμπειρογνώμονες.

Ο ΕΛΟΤ έχει αναλάβει να συντάσσει, εκδίδει και να εγκρίνει τον Κανονισμό Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών.

Κάθε ενδιαφερόμενος πολίτης ή φορέας κλάδου της εθνικής μας οικονομίας ή ακόμη και το ίδιο το κράτος, μπορεί να υποβάλει στον ΕΛΟΤ εμπεριστατωμένο και τεκμηριωμένο αίτημα/ πρόταση για την εκπόνηση ελληνικού προτύπου/προδιαγραφής. Το αίτημα εξετάζεται από τον ΕΛΟΤ λαμβάνοντας υπόψη και όλα τα τυχόν ισχύοντα πρότυπα/προδιαγραφές που είναι συναφή προς το αντικείμενο της πρότασης.

Σε περίπτωση που υφίσταται Τεχνική Επιτροπή ή Ομάδα Εργασίας σχετική με το αντικείμενο της πρότασης, ανατίθεται σε αυτήν η γνωμοδότηση, αλλιώς απευθύνεται προς τους κατά την κρίση του ενδιαφερόμενους φορείς.

Οι απόψεις που διατυπώνονται σύμφωνα με τα παραπάνω, αξιολογούνται από τον ΕΛΟΤ, ο οποίος, με σχετική τεκμηριωμένη απόφαση, αποδέχεται ή απορρίπτει το αίτημα. Κατά τη λήψη της σχετικής απόφασης συνεκτιμώνται αφενός τα οικονομικά στοιχεία που συναρτώνται με την εκπόνηση του νέου προτύπου/προδιαγραφής, εξασφαλίζοντας την πηγή χρηματοδότησης για την εκπόνηση και, αφετέρου, το γεγονός ότι η εν λόγω απόφαση πρέπει να εναρμονίζεται πλήρως με την υφιστάμενη για το θέμα πολιτική και τις ειδικότερες αποφάσεις του Εθνικού Συμβουλίου Τυποποίησης, εφόσον υπάρχουν.

Εφόσον αποφασισθεί η εκπόνηση νέου προτύπου/προδιαγραφής, διενεργείται σχετική κοινοποίηση μέσω των διαδικασιών που ορίζονται στην Οδηγία 98/34/ΕΟΚ για την υποβολή τυχόν παρατηρήσεων.

Το σχέδιο ελληνικού προτύπου/προδιαγραφής εκπονείται από Τομεακή ή Τεχνική Επιτροπή ή Ομάδα Εργασίας σύμφωνα με τον Κανονισμό Σύστασης και Λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης του ΕΛΟΤ. Σε περίπτωση που δεν υφίσταται ήδη αρμόδια για το θέμα Τεχνική Επιτροπή ή Ομάδα Εργασίας, ο ΕΛΟΤ συστήνει, σύμφωνα με τον προαναφερθέντα Κανονισμό, νέα Τομεακή ή Τεχνική Επιτροπή ή Ομάδα Εργασίας.

Ο ΕΛΟΤ έχει την ευθύνη:

- του σχεδιασμού,
- της υλοποίησης του προγράμματος εκπόνησης του σχεδίου προτύπου/προδιαγραφής από την Τομεακή ή Τεχνική Επιτροπή ή Ομάδα Εργασίας,



- της κωδικοποίησης (πρόσδοση κωδικού ΕΛΟΤ) σε κάθε υπό εκπόνηση τυποποιητικό κείμενο.

Όταν ολοκληρωθεί το πρώτο σχέδιο του τυποποιητικού εγγράφου, αυτό υποβάλλεται σε διαδικασία ευρείας δημόσιας κρίσης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Τα σχόλια και οι παρατηρήσεις που υποβάλλονται, συγκεντρώνονται στον ΕΛΟΤ και διαβιβάζονται στην αρμόδια Τομεακή ή Τεχνική Επιτροπή/Ομάδα Εργασίας προς επεξεργασία και αξιολόγηση. Η Επιτροπή/Ομάδα Εργασίας, αφού ολοκληρώσει την αξιολόγηση των παρατηρήσεων, παραδίδει στον ΕΛΟΤ το τελικό σχέδιο ελληνικού προτύπου για έγκριση και έκδοσή, υπό τον όρο ότι πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- α) έχει εξασφαλισθεί η συμβατότητα με την εν γένει ελληνική τυποποίηση,
- β) έχουν εξετασθεί και εντοπισθεί τυχόν αποκλίσεις από τη νομοθεσία ή τις εθνικές, ευρωπαϊκές και διεθνείς υποχρεώσεις του ΕΛΟΤ,
- γ) έχει τηρηθεί η διαδικασία εκπόνησης του προτύπου/προδιαγραφής,
- δ) η Τεχνική Επιτροπή/Ομάδα Εργασίας έχει λάβει υπόψη τις παρατηρήσεις ή αντιρρήσεις που διατυπώθηκαν επί του σχεδίου προτύπου κατά τη διαδικασία της δημόσιας κρίσης,
- ε) έχουν αποσυρθεί τα αντικρουόμενα πρότυπα/προδιαγραφές.

## Κωδικοποίηση προτύπων

Τα ελληνικά πρότυπα κωδικοποιούνται με αύξοντα αριθμό που χορηγείται από τη Δ/νση Τυποποίησης και το πρόθεμα ΕΛΟΤ, ενώ οι ελληνικές προδιαγραφές ακολουθούν τον αύξοντα αριθμό των προτύπων αλλά φέρουν το πρόθεμα ΕΛΟΤ ΠΡΔ.

**Μετρολογία** είναι η μεθοδικά οργανωμένη δραστηριότητα που αφορά στην εξασφάλιση της ομοιογένειας και της αξιοπιστίας των μετρήσεων. Η μετρολογία ως επιστήμη των μετρήσεων συμπεριλαμβάνει όλες τις εκδοχές της θεωρητικής και Πρακτικής μετρολογίας που αναφέρονται στις μετρήσεις με οποιαδήποτε ακρίβεια και σε οποιοδήποτε επιστημονικό και τεχνολογικό πεδίο.



Εικόνα 30.  
Μετρολογία

**Βαθμονόμηση** είναι ο καθορισμός των ενδείξεων στην κλίμακα ενός οργάνου με καθορισμένη την ακρίβεια του φυσικού μεγέθους που μετρά.

**Διακρίβωση** είναι η διαδικασία που κάτω από ειδικές συνθήκες καθορίζει, τη σχέση μεταξύ των αποτελεσμάτων της μέτρησης ενός οργάνου μέτρησης ή συστήματος μέτρησης ή τιμών που προκύπτουν από τη μέτρηση ενός υλικού και των αντίστοιχων γνωστών τιμών ενός μεγέθους που λαμβάνονται από ένα πρότυπο αναφοράς.



*Εικόνα 31.  
Calibration*

## **Οδηγίες για την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων και την διακρίβωση του εξοπλισμού.<sup>10</sup>**

Οι παρακάτω οδηγίες, πραγματοποιήθηκαν κατά την βαθμονόμηση οργάνων στο εργαστήριο μετρήσεων με το Fluke 9100.



*Εικόνα 32.  
Fluke 9100*

<sup>10</sup> [https://www.google.gr/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwjM3db8soXTAhWpHJokHV\\_fAcAQFgguMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.mcit.gov.cy%2Fmcit%2Fcys%2Fcys.nsf%2Fall%2F049DBE4436C243A8C2257CFD0023427D%2F%24file%2F2014.01.22%2520GD%252002%2520CALIBRATION-TRACEABILITY.GR.doc%3Fop-enelement&usg=AFQjCNHtpE0wH5dh5F920UJnQcXpVcINNg&sig2=hkBOZ-85AOKi\\_nH5QBjTcg&bvm=bv.151325232,d.bGs](https://www.google.gr/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwjM3db8soXTAhWpHJokHV_fAcAQFgguMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.mcit.gov.cy%2Fmcit%2Fcys%2Fcys.nsf%2Fall%2F049DBE4436C243A8C2257CFD0023427D%2F%24file%2F2014.01.22%2520GD%252002%2520CALIBRATION-TRACEABILITY.GR.doc%3Fop-enelement&usg=AFQjCNHtpE0wH5dh5F920UJnQcXpVcINNg&sig2=hkBOZ-85AOKi_nH5QBjTcg&bvm=bv.151325232,d.bGs)

### 1. Ιχνηλασιμότητα μετρήσεων

Οι μετρήσεις που λάβαμε από τον μετρητικό εξοπλισμό του εργαστήριου θα πρέπει να είναι ιχνηλάσιμες στα εθνικά ή διεθνή πρότυπα μεγέθη σύμφωνα με την παρ. 5.6 του προτύπου CYS EN ISO/IEC 17025 [2,5-6].

### 2. Διακρίβωση εξοπλισμού

Για να διασφαλιστεί η ιχνηλασιμότητα, η ακρίβεια και η εγκυρότητα των μετρήσεων θα πρέπει να έχει γίνει διακρίβωση του εξοπλισμού διακριβώσεων ή δοκιμών σύμφωνα με τις απαιτήσεις που μπορούμε να βρούμε στη παρ. 5.5, 5.6 και 5.10.4 του προτύπου CYS EN ISO/IEC 17025 και τις επιπρόσθετες απαιτήσεις της παρούσας οδηγίας [2,5-6].

### 3. Πιστοποιητικά διακρίβωσης

Θα πρέπει να υπάρχει αρχειοθέτηση όλων των πιστοποιητικών διακρίβωσης για τον εξοπλισμό που διακριβώνεται στο εργαστήριο διακρίβωσης.

### 4. Συχνότητα διακρίβωσης

Θα πρέπει να υπάρξει τήρηση του προγράμματος διακρίβωσης για όλο τον εξοπλισμό του εργαστηρίου και τεκμηρίωση για τον καθορισμό της συγκεκριμένης συχνότητας διακρίβωσης που έχει οριστεί.

### 5. Έλεγχος πρότυπων προδιαγραφών πριν την πρώτη χρήση

Θα πρέπει να γίνει διακρίβωση του εξοπλισμού όταν θα γίνει χρήση του για πρώτη φορά σε λειτουργία για να διασφαλιστεί η ορθότητα της διακρίβωσης βάση με τις σχετικές πρότυπες προδιαγραφές.



Εικόνα 33.  
Πρότυπα



- Περιβαλλοντικές συνθήκες που πρέπει να επιτευχθούν και που υπήρχαν κατά την διαδικασία τις διακρίβωσης
- Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την διακρίβωση υπό την μορφή γραπτών οδηγιών.
- Λεπτομέρειες των δεδομένων των μετρήσεων προς καταχώρηση και ανάλυση αυτών.
- Τα όρια αποδοχής για τα δεδομένα διακρίβωσης
- Η εκτίμηση της αβεβαιότητας μετρήσεων.
- Τον αριθμό προσδιορισμού ταυτότητας, αριθμό σελίδων, ημερομηνία έκδοσης και το όνομα του ατόμου που παρέχει την έγκριση της έκδοσης και χρήσης της κάθε διαδικασίας.

## Πιστοποιητικό Διακρίβωσης<sup>12</sup>

Όλα τα πιστοποιητικά διακρίβωσης θα πρέπει να παρέχουν κάποιες πληροφορίες, κάποιες από τις οποίες θα αναφέρουμε παρακάτω.

- Ο τίτλος να είναι “Πιστοποιητικό Διακρίβωσης”.
- Να υπάρχει το όνομα, η διεύθυνση του εργαστηρίου και ο τόπος εκτέλεσης των διακριβώσεων (μόνο εάν δεν είναι ίδιος με την διεύθυνση του εργαστηρίου).
- Όνομα και διεύθυνση του πελάτη.
- Περιγραφή, κατάσταση και η ημερομηνία που παραλάβαμε το αντικείμενο προς διακρίβωση, επίσης έναν σαφή προσδιορισμό του αντικειμένου.
- Ημερομηνία έκδοσης του πιστοποιητικού.
- Η συνθήκες που έγιναν οι διακριβώσεις, εάν επηρεάζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων (όπως υγρασία, θερμοκρασία χώρου κ.λπ.).
- Η ταυτότητα του εξοπλισμού και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε.
- Τα αποτελέσματα των διακριβώσεων και τις μονάδες μέτρησης.
- Η αβεβαιότητα της μέτρησης.
- Σφραγίδα εργαστηρίου.
- Αναφορά στο σχέδιο και στις διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν από το εργαστήριο για την δειγματοληψία των μετρήσεων.

---

<sup>12</sup> [https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwjM3db8soXTAhWpHJoKHV\\_fAcAQFggguMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.mcit.gov.cy%2Fmcit%2Fecys%2Fecys.nsf%2Ffall%2F049DBE4436C243A8C2257CFD0023427D%2F%24file%2F2014.01.22%2520GD%252002%2520CALIBRATION-TRACEABILITY.GR.doc%3Fop-enelement&usq=AFQjCNHtpE0wH5dh5F920UJnQcxpVcINNg&sig2=hkBOZ-85AOKi\\_nH5QBjTcg&bvm=bv.151325232,d.bGs](https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwjM3db8soXTAhWpHJoKHV_fAcAQFggguMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.mcit.gov.cy%2Fmcit%2Fecys%2Fecys.nsf%2Ffall%2F049DBE4436C243A8C2257CFD0023427D%2F%24file%2F2014.01.22%2520GD%252002%2520CALIBRATION-TRACEABILITY.GR.doc%3Fop-enelement&usq=AFQjCNHtpE0wH5dh5F920UJnQcxpVcINNg&sig2=hkBOZ-85AOKi_nH5QBjTcg&bvm=bv.151325232,d.bGs)



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1.1 Σφάλματα, θεωρία και επεξήγηση

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, καμία μέτρηση δεν μπορεί να θεωρηθεί απόλυτα ακριβής γι' αυτό κάθε φορά πρέπει να καθορίζεται η περιοχή, μέσα στην οποία είναι αποδεκτά τα σφάλματα των μετρήσεων. Με άλλα λόγια, πρέπει να καθορίζεται ο βαθμός προσέγγισης, που επιδιώκεται.

**Απόλυτο σφάλμα** της μέτρησης ενός μεγέθους  $A$  ονομάζεται η διαφορά  $\Delta A$  μεταξύ της τιμής  $A_M$ , που δίνει η μέτρηση και της πραγματικής τιμής  $A_\pi$  του μεγέθους και γράφεται ως εξής:

$$\Delta A = A_M - A_\pi \quad (1)$$

Πρακτικά, ο καθορισμός του απόλυτου σφάλματος  $\Delta A$  δεν μπορεί ποτέ να γίνει με απόλυτη ακρίβεια. Μπορεί όμως, να προσδιορισθεί το ανώτερο όριο, που μπορεί να φθάσει, εκτιμώντας ορθά τις αιτίες των σφαλμάτων, αναλύοντας διεξοδικά με τους διάφορους τρόπους λήψης μετρήσεων και με την κατάλληλη επιλογή οργάνων, συσκευών, υλικών κλπ. Συνεπώς, το ανώτερο όριο του απόλυτου σφάλματος μπορεί να καθορισθεί από το άθροισμα της μορφής:

$$\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n \quad (2)$$

Τα  $\Delta A_1$ ,  $\Delta A_2$  συμβολίζουν τα σφάλματα, που συμβάλλουν στο σχηματισμό του συνολικού σφάλματος  $\Delta A$ .

Θέτουμε παντού ίδιο πρόσημο (θετικό) για όλα τα μικρότερα σφάλματα, ώστε να εξετάσουμε τη χειρότερη περίπτωση, αφού δεν γνωρίζουμε εξ' αρχής το πρόσημο του καθενός σφάλματος.

Το βαθμό αβεβαιότητας των μετρήσεων, τον δηλώνει το μεγαλύτερο απόλυτο σφάλμα, όπως και το ανώτερο και κατώτερο όριο, μέσα στο οποίο περιλαμβάνεται η πραγματική τιμή των μεγεθών, που μετράμε. Αυτή εκφράζεται από τη ακόλουθη σχέση:

$$A_{\Pi} = A_m \pm \Delta A \quad (3)$$

Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως το αποτέλεσμα μιας μέτρησης προσεγγίζει περισσότερο την πραγματική τιμή του μεγέθους, όσο μειώνεται η τιμή του απόλυτου σφάλματος  $\Delta A$ .

Το απόλυτο σφάλμα δεν εκφράζει το βαθμό ακρίβειας μιας μέτρησης, γιατί ο βαθμός ακρίβειας εξαρτάται και από την τιμή του μεγέθους, που μετράμε.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση μέτρησης ενός μήκους, που έχει επηρεαστεί από απόλυτο σφάλμα 0,5mm. Το σφάλμα αυτό μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο, όταν αφορά τη μέτρηση μήκους μερικών μέτρων, ενώ αντίθετα είναι αρκετά μεγάλο, όταν αφορά τη μέτρηση μήκους λίγων χιλιοστών. Κατά την πρώτη υπόθεση μπορούμε να δεχτούμε ότι ο βαθμός ακρίβειας της μέτρησης είναι υψηλός. Στη δεύτερη υπόθεση όμως, ο βαθμός ακρίβειας της μέτρησης είναι χαμηλός συνεπώς όχι ικανοποιητικός.

Ο βαθμός ακρίβειας μιας μέτρησης μπορεί να υπολογιστεί ικανοποιητικά εξετάζοντας το σχετικό σφάλμα της.

Το σχετικό σφάλμα προσδιορίζεται με την αναφορά της ποσότητας του απόλυτου σφάλματος  $\Delta A$  στην πραγματική τιμή  $A_{\pi}$ , του μεγέθους που μετράμε. Έτσι, εκφράζεται από την τιμή του σφάλματος, το οποίο παρουσιάζεται σε κάθε ξεχωριστή μονάδα του μεγέθους [σχετικό ενιαίο σφάλμα ( $\varepsilon$ )]. Ακόμη, μπορεί να εκφραστεί επί τοις εκατό [σχετικό εκατοστιαίο σφάλμα ( $\varepsilon\%$ )].

Συνεπώς, το σχετικό ενιαίο σφάλμα ( $\varepsilon$ ) εκφράζεται από το λόγο:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_{\pi}} = \frac{A_m - A_{\pi}}{A_{\pi}} \quad (4)$$

Ενώ, το σχετικό εκατοστιαίο σφάλμα εκφράζεται από τη σχέση:

$$\varepsilon\% = \frac{\Delta A}{A_{\pi}} \cdot 100\% = \frac{A_m - A_{\pi}}{A_{\pi}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Σε όρισμένες περιπτώσεις είναι πιο εύκολο το σχετικό σφάλμα ( $\varepsilon$ ) να αναφέρεται στην τιμή  $A_M$  αντί για την πραγματική τιμή  $A_{\pi}$ . Έτσι:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_m} = \frac{A_m - A_{\pi}}{A_m} \quad (6)$$

$$\varepsilon\% = \frac{\Delta A}{A_m} \cdot 100 = \frac{A_m - A_{\pi}}{A_m} \cdot 100 \quad (7)$$

Σε κάθε περίπτωση, η πραγματική τιμή του μεγέθους που μετρούμε προκύπτει ως:

$$A_{\pi} = (1 - \varepsilon)A_m = \frac{100 - \varepsilon\%}{100} \cdot A_m \quad (8)$$

Στη σχέση αυτή ο παράγοντας  $(1 - \varepsilon)$ , που πολλαπλασιάζεται με την τιμή  $A_m$ , για να προκύψει η πραγματική τιμή  $A_{\pi}$ , ονομάζεται «συντελεστής διορθώσης». Επίσης, εάν γνωρίζουμε την τιμή και το πρόσημο του απόλυτου σφάλματος  $\Delta A$ , συνήθως διόρθωση ονομάζεται το μέγεθος:

$$\delta = -\Delta A \quad (9)$$

Όπου, η τιμή του  $\delta$  είναι ίση με το σφάλμα, αλλά με αντίθετο πρόσημο. Αυτό, εάν αθροιστεί με την τιμή, που δείχνει το όργανο, δίνει την πραγματική τιμή σύμφωνα με τη σχέση:

$$A_{\pi} = A_m + \delta \quad (10)$$

Η τιμή του σχετικού σφάλματος [( $\varepsilon\%$ ) εκατοστιαίο σφάλμα] καθορίζει ποσοτικά το βαθμό ακρίβειας μιας μέτρησης. Στην τεχνική ορολογία χρησιμοποιείται η έκφραση βαθμός προσέγγισης της μέτρησης. Ο βαθμός προσέγγισης της μέτρησης υπολογίζεται από την διαφορά του 100 και της τιμής του εκατοστιαίου σφάλματος. Για παράδειγμα, στα σχετικά σφάλματα 0,09% και 8% αντιστοιχούν οι βαθμοί προσέγγισης 99,91% και 92%.



Όταν το αποτέλεσμα μιας μέτρησης εκφράζεται με την αριθμητική του τιμή, μπορεί, εξαιτίας της ανακρίβειας της μέτρησης, η αριθμητική τιμή να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα ψηφία, τα οποία όμως δεν προσθέτουν κάτι στο αποτέλεσμα της μέτρησης.

Αν, για παράδειγμα, διαβάζουμε στην κλίμακα ενός βολτομέτρου την ένδειξη: " $V_m = 145,7 V$ " και γνωρίζουμε ότι το βολτόμετρο χαρακτηρίζεται από βαθμό ανακρίβειας  $V = 3,5V$ , τότε δεν χρειάζεται να γραφτεί το τελευταίο ψηφίο της τιμής, που δείχνει το βολτόμετρο, δηλαδή το 0,7 του βολτ.

Στο αριθμητικό αποτέλεσμα μιας μέτρησης μπορούν να αγνοηθούν όλα τα ψηφία, τα οποία προκαλούν μεταβολή μικρότερη από το  $1/10$  του απόλυτου σφάλματος της μέτρησης. Οπότε, στο προηγούμενο παράδειγμα η τάση, που δείχνει το βολτόμετρο, μπορεί να εκφραστεί από την τιμή  $V_m = 145V$ , γιατί με αυτό τον τρόπο παραλείπεται ποσότητα ( $0,7V$ ) μικρότερη από  $1/10$  της ανακρίβειας της μέτρησης  $[0,7 < \frac{1}{10} 3,5]$ .

Φυσικά, αν το βολτόμετρο στο πιο πάνω παράδειγμα χαρακτηριζόταν από ανακρίβεια  $2V$ , τότε αυτή η απλούστευση του αποτελέσματος δεν θα ήταν σωστή.

Συμπερασματικά, για να εκφράσουμε το αποτέλεσμα μιας μέτρησης ο καλύτερος τρόπος είναι μαζί με την μετρηθείσα τιμή (χωρίς ενδεχομένως τα ψηφία, που είναι ασήμαντα) να δηλώνεται και το σφάλμα που γίνεται.

Έτσι, στην περίπτωση που έχουμε  $V_m = 145V$  μπορούμε να πούμε ότι η μεγαλύτερη αβεβαιότητα της μέτρησης είναι ίση με  $\pm 4V$ .

## 1.2 Κύριες αιτίες των σφαλμάτων

Οι αιτίες στις οποίες οφείλονται τα σφάλματα, τα οποία εμφανίζονται κατά την διαδικασία μιας μέτρησης είναι πολλές και έχουν μεταβλητή προέλευση. Σε κάθε περίπτωση τα σφάλματα των μετρήσεων μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο κατηγορίες: στα **συστηματικά** σφάλματα και στα **τυχαία**.

Ταξινομώντας τα έτσι, δεν σημαίνει ότι παραλείπονται οι αιτίες στις οποίες οφείλονται τα «χοντρικά» σφάλματα. Κάθε καλός τεχνικός, με εμπειρία στις μετρήσεις, μπορεί να προβλέπει τις αιτίες αυτές ή να τις μειώνει μέχρι το ελάχιστο δυνατό όριο. Οι τελευταίες αυτές αιτίες των σφαλμάτων συχνά οφείλονται στο χειριστή, και προέρχονται από:

1. Τις ακατάλληλες ή τυχαίες προπαρασκευές.
2. Την ακατάλληλη πραγματοποίηση του κυκλώματος της μέτρησης.
3. Το λάθος σύνδεση ενός οργάνου.

#### 4. Την άστοχη θεώρηση της σταθερής ανάγνωσης της κλίμακας του οργάνου.

Από την άλλη, τα συστηματικά σφάλματα δεν οφείλονται το χειριστή αλλά στα χαρακτηριστικά της προπαρασκευής και στο σύστημα μέτρησης, που χρησιμοποιείται.

Στα συστηματικά σφάλματα περιλαμβάνονται, τα εξής:

- Τα **οργανικά σφάλματα** που εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά κατασκευής των οργάνων, τα οποία οι κατασκευαστές σημειώνουν, αλλά παραμένει κάποιος βαθμός αβεβαιότητας για αυτά.
- Τα σφάλματα, που εξαρτώνται από την **αυτοκατανάλωση των οργάνων**, που χρησιμοποιούνται. Η αυτοκατανάλωση των οργάνων έχει συνέπεια, μετά από τη σύνδεση των οργάνων στο κύκλωμα, να αλλάζει η προηγούμενη ηλεκτρική του κατάσταση. Δηλαδή να απορροφάται ρεύμα από όργανα, που έχουν συνδεθεί παράλληλα, και δημιουργείται πτώση της τάσεως από όργανα, που έχουν συνδεθεί σε σειρά αλλάζοντας συνεπώς το κύκλωμα.
- Τα σφάλματα, που οφείλονται στις πιθανές απλοποιήσεις των τύπων υπολογισμού των μεθόδων και καθορίζονται σε συνάρτηση με τις μετρήσεις άλλων μεγεθών, από τα οποία εξαρτώνται.

Τα αποτελέσματα μιας μέτρησης μπορούν να επηρεαστούν λίγο ή πολύ λόγω των συστηματικών σφαλμάτων. Όμως, επιλέγοντας το κατάλληλο σύστημα μέτρησης και χρησιμοποιώντας όργανα μέτρησης μεγαλύτερης ακρίβειας μπορούν να περιοριστούν.

Αν γνωρίζουμε την κλάση ακρίβειας των οργάνων και την ακρίβεια των συσκευών, με προσεκτική ανάλυση του συστήματος μέτρησης που χρησιμοποιείται, μπορούν να προσδιορισθούν τα συστηματικά σφάλματα. Έτσι, μπορεί να γίνει η κατάλληλη διόρθωση στο αποτέλεσμα της μέτρησης ή να βρεθεί ο βαθμός προσέγγισης, που επιτυγχάνεται.

Μεταξύ των συστηματικών σφαλμάτων πρέπει να περιληφθούν επίσης και τα σφάλματα που οφείλονται στις περιβαλλοντικές συνθήκες του χώρου όπου πραγματοποιείται η μέτρηση.

Αυτά προέρχονται από την επίδραση της θερμοκρασίας ή από την επίδραση ξένων μαγνητικών και ηλεκτρικών πεδίων όπως και από άλλες πιθανές αιτίες διαταραχής. Γενικά, είναι δύσκολο να υπολογισθούν αυτά τα σφάλματα, αλλά μπορεί να περιορισθούν πειραματικά μέσα σε ανεκτά πλαίσια. Πολλές φορές αρκεί η πραγματοποίηση δυο προσδιορισμών με την απλή αντιστροφή του προσανατολισμού των οργάνων. Έτσι, το αποτέλεσμα που προκύπτει δεν επηρεάζεται από την διαταραχή που οφείλεται σε ξένα μαγνητικά και ηλεκτρικά πεδία. Στις περιπτώσεις αυτές, ως αποτέλεσμα λαμβάνεται ο μέσος όρος των δυο προσδιορισμών και έτσι εξαλείφεται το συστηματικό σφάλμα.

Η κατηγορία των **τυχαίων σφαλμάτων** περιλαμβάνει όλα τα σφάλματα που προέρχονται από τυχαία αίτια και των οποίων η τιμή και το πρόσημο μεταβάλλονται. Αυτά τα σφάλματα οφείλονται τόσο στο χειριστή (υποκειμενικά σφάλματα) όσο και στην προπαρασκευή της μέτρησης.

Τα τυχαία υποκειμενικά σφάλματα οφείλονται γενικά, σε ατελή αντίληψη του παρατηρητή με χαρακτηριστικό παράδειγμα τα σφάλματα ανάγνωσης, τα οποία δεν μπορούμε να αποφύγουμε και γίνονται συνήθως, όταν πρέπει να εκτιμηθεί με την όραση η θέση του δείκτη πάνω στην κλίμακα του οργάνου.

Η δεύτερη κατηγορία τυχαίων σφαλμάτων διαιρείται σε:

- 1) **Σφάλματα εκτίμησης.** Αυτά σχετίζονται με την δεινότητα του παρατηρητή και την εκτίμηση μικρών τμημάτων των διαιρέσεων κλίμακας και
- 2) **Σφάλματα παράλλαξης.** Αυτά εξαρτώνται από την θέση, που παίρνει ο παρατηρητής για να πραγματοποιήσει την ανάγνωση της θέσης του δείκτη. Είναι γνωστό ότι η σωστή θέση για την πραγματοποίηση της αναγνώσεως είναι εκείνη, κατά την οποία το μάτι του παρατηρητή βρίσκεται σε επίπεδο κάθετο προς την επιφάνεια της κλίμακας και περνά από το δείκτη. Για την αποφυγή των σφαλμάτων παράλλαξης, στα όργανα ακρίβειας τοποθετείται ένας καθρέφτης κάτω από το δείκτη και κατά μήκος του τόξου της κλίμακας του. Η ανάγνωση της ένδειξης του οργάνου γίνεται όταν το μάτι του παρατηρητή δεν βλέπει το είδωλο του δείκτη στον καθρέφτη.

**Άλλα τυχαία σφάλματα,** που εξαρτώνται από την προπαρασκευή της μέτρησης, εμφανίζονται εξαιτίας συμωματικής ανωμαλίας της λειτουργίας ή της συναρμολόγησης των οργάνων. Επίσης, τα χτυπήματα, η αστάθεια του ρεύματος και η γρήγορη και απρόβλεπτη μεταβολή των συνθηκών του περιβάλλοντος αποτελούν παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται τα παραπάνω σφάλματα.

Τα τυχαία σφάλματα δεν μπορούμε να τα αποφύγουμε ότι μέτρα και αν λάβουμε, λόγω του ότι οφείλονται σε αστάθμητους παράγοντες. Έτσι, για την εξάλειψή τους χρειάζονται πολλές μετρήσεις του ίδιου φυσικού μεγέθους με μεγάλη σχολαστικότητα. Σε κάθε μέτρηση είναι δυνατό να προκύπτει λίγο ή πολύ διαφορετικό αποτέλεσμα. Στην περίπτωση αυτή, ως πιθανότερη τιμή του μεγέθους που εξετάζεται θα θεωρηθεί η μέση αριθμητική τιμή των μετρήσεων. Έτσι έχουμε:

$$A_m = \frac{A_{m_1} + A_{m_2} + A_{m_3} + \dots + A_{m_n}}{n} \quad (11)$$

Η πιθανότητα να μειωθεί η επίδραση των τυχαίων σφαλμάτων είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερο είναι το  $(n)$  και όσο λιγότερα είναι τα λαθεμένα αποτελέσματα των  $(n)$  μετρήσεων.

Λαθεμένη θεωρείται μια μέτρηση, όταν η τιμή της είναι απομακρυσμένη από την μέση τιμή των άλλων και οφείλεται σε σοβαρό σφάλμα.

<b>ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ</b>			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	<p><b><u>ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΑ:</u></b></p> <p>Οφείλονται στα χαρακτηριστικά των οργάνων και των μεθόδων που υιοθετούνται. Σε διαδοχικές μετρήσεις διατηρείται πάντα ο μέσος όρος των ενδείξεων. Μπορούν να περιοριστούν μόνο βελτιώνοντας τις συνθήκες των μετρήσεων και τα χαρακτηριστικά των οργάνων</p>	<p><b><u>ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΑ:</u></b></p> <p>Οφείλονται στην ικανότητα του χειριστή που πραγματοποιεί τη μέτρηση (συνδέσεις μεταξύ αγωγών, μηδενισμός των οργάνων κλπ.)</p>	
	<p><b><u>ΤΥΧΑΙΑ:</u></b></p> <p>Οφείλονται στις συνθήκες στις οποίες πραγματοποιείται η μέτρηση και στην μεγαλύτερη ή μικρότερη ικανότητα του παρατηρητή Δεν έχουν σταθερή ένδειξη ούτε τιμή. Δεν μπορούν να μηδενιστούν. Μειώνονται πραγματοποιώντας διαδοχικές μετρήσεις και λαμβάνοντας το μέσο όρο των αποτελεσμάτων.</p>	<p><b><u>ΟΡΓΑΝΙΚΑ:</u></b></p> <p>Προέρχονται από την ακρίβεια του οργάνου και από ενδεχόμενα κατασκευαστικά ελαττώματα (τριβές, ακρίβεια χάραξης κλίμακας)</p>	
		<p><b><u>ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ:</u></b></p> <p>Προέρχονται από την ατέλεια που προκύπτει από τη μέθοδο μέτρησης (αυτοκατανάλωση των οργάνων)</p>	
	<p><b><u>ΤΥΧΑΙΑ:</u></b></p> <p>Οφείλονται στις συνθήκες στις οποίες πραγματοποιείται η μέτρηση και στην μεγαλύτερη ή μικρότερη ικανότητα του παρατηρητή Δεν έχουν σταθερή ένδειξη ούτε τιμή. Δεν μπορούν να μηδενιστούν. Μειώνονται πραγματοποιώντας διαδοχικές μετρήσεις και λαμβάνοντας το μέσο όρο των αποτελεσμάτων.</p>	<p><b><u>ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΑ:</u></b></p> <p>Προέρχονται από τις συνθήκες που πραγματοποιείται η μέτρηση (μεταβολή θερμοκρασίας, υγρασία κ.λπ.)</p>	
		<p><b><u>ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΑ:</u></b> (της ανάγνωσης)</p> <p>Οφείλονται στην αδυναμία του χειριστή να διαβάσει με ακρίβεια τις ενδείξεις του οργάνου</p>	<p><b><u>ΠΑΡΑΛΛΑΞΗΣ:</u></b></p> <p>Προκαλείται από την αδυναμία του παρατηρητή να βρεθεί σε αυστηρά κάθετη θέση σε σχέση με τον δείκτη</p>
		<p><b><u>ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ:</u></b></p> <p>Προκαλείται από τη δυσκολία εκτίμησης της υποδιαίρεσης της διαίρεσης της κλίμακας.</p>	

## 1.3 Αβεβαιότητα

### 1.3.1 Η αβεβαιότητα ως μέσο ποσοτικού χαρακτηρισμού της ποιότητας της μέτρησης



*Εικόνα 35.  
Αρχή της αβεβαιότητας  
Werner Heisenberg*

Η διαχρονικά αυξανόμενη σημασία της μέτρησης σε μία σειρά κρίσιμους τομείς όπως το εμπόριο, η βιομηχανία, η υγεία η έρευνα και η προστασία του περιβάλλοντος, έθετε και εξακολουθεί να θέτει το ζήτημα της αξιοπιστίας και εγκυρότητάς της. Η ποιότητα όμως της μέτρησης αποτελούσε στο παρελθόν περισσότερο έναν αφηρημένο στόχο, συνδεδεμένο με τη διαρκή εξέλιξη των τεχνολογιών μέτρησης και λιγότερο μια οργανωμένη προσπάθεια αναζήτησης τρόπων εξασφάλισης και συγκεκριμενοποίησης της ποιότητας αυτής.

Από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και ειδικότερα τις τελευταίες δεκαετίες έγινε πραγματικά αντιληπτή η σημασία ενός κοινά αποδεκτού και επιστημονικά έγκυρου τρόπου εξακρίβωσης της ποιότητας της μέτρησης. Πλέον στη βιομηχανία έχει μεγάλη σημασία όχι μόνο να μετράνε σωστά τα όργανα που χρησιμοποιούνται στον ποιοτικό έλεγχο και την παραγωγή, αλλά και να είναι γνωστό το πόσο σωστά μετράνε.

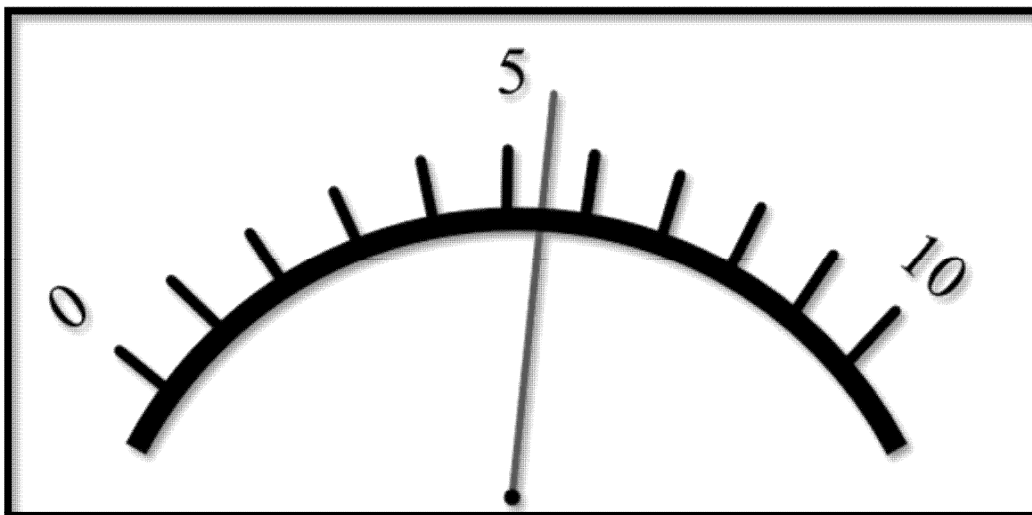
Η αρχή της εναλλαξιμότητας μεταξύ των προϊόντων μαζικής παραγωγής, βασισμένη κυρίως στην τήρηση συγκεκριμένων ανοχών, μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν τα όργανα μέτρησης είναι σωστά διακριβωμένα, δηλαδή μας δίνουν αποτελέσματα δεδομένης και γνωστής αξιοπιστίας. Επιπρόσθετα, μία από τις συνέπειες της οικονομικής παγκοσμιοποίησης στον τομέα μετρολογία-προτυποποίηση-δοκιμές-διασφάλιση ποιότητας είναι η γενικευμένη αναγνώριση του ρόλου των μετρήσεων στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την ποιότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών και την τήρηση των πάσης φύσεως προδιαγραφών. Είναι προφανές ότι από τη στιγμή που αποφάσεις τεράστιας οικονομικής ή κοινωνικής αξίας στηρίζονται στο αποτέλεσμα μιας μέτρησης, η απαίτηση για παροχή εγγυήσεων, όσον αφορά στην αξιοπιστία του αποτελέσματος αυτού, τίθεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος.

Αυτοί είναι οι λόγοι για τους οποίους εντάθηκε, σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια, η συζήτηση σχετικά με την επεξεργασία μιας κοινής προσέγγισης του θέματος της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων των μετρήσεων. Το ζητούμενο ήταν η αποδοχή, παράλληλα και σε συνδυασμό με ένα ενιαίο σύστημα μέτρησης (σήμερα το S.I.), ενός ενιαίου μηχανισμού ποσοτικής αποτίμησης της ποιότητας της μέτρησης, δηλαδή της αβεβαιότητας.

Είναι σήμερα κοινά αποδεκτό ότι μια ποσοτική δήλωση σχετική με οποιοδήποτε μέγεθος δεν μπορεί να είναι πλήρης εάν δεν περιλαμβάνει, εκτός από το αποτέλεσμα της μέτρησης, μια αναφορά στην αβεβαιότητα που συνοδεύει το αποτέλεσμα αυτό. Το να συμπεριληφθεί η αβεβαιότητα στις πληροφορίες ποσοτικού προσδιορισμού ενός μεγέθους υπακούει σε μία διπλή αναγκαιότητα:

- επισημαίνεται στο χρήστη της μέτρησης η πιθανότητα ύπαρξης σφαλμάτων, εφιστώντας την προσοχή του στον πεπερασμένο χαρακτήρα της γνώσης μας για τη συγκεκριμένη ποσότητα,
- δίνεται μια ποσοτική εκτίμηση του διαστήματος μέσα στο οποίο περιέχεται η αληθής τιμή του μετρούμενου μεγέθους, καθώς και της πιθανότητας να βρίσκεται η αληθής αυτή τιμή σε μια συγκεκριμένη περιοχή του διαστήματος τούτου.

Η αβεβαιότητα αποτελεί τον καταλληλότερο δείκτη αξιοπιστίας μιας μέτρησης και γενικότερα της αντίληψης που διαμορφώνουμε για τα μετρήσιμα μεγέθη, παραπέμποντας στα όρια της γνώσης και της άγνοιάς μας για τη φυσική πραγματικότητα που μας περιβάλλει. Η αβεβαιότητα συνιστά μια ποσοτική έκφραση της ποιότητας της μέτρησης, στο βαθμό που επιτρέπει την εκτίμηση των ορίων του σφάλματος της πειραματικής παρατήρησης. Το ότι τα διάφορα φυσικά μεγέθη είναι εκ των πραγμάτων σαφώς καθορισμένα (δηλαδή έχουν μια συγκεκριμένη τιμή) ή ακόμα το ότι είναι γνωστά σε άλλα άτομα δεν έχει καμία πρακτική σημασία. Σημασία έχει, αντίθετα, η αντίληψη που διαμορφώνει ο κάθε παρατηρητής για τα μεγέθη αυτά σε συγκεκριμένες συνθήκες παρατήρησης, καθώς και ο κατά το δυνατόν αντικειμενικότερος προσδιορισμός της ποιότητας της παρατήρησής του.



Εικόνα 36.  
5,3 ή 5,4;

Το ότι η αβεβαιότητα σπάνια αναφέρεται μαζί με την ποσοτική έκφραση των μεγεθών που διεισδύονται στις καθημερινές συναλλαγές, δεν αναιρεί ούτε την ύπαρξή της ούτε την αναγκαιότητα προσδιορισμού της. Στις περιπτώσεις αυτές η έννοια της αβεβαιότητας υφίσταται άδηλα, καλυπτόμενη κάτω από συμβατικές δεσμεύσεις και υποχρεώσεις που έχουν επιβληθεί από τον νόμο, την κοινωνία ή απλά τη δύναμη του χρόνου και της συνήθειας. Δεν περιμένει βέβαια κανείς από τον κρεοπώλη να δηλώσει ότι η ποσότητα που μόλις ζύγιζε είναι  $1\text{Kg}$  με αβεβαιότητα  $10\text{g}$ , περιμένει όμως από τον νομοθέτη να επιβάλει η χρήση ζυγών που ζυγίζουν με συγκεκριμένο μέγιστο αναμενόμενο σφάλμα και άρα με καθορισμένα όρια αβεβαιότητας.

Στην παρούσα πρακτική, η αβεβαιότητα (πρέπει να) ορίζεται ρητά στο συμβατικό επίπεδο, έτσι ώστε να αναπαράγεται άδηλα στο επίπεδο της καθημερινής πραγματικότητας.

### 1.3.2 Από το σφάλμα στην αβεβαιότητα

Η έννοια της αβεβαιότητας είναι σχετικά πρόσφατη στην ιστορία της μετρολογίας, αντίθετα με την έννοια του σφάλματος η οποία χρησιμοποιήθηκε επί μακρόν για να χαρακτηρίσει την απόκλιση μιας μέτρησης από την αληθή τιμή του μετρούμενου μεγέθους. Όπως και στην περίπτωση της σύγχυσης γύρω από τις έννοιες της ακρίβειας και της ορθότητας, έτσι και η αβεβαιότητα συγχέεται συχνά με το σφάλμα. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές σε συστηματική ή τυχαία αβεβαιότητα, έννοιες χωρίς θεωρητική και πρακτική υπόσταση.

Σύμφωνα με τον VI, το σφάλμα ορίζεται ως «...η διαφορά ανάμεσα στο αποτέλεσμα μιας μέτρησης και μια αληθή τιμή του μετρούμενου μεγέθους...». Η αληθής τιμή ορίζεται με τη σειρά της ως μια τιμή σύμφωνη με τον ορισμό του μετρούμενου μεγέθους.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι με τη λέξη «αληθής» χρησιμοποιείται το αόριστο άρθρο «μια» και όχι «η», για να τονιστεί ότι είναι δυνατό να υπάρχουν περισσότερες από μια τιμές συμβατές με τον ορισμό του μετρούμενου μεγέθους και ότι δεν μπορούμε να ξέρουμε ποια είναι η αληθής τιμή.

Θεωρητικά η αληθής τιμή θα μπορούσε να είναι το αποτέλεσμα μόνο μιας τέλει ιδεατής μέτρησης, για πρακτικούς όμως λόγους το αποτέλεσμα μιας μέτρησης χαρακτηριζόμενης από αμελητέα αβεβαιότητα λαμβάνεται συχνά ως η πραγματική τιμή και αναφέρεται ως «συμβατική αληθής τιμή». Εξυπακούεται ότι το πόσο μικρή πρέπει να είναι μια αβεβαιότητα για να θεωρείται αμελητέα εξαρτάται από τις συνθήκες χρήσης. Μια αβεβαιότητα 5g για ένα βάρος 1 Kg είναι αμελητέα για τον κρεοπώλη που προαναφέρθηκε, αλλά πολύ για μια ζύγιση πολύτιμων μετάλλων από ένα χρυσοκόο!

Γενικά, το σφάλμα είναι μια εξ' ορισμού μη προσδιορίσιμη αφηρημένη έννοια που αντιπροσωπεύει τη διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη και την αληθή αλλά άγνωστη τιμή ενός μεγέθους. Πρέπει επομένως να διαφοροποιείται προσεκτικά από την αβεβαιότητα, η οποία αποτελεί, όπως προαναφέρθηκε, ένα ποσοτικό μέτρο της ποιότητας των γνώσεων που διαθέτουμε για το μετρούμενο μέγεθος. Ίσως η σύγχυση οφείλεται στο γεγονός ότι είναι δυνατόν, με τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων τεχνικών (για παράδειγμα τη διακρίβωση), να διορθωθεί ένα μέρος του σφάλματος, το αδόκιμα αποκαλούμενο «συστηματικό σφάλμα». Το συστηματικό σφάλμα εμφανίζεται έτσι ως το αντίθετο της διόρθωσης αυτής, παραπέμποντας συνειρμικά στη δυνατότητα ολικής διόρθωσης, η οποία όμως είναι ανέφικτη. Το συστηματικό σφάλμα -ή καλύτερα το αντίθετο του, η διόρθωση- αποτελεί εξάλλου μόνο μια εκτίμηση, η οποία χαρακτηρίζεται, με τη σειρά της, από μια αβεβαιότητα.

Χρειάζεται να υπογραμμιστεί ότι τελικά το σφάλμα δεν έχει ιδιαίτερη πρακτική χρησιμότητα αφού εκφράζει τη διαφορά της αληθούς τιμής, που δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε, από μια μέτρηση, για την αξιοπιστία της οποίας δεν διαθέτουμε -με βάση το σφάλμα- καμιά ένδειξη. Το σφάλμα αποτελεί μια αφηρημένη έννοια σχετική με ένα σημείο, ενώ η αβεβαιότητα περιγράφει ένα εύρος τιμών. Στην πραγματικότητα το μόνο σφάλμα που μπορούμε να γνωρίζουμε ποσοτικά είναι αυτό που μπορούμε να διορθώσουμε και το οποίο κατά συνέπεια, μετά τη διόρθωση αυτή, παύει να υπάρχει!

Σε αντιδιαστολή με τον αφηρημένο χαρακτήρα του σφάλματος, η αβεβαιότητα (uncertainty) ορίζεται πρακτικά και συγκεκριμένα ως: «παράμετρος συνδεδεμένη με το αποτέλεσμα μιας μέτρησης, η οποία χαρακτηρίζει τη διασπορά των τιμών που θα μπορούσε εύλογα να αποδοθεί στο μετρούμενο μέγεθος» (GUM).

Αποδίδονται, με άλλα λόγια, στο αποτέλεσμα της παρατήρησης, στην περίπτωση μας της μέτρησης, στοιχεία εγγενούς μεταβλητότητας, τα οποία ξεφεύγουν από τον έλεγχο του παρατηρητή. Η μετατόπιση από την έννοια του σφάλματος σε αυτήν της αβεβαιότητας, ως βασική θεώρηση για το χαρακτηρισμό της ποιότητας της μέτρησης, συνδέεται έτσι με μια σημαντική αλλαγή στη μεθοδολογική προσέγγιση του ζητήματος αυτού.

Σχηματικά μπορεί να ειπωθεί ότι η τοποθέτηση του σφάλματος στο επίκεντρο της προσοχής έχει τις ρίζες της σε μια ντετερμινιστική προσέγγιση, ενώ η αβεβαιότητα συνδέεται με μια στοχαστική προσέγγιση.

Η πληροφορία επομένως που (πρέπει) να διαθέτουμε για το αποτέλεσμα μιας μέτρησης, αφορά όχι μόνο στην εκτιμώμενη καλύτερη προσέγγιση της τιμής του μετρούμενου μεγέθους, αλλά και στη διασπορά των πιθανών λογικών τιμών που το μέγεθος αυτό θα μπορούσε έχει, με επίγνωση της αδυναμίας να εντοπιστεί η μία και μοναδική αληθής τιμή.

Ένα αποτέλεσμα μέτρησης μπορεί τελικά να εμπεριέχει μικρό (αλλά άγνωστο) σφάλμα και να χαρακτηρίζεται από μεγάλη αβεβαιότητα, όπως και, αντίστροφα, μπορεί να χαρακτηρίζεται από μικρή αβεβαιότητα αλλά στην πραγματικότητα το σφάλμα να είναι μεγάλο.

### **1.3.3 Προς μια κοινά αποδεκτή θεώρηση της αβεβαιότητας - η προσέγγιση του GUM**

Για πολλά χρόνια η μεθοδολογία εκτίμησης των αβεβαιοτήτων στις μετρήσεις, από τη στοχαστική πλευρά, ήταν αντικείμενο διαμάχης. Όμως τα τελευταία χρόνια έγινε μια οργανωμένη προσπάθεια σύγκλισης των απόψεων σε διεθνές επίπεδο ως προς αυτό το ζήτημα αυτό, η οποία κατέληξε το 1995 στη δημοσίευση από τον ISO και άλλους διεθνείς οργανισμούς του Guide to the expression of uncertainty in measurement (εν συντομία GUM).

Η προσέγγιση του GUM στηρίχθηκε σε μια σειρά συστάσεις του CIPM (Comite International des Poids et Mesures). Οι βασικές ιδέες των συστάσεων αυτών μπορούν να περιγραφούν από τα παρακάτω:

- Η αβεβαιότητα στο αποτέλεσμα μιας μέτρησης αποτελείται γενικά από πολλές συνιστώσες, οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο είδη ανάλογα με τον τρόπο υπολογισμού τους: οι αβεβαιότητες Τύπου Α, που υπολογίζονται με στατιστικές μεθόδους και οι αβεβαιότητες Τύπου Β, που υπολογίζονται με άλλα μέσα. Η ταξινόμηση αυτή δεν γίνεται μέσω κάποιας διάκρισης μεταξύ «τυχαίων» και «συστηματικών» αβεβαιοτήτων, εννοιών που προκαλούν παρανοήσεις και πρέπει να αποφεύγονται.



- Οι συνιστώσες Τύπου Α προκύπτουν από την (υπολογιζόμενη ή εκτιμώμενη) μεταβλητότητα (variance) ή την τυπική απόκλιση (standard deviation) και τους βαθμούς ελευθερίας του αποτελέσματος. Η γνώση της συμμεταβλητότητας (covariance) είναι επίσης συχνά απαραίτητη.
- Οι συνιστώσες Τύπου Β, ενώ δεν προκύπτουν απευθείας από κάποια στατιστική επεξεργασία, πρέπει να παρουσιάζονται με χρήση όρων τυπικής αβεβαιότητας. Η τυπική αυτή αβεβαιότητα (το τετράγωνό της) μπορεί να θεωρηθεί ως προσέγγιση της αντίστοιχης μεταβλητότητας, η ύπαρξη της οποίας υφίσταται ως υπόθεση.
- Η τελική συνδυασμένη αβεβαιότητα (combined uncertainty) προκύπτει από το συνδυασμό όλων των άλλων συνιστωσών, εκφρασμένων με τη μορφή τυπικών αποκλίσεων.
- Εάν χρειάζεται, για τις ανάγκες συγκεκριμένων εφαρμογών, ο υπολογισμός μιας συνολικής διευρυμένης αβεβαιότητας (expanded uncertainty) σε καθορισμένο βαθμό εμπιστοσύνης, η τυπική αβεβαιότητα πολλαπλασιάζεται με ένα σαφώς οριζόμενο συντελεστή.

Πρέπει να τονιστεί, ότι ο οδηγός GUM δεν είναι επιστημονικό σύγγραμμα και δεν αναφέρεται σε ειδικότερα προβλήματα, όπως, για παράδειγμα, η διάδοση αβεβαιοτήτων σε μη γραμμικά μοντέλα. Επιπλέον, έχει υποστεί μερικές κριτικές λόγω της εμφατικής αναφοράς στη συχνοτική στατιστική, κατά κύριο λόγο, η οποία όμως προϋποθέτει μεγάλους όγκους δεδομένων που όμως στην πράξη είναι αδύνατο να διατείνονται.

Χωρίς να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα συχνοτικά προβλήματα μετρολογικής αβεβαιότητας, με τον οδηγό GUM ορίζεται το πλαίσιο και δίνονται βασικά μεθοδολογικά εργαλεία για τον υπολογισμό των αβεβαιοτήτων. Η αξία του βασίζεται κυρίως στο ότι αποτελεί προϊόν σύγκλισης απόψεων σε διεθνές επίπεδο. Ο οδηγός αυτός έγινε ευρέως αποδεκτός και στις μέρες μας έχει γίνουν σχεδόν καθολικά αποδεκτό ως κείμενο αναφοράς από μετρολόγους, φορείς διαπίστευσης και εργαστήρια, ενώ υιοθετήθηκε και από την CEN ως ευρωπαϊκό πρότυπο (ENV 13005, Αύγουστος 1999). Εδώ, αξίζει να σημειωθούν μερικά βασικά σημεία της στοχαστικής προσέγγισης της μέτρησης:

- Δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στο αποτέλεσμα μιας μέτρησης ως προς την τιμή του μετρούμενου μεγέθους. Ακόμα και όταν το μέγεθος δεν δηλώνεται άμεσα, ο μετρολόγος (πρέπει να) γνωρίζει ότι πρόκειται για μια στοχαστική μεταβλητή και καταλαβαίνει ότι η τιμή που αποδίδει χαρακτηρίζεται από μια αβεβαιότητα. Η αβεβαιότητα αυτή μπορεί να εκφραστεί είτε ως η τυπική απόκλιση της συνάρτησης κατανομής που χαρακτηρίζει το αποτέλεσμα, και αποκαλείται τότε «τυπική αβεβαιότητα», είτε ως διάστημα στο οποίο περιέχεται η αληθής τιμή, με μια ορισμένη στάθμη σιγουριάς ή εμπιστοσύνης, και ονομάζεται «διευρυμένη αβεβαιότητα».
- Κατά κύριο λόγο, η εκτίμηση της αβεβαιότητας ισοδυναμεί με την προσπάθεια να ποσοτικοποιηθεί η εξ' ολοκλήρου έλλειψη της γνώσης σχετικά με ένα συγκεκριμένο μέγεθος, σε μια διαδικασία όπου η μικρότερη ποσότητα πληροφοριών συντελεί σε μεγαλύτερη αβεβαιότητα. Αφού η διαδικασία αυτή βασίζεται σε υποθέσεις (για παράδειγμα, μέγιστα όρια σφάλματος ή πειραματικές κατανομές πιθανοτήτων), συνήθως αναφερόμαστε σε «εκτίμηση αβεβαιότητας», ενώ γνωρίζουμε ότι η διατύπωση αυτή μπορεί να οδηγήσει

στη λανθασμένη ιδέα ότι υπάρχει μια «αληθής» αβεβαιότητα. Αυτή η αβεβαιότητα η οποία σχηματίζει ένα είδος κρυμμένης τιμής προς εύρεση.

- Η αβεβαιότητα χαρακτηρίζει την ποιότητα μιας παρατήρησης (μέτρησης) και, πιο συγκεκριμένα, το αποτέλεσμα της. Όμως δεν σχετίζεται άμεσα με τα παρατηρούμενα μεγέθη, τα οποία είναι δεδομένα και ανεξάρτητα από τη δυνατότητα του παρατηρητή να τα προσεγγίσει. Επιπλέον, δε σχετίζονται ούτε τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρατήρηση (συσκευές μέτρησης), ακόμα και αν μπορεί δικαιολογημένα να λεχθεί ότι η ποιότητα της παρατήρησης επηρεάζεται συχνά από την ποιότητα των εργαλείων που χρησιμοποιούμε κάθε φορά. Στην πραγματικότητα, η ποιότητα των εργαλείων παρατήρησης είναι μόνο μια συνιστώσα της τελικής αβεβαιότητας.
- Η αβεβαιότητα σχετίζεται πάντα με μια συγκεκριμένη τιμή, όπως αυτή εκτιμήθηκε υπό ορισμένες συνθήκες, σύμφωνα με συγκεκριμένη διαδικασία και χαρακτηρίζει τη γνώση που διαθέτει για το μετρούμενο μέγεθος ο μετρολόγος που έλεβε τη μέτρηση. Είναι επομένως εφικτό, κάποιος άλλος να εκτιμήσει διαφορετικά, τόσο την τιμή του ίδιου μεγέθους όσο και την αβεβαιότητα που συνοδεύει την τιμή αυτή.
- Το ότι η αβεβαιότητα αποτελεί δείκτη ποιότητας ενός αποτελέσματος δεν διασφαλίζει πάντα την ποιότητα αυτή. αυτό προκύπτει καθώς μια μικρή αβεβαιότητα μπορεί να προέρχεται από υποτίμηση των συστηματικών σφαλμάτων, όπως η περίπτωση που ο μετρολόγος δεν εφάρμοσε το σωστό μοντέλο μέτρησης ή δεν ακολούθησε τη σωστή διαδικασία.

Η στοχαστική προσέγγιση της μέτρησης και της αβεβαιότητας αποτυπώνεται και στις χρησιμοποιούμενες εκφράσεις. Έτσι, η έκφραση «αβεβαιότητα του αποτελέσματος της μέτρησης» πρέπει να αποφεύγεται για τους εξής δύο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι για να είναι πλήρες το αποτέλεσμα μιας μέτρησης είναι υποχρεωτικό να περιλαμβάνει τόσο την εκτιμώμενη τιμή του μετρούμενου μεγέθους όσο και την αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει αυτή την τιμή. Ο δεύτερος είναι ότι από τη στιγμή που λήφθηκε η μέτρηση, δεν υπάρχει τίποτα το αβέβαιο που να έχει να κάνει με την τιμή του αποτελέσματος.

Οι καταλληλότερες εκφράσεις είναι αυτές του τύπου «αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει την τιμή του μετρούμενου μεγέθους» ή και «αβεβαιότητα στη γνώση της τιμής του μετρούμενου μεγέθους». Τέλος, στο βαθμό που η αβεβαιότητα χαρακτηρίζει το αποτέλεσμα και όχι τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, έτσι εκφράσεις όπως «ζυγαριά με αβεβαιότητα 0.1 g» δεν πρέπει να διατυπώνονται.

### 1.3.4 Μέτρηση και πιθανότητες

Διαβάζοντας τις βασικές αρχές του οδηγού GUM καταλαβαίνουμε εύκολα ότι η εκτίμηση των αβεβαιοτήτων στηρίζεται στη στατιστική και στις συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας.

Αυτό συμβαίνει καθώς η ισχύς των συναρτήσεων κατανομών πιθανοτήτων βρίσκεται στη δυνατότητα χρήσης τους στην πράξη καθημερινά ως εργαλείων, από τα οποία οι επιστήμονες μπορούν να καταλήξουν σε ποιο βαθμό μπορούν να εμπιστεύονται τα παρατηρούμενα (πειραματικά) δεδομένα ως εικόνα της πραγματικότητας και όχι ως τυχαία σύμπτωση.

Στην περίπτωση μας, σκοπός είναι να δοθεί απάντηση στο ερώτημα: «Ποιά είναι η πιθανότητα, η αποσπασματική πληροφορία που διαθέτουμε (δηλαδή η μέτρηση-παρατήρηση) για μια πιο σύνθετη πραγματικότητα (δηλαδή την αληθή τιμή) να μην είναι απλά μια σύμπτωση, αλλά να δίνει κάποιες πληροφορίες για την πραγματικότητα του εξεταζόμενου φαινομένου;» ή, ακόμα, στη συγκεκριμένη περίπτωση της μέτρησης, να απαντηθεί το ερώτημα: «με βάση το αποτέλεσμα της μέτρησης και την κατανομή που ακολουθεί το αποτέλεσμα αυτό, ποιά είναι η πιθανότητα η αληθής τιμή να βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο διάστημα;»

Οι πιθανότητες βέβαια αναφέρονται τυπικά σε συμβάντα που ορίζονται ως ενδεχομένα αποτελέσματα μιας τυχαίας πειραματικής διαδικασίας. Αυτό είναι και το εναρκτήριο σημείο της στοχαστικής προσέγγισης της μέτρησης και της αβεβαιότητας:

Το αποτέλεσμα μιας μέτρησης **ΔΕΝ** είναι μονοσήμαντα και δια παντός ορισμένο, αλλά εξαρτάται από πολλές μη ελεγχόμενες επιδράσεις (ικανότητα του μετρολόγου, επίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών, ασταθής συμπεριφορά του οργάνου ή του υπό μέτρηση μεγέθους κ.λπ.). Το αποτέλεσμα της μέτρησης μπορεί συνεπώς να ληφθεί ως στατιστική ή αλλιώς στοχαστική μεταβλητή, και το αποτέλεσμά της ως προερχόμενο από ένα πιθανό σύνολο τυχαία διαμορφούμενο από τις μη ελεγχόμενες επιδράσεις. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς ότι η ίδια μέτρηση, επαναλαμβανόμενη με διαφορετικούς τρόπους (άλλος χειριστή ή/και άλλο όργανο ή/και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες κ.λπ.), θα δώσει κατά κύριο λόγο διαφορετικό αποτέλεσμα! Η μόνη λύση σε αυτό είναι να αποδεχτούμε ότι όλα τα αποτελέσματα είναι πιθανά και αποδεκτά! Η στοχαστική προσέγγιση της μέτρησης θεωρεί ότι, αδυνατώντας να ελέγξουμε τις επιρροές που διαμορφώνουν το εκάστοτε αποτέλεσμα, τα διάφορα αποτελέσματα είναι δυνητικά προϊόντα (συμβάντα) μιας τυχαίας πειραματικής διαδικασίας.

## 1.4 Συστηματικά σφάλματα

Τα συστηματικά σφάλματα οφείλονται κυρίως σε σφάλματα οργάνων. Το σχετικό σφάλμα της ένδειξης ενός οργάνου ορίζεται ως εξής:

$$\Sigma \triangleq \frac{\max(\Delta x)}{\max(x)} \quad (12)$$

όπου  $\max(x)$  είναι η τιμή του  $x$  στο τέλος της κλίμακας του οργάνου.

Πολλές φορές το μέγεθος προς μέτρηση  $\psi$  είναι μία γνωστή συνάρτηση λόγω κάποιου φυσικού νόμου – των μετρούμενων μεγεθών  $\chi_1, \dots, \chi_n$ .

$$\psi = \psi(x_1, \dots, x_n) \quad (13)$$

Σε αυτή την περίπτωση αναφερόμαστε στα **έμμεσα συστηματικά σφάλματα**, που ορίζονται φυσικά ως εξής:

- έμμεσο συστηματικό απόλυτο σφάλμα:

$$\Delta_{\psi} \triangleq \psi - \psi_1 \quad (14)$$

- έμμεσο συστηματικό σχετικό σφάλμα:

$$\sigma_{\psi} \triangleq \frac{\Delta_{\psi}}{\psi} \quad (15)$$

όπου  $\psi$  και  $\psi_1$  οι τιμές της  $\psi$  που προκύπτουν από τη συνάρτηση για τις πραγματικές τιμές  $\chi_1 + \Delta\chi_1 + \dots + \chi_n + \Delta\chi_n$  και τις μετρηθείσες τιμές  $\chi_1, \dots, \chi_n$ . Αναπτύσσοντας την  $\psi$  σε σειρά Taylor γύρω από την τιμή  $\psi$  (υποθέτοντας ότι ισχύουν οι συνθήκες συνεχείας και παραγωγίσιμης), βρίσκεται:

$$\psi = \psi_1 + \frac{\partial\psi}{\partial\chi_1} \Delta\chi_1 + \dots + \frac{\partial\psi}{\partial\chi_n} \Delta\chi_n \quad (16)$$

και λόγω της σχέσης

$$\Delta_{\psi} = \frac{\partial\psi}{\partial\chi_1} \Delta\chi_1 + \dots + \frac{\partial\psi}{\partial\chi_n} \Delta\chi_n \quad (17)$$

Ορίζοντας  $|\Delta\psi_m|, |\Delta\chi_1|, \dots, |\Delta\chi_n|$  τις μέγιστες τιμές των  $|\Delta\psi|, |\Delta\chi_1|, \dots, |\Delta\chi_n|$ , η ανωτέρω σχέση δίνει το **μέγιστο έμμεσο απόλυτο σφάλμα του  $\psi$** .

$$|\Delta_{\psi m}| = \left| \frac{\partial\psi}{\partial\chi_1} \Delta\chi_{1m} \right| + \dots + \left| \frac{\partial\psi}{\partial\chi_n} \Delta\chi_{nm} \right| \quad (18)$$

Τέλος το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του  $\psi$ ,  $m_{\psi}$ , δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$m_{\psi}^2 = \left( \frac{\partial\psi}{\partial\chi_1} \right)^2 \Delta\chi_{1m}^2 + \dots + \left( \frac{\partial\psi}{\partial\chi_n} \right)^2 \Delta\chi_{nm}^2 \quad (19)$$

εάν δε τεθεί  $\psi = \chi_{\kappa}$ ,  $\kappa = 1, \dots, n$ , εκ της ανωτέρω σχέσης προκύπτει:

$$m_{\kappa} = m_{\chi_{\kappa}} = \Delta\chi_{\kappa m} \quad (20)$$

Οπότε η σχέση (19) λαμβάνει την μορφή:

$$m_{\psi}^2 = \left( \frac{\partial\psi}{\partial\chi_1} \right)^2 m_1^2 + \dots + \left( \frac{\partial\psi}{\partial\chi_n} \right)^2 m_n^2 \quad (21)$$

Η τελευταία σχέση εκφράζει το νόμο μετάδοσης του μέσου τετραγωνικού συστηματικού σφάλματος (από τις άμεσες μετρήσεις  $\chi_1, \dots, \chi_n$  στην έμμεση μέτρηση  $\psi$ , μέσω της συνάρτησης  $\psi = \psi(\chi)$ ). Ο ίδιος νόμος ισχύει και για τυχαία σφάλματα.

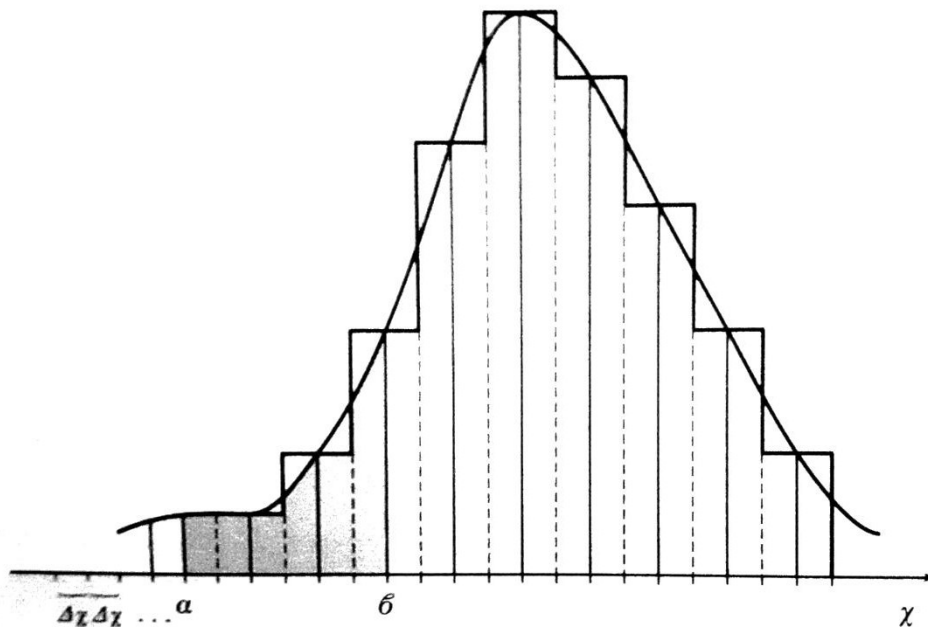
## 1.5 Τυχαία σφάλματα

**Τυχαία σφάλματα:** Σε κάθε μέτρηση εμπεριέχεται το συστηματικό και το τυχαίο σφάλμα. Αυτά τα δύο σφάλματα είναι δύσκολο να τα διαχωρίσουμε με αποτέλεσμα να είναι απαιτητά τα παρακάτω:

- α) μεγάλος αριθμός μετρήσεων
- β) υπό τις αυτές συνθήκες και
- γ) να μην υπάρχουν χονδροειδή σφάλματα.

Επειδή όμως οι παραπάνω συνθήκες δεν ικανοποιούνται, το ξεχώρισμα των δύο ειδών σφαλμάτων δεν επιτυγχάνεται εξ' ολοκλήρου και η πιθανότερη τιμή του ζητούμενου φυσικού μεγέθους είναι θεωρητική πλησιάζει δε, την ακριβή τιμή, όσο οι ανωτέρω προϋποθέσεις α), β) και γ) εφαρμόζονται ακριβέστερα.

Ας θεωρήσουμε ότι έγιναν  $n$  μετρήσεις ή παρατηρήσεις  $\chi_1, \dots, \chi_n$  ενός φυσικού μεγέθους αγνώστου πραγματικής τιμής  $\chi$ . Στο εξής οι όροι μέτρηση και παρατήρηση θα θεωρούνται ισοδύναμοι και θα χρησιμοποιούνται χωρίς να γίνεται κάποια διάκριση. Έστω ότι το διάστημα τιμών του  $\chi$  χωρίζεται σε ίσα διαστήματα  $\Delta\chi$ , και ότι  $\nu_1$  τιμές περιλαμβάνονται στο πρώτο διάστημα  $(\Delta\chi)_1$ ,  $\nu_2$  τιμές περιλαμβάνονται στο δεύτερο διάστημα  $(\Delta\chi)_2$ , κ.λ.π., γενικά  $\nu_\lambda$  τιμές περιλαμβάνονται στο  $\lambda$  – στο διάστημα  $(\Delta\chi)_\lambda$ . Προς γραφική απεικόνιση της συχνότητας τιμών  $\chi_1, \dots, \chi_n$  κατά διαστήματα  $\Delta\chi$ , ακολουθείται η ακόλουθη διεργασία στο σχήμα 1.



Σχήμα 37.

Στη συνέχεια, χωρίζουμε τον πραγματικό άξονα  $\chi$  σε τόσα ίσα διαστήματα  $\Delta\chi$ , ώστε μέσα σε αυτά να περιλαμβάνονται όλες οι παρατηρηθείσες τιμές  $\chi_1, \dots, \chi_n$ . Στο μέσο κάθε τμήματος  $(\Delta\chi)_\lambda$

φέρουμε κάθετο (τεταγμένη) ύψους ίσο με την ανά μονάδα μήκους συχνότητα τιμών που αντιστοιχεί στον εν λόγω τμήμα, δηλαδή ύψους  $\psi_\lambda$  που δίδεται ως:

$$\psi_\lambda = \frac{v_\lambda}{v} \frac{1}{\Delta\chi} \quad (22)$$

Τέλος, ενώνουμε τα άκρα των τεταγμένων αυτών σχηματίζοντας μια καμπύλη  $\psi = \psi(\chi)$ . Η καμπύλη αυτή παριστάνει την εικόνα της συχνότητας τιμών κατά μήκος του άξονα  $x$  στο διάστημα των μετρηθεισών τιμών  $\chi_1, \dots, \chi_n$ .

Αν  $v \rightarrow \infty$ , τότε οι οριακές συχνότητες  $\psi_\lambda(\Delta\chi)_\lambda = v_\lambda/v$  παριστάνουν τις πιθανότητες εύρεσης τιμών στα αντίστοιχα διαστήματα  $(\Delta\chi)_\lambda$  και η προαναφερθείσα καμπύλη μπορεί να ονομαστεί **καμπύλη πιθανοτήτων** του μεγέθους  $\chi$ .

Παρατηρώντας την καμπύλη που έχει προκύψει είναι ευδιάκριτα τα εξής:

α) Η πιθανότητα εύρεσης τιμών στην περιοχή του σημείου  $\chi, p(\chi)$ , ισούται με  $\psi d\chi$ , γιατί  $\psi_\lambda \lim_{v \rightarrow \infty} \left( \frac{v_\lambda}{v} \frac{1}{\Delta\chi} \right)$  και σαν  $\Delta\chi$  θεωρείται το  $d\chi$ .

$$p(\xi = \chi) \triangleq p(\chi) = \psi d\chi \quad (23)$$

β) Η πιθανότητα εύρεσης τιμών μεταξύ  $\alpha$  και  $\beta$ ,  $P(\alpha \leq \chi \leq \beta)$  ισούται με:

$$P(\alpha \leq \chi \leq \beta) = \int_\alpha^\beta \psi d\chi \quad (24)$$

Και παριστάνεται από το εμβαδόν του χωρίου μεταξύ της καμπύλης  $\psi$ , του άξονα των  $\chi$  και των τεταγμένων  $\chi = \alpha$  και  $\chi = \beta$  (σχ. 1).

γ) Η πιθανότητα εύρεσης τιμών μικρότερων του  $\chi, P(\xi \leq \chi)$ , ισούται με:

$$P(\xi \leq \chi) \triangleq P(\chi) = \int_{-\infty}^\chi \psi d\chi \quad (25)$$

Και παριστάνεται από το εμβαδόν του χωρίου μεταξύ της καμπύλης  $\psi$  και του άξονα των  $\chi$  του ευρισκομένου αριστερά της τεταγμένης  $\chi$ .

δ) Η πιθανότητα εύρεσης οποιωνδήποτε τιμών είναι:

$$\int_{-\infty}^\infty \psi d\chi = 1 \quad (26)$$

δηλαδή το εμβαδόν του χωρίου μεταξύ της καμπύλης πιθανοτήτων και του οριζοντίου άξονα ισούται με 1.

Περνώντας τώρα στην ουσία της έννοιας των τυχαίων σφαλμάτων, ζητούνται να ευρεθούν χαρακτηριστικές τιμές του  $\chi$ , βάσει της καμπύλης πιθανοτήτων. Διάφορες τέτοιες χαρακτηριστικές τιμές ορίζονται στην συνέχεια.

1. Πιθανότερη τιμή  $\chi_{\pi}$  είναι η τιμή που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη τεταγμένη της καμπύλης πιθανοτήτων  $\psi$ .

$$\chi_{\pi} : \psi(\chi_{\pi}) = \max \quad (27)$$

2. Μέση τιμή  $\bar{\chi}$  είναι ο αριθμητικός μέσος των μετρήσεων:

$$\bar{\chi} = \frac{\chi_1 + \dots + \chi_v}{v} \quad (28)$$

Αν  $v_{\lambda}$  τιμές ανήκουν στο διάστημα  $\Delta\chi$  του  $\chi_{\lambda}$ , τότε για μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων:

$$\bar{\chi} = \lim_{v \rightarrow \infty} \left( \sum_{\lambda} \frac{v_{\lambda}}{v} \chi_{\lambda} \right) \Rightarrow \bar{\chi} = \lim_{v \rightarrow \infty} (\chi_{\lambda} \psi_{\lambda} \Delta\chi) \Rightarrow \bar{\chi} = \int_{-\infty}^{\infty} \chi \psi d\chi \quad (29)$$

και, λόγω της σχέσης (26), η μέση τιμή είναι η τετμημένη του κέντρου βάρους της επιφάνειας μεταξύ της καμπύλης πιθανοτήτων και του οριζοντίου άξονα (επιφάνεια πιθανοτήτων).

3. Κεντρική τιμή  $\chi_{\kappa}$  είναι η τιμή που αντιστοιχεί στην τεταγμένη που χωρίζει την επιφάνεια πιθανοτήτων σε δύο ίσα μέρη:

$$P(X_{\kappa}) = 1 - P(X_{\kappa}) = \frac{1}{2} \quad \text{ή} \quad \int_{-\infty}^{\chi_{\kappa}} \psi d\chi = \int_{\chi_{\kappa}}^{\infty} \psi d\chi = \frac{1}{2} \quad (30)$$

Άρα η πιθανότητα να βρεθεί τιμή μικρότερη της  $\chi_{\kappa}$  ισούται προς την πιθανότητα να βρεθεί τιμή μεγαλύτερη της  $\chi_{\kappa}$ .

4. Τιμή μέσου  $\chi_{\mu}$  είναι η τιμή που βρίσκεται στο μέσο των παρατηρήσεων, αν αυτές διαταχθούν σε τάξη μεγέθους:

$$\begin{aligned} \chi_{\mu} &= \frac{\chi_{v+1}}{2}, \quad v: \text{περιττός} \\ \chi_{\mu} &= \frac{\chi_{\frac{v}{2}} + \chi_{(\frac{v}{2}+1)}}{2}, \quad v: \text{άρτιος} \end{aligned} \quad (31)$$

5. Οποιαδήποτε τιμή  $x$  που πληροί την:

$$f(\chi, \dots, \chi) = f(\chi_1, \dots, \chi_v) \quad (32)$$

όπου  $f$  μία συμμετρική ως προς  $\chi_1, \dots, \chi_v$  συνάρτηση, π.χ. για:

$$f = \chi_1^2 + \dots + \chi_v^2, \quad f = \chi_1 \dots \chi_v, \quad f = \frac{1}{\chi_1} + \dots + \frac{1}{\chi_v} \quad (33)$$

προκύπτουν ο μέσος τετραγωνικός, ο γεωμετρικός μέσος και ο αρμονικός μέσος:

$$\chi = \sqrt{\frac{\chi_1^2 + \dots + \chi_v^2}{v}}, \quad \chi = \sqrt[v]{\chi_1 \dots \chi_v}, \quad \frac{1}{\chi} = \frac{1}{v} \left( \frac{1}{\chi_1} + \dots + \frac{1}{\chi_v} \right) \quad (34)$$

6. Η **συνεπτυγμένη τιμή**  $\chi_\sigma$  είναι μία αντιπροσωπευτική τιμή των παρατηρήσεων. Μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε από το σύνολο αυτών, αλλά προτιμάται να είναι μία από των χαρακτηριστικών τιμών που προαναφέρθηκαν.

Η διαφορά της πιθανότερης τιμής από μια τυχαία μέτρηση ονομάζεται **πιθανό σφάλμα** της μέτρησης και είναι:

$$\delta_\lambda \triangleq \chi_\pi - \chi_\lambda \quad \lambda = 1, \dots, \nu \quad (35)$$

Αν, αντί της πιθανότερης τιμής, θεωρήσουμε  $\xi$  μια πραγματική τιμή (αν αυτή υπάρχει και μπορεί να βρεθεί), τότε έχουμε το αληθινό σφάλμα εκ του τύπου:

$$\varepsilon_\lambda \triangleq \chi - \chi_\lambda \quad \lambda = 1, \dots, \nu \quad (36)$$

Από αυτό το σημείο και μετά, στη γραφική παράσταση της  $\psi$  στο σχήμα 1, ως αρχή των αξόνων θα λαμβάνεται η πιθανότερη τιμή, οπότε το τυχαίο σημείο  $\chi_\lambda$  του άξονα θα παριστάνει το αντίθετο του πιθανού σφάλματος -  $\delta_\lambda$ .

Λαμβάνοντας τη συμμετρική της καμπύλης πιθανοτήτων ως προς τον άξονα των  $\psi$ , δημιουργείται μια νέα καμπύλη που ονομάζεται **καμπύλη πιθανών σφαλμάτων** και έχει τετμημένες τα σφάλματα και τεταγμένες τις πιθανότητές του  $\psi$ . Τυχόν εξεύρεση αναλυτικών εκφράσεων της  $\psi$  θα διευκόλυνε κατά πολύ την περαιτέρω μελέτη των πιθανών σφαλμάτων και θα σημειωνόντουσαν σημαντικά βήματα προς την προσέγγιση ή την εκτίμηση της αληθινής τιμής  $\chi$  ενός φυσικού μεγέθους.

## 1.6 Συναρτήσεις πιθανότητας

**Συνάρτηση ή κατανομή πυκνότητας ή πιθανότητας**  $\psi = \psi(\delta)$  ονομάζεται η συνάρτηση που αποτελεί αναλυτική έκφραση της καμπύλης πιθανών σφαλμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η πιθανότητα ενός σφάλματος  $\delta_\lambda$  να κείται στο διάστημα εύρους  $d\delta$  της περιοχής του σημείου  $\delta_\lambda$  είναι:

$$p(\delta_\lambda) = \psi(\delta_\lambda)d\delta, \text{ για } \lambda = 1, \dots, \nu \quad (37)$$

Επειδή, οι  $\nu$  μετρήσεις είναι ανεξάρτητες, η πιθανότητα ενός σφάλματος  $\delta$  να βρίσκεται στο διάστημα εύρους  $d\delta$  της περιοχής του σημείου  $\delta$  είναι αφ' ενός μεν:

$$p(\delta) = \psi(\delta)d\delta \quad (38)$$

και αφ' ετέρου (λόγω του ότι η πιθανότητα της τομής ανεξάρτητων γεγονότων είναι ίση με το γινόμενο των πιθανοτήτων των ανεξάρτητων γεγονότων):

$$p(\delta) = p(\delta_1) \dots p(\delta_\nu) = \psi(\delta_1) \dots \psi(\delta_\nu) (d\delta)^\nu \quad (39)$$

Από τις πιο πάνω σχέσεις προκύπτει η παρακάτω:

$$\psi(\delta) = \psi(\delta_1) \dots \psi(\delta_\nu) (d\delta)^{\nu-1} \quad (40)$$

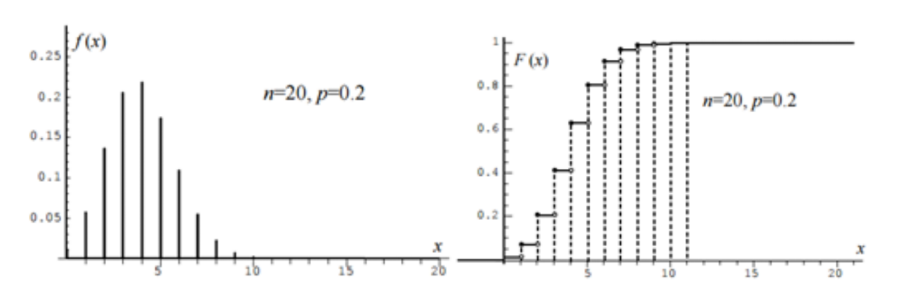


όπου  $c$  μια σταθερά.

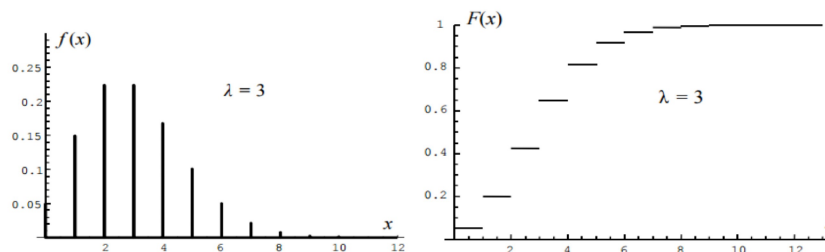
Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι επί σειρά ετών ήταν κοινά παραδεκτό το γεγονός ότι η  $\psi$  πληροί το νόμο του Gauss. Αυτό όμως δεν είναι αληθές, γιατί μπορεί η  $\psi$  να είναι η κατανομή Gauss, μπορεί όμως και να μην είναι. Αυτό εξαρτάται από την επιλογή της πιθανότερης τιμής.

Παρακάτω αποτυπώνονται μερικοί από τους νόμους κατανομής:

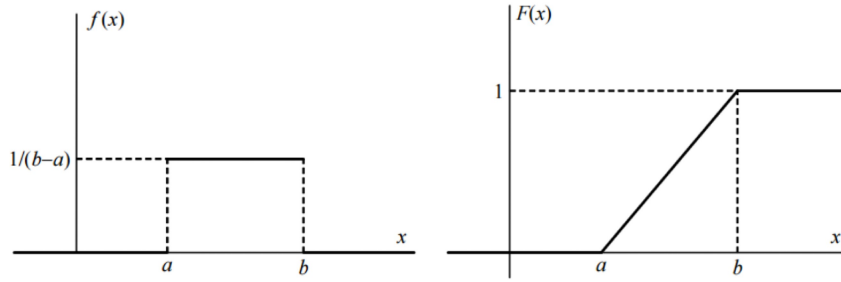
- Κατανομή Gauss
- Κατανομή Van Loon
- Κατανομή Laplace
- Κατανομή Poisson
- Κατανομή Διωνυμική
- Κατανομή Ομοιόμορφη
- Κατανομή Γάμμα
- Κατανομή Βήτα
- Κατανομή Cauchy
- Κατανομή Rayleigh
- Κατανομή Maxwell



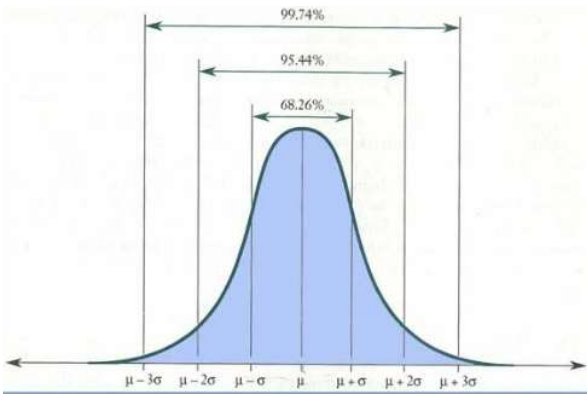
Εικόνα 38.  
Διωνυμική



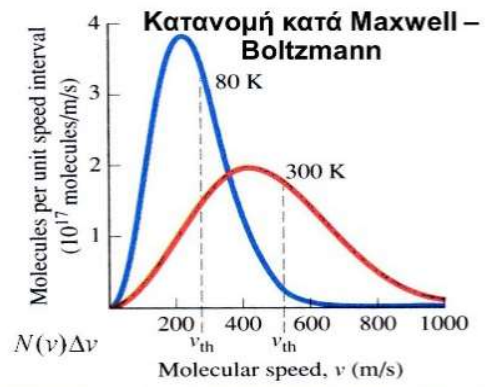
Εικόνα 39.  
Poisson



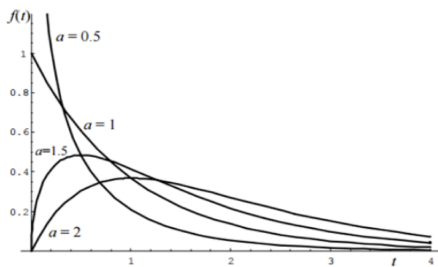
Εικόνα 40.  
Ομοιότητα



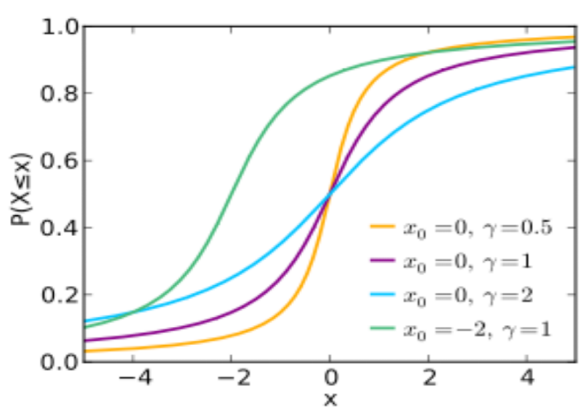
Εικόνα 41.  
Gauss



Εικόνα 42.  
Maxwell

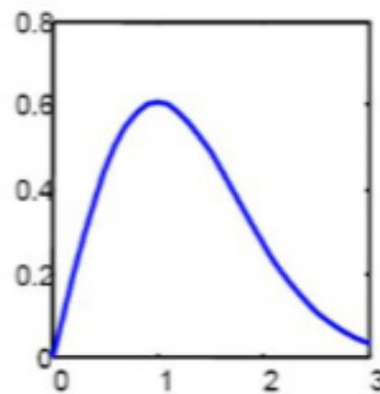


Εικόνα 43.  
Γάμμα



Εικόνα 44.  
Cauchy

Amplitude distribution  
Rayleigh



$$pdf(r) = \frac{r}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right)$$

Εικόνα 45.  
Rayleigh

## 1.7 Βάρος των μετρήσεων

### 1.7.1 Γενικός αριθμητικός μέσος

Έστω ότι λήφθηκαν  $\kappa_1$  μετρήσεις  $\chi'_1, \dots, \chi'_{\kappa_1}$  ενός φυσικού μεγέθους  $x$  και μέση τιμή  $\chi_1$  σε πρώτη φάση, μετά  $\kappa_2$  μετρήσεις  $\chi''_1, \dots, \chi''_{\kappa_2}$ , του αυτού μεγέθους με μέση τιμή  $\chi_2$ , κ.λπ. και τέλος  $\kappa_\nu$  μετρήσεις  $\chi^{(\nu)'}_1, \dots, \chi^{(\nu)'}_{\kappa_\nu}$  του ίδιου μεγέθους με μέση τιμή  $\chi_\nu$ . Τότε:

$$\chi_1 = \frac{\chi'_1 + \dots + \chi'_{\kappa_1}}{\kappa_1}, \dots, \chi_\nu = \frac{\chi^{(\nu)'}_1 + \dots + \chi^{(\nu)'}_{\kappa_\nu}}{\kappa_\nu} \quad (41)$$

Η μέση τιμή ή απλώς **αριθμητικός μέσος** όλων των  $\kappa_1 + \dots + \kappa_\nu = N$  παρατηρήσεων, όπου  $\nu \leq N$ , είναι:

$$\bar{\chi} = \frac{\kappa_1 \chi_1 + \dots + \kappa_\nu \chi_\nu}{\kappa_1 + \dots + \kappa_\nu} \quad (42)$$

Ορίζοντας:

$$\beta_\lambda \triangleq \kappa \kappa_\lambda, \lambda = 1, \dots, \nu \quad (43)$$

η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$\bar{\chi} = \frac{[\beta \chi]}{[\beta]} \quad (44)$$

και ο  $\bar{\chi}$  καλείται **γενική αριθμητική μέση τιμή** ή **γενικός αριθμητικός μέσος** των  $\nu$  παρατηρήσεων  $\chi_1, \dots, \chi_\nu$ . Θεωρείται δηλαδή ότι αντί των  $\kappa_1 + \dots + \kappa_\nu = N$  μετρήσεων, εκ των οποίων οι  $\kappa_1$  είχαν μέση τιμή  $\chi_1$ , κ.λπ., έγιναν μόνο  $\nu$ , όπου  $\nu \leq N$ , μετρήσεις  $\chi_1, \dots, \chi_\nu$  αλλά η κάθε μέτρηση «βαραίνει» διαφορετικά στην εύρεση της μέσης τιμής  $\bar{\chi}$ , και μάλιστα «βαραίνει» ανάλογα με τα  $\kappa_1 + \dots + \kappa_\nu$ . Ο αριθμός  $\beta_\lambda$  λέγεται **βάρος** της παρατήρησης  $\chi_\lambda$ ,  $\lambda = 1, \dots, \nu$ .

### 1.7.2 Έννοια του βάρους

Διάφορες σειρές μετρήσεων έχουν διαφορετική ποιότητα ή ακρίβεια, γιατί δεν εκτελούνται υπό τις ακριβώς ίδιες συνθήκες. Αυτό όμως μπορούμε να το καταλάβουμε μόνον εκ των υστέρων (με σύγκριση των προκύπτόντων μέσων σφαλμάτων, κ.λπ.). Γι' αυτό χρησιμοποιούμε την έννοια του βάρους, για να αποδώσουμε διαφορετική αξία στις παρατηρήσεις. Το βάρος μιας μέτρησης ισούται με:

$$\beta = \frac{\mu^2}{m^2} \quad (45)$$

όπου  $m$  το μέσο τετραγωνικό σφάλμα της σειράς παρατηρήσεων που ανήκει η ληφθείσα μέτρηση ή διαφορετικά, το μέσο τετραγωνικό σφάλμα μιας παρατήρησης και  $\mu$  το **μέτρο βάρους** για  $\beta = 1$  (κανονική παρατήρηση). Η προηγούμενη σχέση δίνει  $\mu = m$ , δηλαδή το μέτρο βάρους ισούται προς το τετραγωνικό μέσο σφάλμα μιας κανονικής παρατήρησης. Έτσι, τα βάρη διαφόρων μετρήσεων  $\beta_1, \dots, \beta_\nu$  είναι αντιστρόφως ανάλογα των τετραγώνων των μέσων τετραγωνικών σφαλμάτων  $m_1^2, \dots, m_\nu^2$  των μετρήσεων αυτών. Ο γενικός αριθμητικός μέσος  $\bar{\chi}$ , φαίνεται πολύ απλά από τη σχέση (44) ότι είναι ανεξάρτητος του μέτρου βάρους  $\mu$ .

### 1.7.3 Ιδιότητες του γενικού αριθμητικού μέσου

Αν υποθέσουμε ότι πραγματοποιήθηκαν  $n$  μετρήσεις  $\chi_1, \dots, \chi_n$  με βάρη  $\beta_1, \dots, \beta_n$  και πιθανά σφάλματα  $\delta_1, \dots, \delta_n$ . Αν  $\bar{\chi}$  ο γενικός αριθμητικός μέσος των μετρήσεων, τότε αποδεικνύονται οι εξής δύο ιδιότητες του  $\bar{\chi}$ :

#### Ιδιότητα 1

$$[\beta\delta] = 0 \text{ για } \bar{\chi} = \frac{[\beta\chi]}{[\beta]} \quad (46)$$

#### Ιδιότητα 2

$$[\beta\delta^2] = \min \text{ για } \bar{\chi} = \frac{[\beta\chi]}{[\beta]} \quad (47)$$

## 1.8 Μετάδοση σφάλματος και βάρους

### 1.8.1 Μετάδοση του σφάλματος

Σε αναλογία με τα όσα ισχύουν για τα συστηματικά σφάλματα, μελετάται ο νομός μετάδοσης του σφάλματος σε κάποιο μέγεθος  $\psi$  που δεν μετράται απευθείας, αλλά είναι συνάρτηση - λόγω κάποιου φυσικού νόμου - των μεγεθών  $\chi_1, \dots, \chi_n$  που μπορούν να μετρηθούν άμεσα.

Έστω  $\chi_1, \dots, \chi_n$  οι πραγματικές τιμές των ανεξάρτητων μεγεθών,  $\chi_{11}, \dots, \chi_{1\kappa_1}$  οι  $\kappa_1$  μετρήσεις του  $\chi_1$ , με πραγματικά σφάλματα  $\varepsilon_{11}, \dots, \varepsilon_{1\kappa_1}$ , κ.λπ.,  $\chi_{n1}, \dots, \chi_{n\kappa_n}$  οι  $\kappa_n$  μετρήσεις του  $\chi_n$ , με πραγματικά σφάλματα  $\varepsilon_{n1}, \dots, \varepsilon_{n\kappa_n}$ ,  $\psi$  και  $\psi_1, \dots, \psi_\kappa$  οι τιμές του αγνώστου φυσικού μεγέθους που προκύπτουν από τη συνάρτηση για τις πραγματικές και μετρηθείσες τιμές των ανεξάρτητων μεγεθών και  $\Delta\psi_1, \dots, \Delta\psi_\kappa$  τα πραγματικά σφάλματα του  $\psi$  για τις ανεξάρτητες μετρήσεις των  $\chi_1, \dots, \chi_n$  όπου  $\kappa = \max(\kappa_1, \dots, \kappa_n)$ .

Ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$\psi = \psi(\chi_1, \dots, \chi_n) \quad (48)$$

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= \psi(\chi_{11}, \dots, \chi_{n1}) \\ &\vdots \\ \psi_\kappa &= \psi(\chi_{1\kappa}, \dots, \chi_{n\kappa}) \end{aligned} \right\} \quad (49)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta\psi_1 &= \psi - \psi_1 \\ &\vdots \\ \Delta\psi_\kappa &= \psi - \psi_\kappa \end{aligned} \right\} \quad (50)$$

$$\kappa = \max(\kappa_1, \dots, \kappa_n) \quad (51)$$

Η παρακάτω σχέση εκφράζει το νόμο μετάδοσης των μέσων τετραγωνικών σφαλμάτων  $m_1, \dots, m_\nu$  των μετρήσεων των ανεξάρτητων μεγεθών  $x_1, \dots, x_\nu$  στο μέσο τετραγωνικό σφάλμα  $m_\psi$  της μέτρησης του εξαρτημένου μεγέθους  $\psi = \psi(x_1, \dots, x_\nu)$ , ή απλούστερα το νόμο μετάδοσης του σφάλματος από της ανεξάρτητες στην εξαρτημένη μεταβλητή.

$$m_\psi^2 = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_1}\right)^2 m_1^2 + \dots + \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_\nu}\right)^2 m_\nu^2 = \left[\left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2 m^2\right] \quad (52)$$

Στην περίπτωση που οι μεταβλητές ή οι παρατηρήσεις  $x_1, \dots, x_\nu$  είναι εξαρτημένες, τότε ορίζεται ο συντελεστής συσχέτισης  $\sigma_{ij}$  μεταξύ δύο μεταβλητών  $x_i, x_j$  ως:

$$\sigma_{ij}^2 = \frac{\sum_{\lambda=1}^k \varepsilon_{i\lambda} \varepsilon_{j\lambda}}{\kappa} = \frac{\sum_{\lambda=1}^k (x_i - x_{i\lambda})(x_j - x_{j\lambda})}{\kappa}, \quad i = 1, \dots, \nu, \quad j = 1, \dots, \nu, \quad i \neq j \quad (53)$$

Μέσω του ορισμού προκύπτουν οι εξής τρεις ιδιότητες του  $\sigma_{ij}$

$$\sigma_{ij} = 0 \Leftrightarrow x_i, x_j \text{ ανεξάρτητες μεταβλητές ή μετρήσεις} \quad (54)$$

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji} \quad (55)$$

$$\sigma_{ii} = m_i \quad (56)$$

Συμπερασματικά, για γενικές - εξαρτημένες ή ανεξάρτητες - μετρήσεις, η σχέση που δίνει την ακόλουθη έκφραση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος ενός φυσικού μεγέθους που συνδέεται με τα μετρούμενα μεγέθη με μια γνωστή συνάρτηση είναι:

$$m_\psi^2 = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_1}\right)^2 m_1^2 + \dots + \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_\nu}\right)^2 m_\nu^2 + \sum_{i=1}^{\nu} \sum_{j=1}^{\nu} \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_i}\right) \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_j}\right) \sigma_{ij}^2 \quad (57)$$

$i \neq j$

Ο πιο πάνω τύπος έχει θεωρητική μόνο αξία, αφού κατά τη μέτρηση εξαρτημένων μεγεθών, χρησιμοποιείται διαφορετική μεθοδολογία.

## 1.8.2 Μετάδοση του βάρους

Εάν θεωρήσουμε ως  $\beta_1, \dots, \beta_\nu$  και  $\beta$  τα βάρη των μετρήσεων των  $x_1, \dots, x_\nu$  και  $x$ . Τότε, σύμφωνα με τη σχέση (179), ισχύει:

$$\beta_\lambda = \frac{\mu^2}{m_\lambda^2} \quad \lambda = 1, \dots, \nu \quad (58)$$

$$\beta_\psi \triangleq \frac{\mu^2}{m_\psi^2} \quad (59)$$

Σύμφωνα με μελέτες επί της κατανομής Gauss, προκύπτει ο τύπος που εκφράζει το νόμο της μετάδοσης του βάρους από της ανεξάρτητες στην εξαρτημένη μεταβλητή.

$$\frac{1}{\beta_\psi} = \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_1}\right)^2 \frac{1}{\beta_1} + \dots + \left(\frac{\partial\psi}{\partial x_\nu}\right)^2 \frac{1}{\beta_\nu} = \left[\left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2 \frac{1}{\beta}\right] \quad (60)$$

## 1.9 Σύνθετα σφάλματα

Σύνθετα σφάλματα ονομάζονται τα σφάλματα που προκύπτουν ως συνδυασμός συστηματικών και τυχαίων σφαλμάτων.

Έστω  $x$  η αληθινή τιμή ενός μεγέθους,  $\chi_1$  η ληφθείσα τιμή,  $\Delta\chi$  το υπεισερχόμενο απόλυτο συστηματικό σφάλμα και  $\Delta\chi_{max}$  η μέγιστη τιμή αυτού. Προφανώς ισχύει η σχέση:

$$\Delta\chi \neq \chi - \chi_1 \quad (61)$$

γιατί υπάρχει και το τυχαίο σφάλμα. Για τον υπολογισμό του μέγιστου σύνθετου σφάλματος  $\sigma_{max}$ , απαιτούνται:

α) η εύρεση του μέγιστου συστηματικού σφάλματος  $\Delta\chi_{max}$  και

β) η εύρεση του μέγιστου τυχαίου σφάλματος  $\varepsilon_{max}$ .

Για το δεύτερο από τους πίνακες της συνάρτησης σφάλματος  $\Phi\left(\frac{\varepsilon}{W}\right)$  προκύπτει ότι:

$$\frac{\varepsilon}{W} \simeq 5 \rightarrow \Phi\left(\frac{\varepsilon}{W}\right) \simeq 0.999 \quad (62)$$

που σημαίνει ότι η πιθανότητα εύρεσης σφάλματος από  $-5 W$  έως  $+5 W$  είναι σχεδόν 1, άρα όλες οι τιμές θα εντοπίζονται σε αυτό το διάστημα όπου το  $5 W$  είναι το  $\varepsilon_{max}$ .

$$\varepsilon_{max} \simeq 5 W \quad (63)$$

Επειδή το  $W$  μπορεί να εκφραστεί ως ο λόγος  $\frac{0,47694}{h}$  και λόγω της πιο πάνω σχέσης προκύπτει:

$$\varepsilon_{max} \simeq 4 m_\chi \quad (64)$$

όπου  $m$  το μέσο τετραγωνικό σφάλμα της μέτρησης  $\chi_1$ .

Το μέγιστο σύνθετο σφάλμα  $\sigma_{\chi_{max}}$  δίνεται λοιπόν από τη σχέση:

$$\sigma_{\chi_{max}} = |\Delta\chi_{max}| + 4 m_\chi \quad (65)$$

Στην περίπτωση έμμεσης μέτρησης  $\psi$  δίνεται από τη συνάρτηση:

$$\psi = \psi(\chi_1, \dots, \chi_n) \quad (66)$$

όπου  $\chi_1, \dots, \chi_n$  είναι  $n$  ανεξάρτητες μετρήσεις.

Το μέγιστο σύνθετο σφάλμα  $\sigma_{\psi_{max}}$  του  $\psi$  δίνεται, λόγω της σχέσης (65) ως το άθροισμα:

$$\sigma_{\psi_{max}} = |\Delta\psi_{max}| + 4 m_\psi \quad (67)$$

όπου  $\Delta\psi_{max}$  το μέγιστο συστηματικό σφάλμα του  $\psi$ , που δίνεται από την σχέση (18) και  $m_\psi$  το μέσο τετραγωνικό σφάλμα του  $\psi$ , που δίνεται από τη σχέση (52).

Βάσει λοιπόν όλων αυτών, η ανωτέρω σχέση μετασχηματίζεται στην εξής σχέση:

$$\sigma_{\psi max} = \left| \frac{\partial \psi}{\partial \chi_1} \Delta \chi_{1 max} \right| + \dots + \left| \frac{\partial \psi}{\partial \chi_v} \Delta \chi_{v max} \right| + 4 \left[ \left( \frac{\partial \psi}{\partial \chi_1} \right)^2 m_1^2 + \dots + \left( \frac{\partial \psi}{\partial \chi_v} \right)^2 m_v^2 \right] \quad (68)$$

## 1.10 Κλάση, ανακρίβεια, ευαισθησία και σφάλματα οργάνων

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στις δύο προηγούμενες παραγράφους, όταν σε ένα όργανο με περιστρεφόμενο μέρος επιδράσει το προς μέτρηση μέγεθος, τότε στο κινητό σύστημα του οργάνου επενεργεί μια ροπή κίνησης  $M_\kappa$  που, λόγω και των ροπών αναστολής  $M_{\alpha\nu}$ , απόσβεσης  $M_{\alpha\pi}$  και της ροπής εκ της αδράνειας  $M_{\alpha\delta}$ , δημιουργεί μια περιστροφική ταλάντωση του συστήματος αυτού. Μετά παρέλευση κάποιου χρονικού διαστήματος, είναι ενδεχόμενο να ισορροπήσει το στρεφόμενο σύστημα σε μια γωνιά στροφής  $\Phi$ , τέτοια ώστε η κινούσα ροπή  $M_\kappa$  να ισούται με την ανασταλτική ροπή  $M_{\alpha\nu}$ .

$$M_\kappa = M_{\alpha\nu} = K * \Phi \quad (69)$$

Αν δεχτούμε ότι το μετρητέο μέγεθος  $\chi$  είναι μια συνάρτηση της ροπής  $M_\kappa$

$$\chi = \chi(M_\kappa) \quad (70)$$

τότε λόγω της προηγούμενης σχέσης προκύπτει ότι το προς μέτρηση μέγεθος  $\chi$  είναι συνάρτηση της γωνίας:

$$\chi = \chi(K\Phi) \Rightarrow \chi = f(\Phi) \quad (71)$$

Η γωνία όμως αυτή  $\Phi$ , δια μέσου ενός δείκτη προσαρμοσμένου στο στρεφόμενο σύστημα του οργάνου, διαβάζεται σε μια κλίμακα ένδειξης του οργάνου. Με αυτό τον τρόπο, από την γωνιά  $\Phi$  και τη γνωστή συνάρτηση  $f$ , βρίσκεται το προς μέτρηση μέγεθος  $\chi$ . Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας μέτρησης, η κλίμακα του οργάνου βαθμολογείται σε μονάδες του μεγέθους  $\chi$ . Πολλές φορές δε, υπάρχουν πολλαπλές βαθμολογήσεις της κλίμακας ενός οργάνου. Στην περίπτωση που η συνάρτηση  $f$  δεν είναι γραμμική, προκύπτει μη γραμμική κλίμακα για το  $\chi$ .

As υποθέσουμε λοιπόν μια κλίμακα  $\chi$  ενός οργάνου και  $\chi_m$  η μέγιστη τιμή αυτής (συνήθως το άκρο δεξιό σημείο της κλίμακας). Τα περισσότερα κλασσικά όργανα είναι όργανα με κινητό και μάλιστα περιστρεφόμενο μέρος. Υπάρχουν όμως και αλλά όργανα με διαφορετική αρχή λειτουργίας. Οι επόμενοι ορισμοί ισχύουν για όλα τα είδη οργάνων.

Έστω  $\Delta\chi_m$  το μέγιστο απόλυτο σφάλμα του οργάνου.

Κλάση  $K_\chi$  του οργάνου ονομάζεται η ακόλουθη παράσταση:

$$K_{\chi} = 100 \frac{|\Delta\chi_m|}{\chi_m} \quad (72)$$

δηλαδή το πηλίκο της απόλυτου τιμής του μέγιστου απόλυτου σφάλματος  $|\Delta\chi_m|$  δια της μέγιστης τιμής  $\chi_m$  της κλίμακας του οργάνου επί 100.

**Ανακρίβεια A** του οργάνου ονομάζεται η ακόλουθη παράσταση:

$$A = \left| \frac{d\chi}{d\Phi} \right| \quad (73)$$

δηλαδή το πηλίκο της μεταβολής του μετρητέου μεγέθους  $d\chi$  προς τη μεταβολή της γωνίας στροφής  $d\Phi$  κατά απόλυτη τιμή, ή η απόλυτη τιμή της παραγωγού του  $\chi$  ως προς  $\Phi$ .

**Ευαισθησία** τέλος H του οργάνου λέγεται το αντίστροφο της ανακρίβειας A (γι' αυτό καλείται και ακρίβεια).

$$E = \frac{1}{A} = \left| \frac{d\Phi}{d\chi} \right| \quad (74)$$

δηλαδή η απόλυτη τιμή του πηλίκου της μεταβολής της γωνίας  $d\chi$  προς τη μεταβολή του μεγέθους  $d\chi$  ή η απόλυτη τιμή της παραγωγού του  $\Phi$  ως προς  $\chi$ .

Τέλος, όσον αφορά το μέγιστο σφάλμα του οργάνου, το **μέγιστο συστηματικό απόλυτο σφάλμα** δίνεται κατά απόλυτη τιμή βάσει της σχέσης (72), σαν:

$$|\Delta\chi_m| = \frac{K_{\chi}}{100} \chi_m \quad (75)$$

Το **μέγιστο σύνθετο** (συστηματικό και τυχαίο) **σφάλμα**, βάσει της σχέσης (65) του 1ου μέρους, είναι:

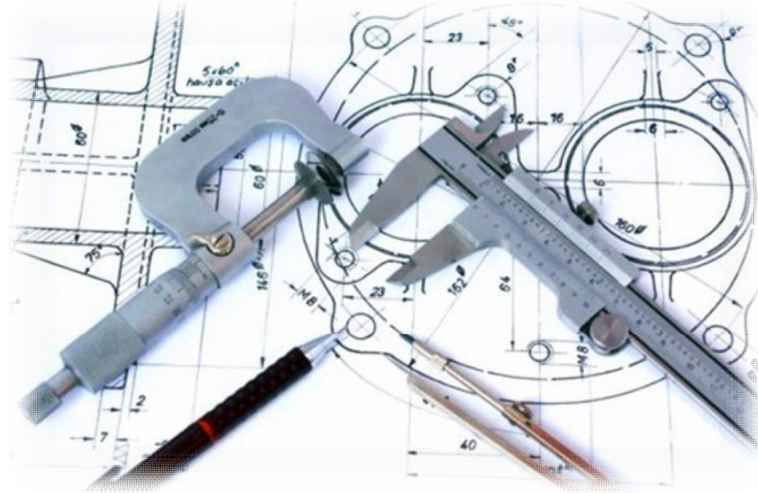
$$\sigma_{\chi_{max}} = \frac{K_{\chi}}{100} \chi_m + 4m_{\chi} \quad (76)$$



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

## 2.1 Μετρολογία. Σκοπός

Σκοπός της μετρολογίας είναι ο καθορισμός κανόνων και τεχνικών απαιτήσεων στην ανάπτυξη προτύπων και συστημάτων για απόλυτες και σχετικές μετρήσεις.



Εικόνα 46.  
Metrology

Εφαρμόζεται σε όλα τα πεδία των μετρήσεων, από τις απλές καθημερινές μετρήσεις για τις απλές εμπορικές συναλλαγές, έως τις πιο εξειδικευμένες για την επιστημονική έρευνα και την τεχνολογία αιχμής. Ο τρόπος εφαρμογής ποικίλει και εξαρτάται από το μετρούμενο μέγεθος, την ανάγκη για αξιοπιστία, την απαιτούμενη ακρίβεια και τη μέθοδο ή το όργανο μέτρησης.

Στη σημερινή εποχή η παραγωγή προϊόντων υψηλής τεχνολογίας και πολύπλοκων κατασκευών έχει καταστήσει τη μετρολογία απαραίτητο παράγοντα για τον τεχνικό πολιτισμό. Η ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου και ιδιαίτερα εδώ σε εμάς η δημιουργία της Ενιαίας Ευρωπαϊκής Αγοράς την καθιστούν απαραίτητη και στο θέμα της ποιότητας των προϊόντων και των κατασκευών, αφού για την ελεύθερη διακίνηση των αγαθών χρειάζεται αυτά να έχουν εγγυημένη ποιότητα, δηλαδή αξιολογημένες τιμές στα μετρούμενα χαρακτηριστικά τους.

## 2.2 Τυποποίηση – Ποιότητα

Πρέπει εξ' αρχής να τονιστεί, ότι σαν έννοια η ποιότητα δεν εκφράζει την ανωτερότητα του προϊόντος αλλά τη συγκεκριμένη καλή ή κακή στάθμη κατασκευής του, ανάλογα με το βαθμό που ικανοποιεί ορισμένες απαιτήσεις και προδιαγραφές. Σύμφωνα με τον ορισμό της Διεθνούς Οργάνωσης Τυποποίησης (ISO), είναι το σύνολο των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών κάποιου προϊόντος, που αφορούν στη δυνατότητα αυτού του προϊόντος να ικανοποιεί εκφρασμένες ή συναγόμενες ανάγκες.



Εικόνα 47.  
ISO

Η ποιότητα δεν είναι ποσοτικό μέγεθος. Για να είναι όμως δυνατή η σύγκριση όμοιων προϊόντων καθορίζεται για κάθε προϊόν ένα ποσοτικό μέτρο των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών του, το «μέτρο ποιότητάς του». Με την εξεύρεση μεθόδων της ποσοτικής αποτίμησης της ποιότητας ασχολείται η «ποιοτητομετρία» (qualimetry).

Για να εκφραστεί ποσοτικά η ποιότητα απαιτείται αφ' ενός μεν να επιλεγούν οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν τον χρήστη, να καθοριστούν οι τιμές και οι ανοχές τους και αφ' ετέρου να γίνει και η ιεράρχηση τους γιατί όλες οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά δεν έχουν την ίδια βαρύτητα. Η βαρύτητα αυτή έχει διαφορετική έννοια, ανάλογα με την κοινωνική ομάδα που κάνει την ιεράρχηση π.χ. στην περίπτωση ενός λεωφορείου, άλλη θα είναι η ιεράρχηση των χαρακτηριστικών για το μελετητή επιστήμονα άλλη για την προμηθεύτρια εταιρεία, διαφορετική θα είναι για τους οργανισμούς προστασίας του περιβάλλοντος και άλλη για τον επιβάτη. Συγκερασμός όλων των παραπάνω απόψεων επιδιώκεται με την τυποποίηση. Τα αποτελέσματα του συγκερασμού αυτού καταγράφονται και εκδίδονται σε ειδικά κείμενα τα πρότυπα. Η ποιότητα που περιγράφεται στα πρότυπα δεν είναι η πιο υψηλή είναι όμως ικανοποιητική και γενικά αποδεκτή. Κάθε παρέκκλιση προς τα πάνω αυξάνει το κόστος και προς τα κάτω καθιστούν το προϊόν ποιοτικά μη ανταγωνιστικό στην αγορά. Φυσικά στα πρότυπα μπορεί να ορίζονται διάφορες στάθμες ποιότητας, όπως π.χ. για τους μεταλλικούς σωλήνες που προορίζονται για διαφορετικές εφαρμογές.

Η ποιότητα των προϊόντων που θα κυκλοφορούν στην αγορά της Ευρωπαϊκής Κοινότητας θα ορίζεται από τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα. Αυτά θα είναι υποχρεωτικής εφαρμογής με οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αντίστοιχους Εθνικούς Κανονισμούς. Ήδη για τα προϊόντα αρκετών κλάδων εκδόθηκαν τέτοιες οδηγίες, για παράδειγμα με την οδηγία 73/23/ΕΕ το ηλεκτρολογικό υλικό που προορίζεται για τάση 70 - 1000 V πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των σχετικών προτύπων.

## 2.3 Βαθμονόμηση - Διακρίβωση

Όπως καθορίζονται πρότυπα για τις τιμές των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών των προϊόντων, καθορίζεται και η μέθοδος μέτρησής τους. Είναι γνωστό ότι η μέθοδος μέτρησης επηρεάζει άμεσα τα αποτελέσματα, γι' αυτό τα πρότυπα προϊόντων περιλαμβάνουν ή παραπέμπουν σε τυποποιημένες μεθόδους μέτρησης, που εκτός των άλλων παρέχουν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Ο κύκλος των δραστηριοτήτων αυτών ανήκει στη μετρολογία, η οποία ασχολείται με την εξέλιξη και την τυποποίηση των οργάνων και συσκευών μέτρησης που απαιτούνται για τις μεθόδους δοκιμών.

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών των προϊόντων πρέπει να έχουν βαθμονομηθεί και στη συνέχεια να διακριβώνονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

Η διακρίβωση των οργάνων μέτρησης είναι η βάση για την αξιοπιστία των μετρήσεων. Για να γίνει αξιόλογη εφαρμοσμένη έρευνα για την εξέλιξη και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων είναι απαραίτητο τα ερευνητικά εργαστήρια, πέρα από το κατάλληλο προσωπικό, να έχουν καλό εξοπλισμό και προπαντός να έχουν ευχέρεια πρόσβασης σε εργαστήριο διακρίβωσης. Ακόμα και η αντιγραφή ξένων προϊόντων γίνεται με εξαιρετικά στοιχειώδη τρόπο δίχως την απαραίτητη εργαστηριακή και μετρολογική υποδομή. Αυτό σημαίνει προϊόντα ευτελούς ποιότητας ή εισαγόμενη τεχνολογία, οπότε η προστιθέμενη αξία περιορίζεται σχεδόν στον παράγοντα εργασία. Όταν αγοράζεται έτοιμη τεχνολογία, δίχως δυνατότητες έρευνας δεν μπορεί να υπάρξουν αποκλίσεις από το «πακέτο» παραγωγής και να χρησιμοποιηθούν εγχώρια υλικά. Το κόστος από την έλλειψη μετρολογικών δυνατοτήτων φαίνεται στην παραγωγή προϊόντων υψηλής τεχνολογίας όπου η αγορασμένη τεχνολογία περιλαμβάνει και τα μετρολογικά εργαλεία και τη συνεχή διακρίβωσή τους.

Στο μέλλον η ελεύθερη κυκλοφορία των προϊόντων θα βασίζεται στα συστήματα αποτίμησης της ποιότητας που θεσμοθετούνται πια για το χώρο μας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Είναι πλέον φανερό ότι η σημασία της μετρολογίας για την Εθνική Οικονομία, στην ποιότητα των προϊόντων και των κατασκευών, είναι ιδιαίτερα σημαντική.

## 2.4 Νομοθεσία

Ο μετρολογικός έλεγχος οργάνων μέτρησης επιβάλλεται:

Από την εθνική νομοθεσία για όλα τα όργανα και τις μετρητικές διατάξεις που εμπλέκονται στην ασφάλεια και προστασία του καταναλωτή, στις εμπορικές συναλλαγές και τη λειτουργία των κανόνων της αγοράς. Οι μετρολογικές αυτές νομικές διατάξεις χαρακτηρίζονται με τον γενικό όρο «Νομική Μετρολογία». Στην Ελλάδα, αρμόδιος φορέας για τον έλεγχο της εφαρμογής της νομοθεσίας είναι η Διεύθυνση Μετρολογίας της Γενικής Γραμματείας Εμπορίου του Υπουργείου Ανάπτυξης, σε συνεργασία με τις επιμέρους περιφερειακές της μονάδες.

Ο μετρολογικός έλεγχος στη Νομική Μετρολογία καθορίζεται από εθνικές διατάξεις που είναι εναρμονισμένες σε ευρωπαϊκό επίπεδο και σε συμφωνία με τις συστάσεις του Διεθνούς Οργανισμού Νομικής Μετρολογίας (OIML).

Από την εφαρμογή προτύπων για συστήματα ISO 9001, ISO 14001, ISO 17025, OHSAS 18001, HACCP, προτύπων πιστοποίησης προϊόντων καθώς και απαιτήσεις ελέγχου κόστους και λειτουργίας φορέων και επιχειρήσεων.

Ο μετρολογικός έλεγχος στα πλαίσια αυτά δεν έχει νομικά υποχρεωτικό χαρακτήρα και φέρει τον όρο «Βιομηχανική Μετρολογία». Το EIM είναι αρμόδιο για τη «Βιομηχανική Μετρολογία» αφού αποτελεί και την κορυφή του μετρολογικού συστήματος της χώρας.

Όλες οι μετρήσεις και οι μετρολογικοί έλεγχοι που πραγματοποιούνται στα πλαίσια είτε της Νομικής είτε της Βιομηχανικής Μετρολογίας είναι απαραίτητο να έχουν ιχνηλασιμότητα στα εθνικά πρότυπα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Fluke 9100. Περιγραφή

Το 9100 είναι ένας πολυλειτουργικός βαθμονομητής. Μπορεί να δημιουργήσει DC και AC τάσεις μέχρι 1050V, μεταβλητή αντίσταση έως 400MΩ και DC και AC ρεύμα έως 20A (1000A μέσω των προαιρετικών εξαρτημάτων), συνεχώς μεταβαλλόμενες τιμές χωρητικότητας έως 40mF και τιμές αγωγιμότητας έως 2.5 milliSiemens. Επίσης, δημιουργεί ψηφιακά συχωνευμένα και ημιτονοειδές: τετράγωνο, τρίγωνο και τραπεζοειδείς κυματομορφές, μεταβλητούς παλμούς πλάτους έως 10 MHz, με εύρος παλμού 2 δευτερολέπτων και κύκλους λειτουργίας μεταξύ 0,05% και 99,95%



Εικόνα 48.  
Fluke 9100

### 3.2 Χειροκίνητη λειτουργία

Κατά την χειροκίνητη επιλογή ο βαθμονομητής 9100 ελέγχεται εξ' ολοκλήρου από το μπροστινό panel. Ο μηχανικός έχει τον πλήρη έλεγχο της διαδικασίας βαθμονόμησης του οργάνου.

#### 3.2.1 Αυτοματοποιημένη λειτουργία

Κατά την αυτοματοποιημένη λειτουργία, ο βαθμονομητής fluke 9100 ελέγχεται εξ' ολοκλήρου από τις εφαρμογές που είναι εγκατεστημένες στον συνδεδεμένο με αυτόν Η/Υ. Η σύνδεση επιτυγχάνεται με την χρήση της πόρτας ieee-488. Εκτός από την ενσύρματη σύνδεση απαιτείται και η χρήση συγκεκριμένων πρωτοκόλλων τα οποία καθορίζουν την σωστή επικοινωνία του βαθμονομητή με τον Η/Υ. Απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή διεξαγωγή πιστοποιητικών είναι η καλή γνώση των επιμέρους προγραμμάτων που συνολικά απαρτίζουν την πλατφόρμα διαχείρισης του βαθμονομητή μέσω του Η/Υ.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η αυτοματοποιημένη λειτουργία παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με την χειροκίνητη. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι:



Εικόνα 49.

- 1) Η ύπαρξη μιας βάσης δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται όλα τα πιστοποιητικά που έχουν εκδοθεί καθώς και ταξινομούνται σύμφωνα με: τον κατασκευαστή, το μοντέλο, τον κάτοχο και πολλές ακόμη κατηγορίες.
- 2) Η εύκολη επανάληψη κάποιας μέτρησης σε περίπτωση λανθασμένης ηλεκτρολόγησης.
- 3) Η δημιουργία εικονικής βαθμονόμησης, ώστε να ελεγχθεί η ορθή λειτουργία της διαδικασίας πιστοποίησης.
- 4) Η εύκολη ενημέρωση για τις επικείμενες βαθμονομήσεις.
- 5) Η άμεση διακρίβωση οργάνων μέτρησης, όταν το μοντέλο του έχει βαθμονομηθεί σε προηγούμενη διακρίβωση, ανεξάρτητα από το αν πρόκειται για το ίδιο ή άλλο όργανο.

Τα μειονεκτήματα είναι λίγα αλλά κάνουν αισθητή την παρουσία τους κατά την εκτεταμένη χρήση του βαθμονομητή μέσω Η/Υ. Αυτά είναι:

- 1) Δύσκολος προγραμματισμός της διαδικασίας βαθμονόμησης, λόγω του ότι ο κώδικας πολλές φορές παρουσιάζει σφάλματα. Πράγμα που καθιστά το προγραμματισμό, χρονοβόρο.
- 2) Περισσότερη συγκέντρωση κατά την εκτέλεση των διαδικασιών, καθώς υπάρχει η πιθανότητα να προσπεράσουμε κάποιο μήνυμα προειδοποίησης λόγω κεκτημένης ταχύτητας.

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως οι πιο σύγχρονες εκδόσεις έχουν ελαχιστοποιήσει τα πιο πάνω μειονεκτήματα. Αυτό έγινε δυνατό με την προσθήκη της επεξεργασίας των διαδικασιών μέσω της γλώσσας προγραμματισμού C++ καθώς επίσης και με τον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό.

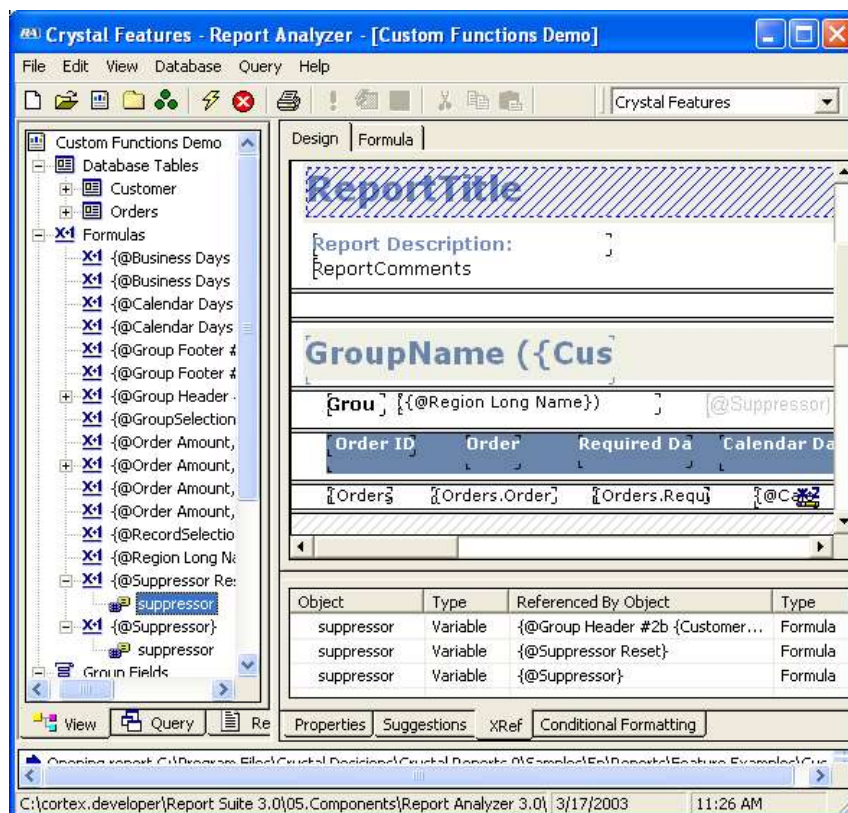
**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Με τον όρο αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό εννοούμε την μεθοδολογία ανάπτυξης προγραμμάτων, υποστηριζόμενη από κατάλληλες γλώσσες προγραμματισμού, όπου ο χειρισμός σχετιζόμενων δεδομένων και των διαδικασιών που επενεργούν σε αυτά γίνεται από κοινού, μέσω μίας δομής δεδομένων που τα περιβάλλει ως αυτόνομη οντότητα με ταυτότητα και δικά της χαρακτηριστικά.

### 3.3 Εφαρμογές για την εξαγωγή πιστοποιητικών

Όπως προαναφέραμε οι εφαρμογές είναι αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας εξαγωγής πιστοποιητικών. Ως εκ τούτου μπορούμε να τις ταξινομήσουμε με βάση την πορεία της διαδικασίας:

- i. Crystal Reports
- ii. MetTrack
- iii. MetCal Editor
- iv. MetCal Runtime

Η λειτουργία του προγράμματος Crystal Reports είναι να δημιουργεί μια φόρμα η οποία να αντλεί δεδομένα από μία βάση δεδομένων και μέσα από ορισμένες διαδικασίες να εμφανίζει διάφορα αποτελέσματα. Έπειτα τα δεδομένα αυτά τα μετατρέπει σε έγγραφο το οποίο μπορεί είτε να αποθηκευτεί ως αρχείο PDF (.pdf) είτε να εκτυπωθεί σε χαρτί και να λάβει υλική υπόσταση. Στην περίπτωση της παρούσας εφαρμογής (δημιουργία πιστοποιητικών οργάνων μέτρησης) το εν λόγω πρόγραμμα χρησιμοποιείται για την κατασκευή μιας φόρμας πιστοποιητικού «μακέτας» την οποία θα αντλεί το πρόγραμμα MetTrack ώστε να μπορεί να δίνει μετά το πέρας των μετρήσεων ή μετά από αναζήτηση στη βάση δεδομένων φυσική μορφή στα πιστοποιητικά των βαθμονομηθέντων οργάνων.



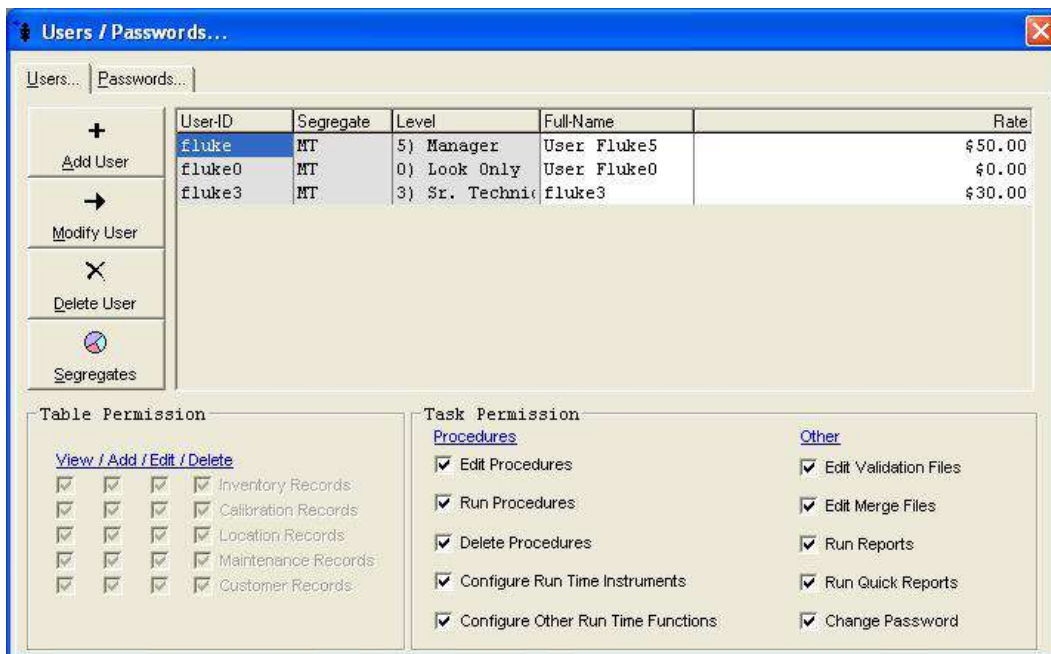
Εικόνα 50.  
Crystal Features

Το πρόγραμμα MetTrack είναι μια πλατφόρμα της κατασκευάστριας εταιρείας του βαθμονομητή (Fluke) το οποίο λαμβάνει τον ρόλο της βάσης δεδομένων.

Σε αυτή την βάση δίνεται η δυνατότητα καταχώρησης των φορέων – χρηστών – πελατών για τους οποίους ο φορέας (στην προκειμένη περίπτωση το εργαστήριο Ηλεκτρικών Μετρήσεων) πιστοποιεί τα όργανα που έχει λάβει. Αξίζει να σημειωθεί ότι και τα όργανα καταχωρούνται σε αυτή τη βάση δεδομένων, όπως επίσης και το ιστορικό των βαθμονομήσεων μαζί με τις τυχόν παρατηρήσεις που έχουν γίνει σε κάθε βαθμονόμηση. Τέλος, το MetTrack επικοινωνεί με το πρόγραμμα Crystal Reports ώστε να λαμβάνει τις φόρμες που έχουμε δημιουργήσει και να εκτυπώνει τα διάφορα αποτελέσματα – συμπεράσματα για κάθε όργανο που έχει βαθμονομηθεί.

## Βήματα προσθήκης χρήστη στην βάση δεδομένων

1. Εκκίνηση της εφαρμογής Calibration Data Engine.
2. Ύστερα εκκίνηση της εφαρμογής MET/TRACK και σύνδεση ως MT χρήστης.
3. Στο κυρίως μενού επιλέγουμε Set-up, User/Passwords.



Εικόνα 51.  
MET/TRACK



#### 4. Επιλογή Add User.



Εικόνα 52.  
MET/TRACK

5. Συμπληρώστε το User-ID και το Full-Name. Το Full-Name χρησιμοποιείτε στα MET/CAL Reports και δεν πρέπει να είναι πλασματικό.
6. Επιβεβαιώστε τον κωδικό πληκτρολογώντας των ξανά στο κενό Confirm Password.
7. Εισάγετε έναν ρυθμό εργασίας για τον συγκεκριμένο χρήστη στο πεδίο Hourly Rate.
8. Επιλέξτε το επίπεδο πρόσβασης.
  - Level 0: Ο χρήστης έχει πρόσβαση μόνο για να διάβαση στην βάση δεδομένων μας.
  - Level 1, 2, 3: Ο χρήστης θα έχει πρόσβαση όπου θα του επιτραπεί από τον MT user από την εφαρμογή MET/TRACK.
  - Level 4: Ο χρήστης έχει πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες του βαθμονομητή και την διαχείριση διαδικασιών.
  - Level 5: Ο χρήστης έχει πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες του λογισμικού Fluke Metrology Software.
9. Επιλέξτε το OK για να ολοκληρωθεί η προσθήκη του χρήστη στην βάση δεδομένων.

## Προσθήκη προτύπων στην βάση δεδομένων


Εάν ο βαθμονομητής δεν αναγνωριστεί ως πρότυπο στη βάση δεδομένων, η διαδικασία MET/CAL δεν θα εκτελέσει. Οπότε εμείς θα πρέπει να προσθέσουμε τον βαθμονομητή τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στην βάση δεδομένων μας ως πρότυπο.

### Διαδικασία προσθήκης προτύπων στην βάση δεδομένων:

1. Εκκίνηση της εφαρμογής Calibration Data Engine
2. Εκκίνηση MET/TRACK
3. Συνδεθείτε στην εφαρμογή.
4. Από το κυρίως μενού επιλέξτε Add, Inventory Record. Ένα νέο παράθυρο θα εμφανιστεί.



Εικόνα 53.  
Προσθήκη Βαθμονομητή.

5. Εισάγετε το Asset Number του βαθμονομητή σας και πατήστε . Η εφαρμογή MET/TRACK θα ελέγξει τα αρχεία απογραφής για τον βαθμονομητή. Εάν δεν υπάρχει το παρακάτω παράθυρο θα εμφανιστεί με το Asset Number του βαθμονομητή σας και εσείς θα πρέπει να συμπληρώσετε τα πεδία με το κίτρινο χρώμα.

Εικόνα 54.  
Προθήκη Βαθμονομητή

6. Στην συνέχεια πατήστε Enter ή Tab για να προχωρήσετε στο επόμενο πεδίο.
7. Εισάγετε το όνομα του μοντέλου στο πεδίο Model. Στην συνέχεια πατήστε Enter ή Tab για να προχωρήσετε στο επόμενο πεδίο.
8. Εισάγετε τα υπόλοιπα απαιτούμενα στοιχεία.

Εάν κάποιο πεδίο δεν εφαρμόζεται, αφήστε το κενό. Θα πρέπει όμως να συμπληρώσετε τα πεδία τα οποία ονομάζονται Required fields. Ο διαχειριστής θα μπορεί να κάνει αλλαγές στα πεδία από την βάση δεδομένων.

Επεξήγηση πεδίων:


- Interval Units, ορίζει πως θα μετρηθεί το διάστημα βαθμονόμησης; Π.χ. μέρες (D), εβδομάδες (W), μήνες (M), χρήσεις (U) ή (N) εάν δεν χρειάζεται βαθμονόμηση.
- Trace Code καθορίζει την ιεραρχία των προτύπων. Προτείνεται η τιμή του trace code σε 1 για ένα βαθμονομημένο πρότυπο.

9. Όταν εισάγεις τις πληροφορίες πατήστε Save.

10. Εισάγετε την αρχική βαθμονόμηση για το πρότυπο. (Υποθέτοντας πως το βαθμονομημένο πρότυπο έχει διακριβωθεί από κάποιον εξωτερικό προμηθευτή). Από το κυρίως μενού πατήστε Add, Calibration Record ή πατήστε F3. Ένα νέο παράθυρο θα ανοίξει.

Εικόνα 55.  
New Calibration Record

11. Εισάγετε την ημερομηνία διακρίβωσης (Cal-Date) του βαθμονομητή, ή απλά κάντε αποδοχή το default date.

12. Κάτω από το πεδίο Pass επιλέξτε Υ.
13. Πατήστε  για να επιλέξετε το Calibration Procedure Used.
14. Για να εισάγετε τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται πηγαίετε στο Menu.
15. Επιλέξτε το STD Table button και ύστερα "FLUKE CORPORATION" ως πρότυπο από τον πίνακα.
16. Κάντε αποθήκευση και κλείστε την εφαρμογή MET/TRACK.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**Τμήμα πιστοποιητικών που έχουν εκδοθεί**



# Basic Inventory Report

Print Date: 1/21/2015

Asset Number	Mfg	Model	Description	S/N
*****	***	***^	***	***
*****	*	*	*	*
1	conway electronic en	n/a	test	n/a
175	Fluke	175	MultiMeter	*****
21	111	*****	****	***
9100	fluke	9100	calibrator	*****
EXT-510/1073	EXTECH	MultiPro 510	Multimeter	054501875
F-175/1093	Fluke	175	Multimeter	18170232
F-175/1094	Fluke	175	Multimeter	18320198
F-175/1095	Fluke	175	Multimeter	18320196
F-175/1096	FLUKE	175	Digital Multimeter	18700112
F-175/1097	FLUKE	175	Digital Multimeter	18700115
F-175/1098	FLUKE	175	Digital Multimeter	18700114
F-175/1099	FLUKE	175	Digital Multimeter	18700111
F-175/1100	FLUKE	175	Digital Multimeter	18700113
F175/1093	Fluke	175	Multimeter	18170232
Fluke 9100	Fluke	9100	calibrator	*****
FLUKE CORPORATI	FLUKE	CALIBRATION	OUT SOURCED	NA
GOERZ-AMP/001	Goerz	Type: 324763	Amp-meter	498750
GOERZ-AMP/002	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498784
GOERZ-AMP/004	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498885
GOERZ-AMP/007	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498786
GOERZ-AMP/008	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498760
GOERZ-AMP/010	GOERZ	Type:324763	Ammeter	498568
GOERZ-AMP/011	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498872
GOERZ-AMP/012	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498902
GOERZ-AMP/013	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498756
GOERZ-AMP/014	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498871
GOERZ-AMP/015	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498822
GOERZ-AMP/016	GOERZ	Type:324763	Ammeter	498865
GOERZ-AMP/017	GOERZ	Type:324763	Ammeter	498566
GOERZ-AMP/018	GOERZ	type: 324763	Ammeter	498577
GOERZ-AMP/019	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498838
GOERZ-AMP/020	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498729
GOERZ-AMP/021	GOERZ	type:324763	Ammeter	498569
GOERZ-AMP/022	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498874
GOERZ-AMP/023	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498812
GOERZ-AMP/024	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498876
GOERZ-AMP/025	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498752
GOERZ-AMP/026	GOERZ	type:324763	Amp-meter	498768
GOERZ-AMP/027	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498813
GOERZ-AMP/028	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498714
GOERZ-AMP/030	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498567
GOERZ-AMP/031	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498869
GOERZ-AMP/032	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498787
GOERZ-AMP/033	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498883
GOERZ-AMP/034	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498769
GOERZ-AMP/038	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498893
GOERZ-AMP/039	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498895
GOERZ-AMP/040	GOERZ	Type: 324763	Amp-meter	498742
GOERZ-AMP/041	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	497853
GOERZ-AMP/042	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498903
GOERZ-AMP/043	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498897
GOERZ-AMP/044	GOERZ	Type: 234763	Ammeter	498575
GOERZ-AMP/046	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498873
GOERZ-AMP/049	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498788
GOERZ-AMP/050	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498875
GOERZ-AMP/051	GOERZ	Type:324763	Ammeter	498806
GOERZ-AMP/052	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498825
GOERZ-AMP/053	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498799

Asset Number	Mfg	Model	Description	S/N
GOERZ-AMP/054	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498826
GOERZ-AMP/055	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498733
GOERZ-AMP/057	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498836
GOERZ-AMP/058	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498789
GOERZ-AMP/059	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498758
GOERZ-AMP/081	GOERZ	Type:324763	Ammeter	498755
GOERZ-AMP/149	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	498817
GOERZ-AMP/152	GOERZ	Type: 324763	Ammeter	497801
GOERZ-Unigor 3p/21	GOERZ ELECTRO	Unigor 3p	Analog Multimeter	533255
HLA/1052	GANZ	HLA	Ammeter	40133
HLA/1055	Ganz	HLA	AMMETER	70292
HLA/1057	GANZ	HLA	AMPEROMETER	70124
HLA/1060	GANZ	HLA	AMMETER	70795
HLA/1061	GANZ	HLA	Analog Ammeter	70796
HLA/1089	GANZ	HLA	Ammeter	70981
HLA/1101	Ganz	HLA	Ammeter	70977
HLA/573	GANZ	HLA-2	AMMETER	75265
HLA/575	GANZ	HLA-2	AMMETER	67243
HLV-2/1052	GANZ	HLA	AMMETER	40133
HLV-2/1062	GANZ	HLV	VOLTOMETER	50005
HLV-2/1063	GANZ	HLV	VOLTOMETER	40089
HLV-2/1064	GANZ	HLV-2	Analog Voltmeter	70802
HLV-2/1065	GANZ	HLV	Voltmeter	70801
HLV-2/1087	Ganz	HLV	Voltmeter	70980
HLV-2/1088	GANZ	HLV	VOLTOMETER	70979
HLV-2/1102	GANZ	HLV-2	Voltmeter	70800
HLV-2/547	GANZ	HLV-2	Analog Voltmmeter	40505
HLV-2/548	GANZ	HLV-2	Analog Voltmmeter	20010
HLV-2/558	GANZ	HLV	VOLTOMETER	10020
HLV-2/565	GANZ	HLV-2	VOLTOMETER	12345
HLV-2/567	GANZ	HLV-2	Voltmeter	63093
HLV-2/569	GANZ	HLV-2	Analog Voltmmeter	67260
HLV-2/782	GANZ	HLV	VOLTOMETER	26284
HLV-2/785	GANZ	HLV-2	Voltmeter	26260
KAISE AAC/10014	KAISE ELECTRONIC	SK-5000A	Analog Amp-meter AC	10014
KAISE AAC/9960	KAISE ELECTRIC	SK-5000A	Analog Amp-meter AC	9960
KAISE AAC/9962	KAISE ELECTRIC	SK-5000A	Analog Amp-meter AC	9962
KAISE AAC/9963	KAISE ELECTRIC	SK-5000A	Analog Amp-meter AC	9963
KAISE AAC/9965	KAISE ELECTRIC	SK-5000A	Analog Amp-meter AC	9965
KAISE AAC/9967	KAISE ELECTRIC	SK-5000A	Analog Amp-meter AC	9967
KAISE ADC/5311	KAISE ELECTRIC	SK-5000E	Analog Amp-meter DC	5311
KAISE ADC/5315	KAISE ELECTRIC	SK-5000E	Analog Amp-meter DC	5315
KAISE ADC/5780	Kaise	SK-5000E	Analog Amp-meter DC	5780
KAISE ADC/5822	KAISE ELECTRIC	SK-5000E	Analog Amp-meter DC	5822
KAISE ADC/5826	KAISE ELECTRIC	SK-5000E	Analog Amp-meter DC	5826
KAISE ADC/5828	KAISE ELECTRIC	SK-5000E	Analog Amp-meter DC	5828
KAISE VAC/5665	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5665
KAISE VAC/5700	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5700
KAISE VAC/5725	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5725
KAISE VAC/5751	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5751
KAISE VAC/5753	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5753
KAISE VAC/5754	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5754
KAISE VAC/6544	KAISE ELECTRIC	SK-5000F	Analog Voltmeter AC	5644
KAISE VDC/14930	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	14930
KAISE VDC/14931	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	14931
KAISE VDC/14932	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	14932
KAISE VDC/14933	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	14933
KAISE VDC/15025	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	15025
KAISE VDC/15026	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	15026
KAISE VDC/15063	KAISE ELECTRIC	SK-5000G	Analog Voltmeter DC	15063
SAMPLE-10	FLUKE	10	DIGITAL MULTIMETER	10101010
SAMPLE-11	FLUKE	11	DIGITAL MULTIMETER	1100110001
SAMPLE-5500	FLUKE	5500A	CALIBRATOR	4820000
SAMPLE-5700	FLUKE	5700A	CALIBRATOR	57000001
SAMPLE-5725	FLUKE	5725A	BOOST AMPLIFIER	572500001

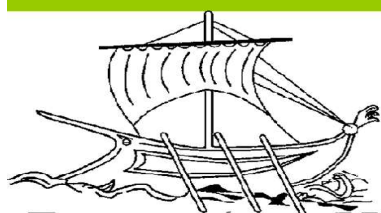


Asset Number	Mfg	Model	Description	S/N
SAMPLE-732	FLUKE	732	DC REFERENCE STD	732000001
SAMPLE-742-1	FLUKE	742-1	1 OHM RESISTANCE STD	742010001
SAMPLE-742-2	FLUKE	742-10K	10,000 OHM RESISTANCE STD	742100001
SAMPLE-87	FLUKE	87	DIGITAL MULTIMETER	87001001
SAMPLE-8842	FLUKE	8842	DMM	884200987
sample-block	HOKE	MIL026901	MECHNICAL STANDARD	048323242
sample-c2	vk	c2	mechanical standard	r4e90uys
SAMPLE-OPFLAT	HOKE	36	MECHNICAL STANDARD	8096098098
thandar TM355/001	thandar	TM355	Multimeter	092641
thandar TM355/002	thandar	TM355	Digital Multimeter	069803
thandar TM355/003	thandar	TM355	Digital Multimeter	089732
thandar TM355/004	thandar	TM355	Digital Multimeter	089734
thandar TM355/005	thandar	TM355	Digital Multimeter	089731
thandar TM355/006	thandar	TM355	Digital Multimeter	089729
thandar TM355/007	thandar	TM 355	Digital Multimeter	089733
thandar TM355/008	thandar	TM355	Digital Multimeter	089725
TTi 1604/0001	TTi	1604	Digital Multimeter	289016
V-VC8145A/803	Victor	VC8145A	Digital Multimeter	1541491

**Grand Total: 143**

**143**





# A.E.I. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	FLUKE 175 Digital Multimeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	18700115	Ημ/νία Ελέγχου:	21 Μάρτιος 2014
Αναγν. Οργάνου:	F-175/1097	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	Fluke 175A: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metrison		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκαλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>RESISTANCE TESTS</b>				
<b>600 Ohm Range</b>				
60 Ohm	60	0.0 Ohm	Ω	Pass
540 Ohm	540.1	0.1 Ohm	Ω	Pass
<b>6 kOhm Range</b>				
600 Ohm	600.1	0.1 Ohm	Ω	Pass
5.4 kOhm	5.402	0.00 kOhm	kΩ	Pass
<b>60 kOhm Range</b>				
6 kOhm	6.001	0.0 kOhm	kΩ	Pass
54 kOhm	54	0.0 kOhm	kΩ	Pass
<b>600 kOhm Range</b>				
60 kOhm	60	0.0 kOhm	kΩ	Pass
540 kOhm	540.2	0.2 kOhm	kΩ	Pass
<b>6 MOhm Range</b>				
600 kOhm	600.2	0.2 kOhm	kΩ	Pass
5.4 MOhm	5.401	0.00 MOhm	MΩ	Pass
<b>50 MOhm Range</b>				

## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Αποθεία Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
5 MOhm	5.001	0.0 MOhm	MΩ	Pass
45 MOhm	45.03	0.0 MOhm	MΩ	Pass
<b>DIODE TEST</b>				
Beeper On				Pass
Beeper Off				Pass
<b>DC MILLIVOLT TEST</b>				
600mV Range				
600mV Range				
600mV Range				
60 mV	60	0.0 mV	mV	Pass
540 mV	539.9	-0.1 mV	mV	Pass
<b>DC VOLTAGE TESTS</b>				
6V Range				
0.6 V	0.6	0.00 V	V	Pass
5.4 V	5.4	0.00 V	V	Pass
-5.4 V	-5.4	0.00 V	V	Pass
60V Range				
6 V	6	0.0 V	V	Pass
54 V	53.99	-0.0 V	V	Pass
-54 V	-54	0.0 V	V	Pass
600V Range				
60 V	60	0.0 V	V	Pass
540 V	539.9	-0.1 V	V	Pass
-540 V	-539.9	0.1 V	V	Pass
1000V Range				
100 V	100	0.0 V	V	Pass
900 V	900	0.0 V	V	Pass
-900 V	-900	0.0 V	V	Pass
<b>AC VOLT TEST</b>				
600mV Range				
60 mV @ 45 Hz	60.2	0.2 mV	mV	Pass
540 mV @ 45 Hz	539.5	-0.5 mV	mV	Pass
6V Range				
600 mV @ 45 Hz	599.3	-0.7 mV	mV	Pass
5.4 V @ 45 Hz	5.396	-0.00 V	V	Pass
60V Range				
6 V @ 45 Hz	5.994	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 45 Hz	53.95	-0.0 V	V	Pass
600V Range				
60 V @ 45 Hz	59.92	-0.1 V	V	Pass
540 V @ 45 Hz	539.6	-0.4 V	V	Pass
1000V Range				
100 V @ 45 Hz	100.3	0.3 V	V	Pass
900 V @ 45 Hz	898	-2.0 V	V	Pass
600mV Range				
60 mV @ 500 Hz	60.3	0.3 mV	mV	Pass
540 mV @ 500 Hz	540.1	0.1 mV	mV	Pass
6V Range				
600 mV @ 500 Hz	600.2	0.2 mV	mV	Pass
5.4 V @ 500 Hz	5.398	-0.00 V	V	Pass
60V Range				
6 V @ 500 Hz	5.998	-0.0 V	V	Pass

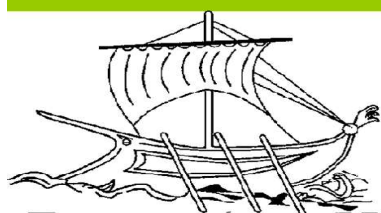
## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Αποθεία Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
54 V @ 500 Hz	54.1	0.1 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 500 Hz	60.11	0.1 V	V	Pass
540 V @ 500 Hz	540.8	0.8 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 500 Hz	100.4	0.4 V	V	Pass
900 V @ 500 Hz	902	2.0 V	V	Pass
<b>600mV Range</b>				
60.0 mV @ 1000 Hz	59.8	-0.20 mV	mV	Pass
540.0 mV @ 1000 Hz	535.7	-4.30 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 1000 Hz	595.3	-4.7 mV	mV	Pass
5.4 V @ 1000 Hz	5.357	-0.04 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 1000 Hz	5.952	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 1000 Hz	54.09	0.1 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 1000 Hz	60.1	0.1 V	V	Pass
540 V @ 1000 Hz	540.8	0.8 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 1000 Hz	100.4	0.4 V	V	Pass
900 V @ 1000 Hz	902	2.0 V	V	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>60mA Range</b>				
6 mA @ 45 Hz	6.02	0.0 mA	mA	Pass
54 mA @ 45 Hz	53.94	-0.1 mA	mA	Pass
6 mA @ 1000 Hz	6.02	0.0 mA	mA	Pass
54 mA @ 1000 Hz	53.97	-0.0 mA	mA	Pass
<b>400mA Range</b>				
40 mA @ 45 Hz	40	0.0 mA	mA	Pass
360 mA @ 45 Hz	360.1	0.1 mA	mA	Pass
40 mA @ 1000 Hz	39.98	-0.0 mA	mA	Pass
360 mA @ 1000 Hz	359.5	-0.5 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>6A Range</b>				
0.6 A @ 45 Hz	0.603	0.00 A	A	Pass
5.4 A @ 45 Hz	5.398	-0.00 A	A	Pass
0.6 A @ 1000 Hz	0.602	0.00 A	A	Pass
5.4 A @ 1000 Hz	5.397	-0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A @ 45 Hz	1.004	0.0 A	A	Pass
9 A @ 45 Hz	8.97	-0.0 A	A	Pass
1 A @ 1000 Hz	1.003	0.0 A	A	Pass
9 A @ 1000 Hz	9	0.0 A	A	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>6A Range</b>				
0.6 A	0.601	0.00 A	A	Pass
5.4 A	5.403	0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A	1.001	0.0 A	A	Pass
9 A	9	0.0 A	A	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Αποθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>60mA Range</b>				
<b>60mA Range</b>				
6 mA	6.01	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
54 mA	54	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
<b>400mA Range</b>				
40 mA	40	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
360 mA	360	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
<b>HERTZ TEST</b>				
<b>99.99Hz</b>				
10 Hz @ 2.5 V	10	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
90 Hz @ 2.5 V	90	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
<b>999.9Hz</b>				
100 Hz @ 2.5 V	100	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
900 Hz @ 2.5 V	900	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
<b>9.999KHz</b>				
1 kHz @ 2.5 V	1	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
9 kHz @ 2.5 V	9	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
<b>99.99kHz</b>				
10 kHz @ 2.5 V	10	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
90 kHz @ 2.5 V	90	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# A.E.I. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	FLUKE 175 Digital Multimeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	18700114	Ημ/νία Ελέγχου:	21 Μάρτιος 2014
Αναγν. Οργάνου:	F-175/1098	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	Fluke 175A: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metrison		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκαλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>RESISTANCE TESTS</b>				
<b>600 Ohm Range</b>				
60 Ohm	60	0.0 Ohm	Ω	Pass
540 Ohm	540	0.0 Ohm	Ω	Pass
<b>6 kOhm Range</b>				
600 Ohm	599.9	-0.1 Ohm	Ω	Pass
5.4 kOhm	5.4	0.00 kOhm	kΩ	Pass
<b>60 kOhm Range</b>				
6 kOhm	6	0.0 kOhm	kΩ	Pass
54 kOhm	54.01	0.0 kOhm	kΩ	Pass
<b>600 kOhm Range</b>				
60 kOhm	60.01	0.0 kOhm	kΩ	Pass
540 kOhm	540.3	0.3 kOhm	kΩ	Pass
<b>6 MOhm Range</b>				
600 kOhm	600.3	0.3 kOhm	kΩ	Pass
5.4 MOhm	5.401	0.00 MOhm	MΩ	Pass
<b>50 MOhm Range</b>				

## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
5 MOhm	5.001	0.0 MOhm	MΩ	Pass
45 MOhm	45.03	0.0 MOhm	MΩ	Pass
<b>DIODE TEST</b>				
Beeper On				Pass
Beeper Off				Pass
<b>DC MILLIVOLT TEST</b>				
<b>600mV Range</b>				
60 mV	60	0.0 mV	mV	Pass
540 mV	539.9	-0.1 mV	mV	Pass
<b>DC VOLTAGE TESTS</b>				
<b>6V Range</b>				
0.6 V	0.6	0.00 V	V	Pass
5.4 V	5.4	0.00 V	V	Pass
-5.4 V	-5.399	0.00 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V	5.999	-0.0 V	V	Pass
54 V	54	0.0 V	V	Pass
-54 V	-54	0.0 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V	60	0.0 V	V	Pass
540 V	540	0.0 V	V	Pass
-540 V	-540	0.0 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V	100	0.0 V	V	Pass
900 V	900	0.0 V	V	Pass
-900 V	-900	0.0 V	V	Pass
<b>AC VOLT TEST</b>				
<b>600mV Range</b>				
60 mV @ 45 Hz	60.2	0.2 mV	mV	Pass
540 mV @ 45 Hz	539.5	-0.5 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 45 Hz	599.2	-0.8 mV	mV	Pass
5.4 V @ 45 Hz	5.396	-0.00 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 45 Hz	5.993	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 45 Hz	53.95	-0.0 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 45 Hz	59.92	-0.1 V	V	Pass
540 V @ 45 Hz	539.7	-0.3 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 45 Hz	100.3	0.3 V	V	Pass
900 V @ 45 Hz	898	-2.0 V	V	Pass
<b>600mV Range</b>				
60 mV @ 500 Hz	60.3	0.3 mV	mV	Pass
540 mV @ 500 Hz	540.1	0.1 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 500 Hz	600.2	0.2 mV	mV	Pass
5.4 V @ 500 Hz	5.397	-0.00 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 500 Hz	5.997	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 500 Hz	54.1	0.1 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				



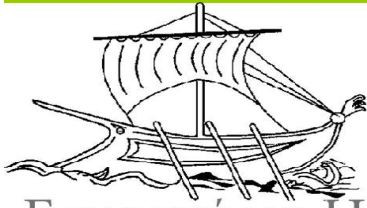
## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
60 V @ 500 Hz	60.12	0.1 V	V	Pass
540 V @ 500 Hz	541.1	1.1 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 500 Hz	100.4	0.4 V	V	Pass
900 V @ 500 Hz	902	2.0 V	V	Pass
<b>600mV Range</b>				
60.0 mV @ 1000 Hz	59.8	-0.20 mV	mV	Pass
540.0 mV @ 1000 Hz	535.7	-4.30 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 1000 Hz	595.3	-4.7 mV	mV	Pass
5.4 V @ 1000 Hz	5.356	-0.04 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 1000 Hz	5.951	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 1000 Hz	54.1	0.1 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 1000 Hz	60.11	0.1 V	V	Pass
540 V @ 1000 Hz	541	1.0 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 1000 Hz	100.4	0.4 V	V	Pass
900 V @ 1000 Hz	902	2.0 V	V	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>60mA Range</b>				
6 mA @ 45 Hz	6.02	0.0 mA	mA	Pass
54 mA @ 45 Hz	53.96	-0.0 mA	mA	Pass
6 mA @ 1000 Hz	6.02	0.0 mA	mA	Pass
54 mA @ 1000 Hz	53.99	-0.0 mA	mA	Pass
<b>400mA Range</b>				
40 mA @ 45 Hz	40.01	0.0 mA	mA	Pass
360 mA @ 45 Hz	360.1	0.1 mA	mA	Pass
40 mA @ 1000 Hz	40	0.0 mA	mA	Pass
360 mA @ 1000 Hz	359.6	-0.4 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>6A Range</b>				
0.6 A @ 45 Hz	0.603	0.00 A	A	Pass
5.4 A @ 45 Hz	5.4	0.00 A	A	Pass
0.6 A @ 1000 Hz	0.602	0.00 A	A	Pass
5.4 A @ 1000 Hz	5.4	0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A @ 45 Hz	1.005	0.0 A	A	Pass
9 A @ 45 Hz	8.98	-0.0 A	A	Pass
1 A @ 1000 Hz	1.003	0.0 A	A	Pass
9 A @ 1000 Hz	9	0.0 A	A	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>6A Range</b>				
0.6 A	0.602	0.00 A	A	Pass
5.4 A	5.402	0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A	1.002	0.0 A	A	Pass
9 A	9	0.0 A	A	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>60mA Range</b>				
6 mA	6.01	0.0 mA	mA	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
54 mA	53.99	-0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
<b>400mA Range</b>				
40 mA	40	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
360 mA	359.9	-0.1 mA	mA	<b>Pass</b>
<b>HERTZ TEST</b>				
<b>99.99Hz</b>				
10 Hz @ 2.5 V	10	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
90 Hz @ 2.5 V	90	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
<b>999.9Hz</b>				
100 Hz @ 2.5 V	100	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
900 Hz @ 2.5 V	900	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
<b>9.999kHz</b>				
1 kHz @ 2.5 V	1	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
9 kHz @ 2.5 V	9	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
<b>99.99kHz</b>				
10 kHz @ 2.5 V	10	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
90 kHz @ 2.5 V	90	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	FLUKE 175 Digital Multimeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	18700111	Ημ/νία Ελέγχου:	21 Μάρτιος 2014
Αναν. Οργάνου:	F-175/1099	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	Fluke 175A: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>RESISTANCE TESTS</b>				
<b>600 Ohm Range</b>				
60 Ohm	60	0.0 Ohm	Ω	Pass
540 Ohm	539.9	-0.1 Ohm	Ω	Pass
<b>6 kOhm Range</b>				
600 Ohm	599.9	-0.1 Ohm	Ω	Pass
5.4 kOhm	5.4	0.00 kOhm	kΩ	Pass
<b>60 kOhm Range</b>				
6 kOhm	6	0.0 kOhm	kΩ	Pass
54 kOhm	54	0.0 kOhm	kΩ	Pass
<b>600 kOhm Range</b>				
60 kOhm	60	0.0 kOhm	kΩ	Pass
540 kOhm	540.2	0.2 kOhm	kΩ	Pass
<b>6 MOhm Range</b>				
600 kOhm	600.2	0.2 kOhm	kΩ	Pass
5.4 MOhm	5.402	0.00 MOhm	MΩ	Pass
<b>50 MOhm Range</b>				

## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
5 MOhm	5.002	0.0 MOhm	MΩ	Pass
45 MOhm	45.08	0.1 MOhm	MΩ	Pass
<b>DIODE TEST</b>				
Beeper On				Pass
Beeper Off				Pass
<b>DC MILLIVOLT TEST</b>				
<b>600mV Range</b>				
60 mV	60	0.0 mV	mV	Pass
540 mV	539.9	-0.1 mV	mV	Pass
<b>DC VOLTAGE TESTS</b>				
<b>6V Range</b>				
0.6 V	0.6	0.00 V	V	Pass
5.4 V	5.401	0.00 V	V	Pass
-5.4 V	-5.401	-0.00 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V	6	0.0 V	V	Pass
54 V	54.01	0.0 V	V	Pass
-54 V	-54.01	-0.0 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V	60.01	0.0 V	V	Pass
540 V	540.1	0.1 V	V	Pass
-540 V	-540.1	-0.1 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V	100	0.0 V	V	Pass
900 V	900	0.0 V	V	Pass
-900 V	-900	0.0 V	V	Pass
<b>AC VOLT TEST</b>				
<b>600mV Range</b>				
60 mV @ 45 Hz	60.2	0.2 mV	mV	Pass
540 mV @ 45 Hz	539.4	-0.6 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 45 Hz	599.1	-0.9 mV	mV	Pass
5.4 V @ 45 Hz	5.395	-0.01 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 45 Hz	5.992	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 45 Hz	53.95	-0.0 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 45 Hz	59.93	-0.1 V	V	Pass
540 V @ 45 Hz	539.5	-0.5 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 45 Hz	100.2	0.2 V	V	Pass
900 V @ 45 Hz	898	-2.0 V	V	Pass
<b>600mV Range</b>				
60 mV @ 500 Hz	60.2	0.2 mV	mV	Pass
540 mV @ 500 Hz	540	0.0 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 500 Hz	600.1	0.1 mV	mV	Pass
5.4 V @ 500 Hz	5.397	-0.00 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 500 Hz	5.997	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 500 Hz	54.11	0.1 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				

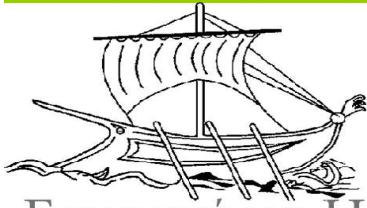
## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
60 V @ 500 Hz	60.13	0.1 V	V	Pass
540 V @ 500 Hz	540.8	0.8 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 500 Hz	100.4	0.4 V	V	Pass
900 V @ 500 Hz	902	2.0 V	V	Pass
<b>600mV Range</b>				
60.0 mV @ 1000 Hz	59.7	-0.30 mV	mV	Pass
540.0 mV @ 1000 Hz	535.6	-4.40 mV	mV	Pass
<b>6V Range</b>				
600 mV @ 1000 Hz	595.2	-4.8 mV	mV	Pass
5.4 V @ 1000 Hz	5.354	-0.05 V	V	Pass
<b>60V Range</b>				
6 V @ 1000 Hz	5.95	-0.0 V	V	Pass
54 V @ 1000 Hz	54.1	0.1 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 1000 Hz	60.12	0.1 V	V	Pass
540 V @ 1000 Hz	540.8	0.8 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 1000 Hz	100.3	0.3 V	V	Pass
900 V @ 1000 Hz	902	2.0 V	V	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>60mA Range</b>				
6 mA @ 45 Hz	6.02	0.0 mA	mA	Pass
54 mA @ 45 Hz	53.95	-0.0 mA	mA	Pass
6 mA @ 1000 Hz	6.02	0.0 mA	mA	Pass
54 mA @ 1000 Hz	53.98	-0.0 mA	mA	Pass
<b>400mA Range</b>				
40 mA @ 45 Hz	40	0.0 mA	mA	Pass
360 mA @ 45 Hz	360.1	0.1 mA	mA	Pass
40 mA @ 1000 Hz	39.98	-0.0 mA	mA	Pass
360 mA @ 1000 Hz	359.4	-0.6 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>6A Range</b>				
0.6 A @ 45 Hz	0.602	0.00 A	A	Pass
5.4 A @ 45 Hz	5.399	-0.00 A	A	Pass
0.6 A @ 1000 Hz	0.602	0.00 A	A	Pass
5.4 A @ 1000 Hz	5.398	-0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A @ 45 Hz	1.004	0.0 A	A	Pass
9 A @ 45 Hz	8.97	-0.0 A	A	Pass
1 A @ 1000 Hz	1.002	0.0 A	A	Pass
9 A @ 1000 Hz	9	0.0 A	A	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>6A Range</b>				
0.6 A	0.601	0.00 A	A	Pass
5.4 A	5.403	0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A	1.001	0.0 A	A	Pass
9 A	9	0.0 A	A	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>60mA Range</b>				
6 mA	6.02	0.0 mA	mA	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
54 mA	54	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
<b>400mA Range</b>				
40 mA	40	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
360 mA	360	0.0 mA	mA	<b>Pass</b>
<b>HERTZ TEST</b>				
<b>99.99Hz</b>				
10 Hz @ 2.5 V	10	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
90 Hz @ 2.5 V	90	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
<b>999.9Hz</b>				
100 Hz @ 2.5 V	100	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
900 Hz @ 2.5 V	900	0.0 Hz	Hz	<b>Pass</b>
<b>9.999kHz</b>				
1 kHz @ 2.5 V	1	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
9 kHz @ 2.5 V	9	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
<b>99.99kHz</b>				
10 kHz @ 2.5 V	10	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>
90 kHz @ 2.5 V	90	0.0 kHz	kHz	<b>Pass</b>

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	GOERZ Type: 324763 Ammeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	498883	Ημ/νία Ελέγχου:	31 Μάρτιος 2014
Αναν. Οργάνου:	GOERZ-AMP/033	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GOERZ Ampere-meter: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

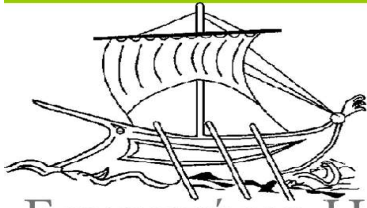
<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>3A Range</b>				
0.30 A @ 15 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
0.30 A @ 45 Hz	0.4	0.100 A	A	Fail
0.30 A @ 65 Hz	0.31	0.010 A	A	Fail
0.30 A @ 100 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 15 Hz	1.7	-1.000 A	A	Fail
2.70 A @ 45 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
2.70 A @ 65 Hz	2.7	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 100 Hz	2.7	0.000 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
2.70 A	2.7	0.000 A	A	Pass
0.30 A	0.3	0.000 A	A	Pass
<b>12A Range</b>				
1.2 A @ 15 Hz	1.2	0.00 A	A	Pass
1.2 A @ 45 Hz	1.3	0.10 A	A	Fail
1.2 A @ 65 Hz	1.5	0.30 A	A	Fail
1.2 A @ 100 Hz	1.2	0.00 A	A	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
10.8 A @ 15 Hz	10.8	0.00 A	A	Pass
10.8 A @ 45 Hz	11	0.20 A	A	Fail
10.8 A @ 65 Hz	10.9	0.10 A	A	Pass
10.8 A @ 100 Hz	10.99	0.19 A	A	Fail
<b>12A Range</b>				
10.8 A	10.8	0.00 A	A	Pass
1.2 A	1.2	0.00 A	A	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*





# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	GOERZ Type: 324763 Ammeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	498799	Ημ/νία Ελέγχου:	28 Μάρτιος 2014
Αναν. Οργάνου:	GOERZ-AMP/053	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GOERZ Ampere-meter: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκαλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

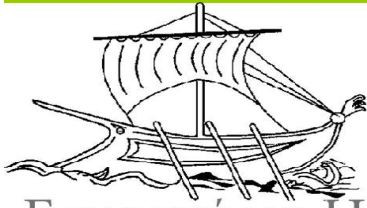
#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>3A Range</b>				
0.30 A @ 15 Hz	0.2	-0.100 A	A	Pass
0.30 A @ 45 Hz	0.21	-0.090 A	A	Pass
0.30 A @ 65 Hz	0.21	-0.090 A	A	Pass
0.30 A @ 100 Hz	0.21	-0.090 A	A	Pass
2.70 A @ 15 Hz	2.67	-0.030 A	A	Pass
2.70 A @ 45 Hz	2.67	-0.030 A	A	Pass
2.70 A @ 65 Hz	2.67	-0.030 A	A	Pass
2.70 A @ 100 Hz	2.67	-0.030 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A	0.2	-0.100 A	A	Pass
2.70 A	2.67	-0.030 A	A	Pass
<b>12A Range</b>				
1.2 A @ 15 Hz	0.98	-0.22 A	A	Pass
1.2 A @ 45 Hz	0.9	-0.30 A	A	Pass
1.2 A @ 65 Hz	0.9	-0.30 A	A	Pass
1.2 A @ 100 Hz	0.9	-0.30 A	A	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
10.8 A @ 15 Hz	10.63	-0.17 A	A	<b>Pass</b>
10.8 A @ 45 Hz	10.63	-0.17 A	A	<b>Pass</b>
10.8 A @ 65 Hz	10.63	-0.17 A	A	<b>Pass</b>
10.8 A @ 100 Hz	10.65	-0.15 A	A	<b>Pass</b>
<b>12A Range</b>				
1.2 A	0.9	-0.30 A	A	<b>Pass</b>
10.8 A	10.66	-0.14 A	A	<b>Pass</b>

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	GOERZ Type: 324763 Ammeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	498826	Ημ/νία Ελέγχου:	28 Μάρτιος 2014
Αναν. Οργάνου:	GOERZ-AMP/054	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GOERZ Ampere-meter: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

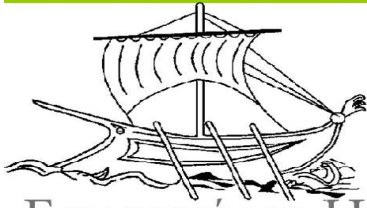
#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>3A Range</b>				
0.30 A @ 15 Hz	0.28	-0.020 A	A	Pass
2.70 A @ 15 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 45 Hz	0.28	-0.020 A	A	Pass
2.70 A @ 45 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 65 Hz	0.28	-0.020 A	A	Pass
2.70 A @ 65 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 100 Hz	0.25	-0.050 A	A	Pass
2.70 A @ 100 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
<b>12A Range</b>				
1.2 A @ 15 Hz	1.2	0.00 A	A	Pass
10.8 A @ 15 Hz	10.83	0.03 A	A	Pass
1.2 A @ 45 Hz	1.18	-0.02 A	A	Pass
10.8 A @ 45 Hz	10.9	0.10 A	A	Pass
1.2 A @ 65 Hz	1.2	0.00 A	A	Pass
10.8 A @ 65 Hz	10.9	0.10 A	A	Pass
1.2 A @ 100 Hz	1.2	0.00 A	A	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
10.8 A @ 100 Hz	10.83	0.03 A	A	<b>Pass</b>
<b>3A Range</b>				
0.30 A	0.29	-0.010 A	A	<b>Pass</b>
2.70 A	2.72	0.020 A	A	<b>Pass</b>
<b>12A Range</b>				
1.2 A	1.2	0.00 A	A	<b>Pass</b>
10.8 A	10.83	0.03 A	A	<b>Pass</b>

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	GANZ HLA AMMETER	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	70795	Ημ/νία Ελέγχου:	30 Μάιος 2014
Αναν. Οργάνου:	HLA/1060	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GANZ Ampere-meter: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

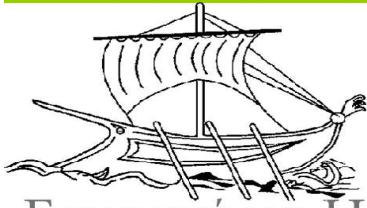
#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>0.6A Range</b>				
<b>1.2A Range</b>				
0.12 A @ 40 Hz	0.12	0.000 A	A	Pass
0.12 A @ 60 Hz	0.12	0.000 A	A	Pass
0.12 A @ 400 Hz	0.12	0.000 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A @ 40 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 40 Hz	2.73	0.030 A	A	Pass
2.70 A @ 40 Hz	2.7	0.000 A	A	Pass
0.30 A @ 60 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 60 Hz	2.7	0.000 A	A	Pass
0.30 A @ 400 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 400 Hz	2.7	0.000 A	A	Pass
<b>6A Range</b>				
0.6 A @ 40 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A @ 40 Hz	5.4	0.000 A	A	Pass
0.6 A @ 60 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
5.40 A @ 60 Hz	5.4	0.000 A	A	Pass
0.6 A @ 400 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A @ 400 Hz	5.4	0.000 A	A	Pass
<b>0.6A Range</b>				
<b>1.2A Range</b>				
0.12 A	0.12	0.000 A	A	Pass
<b>1.18 A</b>	<b>1.8</b>	<b>0.620 A</b>	<b>A</b>	<b>Fail</b>
1.18 A	1.18	0.000 A	A	Pass
-1.18 A	-1.8	-0.620 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A	2.7	0.000 A	A	Pass
-2.70 A	-2.7	0.000 A	A	Pass
<b>6A Range</b>				
<b>0.6 A</b>	<b>0</b>	<b>-0.60 A</b>	<b>A</b>	<b>Fail</b>
0.6 A	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A	5.4	0.000 A	A	Pass
-5.40 A	-5.4	0.000 A	A	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	GANZ HLA Analog Ammeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	70796	Ημ/νία Ελέγχου:	06 Ιούνιος 2014
Αναν. Οργάνου:	HLA/1061	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GANZ Ampere-meter: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

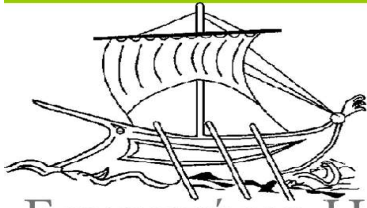
<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>0.6A Range</b>				
0.6A Range				
0.6A Range				
0.6A Range				
<b>1.2A Range</b>				
0.12 A @ 40 Hz	0.11	-0.010 A	A	Pass
0.12 A @ 60 Hz	0.11	-0.010 A	A	Pass
0.12 A @ 400 Hz	0.11	-0.010 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A @ 40 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 40 Hz	2.69	-0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 60 Hz	0.31	0.010 A	A	Pass
2.70 A @ 60 Hz	2.69	-0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 400 Hz	0.31	0.010 A	A	Pass
2.70 A @ 400 Hz	2.67	-0.030 A	A	Pass
<b>6A Range</b>				
0.6 A @ 40 Hz	0.61	0.01 A	A	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
5.40 A @ 40 Hz	5.4	0.000 A	A	Pass
0.6 A @ 60 Hz	0.61	0.01 A	A	Pass
5.40 A @ 60 Hz	5.4	0.000 A	A	Pass
0.6 A @ 400 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A @ 400 Hz	5.35	-0.050 A	A	Pass
<b>0.6A Range</b>				
<b>0.6A Range</b>				
<b>0.6A Range</b>				
0.06 A	0.061	0.001 A	A	Pass
0.06 A	0.061	0.001 A	A	Pass
0.54 A	-0.539	-1.079 A	A	Fail
0.54 A	0.539	-0.001 A	A	Pass
-0.54 A	-0.54	0.000 A	A	Pass
<b>1.2A Range</b>				
0.12 A	0.121	0.001 A	A	Pass
1.18 A	1.18	0.000 A	A	Pass
-1.18 A	-1.18	0.000 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A	0.31	0.010 A	A	Pass
2.70 A	2.7	0.000 A	A	Pass
-2.70 A	-2.7	0.000 A	A	Pass
<b>6A Range</b>				
0.6 A	0.61	0.01 A	A	Pass
5.40 A	5.4	0.000 A	A	Pass
-5.40 A	-5.4	0.000 A	A	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*





# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	Ganz HLA Ammeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Επιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	70977	Ημ/νία Ελέγχου:	30 Μάιος 2014
Αναν. Οργάνου:	HLA/1101	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GANZ Ampere-meter: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης καλύπτει ή υπερκλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>0.6A Range</b>				
<b>1.2A Range</b>				
0.12 A @ 40 Hz	0.12	0.000 A	A	Pass
0.12 A @ 60 Hz	0.12	0.000 A	A	Pass
0.12 A @ 400 Hz	0.12	0.000 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A @ 40 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 40 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 60 Hz	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A @ 60 Hz	2.71	0.010 A	A	Pass
0.30 A @ 400 Hz	0.29	-0.010 A	A	Pass
2.70 A @ 400 Hz	2.7	0.000 A	A	Pass
<b>6A Range</b>				
0.6 A @ 40 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A @ 40 Hz	5.41	0.010 A	A	Pass
0.6 A @ 60 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A @ 60 Hz	5.41	0.010 A	A	Pass

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
0.6 A @ 400 Hz	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A @ 400 Hz	5.41	0.010 A	A	Pass
<b>0.6A Range</b>				
0.06 A	0.06	0.000 A	A	Pass
<b>0.54 A</b>	<b>1.18</b>	<b>0.640 A</b>	<b>A</b>	<b>Fail</b>
0.54 A	0.54	0.000 A	A	Pass
-0.54 A	-0.54	0.000 A	A	Pass
<b>1.2A Range</b>				
0.12 A	0.12	0.000 A	A	Pass
1.18 A	1.19	0.010 A	A	Pass
-1.18 A	-1.19	-0.010 A	A	Pass
<b>3A Range</b>				
0.30 A	0.3	0.000 A	A	Pass
2.70 A	2.71	0.010 A	A	Pass
-2.70 A	-2.71	-0.010 A	A	Pass
<b>6A Range</b>				
0.6 A	0.6	0.00 A	A	Pass
5.40 A	5.41	0.010 A	A	Pass
-5.40 A	-5.41	-0.010 A	A	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



## Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	GOERZ ELECTRO Unigor 3p Analog Multimeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	FAIL
Σειριακός Αριθμός:	533255	Ημ/νία Ελέγχου:	07 Ιανουάριος 2014
Ανανν. Οργάνου:	GOERZ-Unigor 3p/214	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	GOERZ Unigor 3p: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το Τ.Ε.Ι. Πειραιά πιστοποιεί ότι τα παραπάνω αναφέρονται μέσο καλύπτει ή υπερκαλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αναφέρεται στην αναφερόμενη διαδικασία, εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά.

Παρατηρήσεις: the range 0.5mA has problem at AC

### Standards Used

Asset #	Description	Cal Date	Due Date
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

### Αποτελέσματα

Περιγραφή	Ληφθείσα Τιμή	Σφάλμα Μέτρησης	Μονάδες	Αποτέλεσμα
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>DC VOLT TEST</b>				
<b>DC VOLT TEST</b>				
<b>100mV Range</b>				
10 mV	10	0.1	m V	Pass
90 mV	89	-0.8	m V	Pass
<b>0.5V Range</b>				
<b>0.5V Range</b>				
0.05 V	0.05	0.001	V	Fail
0.05 V	0.05	0.001	V	Fail
0.45 V	0.45	0.000	V	Pass
<b>2.5V Range</b>				
<b>2.5V Range</b>				
0.25 V	0.27	0.015	V	Fail
0.25 V	0.26	0.010	V	Fail
2.25 V	2.25	0.000	V	Pass
<b>10V Range</b>				
<b>10V Range</b>				

## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
1 V	1	0.1	V	Fail
1 V	1	0.0	V	Pass
9 V	9	0.0	V	Pass
<b>25V Range</b>				
2.5 V	2.5	0.05	V	Fail
22.5 V	22.5	0.00	V	Pass
<b>100V Range</b>				
10 V	10	0.1	V	Pass
90 V	90	-0.1	V	Pass
<b>250V Range</b>				
25 V	25	0.1	V	Pass
225 V	225	-0.2	V	Pass
<b>500V Range</b>				
50 V	51	1.0	V	Fail
450 V	4549	4099.0	V	Fail
450 V	449	-1.0	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V	102	2.0	V	Fail
900 V	885	-15.0	V	Fail
<b>AC VOLT TEST</b>				
<b>0.5V Range</b>				
0.05 V @ 50 Hz	0.05	-0.001	V	Fail
0.45 V @ 50 Hz	0.44	-0.010	V	Fail
<b>2.5V Range</b>				
0.25 V @ 50 Hz	0.25	0.000	V	Pass
2.25 V @ 50 Hz	2.26	0.010	V	Pass
<b>10V Range</b>				
1 V @ 50 Hz	1	-0.0	V	Pass
9 V @ 50 Hz	9	0.1	V	Pass
<b>25V Range</b>				
2.5 V @ 50 Hz	2.5	0.00	V	Pass
22.5 V @ 50 Hz	22.6	0.10	V	Pass
<b>100V Range</b>				
10 V @ 50 Hz	10	0.0	V	Pass
90 V @ 50 Hz	90	0.1	V	Pass
<b>250V Range</b>				
25 V @ 50 Hz	25	0.0	V	Pass
225 V @ 50 Hz	226	0.5	V	Pass
<b>500V Range</b>				
50 V @ 50 Hz	50	0.0	V	Pass
450 V @ 50 Hz	451	0.5	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
<b>1000V Range</b>				
100 V @ 50 Hz	1000	900.0	V	Fail
100 V @ 50 Hz	100	0.0	V	Pass
900 V @ 50 Hz	901	0.5	V	Pass
<b>0.5V Range</b>				
0.05 V @ 20 kHz	0.05	-0.001	V	Pass
0.45 V @ 20 kHz	0.44	-0.010	V	Pass
<b>2.5V Range</b>				
<b>2.5V Range</b>				
0.25 V @ 20 kHz	0.00	-0.250	V	Fail

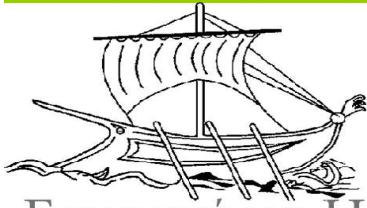
## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
0.25 V @ 20 kHz	0.25	-0.005	V	Pass
2.25 V @ 20 kHz	2.26	0.010	V	Pass
<b>10V Range</b>				
1 V @ 20 kHz	1	-0.1	V	Fail
9 V @ 20 kHz	9	0.1	V	Pass
<b>25V Range</b>				
2.5 V @ 20 kHz	2.5	-0.01	V	Pass
22.5 V @ 20 kHz	22.6	0.10	V	Pass
<b>100V Range</b>				
10 V @ 20 kHz	10	-0.2	V	Pass
90 V @ 20 kHz	90	0.2	V	Pass
<b>250V Range</b>				
25 V @ 20 kHz	25	-0.3	V	Pass
225 V @ 20 kHz	225	0.0	V	Pass
<b>500V Range</b>				
50 V @ 20 kHz	50	-0.5	V	Pass
450 V @ 20 kHz	450	0.0	V	Pass
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>LOW DC CURRENT TESTS</b>				
<b>LOW DC CURRENT TESTS</b>				
<b>0.1mA Range</b>				
<b>0.1mA Range</b>				
0.01 mA	0.01	0.000	m A	Pass
0.09 mA	0.08	-0.010	m A	Fail
<b>0.5mA Range</b>				
<b>0.5mA Range</b>				
<b>0.5mA Range</b>				
0.05 mA	0.04	-0.010	m A	Fail
0.05 mA	0.04	-0.005	m A	Fail
0.45 mA	0.32	-0.130	m A	Fail
0.45 mA	0.32	-0.130	m A	Fail
<b>2.5mA Range</b>				
<b>2.5mA Range</b>				
0.25 mA	0.03	-0.224	m A	Fail
0.25 mA	0.26	0.010	m A	Fail
2.25 mA	2.26	0.010	m A	Pass
<b>10mA Range</b>				
1 mA	1	0.1	m A	Fail
9 mA	9	0.1	m A	Fail
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>HIGH DC CURRENT TESTS</b>				
<b>0.05A Range</b>				
0.005 A	0.005	0.0001	A	Fail
0.045 A	0.046	0.0010	A	Fail
<b>0.25A Range</b>				
0.025 A	0.026	0.0010	A	Fail
0.225 A	0.230	0.0050	A	Fail
<b>1A Range</b>				
0.1 A	0.1	0.01	A	Fail
0.9 A	0.9	0.02	A	Fail
<b>5A Range</b>				

Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
0.5 A	0.5	0.02	A	Fail
4.5 A	4.5	0.03	A	Pass
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>LOW AC CURRENT TESTS</b>				
<b>LOW AC CURRENT TESTS</b>				
<b>LOW AC CURRENT TESTS</b>				
<b>0.5mA Range</b>				
<b>0.5mA Range</b>				
<b>0.5mA Range</b>				
<b>2.5mA Range</b>				
<b>2.5mA Range</b>				
<b>2.5mA Range</b>				
<b>2.5mA Range</b>				
0.25 mA @ 50 Hz	1.00	0.750	m A	Fail
0.25 mA @ 50 Hz	0.25	0.000	m A	Pass
2.25 mA @ 50 Hz	0.00	-2.250	m A	Fail
2.25 mA @ 50 Hz	2.26	0.010	m A	Pass
<b>10mA Range</b>				
<b>10mA Range</b>				
1 mA @ 50 Hz	1	0.0	m A	Pass
9 mA @ 50 Hz	9	0.1	m A	Pass
<b>0.05A Range</b>				
0.005 A @ 50 Hz	0.005	0.0000	A	Pass
0.045 A @ 50 Hz	0.046	0.0010	A	Fail
<b>0.25A Range</b>				
0.025 A @ 50 Hz	0.025	0.0000	A	Pass
0.225 A @ 50 Hz	0.226	0.0010	A	Pass
<b>1A Range</b>				
0.1 A @ 50 Hz	0.1	0.00	A	Pass
0.9 A @ 50 Hz	0.9	0.01	A	Pass
<b>5A Range</b>				
0.5 A @ 50 Hz	0.5	0.00	A	Pass
4.5 A @ 50 Hz	4.5	0.01	A	Pass
<b>2.5mA Range</b>				
2.25 mA @ 20 kHz	2.35	0.100	m A	Fail
<b>10mA Range</b>				
9 mA @ 20 kHz	9	0.1	m A	Pass
<b>0.05A Range</b>				
0.045 A @ 20 kHz	0.046	0.0010	A	Fail
<b>0.25A Range</b>				
0.025 A @ 20 kHz	0.024	-0.0010	A	Fail
0.225 A @ 20 kHz	0.230	0.0050	A	Fail
<b>DC VOLTAGE TESTS</b>				
<b>6V Range</b>				

\*\*\*\*\* End of Certificate \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	thandar TM355 Multimeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	092641	Ημ/νία Ελέγχου:	02 Μάιος 2014
Αναν. Οργάνου:	thandar TM355/001	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	thandar TM 355 : (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	T.E.I. of Piraeus-Electronic Lab		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>RESISTANCE TESTS</b>				
<b>200 Ohm Range</b>				
20 Ohm	20.2	0.2 Ohm	Ω	<b>Fail</b>
180 Ohm	179.6	-0.4 Ohm	Ω	<b>Pass</b>
<b>2 kOhm Range</b>				
200 Ohm	199	-1.0 Ohm	Ω	<b>Fail</b>
1.8 kOhm	1.794	-0.01 kOhm	kΩ	<b>Pass</b>
<b>20 kOhm Range</b>				
2 kOhm	1.99	-0.0 kOhm	kΩ	<b>Fail</b>
18 kOhm	17.96	-0.0 kOhm	kΩ	<b>Pass</b>
<b>200 kOhm Range</b>				
20 kOhm	19.9	-0.1 kOhm	kΩ	<b>Fail</b>
180 kOhm	179.6	-0.4 kOhm	kΩ	<b>Pass</b>
<b>2 MOhm Range</b>				
200 kOhm	199	-1.0 kOhm	kΩ	<b>Fail</b>
1.8 MOhm	1.797	-0.00 MOhm	MΩ	<b>Pass</b>
<b>20 MOhm Range</b>				

## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
2 MOhm	1.99	-0.0 MOhm	MΩ	Pass
18 MOhm	17.94	-0.1 MOhm	MΩ	Pass
<b>DC MILLIVOLT TEST</b>				
<b>200mV Range</b>				
20 mV	20	0.0 mV	mV	Pass
180 mV	180.2	0.2 mV	mV	Pass
<b>DC VOLTAGE TESTS</b>				
<b>2V Range</b>				
0.2 V	0.2	0.00 V	V	Pass
1.8 V	1.8	0.00 V	V	Pass
-1.8 V	-1.801	-0.00 V	V	Pass
<b>20V Range</b>				
2 V	2	0.0 V	V	Pass
18 V	18.01	0.0 V	V	Pass
-18 V	-18.02	-0.0 V	V	Pass
<b>200V Range</b>				
20 V	20	0.0 V	V	Pass
180 V	180.1	0.1 V	V	Pass
-180 V	-180.3	-0.3 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V	100	0.0 V	V	Pass
900 V	903	3.0 V	V	Pass
-900 V	-904	-4.0 V	V	Pass
<b>AC VOLT TEST</b>				
<b>200mV Range</b>				
20 mV @ 50 Hz	19.9	-0.1 mV	mV	Fail
180 mV @ 50 Hz	179.9	-0.1 mV	mV	Pass
<b>2V Range</b>				
0.2 V @ 50 Hz	0.2	0.00 V	V	Pass
1.8 V @ 50 Hz	1.798	-0.00 V	V	Pass
<b>20V Range</b>				
2 V @ 50 Hz	2	0.0 V	V	Pass
18 V @ 50 Hz	17.98	-0.0 V	V	Pass
<b>200V Range</b>				
20 V @ 50 Hz	19.9	-0.1 V	V	Pass
180 V @ 50 Hz	179.8	-0.2 V	V	Pass
<b>750V Range</b>				
100 V @ 50 Hz	100	0.0 V	V	Pass
900 V @ 50 Hz	906	6.0 V	V	Pass
<b>200V Range</b>				
20 V @ 1 kHz	20	0.0 V	V	Pass
180 V @ 1 kHz	180.6	0.6 V	V	Pass
<b>750V Range</b>				
100 V @ 1 kHz	99	-1.0 V	V	Pass
900 V @ 1 kHz	901	1.0 V	V	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>200uA Range</b>				
20 uA @ 50 Hz	19.3	-0.7 uA	uA	Fail
180 uA @ 50 Hz	178.5	-1.5 uA	uA	Pass
20 uA @ 1000 Hz	20	0.0 uA	uA	Pass
180 uA @ 1000 Hz	179.3	-0.7 uA	uA	Pass
<b>2mA Range</b>				

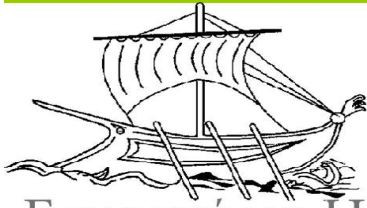


## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Δηθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
0.2 $\mu$ A @ 50 Hz	0.24	0.04 $\mu$ A	$\mu$ A	Fail
1.8 $\mu$ A @ 50 Hz	3.5	1.70 $\mu$ A	$\mu$ A	Fail
0.2 $\mu$ A @ 1000 Hz	0.23	0.03 $\mu$ A	$\mu$ A	Fail
1.8 $\mu$ A @ 1000 Hz	2.5	0.70 $\mu$ A	$\mu$ A	Fail
<b>20mA Range</b>				
2 mA @ 50 Hz	1.992	-0.0 mA	mA	Pass
18 mA @ 50 Hz	18.1	0.1 mA	mA	Pass
2 mA @ 1000 Hz	2	0.0 mA	mA	Pass
18 mA @ 1000 Hz	18.06	0.1 mA	mA	Pass
<b>200mA Range</b>				
20 mA @ 50 Hz	20	0.0 mA	mA	Pass
180 mA @ 50 Hz	180.3	0.3 mA	mA	Pass
20 mA @ 1000 Hz	20	0.0 mA	mA	Pass
180 mA @ 1000 Hz	180	0.0 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>2000mA Range</b>				
0.2 A @ 50 Hz	0.2	0.00 A	A	Pass
1.8 A @ 50 Hz	1.804	0.00 A	A	Pass
0.2 A @ 1000 Hz	0.199	-0.00 A	A	Pass
1.8 A @ 1000 Hz	1.799	-0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A @ 50 Hz	0.99	-0.0 A	A	Pass
9 A @ 50 Hz	9.02	0.0 A	A	Pass
1 A @ 1000 Hz	0.99	-0.0 A	A	Pass
9 A @ 1000 Hz	9	0.0 A	A	Pass
<b>200uA Range</b>				
20 $\mu$ A	1.3	-18.7 $\mu$ A	$\mu$ A	Fail
20 $\mu$ A	20	0.0 $\mu$ A	$\mu$ A	Pass
180 $\mu$ A	1.3	-178.7 $\mu$ A	$\mu$ A	Fail
180 $\mu$ A	180.1	0.1 $\mu$ A	$\mu$ A	Pass
<b>2mA Range</b>				
<b>2mA Range</b>				
0.2 $\mu$ A	0.2	0.00 $\mu$ A	$\mu$ A	Pass
1.8 $\mu$ A	1.8	0.00 $\mu$ A	$\mu$ A	Pass
<b>20mA Range</b>				
2 mA	2.01	0.0 mA	mA	Pass
18 mA	18.14	0.1 mA	mA	Fail
<b>200mA Range</b>				
20 mA	20.1	0.1 mA	mA	Pass
180 mA	180.8	0.8 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>2000mA Range</b>				
0.2 A	0.2	0.00 A	A	Pass
1.8 A	1.807	0.01 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A	1	0.0 A	A	Pass
9 A	9.04	0.0 A	A	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*





# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	thandar TM355 Digital Multimeter	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	069803	Ημ/νία Ελέγχου:	09 Μάιος 2014
Αναν. Οργάνου:	thandar TM355/002	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	thandar TM 355 : (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	T.E.I. of Piraeus-Electronic Lab		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>RESISTANCE TESTS</b>				
<b>200 Ohm Range</b>				
20 Ohm	20.2	0.2 Ohm	Ω	<b>Fail</b>
180 Ohm	179.7	-0.3 Ohm	Ω	<b>Pass</b>
<b>2 kOhm Range</b>				
200 Ohm	202	2.0 Ohm	Ω	<b>Fail</b>
1.8 kOhm	1.819	0.02 kOhm	kΩ	<b>Fail</b>
<b>20 kOhm Range</b>				
2 kOhm	2	0.0 kOhm	kΩ	<b>Pass</b>
18 kOhm	17.99	-0.0 kOhm	kΩ	<b>Pass</b>
<b>200 kOhm Range</b>				
20 kOhm	19.9	-0.1 kOhm	kΩ	<b>Fail</b>
180 kOhm	179.7	-0.3 kOhm	kΩ	<b>Pass</b>
<b>2 MOhm Range</b>				
200 kOhm	199	-1.0 kOhm	kΩ	<b>Fail</b>
1.8 MOhm	1.796	-0.00 MOhm	MΩ	<b>Pass</b>
<b>20 MOhm Range</b>				

## Αποτελέσματα

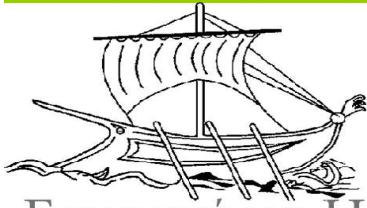
<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
2 MOhm	1.99	-0.0 MOhm	MΩ	Pass
18 MOhm	17.945	-0.1 MOhm	MΩ	Pass
<b>DC MILLIVOLT TEST</b>				
<b>200mV Range</b>				
20 mV	20.1	0.1 mV	mV	Fail
180 mV	180.5	0.5 mV	mV	Fail
<b>DC VOLTAGE TESTS</b>				
<b>2V Range</b>				
0.2 V	0.2	0.00 V	V	Pass
1.8 V	1.805	0.00 V	V	Fail
-1.8 V	-1.804	-0.00 V	V	Pass
<b>20V Range</b>				
2 V	2	0.0 V	V	Pass
18 V	18.04	0.0 V	V	Pass
-18 V	-18.04	-0.0 V	V	Pass
<b>200V Range</b>				
20 V	20	0.0 V	V	Pass
180 V	180.2	0.2 V	V	Pass
-180 V	-180.2	-0.2 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V	99	-1.0 V	V	Fail
900 V	893	-7.0 V	V	Fail
-900 V	-892	8.0 V	V	Fail
<b>AC VOLT TEST</b>				
<b>200mV Range</b>				
20 mV @ 50 Hz	20.3	0.3 mV	mV	Fail
180 mV @ 50 Hz	183.8	3.8 mV	mV	Fail
<b>2V Range</b>				
0.2 V @ 50 Hz	0.203	0.00 V	V	Fail
1.8 V @ 50 Hz	1.835	0.03 V	V	Fail
<b>20V Range</b>				
2 V @ 50 Hz	2.02	0.0 V	V	Fail
18 V @ 50 Hz	18.36	0.4 V	V	Fail
<b>200V Range</b>				
20 V @ 50 Hz	20.1	0.1 V	V	Pass
180 V @ 50 Hz	182.9	2.9 V	V	Fail
<b>750V Range</b>				
100 V @ 50 Hz	100	0.0 V	V	Pass
900 V @ 50 Hz	907	7.0 V	V	Pass
<b>200V Range</b>				
20 V @ 1 kHz	20.1	0.1 V	V	Pass
180 V @ 1 kHz	181.7	1.7 V	V	Pass
<b>750V Range</b>				
100 V @ 1 kHz	97	-3.0 V	V	Fail
900 V @ 1 kHz	901	1.0 V	V	Pass
<b>LOW CURRENT TESTS</b>				
<b>200uA Range</b>				
20 uA @ 50 Hz	18.6	-1.4 uA	uA	Fail
180 uA @ 50 Hz	184.4	4.4 uA	uA	Fail
20 uA @ 1000 Hz	20	0.0 uA	uA	Pass
180 uA @ 1000 Hz	181.1	1.1 uA	uA	Pass
<b>2mA Range</b>				

## Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
0.2 mA @ 50 Hz	0.201	0.00 mA	mA	Pass
1.8 mA @ 50 Hz	1.844	0.04 mA	mA	Fail
0.2 mA @ 1000 Hz	0.2	0.00 mA	mA	Pass
1.8 mA @ 1000 Hz	1.813	0.01 mA	mA	Pass
<b>20mA Range</b>				
2 mA @ 50 Hz	2.03	0.0 mA	mA	Pass
18 mA @ 50 Hz	18.34	0.3 mA	mA	Fail
2 mA @ 1000 Hz	2	0.0 mA	mA	Pass
18 mA @ 1000 Hz	18.16	0.2 mA	mA	Pass
<b>200mA Range</b>				
20 mA @ 50 Hz	20.2	0.2 mA	mA	Pass
180 mA @ 50 Hz	184.1	4.1 mA	mA	Fail
20 mA @ 1000 Hz	19.9	-0.1 mA	mA	Pass
180 mA @ 1000 Hz	181.3	1.3 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>2000mA Range</b>				
0.2 A @ 50 Hz	0.201	0.00 A	A	Pass
1.8 A @ 50 Hz	1.833	0.03 A	A	Fail
0.2 A @ 1000 Hz	0.198	-0.00 A	A	Pass
1.8 A @ 1000 Hz	1.802	0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A @ 50 Hz	1	0.0 A	A	Pass
9 A @ 50 Hz	9.12	0.1 A	A	Pass
1 A @ 1000 Hz	0.99	-0.0 A	A	Pass
9 A @ 1000 Hz	9.06	0.1 A	A	Pass
<b>200uA Range</b>				
20 uA	20	0.0 uA	uA	Pass
180 uA	180.6	0.6 uA	uA	Pass
<b>2mA Range</b>				
0.2 mA	0.201	0.00 mA	mA	Pass
1.8 mA	1.809	0.01 mA	mA	Pass
<b>20mA Range</b>				
2 mA	2.01	0.0 mA	mA	Pass
18 mA	18.09	0.1 mA	mA	Pass
<b>200mA Range</b>				
20 mA	20	0.0 mA	mA	Pass
180 mA	180.7	0.7 mA	mA	Pass
<b>HIGH CURRENT TEST</b>				
<b>2000mA Range</b>				
0.2 A	0.2	0.00 A	A	Pass
1.8 A	1.802	0.00 A	A	Pass
<b>10A Range</b>				
1 A	1	0.0 A	A	Pass
9 A	9.04	0.0 A	A	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*





# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	KAISE ELECTRIC SK-5000G Analog Voltmeter DC	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	15026	Ημ/νία Ελέγχου:	13 Ιούνιος 2014
Αναν. Οργάνου:	KAISE VDC/15026	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	KAISE V-DC SK-5000G: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

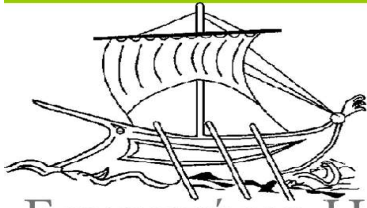
<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>DC VOLTAGE TEST</b>				
<b>1V Range</b>				
0.1 V	0.1	0.00 V	V	Pass
0.9 V	0.88	-0.02 V	V	Fail
<b>2.5V Range</b>				
0.25 V	0.25	0.000 V	V	Pass
2.25 V	2.21	-0.040 V	V	Pass
<b>5V Range</b>				
0.5 V	0.5	0.00 V	V	Pass
4.5 V	4.43	-0.07 V	V	Pass
<b>10V Range</b>				
1 V	1	0.0 V	V	Pass
9 V	8.89	-0.1 V	V	Pass
<b>25V Range</b>				
2.5 V	2.5	0.00 V	V	Pass
22.5 V	22.4	-0.10 V	V	Pass
<b>50V Range</b>				

**Αποτελέσματα**

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληφθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
5 V	5	0.0 V	V	Pass
45 V	44.9	-0.1 V	V	Pass
<b>100V Range</b>				
10 V	10	0.0 V	V	Pass
90 V	89	-1.0 V	V	Pass
<b>250V Range</b>				
25 V	25	0.0 V	V	Pass
225 V	224	-1.0 V	V	Pass
<b>500V Range</b>				
50 V	50	0.0 V	V	Pass
450 V	449	-1.0 V	V	Pass
<b>1000V Range</b>				
100 V	100	0.0 V	V	Pass
900 V	899	-1.0 V	V	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*





# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	KAISE ELECTRIC SK-5000F Analog Voltmeter AC	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	5754	Ημ/νία Ελέγχου:	13 Ιούνιος 2014
Αναν. Οργάνου:	KAISE VAC/5754	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	KAISE V-AC SK-5000F: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

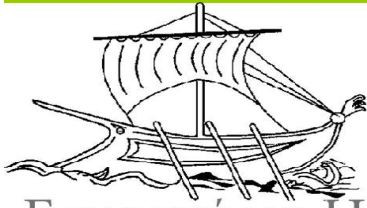
<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>DISPLAY TEST</b>				
<b>DC VOLTAGE TEST</b>				
<b>75V Range</b>				
7.5 V @ 50 Hz	7.3	-0.20 V	V	Fail
67.5 V @ 50 Hz	67	-0.50 V	V	Pass
<b>150V Range</b>				
15 V @ 50 Hz	14	-1.0 V	V	Fail
135 V @ 50 Hz	133	-2.0 V	V	Pass
<b>5V Range</b>				
30 V @ 50 Hz	29	-1.0 V	V	Fail
270 V @ 50 Hz	268	-2.0 V	V	Pass
<b>600V Range</b>				
60 V @ 50 Hz	59	-1.0 V	V	Pass
540 V @ 50 Hz	539	-1.0 V	V	Pass

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*





# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	KAISE ELECTRIC SK-5000E Analog Amp-meter DC	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	5826	Ημ/νία Ελέγχου:	13 Ιούνιος 2014
Αναν. Οργάνου:	KAISE ADC/5826	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	KAISE A-DC SK-5000E: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

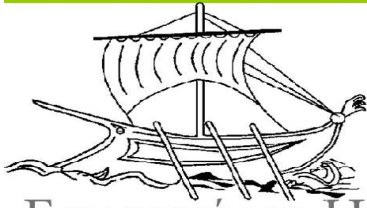
<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>1A Range</b>				
0.1 A	0.09	-0.01 A	A	Fail
0.9 A	0.82	-0.08 A	A	Fail
<b>2.5A Range</b>				
0.25 A	0.21	-0.040 A	A	Fail
2.25 A	1.95	-0.300 A	A	Fail
<b>5A Range</b>				
0.5 A	0.5	0.00 A	A	Pass
4.5 A	4.48	-0.02 A	A	Pass
<b>10A range</b>				
1 A	1	0.0 A	A	Pass
9 A	8.8	-0.2 A	A	Fail
<b>25A Range</b>				
2.5 A	2.5	0.00 A	A	Pass
20 A	19.5	-0.5 A	A	Fail

---

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*



# Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

## Τεχνολογικού Τομέα

### Εργαστήριο Ηλεκτροτεχνίας & Ηλεκτρικών Μετρήσεων Πιστοποιητικό Διακρίβωσης Οργάνου Μέτρησης

Όργανο:	KAISE ELECTRIC SK-5000E Analog Amp-meter DC	Αποτέλεσμα ελέγχου:	Ανεπιτυχής
Σειριακός Αριθμός:	5828	Ημ/νία Ελέγχου:	13 Ιούνιος 2014
Αναν. Οργάνου:	KAISE ADC/5828	Θερμοκρασία:	23,00 °C
Όνομα Διαδικασίας:	KAISE A-DC SK-5000E: (1 year) CAL VER /9100	Υγρασία:	58 %
Διακρίβωση από:	Ergastirio Metriseon		
Ιδιοκτήτης:	Technological Education Institute of Piraeus		
Διεύθυνση:	Thivon 250		
Περιοχή:	Egaleo		

Το εργαστήριο "Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρικών Μετρήσεων" διαπιστώνει ότι το παραπάνω όργανο μέτρησης δεν καλύπτει όλες τις προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην διαδικασία πιστοποίησης.

Παρατηρήσεις:

#### Όργανο διακρίβωσης που χρησιμοποιήθηκε:

<u>Αρ.Οργάνου #</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Ημ/νία Βαθ/σης</u>	<u>Ημ/νία Επαναβαθ/σης</u>
9100	fluke 9100 calibrator	12/11/2013	12/11/2014

#### Αποτελέσματα

<u>Περιγραφή</u>	<u>Ληθθείσα Τιμή</u>	<u>Σφάλμα Μέτρησης</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
<b>CURRENT TESTS</b>				
<b>1A Range</b>				
0.1 A	0.101	0.00 A	A	Pass
0.9 A	0.95	0.05 A	A	Fail
<b>2.5A Range</b>				
0.25 A	0	-0.250 A	A	Fail
2.25 A	0	-2.250 A	A	Fail
<b>5A Range</b>				
0.5 A	0.51	0.01 A	A	Pass
4.5 A	4.7	0.20 A	A	Fail
<b>10A range</b>				
1 A	1	0.0 A	A	Pass
9 A	9.2	0.2 A	A	Fail
<b>25A Range</b>				
2.5 A	2.9	0.40 A	A	Fail
20 A	21	1.0 A	A	Fail

---

\*\*\*\*\* Τέλος Πιστοποιητικού \*\*\*\*\*

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Θεοδώρου Ι. Νικόλαος. *Ηλεκτρικές μετρήσεις, τεύχος 1* - Εκδόσεις Συμμετρία.
- Μαθιουλάκης Ε. Μανώλης. *Μέτρηση, ποιότητα μέτρησης και αβεβαιότητα* - Εκδόσεις Ελληνική Ένωση Εργαστηρίων.
- Αντωνόπουλος Στέλιος. *Ηλεκτρικές μετρήσεις, 4η έκδοση βελτ.* - Εκδόσεις Ίων.
- Μπούσλης Π., Πολίτης Γ. *Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές μετρήσεις* - Εκδόσεις Μ&Ρ.

- **Ιστοσελίδες:**

ΕΛΟΤ - <http://www.elot.gr/>

wikipedia - <http://www.wikipedia.org/>

ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ - <ftp://teiser.gr/pliroforiki/Antikoimenostrafis/theOOP.pdf>