

ΤΕΙ - Πάτρας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ Πειραματική διερεύνηση της ικανότητας σύλληψης
δύο γειωμένων ραβδών αλεξικέραυνων, ανάλογα με τη
γεωμετρική τους διάταξη και την τιμή της αντίστασης
γειωσής τους ”



Εισηγητής:

Ε.Πυργιώτη

Σπουδαστές:

Μακρίδης Χρυσόστομος

Παναγιωτόπουλος Κων/νος

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ

Πάτρα - Ιούνιος 1996

ΑΦΙΟΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	2076.
----------------------	-------

Πρόλογος

Η πτυχιακή αυτή εργασία έχει σαν στόχο να καθοριστεί με αλληπάλληλα πειράματα η πιθανότητα διάσπασης ενός διακένου κάτω από κρουστική τάση, με παράμετρο την τιμή της αντίστασης γείωσης των ραβδών αλεξικέραυνων, καθώς και την γεωμετρική διάταξη των ραβδών.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού χρειάστηκε να γίνουν αρκετά πειράματα, ώστε, να μπορέσουμε να εξετάσουμε διάφορα συστήματα και να καταλήξουμε σε όσο το δυνατόν πιο αντικειμενικά συμπεράσματα. Θα πρέπει οπωσδήποτε να τονίσουμε πως τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε είναι αποτελέσματα πειραμάτων και οπότε δεν μπορούν να γενικευθούν. Πιστεύουμε όμως πως τα συμπεράσματα των πειραμάτων αυτών είναι χρήσιμα και μας δίνουν μια καλή ένδειξη για τα πραγματικά συστήματα.

Για την πλήρη κατανόηση του πειράματός μας, θεωρήσαμε αναγκαίο να αναφερθούμε στο φυσικό φαινόμενο των κεραυνών, στο φαινόμενο της διάσπασης διακένου με κρουστική τάση και στα συστήματα προστασίας. Επίσης υπάρχει και πλήρη ανάλυση της γεννήτριας υψηλής τάσης που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια των πειραμάτων

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο Πρώτο	4
Ηλεκτρική κατάσταση της γης	4
Ηλεκτρική συμπεριφορά του νέφους	5
Ορισμοί σχετικά με τα μεγέθη του κεραυνού	9
Είδη κεραυνών	10
Φυσικά χαρακτηριστικά του κεραυνού- Εξομοίωση στο εργαστήριο	14
Έναρξη της εκκένωσης του κεραυνού	17
Η φάση του οχετού επιστροφής	19
Συνοδευτικός οχετός-Απόσταση διάσπασης- Αρχή λειτουργίας των αλεξικέραυνων	22
Ρεύμα του κεραυνού και σχετικοί παράμετροι	25
Η διαμόρφωση του συστήματος προστασίας	33
Περιοχή προστασίας από κεραυνούς	39
Κεφάλαιο Δεύτερο	43
Ανάγκη χρησιμοποίησης ηλεκτρικών καταπονήσεων στο εργαστήριο	43
Κρουστικές τάσεις	45

Ισοδυναμία πραγματικών με εργαστηριακές κρουστικές τάσεις	48
Κρουστική γεννήτρια MULTI TEST SET της HAEFELY	51
Κυκλώματα της κρουστικής γεννήτριας	54
Τοπολογία των στοιχείων της γεννήτριας	57
Περιγραφή λειτουργίας της γεννήτριας	61
Κεφάλαιο Τρίτο	67
Στατιστική ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων	67
Κατανομή της πιθανότητας διάσπασης με κρουστικές τάσεις	67
Καθορισμός της αντιπροσωπευτικότερης κανονικής κατανομής μιας σειράς πειραματικών αποτελεσμάτων	72
Επίδραση ατμοσφαιρικών συνθηκών στην τάση διάσπασης του αέρα	77
Εξάρτηση του συντελεστή K_h από τη μεταβολή της πυκνότητας	85
Κεφάλαιο Τέταρτο	88
Διεξαγωγή του πειράματος	88
Επεξεργασία μετρήσεων	96

Μετρήσεις	102
Πακέτο μετρήσεων Νο 1	102
Πακέτο μετρήσεων Νο 2	116
Πακέτο μετρήσεων Νο 3	133
Πακέτο μετρήσεων Νο 4	148
Πακέτο μετρήσεων Νο 5	161
Πακέτο μετρήσεων Νο 6	174
Πακέτο μετρήσεων Νο 7	187
Συνοπτικά αποτελέσματα	200
Συμπεράσματα	202
Βιβλιογραφία	205

Εισαγωγή

Οι κεραυνοί αποτελούν ένα φυσικό φαινόμενο, με επικίνδυνα αποτελέσματα για την ασφάλεια των ανθρώπων και των κτιρίων.

Ο πρώτος που άνοιξε τον δρόμο της προστασίας από κεραυνούς ήταν ο Βενιαμίν Φραγκλίνος που στα 1753 παρουσίασε το “αλεξικέραυνο” ή πιο σωστά το κάθετο ιστό απαγωγής κεραυνών. Η εφεύρεση αυτή, παρ’ όλο που διαδόθηκε γρήγορα, δεν παρουσίασε καμία σημαντική εξέλιξη γιατί ακριβώς δεν είχε κατορθωθεί να δοθεί η ερμηνεία του φαινομένου της εκκένωσης των κεραυνών.

Η ερμηνεία του φαινομένου αυτού, έγινε στις αρχές του 1900, με την κατασκευή της περιστροφικής κάμερας από τον G.V.Boys και του καθοδικού, μεγάλης ταχύτητας, παλμογράφου από τον Dufour. Ιδιαίτερη ήταν και η συμβολή του κ.Berger, που παρήγαγε και μελέτησε μία σειρά παλμογραφημάτων από κεραυνούς.

Από την στιγμή που κατορθώθηκε να μελετηθούν πλήρως αρκετά φαινόμενα, σχετιζόμενα με τις εκκενώσεις κεραυνών, είχαμε ταχύτατη εξέλιξη στο όλο θέμα της προστασίας

κατασκευών από κεραυνούς. Πέρα από αυτό, έγινε δυνατή η δημιουργία αρκετών διεθνών κανονισμών καθώς επίσης και η εξομοίωση του φαινομένου στο εργαστήριο.

Έτσι φθάσαμε στο σημείο να έχουν βρεθεί καλύτερα συστήματα προστασίας, τα οποία έρχονται σήμερα, να αντικαταστήσουν το κλασσικό “αλεξικέραυνο”.

Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα στηρίζονται σε ένα πρότυπο σύστημα, αυτό των δύο ή περισσότερων γειωμένων ράβδων συνδεδεμένων μεταξύ τους.

Η πτυχιακή αυτή εργασία έχει σαν σκοπό την πειραματική διερεύνηση ενός τέτοιου συστήματος. Στο πείραμά μας η μία από τις δύο ράβδους παρουσιάζει αντίσταση. Η αντίσταση αυτή μπαίνει για να μπορέσουμε να εξετάσουμε την περίπτωση μιας όχι καλά γειωμένης διάταξης, πράγμα που είναι αρκετά πιθανό να συμβεί σε τυχόν σύστημα προστασίας, και σκοπός μας είναι να δούμε πως αυτή η αντίσταση επηρεάζει το σύστημά μας.

Πρέπει εδώ να τονιστεί ότι το πείραμά μας έγινε σε πολύ μικρή κλίμακα και τα αποτελέσματά μας αποτελούν *ένδειξη* για τα πραγματικά συστήματα .

Οι μετρήσεις για την πειραματική αυτή διερεύνηση έγιναν στο Εργαστήριο Υψηλών Τάσεων του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου της Πάτρας την περίοδο 1994-1995, υπό την καθοδήγηση της καθηγήτριας κα Ε. Πυργιώτη την οποία και θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε.

Κεφάλαιο 1ο

Ηλεκτρική κατάσταση της γης

Η γη εμφανίζεται μόνιμα φορτισμένη με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο της τάξης των 5×10^5 °C. Το φορτίο αυτό προκαλεί στην επιφάνεια της γης, υπό συνθήκες καλοκαιρίας, ηλεκτρικό πεδίο με την κατεύθυνση από την ατμόσφαιρα προς την γη με ένταση περίπου 0.13 KV/M. Ισοδύναμη ποσότητα θετικού φορτίου παραμένει κατανεμημένη στην ατμόσφαιρα με μεγαλύτερη πυκνότητα στα χαμηλότερα στρώματα. Η παρουσία του κατανεμημένου θετικού φορτίου έχει σαν αποτέλεσμα την προοδευτική μείωση του πεδίου της γης με το ύψος. Εξ' αιτίας αυτού του κατακόρυφου πεδίου, η γη βρίσκεται συνεχώς σε τάση 300 KV σε σχέση με τα ανώτερα τμήματα της ατμόσφαιρας.

Είναι γνωστό πως ιονισμένα σωματίδια και των δύο προσήμων που παράγονται από κοσμική ακτινοβολία, γήινη ραδιενέργεια και από άλλες αιτίες προσδίδουν στον αέρα ορισμένη αγωγιμότητα. Εξ' αιτίας της αγωγιμότητας και του

ηλεκτρικού πεδίου της ατμόσφαιρας, ιόντα και των δύο προσήμων κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα την εξομάλυνση του γήινου πεδίου και κατά συνέπεια την εκφόρτιση της γης. Το γεγονός ότι αυτό δεν συμβαίνει οφείλεται στο ότι η γη δέχεται ταυτόχρονα αρνητικό φορτίο ισοδύναμο με αυτό του ρεύματος των θετικών ιόντων. Πιστεύεται πως η κύρια αιτία (πηγή) που τροφοδοτεί την γη με αρνητικό φορτίο είναι τα ηλεκτρισμένα σύννεφα και οι κεραυνοί.

Ηλεκτρική συμπεριφορά του νέφους

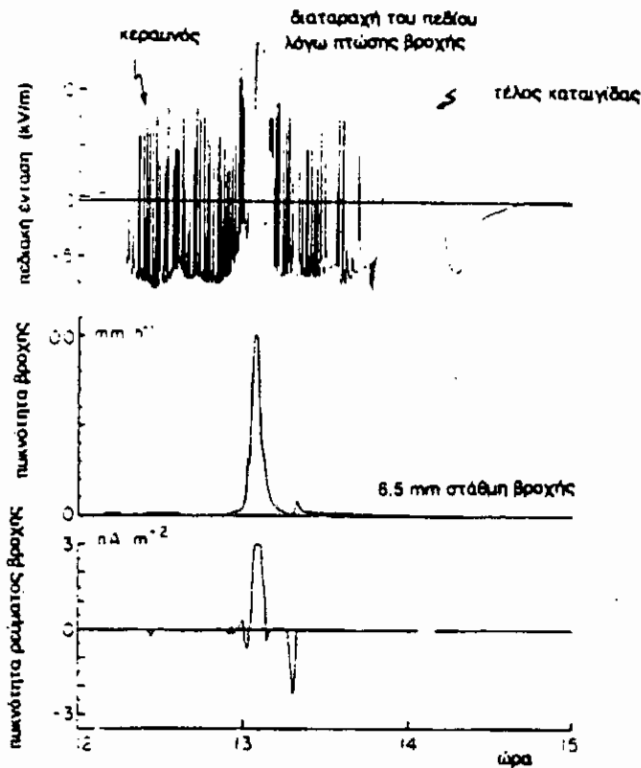
Η πιο συνηθισμένη εικόνα ενός σύννεφου, είναι ένα ηλεκτρικό δίπολο με θετικό φορτίο στην κορυφή του και αρνητικό στην προς την γη πλευρά του, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί γενικό κανόνα.

Για τον τρόπο συγκέντρωσης του ηλεκτρικού φορτίου στα σύννεφα έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες, χωρίς όμως καμία να είναι γενικά παραδεκτή. Οι θεωρίες αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Σε αυτές που βασίζονται στην φόρτιση σταγονιδίων του νέφους που συμβαίνει μόλις αρχίσει η πτώση τους προς τη γη και σε αυτές που βασίζονται

στην μεταφορά φορτίων σε ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, με ανοδικά ρεύματα που οφείλονται σε θερμοκρασιακές διαφορές.

Το ηλεκτρικό πεδίο ενός σύννεφου με την ηλεκτρική εικόνα που περιγράφηκε, διαταράσσει το ομαλό πεδίο καλοκαιρίας με αποτέλεσμα να προκαλεί την αναστροφή του. Έτσι αναστρέφεται και η φορά του ρεύματος καλοκαιρίας που ρέει προς την γη. Η σταθερά χρόνου αύξησης του ηλεκτρικού πεδίου ενός σύννεφου είναι περίπου 2 λεπτά, που σημαίνει πως το σύννεφο περνά από την ουδέτερη στην ηλεκτρισμένη κατάσταση σε λίγα μόνο λεπτά.

Με τον σχηματισμό ενός ηλεκτρισμένου νέφους το ηλεκτρικό πεδίο καλοκαιρίας, αφού πρώτα αναστραφεί αποκτά με την κατεύθυνση της κακοκαιρίας (από την γη προς την ατμόσφαιρα), τιμές που φθάνουν τα 10 KV/M. Το πεδίο αυτό διαταράσσεται στιγμιαία με κάθε εκκένωση κεραυνού ή εσωτερική του νέφους. Στην συνέχεια όμως αποκαθίσταται πάλι στην προηγούμενη τιμή του. Το σχήμα 1 δείχνει ένα τυπικό παλμογράφημα του ηλεκτρικού πεδίου της γης κατά την διάρκεια μιας καταιγίδας.



Σχήμα 1

Τυπικό παλμογράφημα του ηλεκτρικού πεδίου στην επιφάνεια της γης κατά την διάρκεια ηλεκτρικής καταιγίδας. Οι θετικές τιμές του πεδίου αντιστοιχούν στην κατεύθυνση του πεδίου καλοκαιρίας.

Όταν το πεδίο που προκαλείται στην επιφάνεια της γης, από την παρουσία ενός ηλεκτρισμένου σύννεφου, γίνει αρκετά μεγάλο (μεγαλύτερο από 1.5 έως 2 kV/M) αρχίζει ιονισμός από κρούσεις σε αιχμηρές προεξοχές του εδάφους, όπως ψηλά κτίρια, απαγωγείς κεραυνών κ.λ.π. και θετικά ιόντα μεταφέρονται από την γη διαμέσου της προεξοχής, στην ατμόσφαιρα. Το ηλεκτρικό ρεύμα που δημιουργείται

ονομάζεται ρεύμα ιονισμού της προεξοχής (Point Discharge Current). Αυτό το ρεύμα, όπως και τα φορτία χώρου που δημιουργούνται, παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκκένωση του κεραυνού, ιδιαίτερα στα τελευταία στάδια εξέλιξής του, όπως θα φανεί παρακάτω.

Πάντως πρέπει να σημειώσουμε πως η ταχύτητα αυτών των ιόντων είναι μικρή, συγκρινόμενη με αυτή του ανέμου, κατά την διάρκεια της καταιγίδας και έτσι η κίνησή τους καθορίζεται κύρια από την ταχύτητα του ανέμου, έτσι ώστε πολλά από τα ιόντα αυτά να διασκορπίζονται στην ατμόσφαιρα. Επομένως η τιμή του ρεύματος είναι συνάρτηση του μεγέθους του ηλεκτρικού πεδίου, του ύψους του αγωγού (αγώγιμου επιφάνειας, ενός βρεγμένου κτιρίου, δένδρου, κ.λ.π.) από το οποίο παράγεται και από την ταχύτητα του ανέμου. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για αγωγούς ύψους μερικών δεκάδων μέτρων η τιμή του ρεύματος είναι λίγα μA , ενώ σε ορισμένες περιοχές, όπου τα σύννεφα είναι πυκνά, μερικά mA .

Από το σχήμα 1 μπορούμε επίσης να δούμε πως εκκενώσεις στο σύννεφο και προς την γη μπορούν να παρατηρηθούν, όταν η ένταση του πεδίου στην επιφάνεια της γης αποκτά τιμές της τάξης των 3 KV/M και πάνω. Πρέπει εδώ να σημειώσουμε πως όλα τα σύννεφα δεν προκαλούν

ηλεκτρικές εκκενώσεις, έστω και αν παρουσιάζουν συνθήκες φόρτισης.

Ορισμοί σχετικοί με τα μεγέθη του κεραυνού

Πιο κάτω δίνονται μερικοί ορισμοί για τις διάφορες παραμέτρους του κεραυνού που συμφωνούν με αυτούς που έχουν υιοθετηθεί από τον κ. Berger.

I. *Πολικότητα κεραυνού* : Η εκκένωση ενός “αρνητικού νέφους” προς την γη με έναν “αρνητικό κεραυνό” και ενός “θετικού νέφους” με έναν “θετικό κεραυνό”.

II. *Πολικότητα του ρεύματος του κεραυνού* : Κατά την εκκένωση ενός “αρνητικού νέφους” ρέει προς την γη ένα “αρνητικό ρεύμα” και αντίθετα.

III. *Κατεύθυνση οχετού προεκκένωσης* : Ένας “κατερχόμενος οχετός προεκκένωσης” (που συχνά ονομάζεται και “οδηγός οχετός”) προχωρεί από το σύννεφο προς το έδαφος, ένας “ανερχόμενος οχετός σύνδεσης” είναι μια εκκένωση που ξεκινά από το έδαφος και συναντά, σε μία ενδιάμεση θέση μεταξύ σύννεφου και εδάφους, έναν “κατερχόμενο οχετό”.

IV. Πολικότητα του οχετού προεκκένωσης : Η πολικότητα ενός οχετού προεκκένωσης ταυτίζεται με την πολικότητα του φορτίου της θέσης από την οποία ξεκινά. Έτσι, από ένα θετικό σύννεφο, ξεκινά ένας “θετικός οχετός προεκκένωσης” και αντίθετα. Από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα θετικό σύννεφο ξεκινά ένας “αρνητικός οχετός προεκκένωσης”.

V. Πολικότητα του ηλεκτρικού πεδίου : Το ηλεκτρικό πεδίο κάτω από ένα “αρνητικό σύννεφο” ορίζεται σαν “αρνητικό” και το αντίθετο. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, το πεδίο καλοκαιρίας του εδάφους έχει “θετική κατεύθυνση”.

Είδη κεραυνών

Ο κεραυνός ξεκινά από σημεία υψηλής πεδιακής έντασης. Δύο ετερόσημα φορτία μέσα στο ίδιο σύννεφο ή σε δύο γειτονικά σύννεφα δημιουργούν στο διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ τους υψηλές πεδιακές εντάσεις που μπορούν να προκαλέσουν μία εκκένωση εσωτερική του νέφους ή ανάμεσα σε δύο σύννεφα. Συγκέντρωση φορτίου

ενός προσήμου σε μία θέση του νέφους και το φορτίο αντίθετου προσήμου, που επάγεται εξ' αιτίας του στο έδαφος, δημιουργούν ανάμεσα στο νέφος και το έδαφος μια ζώνη αυξημένων πεδιακών εντάσεων. Οι υψηλότερες εντάσεις μέσα στην ζώνη αυτή, μπορεί να αναπτύσσονται είτε κοντά στο νέφος είτε (σε περίπτωση που το έδαφος παρουσιάζει μια σημαντική προεξοχή) στην πλευρά του εδάφους. Στην πρώτη περίπτωση, η ενδεχόμενη εκκένωση που θα επακολουθήσει θα αρχίσει από το νέφος (με ένα κατερχόμενο οχετό προεκκένωσης) , ενώ στη δεύτερη από το έδαφος (με έναν ανερχόμενο οχετό προεκκένωσης).

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι ακόλουδες τέσσερις περιπτώσεις διακρίνονται για την έναρξη του οχετού προεκκένωσης του κεραυνού και φαίνονται στο σχήμα 2 :

- *Κατερχόμενος αρνητικός οχετός* προεκκένωσης που αρχίζει από ένα αρνητικό σύννεφο (περίπτωση 1α).

- *Ανερχόμενος θετικός οχετός* προεκκένωσης που αρχίζει από μία προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα αρνητικό σύννεφο (περίπτωση 2α).

- *Κατερχόμενος θετικός οχετός* προεκκένωσης που αρχίζει από ένα θετικό σύννεφο (περίπτωση 3α).

- *Ανερχόμενος αρνητικός οχετός* προεκκένωσης που αρχίζει από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα θετικό σύννεφο (περίπτωση 4α).

Αν ο οχετός προεκκένωσης που αναπτύσσεται με έναν από τους τέσσερις πιο πάνω τρόπους γεφυρώσει ολόκληρο το διάκενο σύννεφο - γη , επακολουθεί ο οχετός επιστροφής και έτσι ολοκληρώνεται ένας από τους τέσσερις τύπους κεραυνού, που εικονίζεται στο κατώτερο μέρος του σχήματος 2, στους οποίους δίνονται οι πιο κάτω ορισμοί :

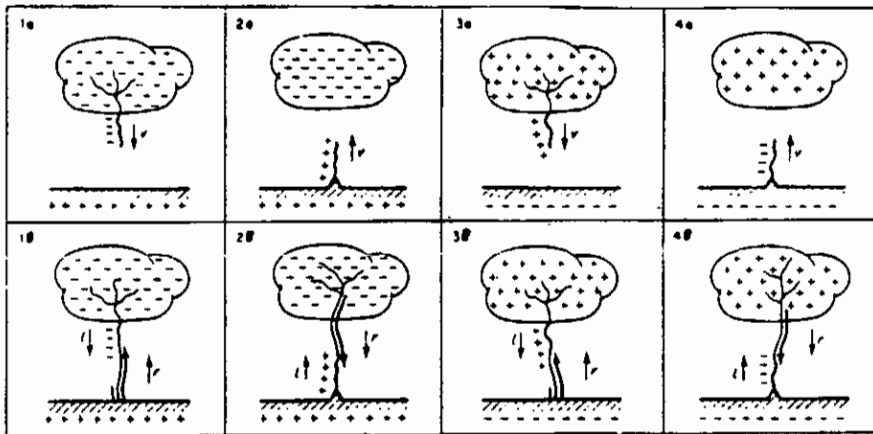
i. Περίπτωση 1β: “κατερχόμενη αρνητική εκκένωση” πηγάζει ένα αρνητικό σύννεφο με ένα κατερχόμενο οχετό προεκκένωσης και αποτελεί τον πιο συνηθισμένο κεραυνό που παρατηρείται στα 90% περίπου των περιπτώσεων.

ii. Περίπτωση 2β : “ανερχόμενος θετικός οχετός / αρνητική εκκένωση” πηγάζει από μια προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα αρνητικό σύννεφο.

iii. Περίπτωση 3β : “κατερχόμενη θετική εκκένωση” πηγάζει από ένα θετικό σύννεφο (πολύ σπάνια περίπτωση)

Περίπτωση 4β : “ανερχόμενος αρνητικός οχετός / θετική εκκένωση” πηγάζει από μία προεξοχή του εδάφους κάτω από ένα θετικό σύννεφο.

Η παρακάτω εικόνα (σχήμα 2) των κεραυνών είναι απλοποιημένη. Στην πραγματικότητα, πριν ο οχετός προεκκένωσης συναντήσει το έδαφος ή το νέφος, ένας αντίθετος οχετός αναπτύσσεται από την αντίθετη πλευρά που έρχεται να προϋπαντήσει τον κύριο οχετό προεκκένωσης.



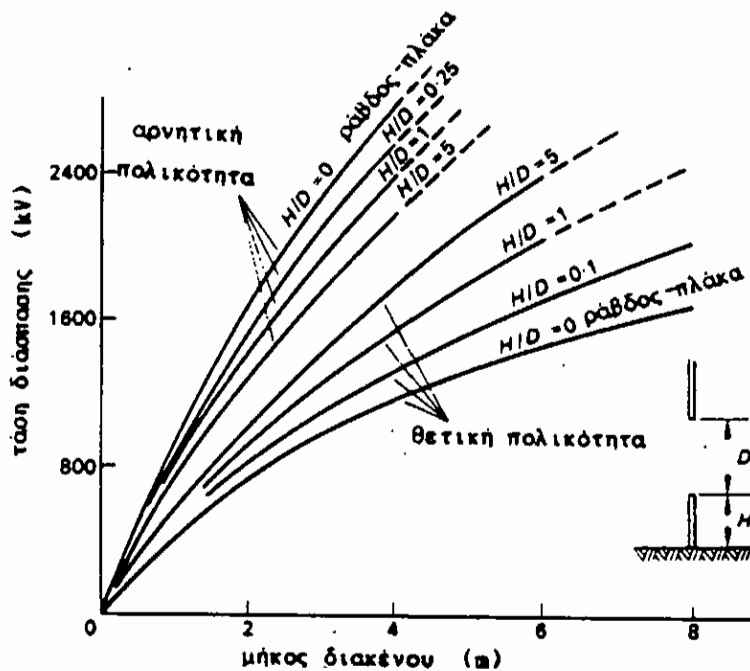
Σχήμα 2 : Είδη κεραυνών : “α” ανάπτυξη οχετού προεκκένωσης ,
 “β” συμπλήρωση του αντίστοιχου είδους κεραυνού με οχετό επιστροφής.
 I : οχετός προεκκένωσης, r : οχετός επιστροφής, V : κατεύθυνση
 μετάδοσης.

Από τους πιο πάνω τύπους, ο 4β που πρωτοπαρατηρήθηκε στο σταθμό του San Salvatore και μελετήθηκε από τον K.Berger, αποτελεί τον ισχυρότερο τύπο κεραυνού και συνοδεύεται από τις μεγαλύτερες εντάσεις ρεύματος που έχουν καταγραφεί.

Φαίνεται πως σε όλες τις υπερυψώσεις του εδάφους ο τύπος 4β αντικαθιστά το 3β και γι' αυτό ο τύπος 3β είναι γενικά σπάνιος. Κατά τον K.Berger οι κεραυνοί αυτοί εμφανίζονται μια μόνο φορά στο τέλος της καταιγίδας

Φυσικά χαρακτηριστικά του κεραυνού - Εξομοίωση στο εργαστήριο

Η εκκένωση του κεραυνού παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με την εκκένωση μεγάλων διακένων που παράγονται σήμερα στο εργαστήριο. Το Σχ. 3 προέρχεται από πειραματικά αποτελέσματα (Anderson and Tangen, 1968), και δείχνει τη μεταβολή της τάσης διάσπασης, σε σχέση με το μήκος του διακένου, έχοντας ως παράμετρο τον λόγο H/D του ύψους του γειωμένου ηλεκτροδίου προς το μήκος του διακένου.



Σχήμα 3. : Κρουστική τάση διάσπασης χειρισμών για διάκενο ράβδου - ράβδου και ράβδου - πλάκας. (Anderson και Tangen, 1968) [1].

Από το σχήμα βγαίνουν μερικά συμπεράσματα τα οποία είναι χρήσιμα για την μελέτη των βημάτων που προχωρεί η εκκένωση του κεραυνού.

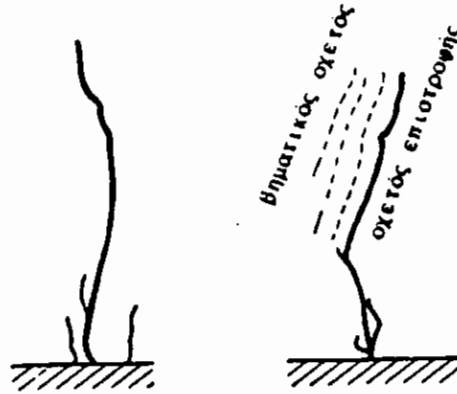
Η τάση διάσπασης για αρνητική πολικότητα είναι μεγαλύτερη από αυτή για θετικές εκκενώσεις (θετικούς κεραυνούς) είναι πιο δυσμενείς. Επίσης για σταθερό μήκος διακένου, η τάση διάσπασης μικραίνει, για αρνητική πολικότητα και αυξάνεται για θετική, όσο το γειωμένο ηλεκτρόδιο γίνεται ηλίο-

τερο. Επομένως για εγκαταστάσεις αρκετά μεγάλου ύψους, συγκρινόμενου με την Απόσταση Διάσπασης, η τάση διάσπασης θα είναι μικρότερη και επομένως το διάκενο εγκατάστασης - σύννεφου θα έχει μικρότερη αντοχή.

Μια τρίτη παρατήρηση είναι ότι η κλίση των καμπυλών φαίνεται να πλησιάζει σε κάποιο ανώτατο όριο όσο το μήκος του διάκενου μεγαλώνει. Πάντως η μέση μεταβολή της τάσης, ορίζεται σαν ο λόγος της τάσης διάσπασης, προς την απόσταση διάσπασης και είναι περίπου 5KV/CM για αρνητική πολικότητα και 3KV/CM για θετική.

Για τον κατερχόμενο αρνητικό οχετό ο μηχανισμός που παρατηρείται στο εργαστήριο μοιάζει με αυτό που παρατηρείται σε διάφορες φωτογραφίες κεραυνών. Η βηματική πρόοδος του οχετού του κεραυνού συμπίπτει με τις αναλαμπές που παρουσιάζει ο οχετός προεκκένωσης με το τέλος του μετασχηματισμού κάθε φωτεινού στελέχους, σε ενδοδιάκενο οχετό προεκκένωσης. Στον Ελβετικό σταθμό παρατήρησης κεραυνών του SAN SALVATORE, διαπιστώθηκε πως τα βήματα επιμήκυνσης του κατερχόμενου αρνητικού οχετού προεκκένωσης ποικίλουν από 3 μέχρι 50m. Στον ίδιο σταθμό παρατηρήθηκε πως ο θετικός οχετός (κατερχόμενος ή

ανερχόμενος δεν παρουσιάζει ευδιάκριτα βήματα και ότι προχωρεί με ταχύτητα 0.24m/ μ s.



Σχήμα 4: Σχηματική παράσταση ενός κεραυνού, όπως φαίνεται το σημείο σύνδεσης του αρνητικού κατερχόμενου οχετού προεκκένωσης και του συνδετικού οχετού. Διακρίνονται οι πολλαπλοί ανερχόμενοι οχετοί.

Έναρξη της εκκένωσης του κεραυνού

Σε περιοχές του νέφους με μεγάλη πυκνότητα φορτίου, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μπορεί να πάρει αρκετά μεγάλες τιμές. Οι υψηλές εντάσεις συνδυαζόμενες με την μικρή

πυκνότητα του αέρα (λόγω του ύψους) και μερικούς άλλους παράγοντες που προκαλούν πρόσθετη τοπική ενίσχυση του ηλεκτρικού πεδίου, μπορούν να προκαλέσουν έναρξη ιονισμού των μορίων του αέρα από κρούσεις ηλεκτρονίων. Ο ιονισμός αυτός αποτελεί το πρώτο βήμα για την έναρξη μιας ηλεκτρικής εκκένωσης. Το επόμενο βήμα είναι ο σχηματισμός ενός οχετού ο οποίος ακολουθεί (με μεγάλες όμως αποκλίσεις) τις γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου.

Όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, η εικόνα που δόθηκε για το σύννεφο είναι πολύ γενική, το ίδιο σύννεφο μπορεί να περιέχει δύλακες ετερόσημων φορτίων έτσι είναι δυνατόν η περιοχή μεγίστων εντάσεων του ηλεκτρικού πεδίου να κατευθύνεται προς κάποιο άλλο δύλακα ετερόσημου φορτίου ή ακόμα και προς κάποια περιοχή ενός γειτονικού νέφους με επίσης ετερόσημο φορτίο. Ένας οχετός ακολουθώντας αυτή τη κατεύθυνση θα προκαλέσει ηλεκτρική σύνδεση και αλληλοεξουδετέρωση των δύο ετερόσημων φορτίων. Η εξουδετέρωση αυτή συνοδεύεται από έντονη λάμψη (αστραπή) και δυνατό θόρυβο (βροντή) οι συνέπειες της όμως στο έδαφος περιορίζονται σε μια παροδική διαταραχή του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που μπορεί να γίνει αισθητή σε δέκτες ραδιοφώνου και τηλεόρασης, τηλεπικοινωνίες κλπ.

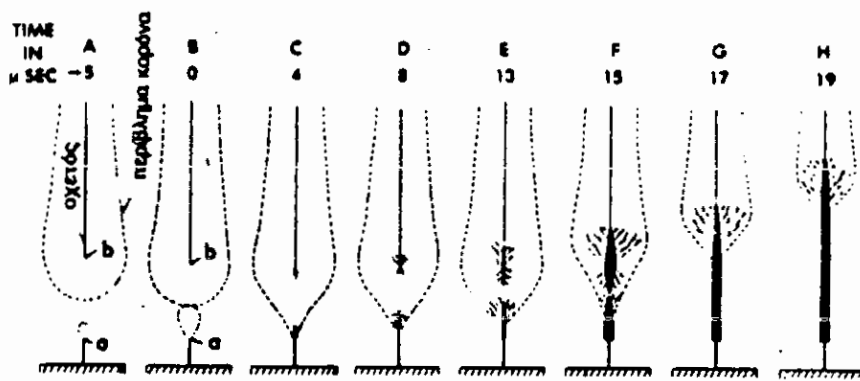
Αν οι γραμμές μέγιστης πεδιακής έντασης κατευθύνονται προς το έδαφος ο οχετός θα κατευθυνθεί προς αυτό. Ο μηχανισμός με τον οποίο προχωρεί ο οχετός αυτός που ονομάζεται “οχετός προεκκένωσης” έχει διερευνηθεί αρκετά καλά τόσο από άμεσες παρατηρήσεις κεραυνών όσο και στο εργαστήριο. Η πρόοδός του πραγματοποιείται όπως ειπώθηκε με διαδοχικά βήματα, με μήκος το καθένα μερικά ή δεκάδες μέτρα. Η μέση ταχύτητα προόδου του οχετού προεκκένωσης είναι περί τα 0.15 m/μs(μέτρα ανά μικροδευτερόλεπτο). Η ταχύτητα αυτή όσον κι αν φαίνεται τεράστια είναι μικρή σε σύγκριση με την ταχύτητα μετάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (και του φωτός), στο κενό που είναι τα 300 m/μs.

Η φάση του οχετού επιστροφής

Η διαμήκης πτώση τάσης κατά μήκος του οχετού (πριν αυτός συναντήσει το έδαφος ποικίλει στις διάφορες θέσεις του (μικρότερη προς το σημείο έναρξης του οχετού), η μέση τιμή της όμως είναι μικρότερη από 0.1 kV/cm. Έτσι ο οχετός προεκκένωσης εμφανίζεται, περίπου σαν μία μεταλλική προεξοχή που επεκτείνεται από το σύννεφο προς το έδαφος.

Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου γύρω από τον οχετό προεκκένωσης και ιδίως στο προς το έδαφος άκρο του είναι μεγάλη και υπερβαίνει κατά πολύ την πεδιακή ένταση που απαιτείται για ιονισμό από κρούσεις (30 kV/cm). Γι' αυτό τον λόγο, ο οχετός περιβάλλεται διαρκώς από ένα μανδύα κορόνα που εκτείνεται μερικά μέτρα γύρω απ' αυτόν. Το πάχος του μανδύα αυτού είναι μεγαλύτερο στο προς το έδαφος άκρο του οχετού και αυξάνει, όσο η κεφαλή του οχετού πλησιάζει το έδαφος. Όταν η κεφαλή του οχετού φτάσει σε μια απόσταση από το έδαφος τέτοια που η μέση πεδιακή ένταση να είναι περί τα 5kV/cm, το τελευταίο αυτό μήκος γεφυρώνεται ολόκληρο από κορόνα και μετατρέπεται ταχύτατα (σε 20 - 30 μ s) επίσης σε οχετό. Με αυτό το τελευταίο βήμα, που ορίζεται σαν το "τελικό πήδημα", το φορτίο της περιοχής του νέφους από όπου άρχισε ο οχετός προεκκένωσης βρίσκεται, μέσω του οχετού προεκκένωσης, ημιαγώγιμα συνδεδεμένο με το έδαφος. Μέσα από την ημιαγώγιμη αυτή σύνδεση εκκενώνεται το φορτίο του νέφους με ένα μεγάλο ρεύμα (πολλές δεκάδες ή εκατονάδες kA). Από το ρεύμα αυτό ο οχετός προεκκένωσης θερμαίνεται και αποκτά πολύ μεγαλύτερη λαμπρότητα (Σχ. 5).

Η δέρμανση του οχετού προεκκένωσης αρχίζει από το άκρο που αυτός συναντά το έδαφος και προχωρεί προς το σημείο εκκίνησής του με μεγάλη ταχύτητα μερικά δέκατα της ταχύτητας του φωτός, δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από αυτή με την οποία προχωρεί ο οχετός προεκκένωσης. Η φάση αυτή με την οποία συμπληρώνεται η εκκένωση ονομάζεται “οχετός επιστροφής” και η εκκένωση του σύννεφου προς την γη “κεραυνός”.



Σχ. 5. Τα βήματα σχηματισμού του οχετού επιστροφής. Διακρίνεται το κανάλι του οχετού προεκκένωσης και ο σχηματισμός κορόνα γύρω από αυτό .

Συνδεδειγμένος οχετός - Απόσταση διάσπασης - Αρχή λειτουργίας των αλεξικέραυνων

Η πιο πάνω περιγραφή του κεραυνού είναι εξιδανικευμένη και αφορά την περίπτωση που ένα σύννεφο βρίσκεται πάνω από ένα απόλυτα επίπεδο έδαφος ή μια επιφάνεια ήρεμου ύδατος. Αν ένα ηλεκτρισμένο σύννεφο βρεθεί πάνω από μία πολύ υψηλή και σχετικά αιχμηρή προεξοχή του εδάφους (πάνω από 100 ή 150 m) η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο άκρο της προεξοχής αυτής μπορεί να γίνει, εξ' επαγωγής, τόσο μεγάλη ώστε το οχετός προεκκένωσης να αρχίσει από το άκρο της προεξοχής και να κατευθυνθεί προς το σύννεφο. Προκύπτει έτσι ένας "ανερχόμενος" οχετός προεκκένωσης.

Αν οι προεξοχές του εδάφους έχουν σχετικά μικρό ύψος, μερικά μέτρα ή δεκάδες μέτρα, η ενίσχυση του ηλεκτρικού πεδίου στο άκρο τους προκαλείται από την απλή παρουσία του νέφους πάνω από το έδαφος, δεν είναι αρκετή για να αρχίσει οχετός προεκκένωσης απ' αυτές. Ο κατερχόμενος όμως οχετός προεκκένωσης, καθώς πλησιάζει το έδαφος, επάγει ένα ηλεκτρικό πεδίο. Η ένταση του επαγόμενου πεδίου είναι μεγαλύτερη σε προεξοχές του εδάφους. Όταν στο άκρο μιας από αυτές τις προεξοχές η ένταση ενισχυθεί αρκετά, θα αρχίσει απ' αυτή ένας ανερχόμενος οχετός προεκκένωσης

(συνδετικός οχετός) που θα κατευθυνθεί προς την κεφαλή του κατερχόμενου οχετού προεκκένωσης. Με την συνάντηση των δύο οχετών συμπληρώνεται η ημιαγώγιμη σύνδεση νέφους - εδάφους και επακολουθεί ο οχετός επιστροφής με τον οποίο συμπληρούται ο κεραυνός. Μια τέτοια λοιπόν προεξοχή δημιουργεί ένα “σημείο προτίμησης” για την περάτωση του οχετού προεκκένωσης. Σ’ αυτήν ακριβώς την αρχή στηρίζεται η προστασία μιας περιοχής με την γειωμένη μεταλλική ράβδο του αλεξικέραυνου του FRANKLIN.

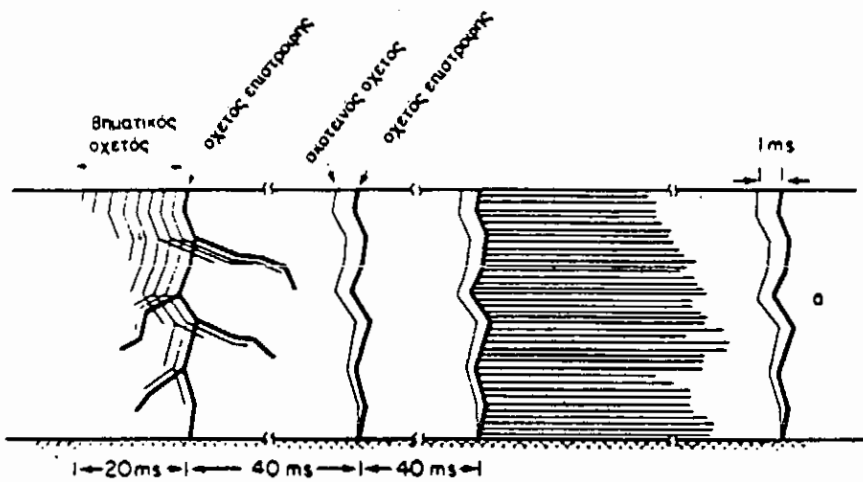
Από τα πιο πάνω γίνεται φανερό πως το “σημείο προτίμησης” για την περάτωση του κεραυνού αποφασίζεται μόνο την τελευταία στιγμή, όταν δηλαδή ο οχετός προεκκένωσης πλησιάζει σε τέτοια απόσταση από το έδαφος ώστε να υπάρξουν συνθήκες σύνδεσης του κατερχόμενου οχετού με κάποιο σημείο του εδάφους. Οι συνθήκες σύνδεσης πληρούνται όταν η μέση πεδιακή ένταση ανάμεσα στη κεφαλή του κατερχόμενου οχετού και του “σημείο προτίμησης” πέσει στα 5 kV/cm (με την προϋπόθεση πως ο οχετός προεκκένωσης ξεκινά από περιοχή αρνητικού φορτίου). Η απόσταση στην οποία η πεδιακή ένταση πέφτει στην πιο πάνω τιμή ονομάζεται “απόσταση διάσπασης” (Α.Δ) (striking distance) και προφανώς εξαρτάται από την τάση που

παρουσιάζει η κεφαλή του κατερχόμενου οχετού προεκκένωσης προς το έδαφος. Η τάση αυτή εξαρτάται με τη σειρά της από το μέγεθος του φορτίου του δύλακα του νέφους από τον οποίο ξεκινά ο οχετός προεκκένωσης. Όσο μεγαλύτερο το φορτίο αυτό τόσο μεγαλύτερη η απόσταση διάσπασης. Οι συνήθεις τιμές της απόστασης διάσπασης ποικίλουν από μερικές δεκάδες μέχρι 150 ή και 200 m. Η Α.Δ. συνδέεται με το ρεύμα με τις σχέσεις $r_s = 6.7 I_o^{0.8}$, $r_s = 8 I_o^{0.65}$.

Αυτό το σημείο μας αποκαλύπτει και την αρχή της λειτουργίας των συστημάτων προστασίας από κεραυνούς. Έτσι σύμφωνα με τους πιο πάνω συλλογισμούς, αν ένα κτίσμα είναι εφοδιασμένο με μεταλλικές γειωμένες προεξοχές για τις οποίες η απόσταση διάσπασης προκύπτει πριν από οποιοδήποτε άλλο σημείο του κτίσματος, οι κεραυνοί θα περατούνται κατά προτίμηση στις προεξοχές αυτές και θα διοχετεύονται στο έδαφος χωρίς να προξενούν ζημιά.

Η αρχική εκκένωση του κεραυνού ακολουθείται από επόμενες εκκενώσεις όπως φαίνεται και στο Σχ.6. Οι εκκενώσεις αυτές διαδέχονται η μία την άλλη σε μικρά χρονικά διαστήματα και η κάθε μία περιλαμβάνει δικό της συνδετικό οχετό και οχετό επιστροφής. Συνήθως οι διαδοχικές αυτές

εκκενώσεις ακολουθούν την ίδια οδευση που χαράζει η αρχική εκκένωση χωρίς όμως να αποκλείεται και το αντίθετο. Έχει γενικά παρατηρηθεί πως πολλαπλές εκκενώσεις παρουσιάζουν συνήθως οι κατερχόμενοι αρνητικοί κεραυνοί που αποτελούν και το μεγαλύτερο ποσοστό των κεραυνών, ενώ πολλαπλοί θετικοί κεραυνοί είναι σπανιότατοι.



Σχ. 6 Δημιουργία ενός κεραυνού (πολλαπλού), όπως φαίνεται από μία φωτογραφική μηχανή κινούμενη προς τα δεξιά.

Ρεύμα του κεραυνού και σχετικοί παράμετροι

Όταν ένα αντικείμενο, όπως ένα κτίριο, μία γραμμή σε μία υπόγεια σήραγγα ή ένα αεροπλάνο που πετά, κτυπηθεί από

ένα κεραυνό, το μέγεθος της καταπόνησης που θα υποστεί εξαρτάται από το ρεύμα που εκφορτίζεται μέσω αυτού. Έτσι από την άποψη της προστασίας από τους κεραυνούς, το ρεύμα αυτό αντιπροσωπεύει την πιο σημαντική παράμετρο της εκκένωσης του κεραυνού.

Το κύριο ρεύμα που συνοδεύει μία εκκένωση κεραυνού, οφείλεται στον οχετό επιστροφής. Το ηλεκτρικό φορτίο του κατερχόμενου οχετού εξουδετερώνεται από το αντίστοιχο ετερόσημο φορτίο της γης. Το φορτίο αυτό ρέει μέσα από τον αγωγό προεκκένωσης που έχει συνδέσει προηγουμένως το σύννεφο με την γη. Το μέγεθος του ρεύματος που αναπτύσσεται κατά τη ροή του φορτίου αυτού εξαρτάται κατ' αρχήν από το μέγεθος του φορτίου του νέφους αλλά επίσης και από την ταχύτητα με την οποία ο οχετός επιστροφής από τον ήδη ιονισμένο δρόμο που χάραξε ο οχετός προεκκένωσης.

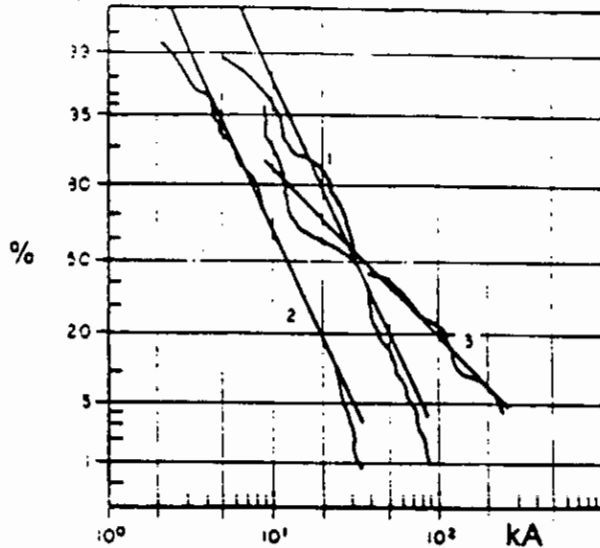
Για την μέτρηση αυτού του ρεύματος όπως και για την απόκτηση μιας αντίληψης για τη μορφή του, τα οποία θα βοηθήσουν να βρεθούν και οι άλλες σχετικές παράμετροι του κεραυνού όπως διάρκεια ροής κλπ., έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι. Οι παλιότερες στηρίζονται σε μία εκτίμηση του ρεύματος που γινόταν από τα δερμικά ή μηχανικά

αποτελέσματα που προκαλεί το πλήγμα του κεραυνού. Έτσι από την τάξη λεπτών μετάλλων ή τα ίχνη πάνω σε λεπτές μεταλλικές επιφάνειες, γίνονταν εκτίμηση της συνολικής ενέργειας του κεραυνού, επίσης εκτίμηση του εύρους του ρεύματος γινόταν από τη σύσφιξη που προκαλεί η ροή του ρεύματος διαμέσου ενός σωλήνα.

Ένας άλλος τρόπος μέτρησης είναι η μέθοδος της μαγνητικής ζεύξης. Η μέθοδος στηρίζεται στο ότι όταν το ρεύμα του κεραυνού διαρρέει ένα αγωγό, σχηματίζεται γύρω του ένα μαγνητικό πεδίο. Αν τοποθετηθεί κοντά στον αγωγό ένα μαγνητικό υλικό, αυτό θα μαγνητιστεί με την μέγιστη τιμή του πεδίου η οποία εξαρτάται από το μέγιστο ρεύμα που διέρρευσε τον αγωγό. Αν το υλικό παρουσιάζει μεγάλη υστέρηση μπορεί να μεταφερθεί στο εργαστήριο και να παρθούν οι σχετικές μετρήσεις. Τέτοια μαγνητιζόμενα υλικά (magnetic links) τοποθετούνται συνήθως σε επαφή με τα σκέλη μεταλλικών πύργων γραμμών μεταφοράς.

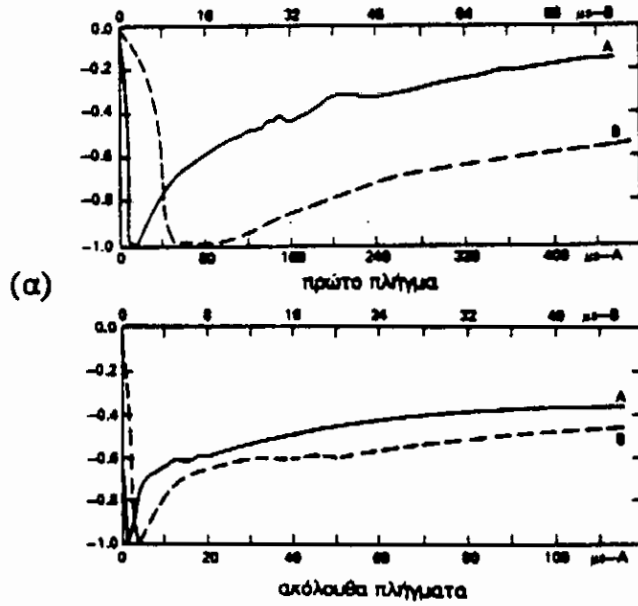
Η ακρίβεια όμως όλων αυτών των μεθόδων είναι πολύ μέτρια γιατί πρώτον δεν μπορούν να μετρήσουν όλες τις περιοχές που εκτείνεται το ρεύμα του κεραυνού όπως φαίνεται στο Σχ.7 και δεύτερο γιατί μετρώντας μόνο τη μέγιστη τιμή, δεν γίνεται διάκριση ανάμεσα στο ρεύμα διαφόρων

εκκενώσεων ενός πολλαπλού κεραυνού. Γι' αυτό ο πλέον σύγχρονος τρόπος μέτρησης που χρησιμοποιείται, είναι μέσω του παλμογράφου.

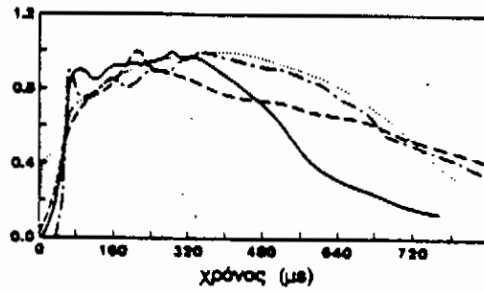


Σχ. 7 : Κατανομή ρεύματος κεραυνών κατά Berger.
1. Πρώτη εκκένωση αρνητικών κεραυνών 2. Επόμενες εκκενώσεις αρνητικών κεραυνών 3. Θετικοί κεραυνοί .

Το βασικό πρόβλημα που υπάρχει με τον παλμογράφο, είναι, το ότι το φαινόμενο είναι σπάνιο και επομένως δύσκολο να ληφθούν παλμογραφήματα και συγχρόνως είναι αρκετά δαπανηρή μέθοδος. Στο Σχ. 8 φαίνονται τα παλμογραφήματα του ρεύματος ενός πολλαπλού αρνητικού κεραυνού (σχ.8α) και ενός θετικού (σχ.8β).



Σχ. 8α : Παλμογραφήματα του ρεύματος ενός πολλαπλού αρνητικού κεραυνού (α)



(β)

Σχήμα 8β. : Παλμογραφήματα του ρεύματος ενός θετικού κεραυνού(β).

Από το Σχ.8. (α),(β) βγαίνουν μερικά συμπεράσματα, έτσι στο Σχ.8. (α) φαίνεται ότι το ρεύμα της πρώτης εκκένωσης αυξάνει γρήγορα και φθάνει στη μέγιστη τιμή κορυφής σε 10 - 15 μs . Κατόπιν το ρεύμα παύει να αυξάνει και αρχίζει να μειώνεται είτε αμέσως είτε μετά από μία πλατιά κορυφή. Η διάρκεια της ουράς του ρεύματος όπου και το ρεύμα μειώνεται, είναι τέτοια ώστε το ρεύμα να φθάσει τα 20% της τιμής κορυφής σε 200 - 300 μs . Σε πολλαπλούς κεραυνούς, οι ακόλουθες εκκενώσεις έχουν πολύ συντομότερο μέτωπο από την πρώτη εκκένωση, φτάνοντας στη τιμή κορυφής σε 1 ή 2 μs . Η ουρά του σχήματος του ρεύματος των ακόλουθων εκκενώσεων είναι παρόμοια με αυτή της πρώτης. Οι μέγιστες τιμές του ρεύματος των ακόλουθων εκκενώσεων είναι κατά κανόνα μικρότερες της τιμής της πρώτης.

Οι θετικοί κεραυνοί παρουσιάζουν συχνά υψηλότερες τιμές ρεύματος από τους αντίστοιχους αρνητικούς. Στο Σχ.8 (β) φαίνεται ότι το μέτωπο του ρεύματος των θετικών κεραυνών διαρκεί περισσότερο από αυτό του αρνητικού ρεύματος, 20 - 50 μs . Η ουρά του επίσης έχει μεγαλύτερη διάρκεια, περίπου 1000 μs .

Από τα σχήματα φαίνεται πως μια ενδιαφέρουσα παράμετρος εκτός από τη μέγιστη τιμή του ρεύματος, είναι και

η διάρκεια ροής μιας ορισμένης έντασης ρεύματος. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η διάρκεια τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια που συσσωρεύεται μέσα στην αντίσταση που διαρρέει και κατά συνέπεια τόσο μεγαλύτερη η ελκυσμένη θερμότητα, αφού είναι ανάλογη του $\int i^2 dt$. Για το λόγο αυτό κεραυνοί με μεγάλη διάρκεια ρεύματος, έστω και αν η μέγιστη τιμή του ρεύματος δεν είναι πολύ υψηλή ονομάζονται θερμοί σε αντίθεση με άλλους που μπορεί να αναπτύσσουν μεγάλα ρεύματα μικρής διάρκειας. Οι θερμοί κεραυνοί είναι πιο επικίνδυνοι μόνον όταν προκύπτει δέμα πυρκαγιάς ή έκρηξης ενώ για τα ηλεκτρικά συστήματα πιο επικίνδυνοι είναι οι κεραυνοί με μεγάλες εντάσεις και μικρή διάρκεια.

Ο Πιν. 1. συνορίζει μερικές από αυτές τις παραμέτρους.

Number of events	Parameters	Unit	Percentage of cases exceeding tabulated value		
			95%	50%	5%
	Peak current (minimum 2 kA)				
101	Negative first strokes	kA	14	30	80
135	Negative subsequent strokes	kA	4.6	12	30
20	Positive first strokes (no positive subsequent strokes recorded)	kA	4.6	35	250
	Charge				
93	Negative first strokes	C	1.1	5.2	24
122	Negative subsequent strokes	C	0.2	1.4	11
94	Negative flashes	C	1.3	7.5	40
26	Positive flashes	C	20	80	350
	Impulse charge				
90	Negative first	C	1.1	4.5	20
117	Negative subsequent strokes	C	0.22	0.95	4.0
25	Positive first strokes	C	2.0	16	150
	Front duration (2 kA to peak)				
89	Negative first strokes	μsec	1.8	5.5	18
118	Negative subsequent strokes	μsec	0.22	1.1	4.5
19	Positive first stroke	μsec	3.5	22	200
	Maximum di/dt				
92	Negative first strokes	kA/ μsec	5.5	12	32
122	Negative subsequent strokes	kA/ μsec	12	40	120
21	Positive first strokes	kA/ μsec	0.20	2.4	32
	Stroke duration (2 kA to half-value)				
90	Negative first strokes	μsec	30	75	200
115	Negative subsequent strokes	μsec	6.5	32	140
16	Positive first strokes	μsec	25	230	7000
	Integral ($i^2 dt$)				
91	Negative first strokes	A ² sec	6.0×10^3	5.5×10^4	5.5×10^6
88	Negative subsequent strokes	A ² sec	5.5×10^3	6.0×10^3	5.2×10^4
26	Positive first strokes	A ² sec	2.5×10^4	6.5×10^5	1.5×10^7
	Time interval				
133	Between negative strokes	msec	7	33	150
	Flash duration				
94	Negative (including single-stroke flashes)	msec	0.15	13	1100
39	Negative (excluding single-stroke flashes)	msec	31	180	900
24	Positive (only single flashes)	msec	14	85	500

Πίνακας 1 : Παράμετροι κεραυνού που αρχίζει με κατερχόμενο οχέτο.

Η διαμόρφωση του συστήματος προστασίας (ΣΑΠ)

Έχοντας υπ' όψιν την έννοια της απόστασης διάσπασης, είναι δυνατόν γύρω από κάθε σημείο ενός κτίσματος να χαραχθεί ένας σφαιρικός τομέας, με ακτίνα ίση με την απόσταση διάσπασης. Οι τομείς που αντιστοιχούν στα διάφορα σημεία αλληλοτέμνονται. Αν επιτευχθεί, τομείς, που γράφονται με κέντρα σημεία στα οποία ένα πλήγμα κεραυνού είναι ακίνδυνο, να περιβάλλουν τους τομείς με κέντρα ευαίσθητα σημεία, τότε η κατασκευή είναι απόλυτα προστατευμένη. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται “ηλεκτρογεωμετρική” και εφαρμόζεται κυρίως στη σχεδίαση της προστασίας γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η απόσταση διάσπασης (Α.Δ.) δίνεται από τη σχέση, $r_s = 8I^{0.65}$ και επομένως ο όγκος που καταλαμβάνει ο σφαιρικός τομέας εξαρτάται από το ρεύμα του κεραυνού που πρόκειται να εκφορτισθεί (είναι μεγαλύτερος για μεγαλύτερο ρεύμα). Έτσι όμως είναι δυνατόν ένα ικανοποιητικό σύστημα προστασίας για κεραυνούς μεγάλης έντασης ρεύματος να παρακάμπτεται από ασθενέστερα πλήγματα, όπως φαίνεται στο τέλος της παραγράφου.

Για ένα κτίσμα μικρών σχετικά διαστάσεων το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μία μόνη γειωμένη ράβδο - τη

ράβδο του Franklin. Ο ίδιος ο Franklin, με τη μεγάλη διαίσθησή του, συνιστούσε για κτίσματα μεγάλων σχετικά διαστάσεων τη χρησιμοποίηση δύο ή περισσότερων ράβδων συνδεδεμένων μεταξύ τους.

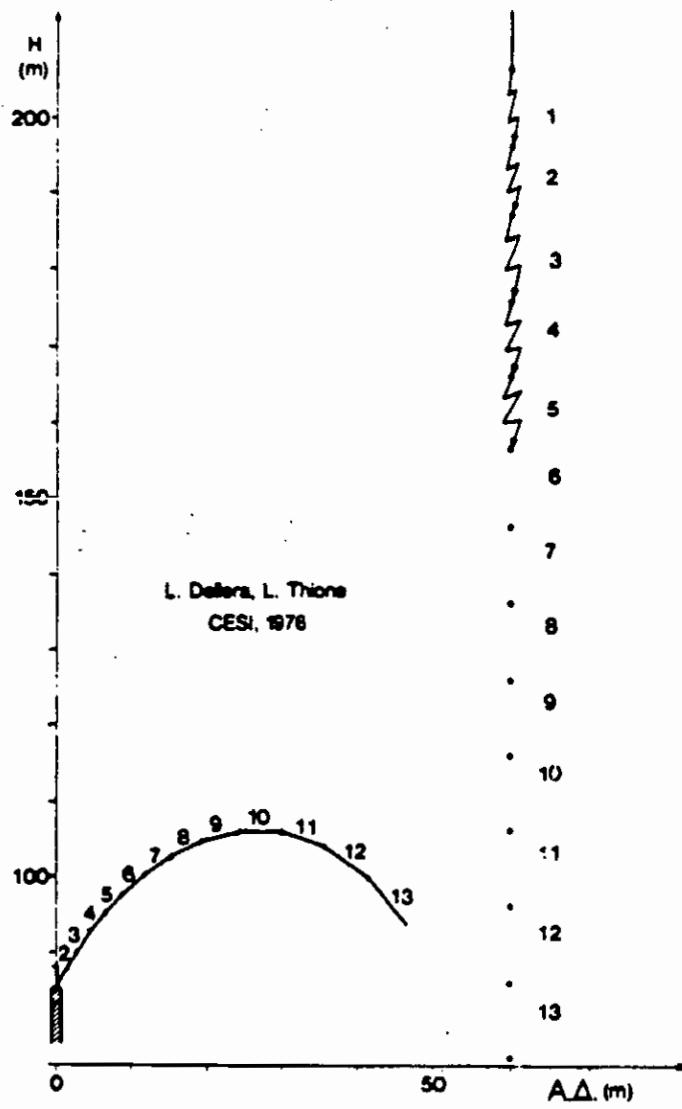
Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, μία ράβδος Franklin δημιουργεί για τον κεραυνό ένα σημείο προτίμησης σε σχέση με τα γειτονικά της σημεία. Η έκταση της περιοχής για την οποία η ράβδος αποτελεί σημείο προτίμησης, εξαρτάται από το ύψος της ράβδου και από την “απόσταση διάσπασης” που με τη σειρά της εξαρτάται από το μέγεθος του φορτίου που πρόκειται να εκφορτίσει ο επερχόμενος κεραυνός. Για δεδομένο ύψος της ράβδου Franklin δηλαδή, η περιοχή προστασίας γύρω απ’ αυτήν δεν είναι απόλυτα καθορισμένη. Γίνεται, συνήθως δεκτό πως μία ράβδος προστατεύει μία περιοχή γύρω από τη βάση της με ακτίνα, ίση περίπου με το διπλάσιο του ύψους της. Ακριβέστεροι υπολογισμοί είναι δυνατοί με τη χρήση της έννοιας της απόστασης διάσπασης και τις στατιστικές τιμές των παραμέτρων των κεραυνών. Μία τέτοια μελέτη δείχνει πως αν το ύψος της ράβδου προστασίας γίνει πολύ μεγάλο, τότε η περιοχή γύρω απ’ αυτήν που προστατεύεται περιορίζεται πάρα πολύ και έχουν πράγματι παρατηρηθεί κεραυνοί που πλήττουν

το μέσο του ύψους ή τη βάση των κεραιών ή πύργων με πολύ μεγάλο ύψος (πάνω από 200 - 300 μέτρα). (Σχ. 9, 10, 11).

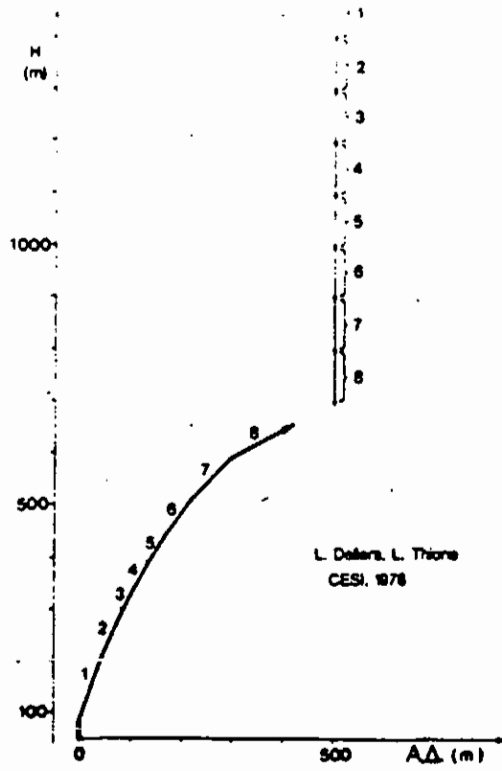
Από τους πιο πάνω συλλογισμούς προκύπτει ακόμα πως η κατεύθυνση ανάπτυξης του οχετού προεκκένωσης και κατά συνέπεια η πιθανή περιοχή του πλήγματος, καθορίζεται από τη γενική μορφή του ηλεκτρικού πεδίου. Επειδή σε μία απόσταση από το έδαφος δεν είναι σημαντικό το μήκος των υψηλότερων προεξοχών, το πεδίο αυτό διαμορφώνεται σαν το έδαφος να ήταν σχεδόν τελείως επίπεδο, η ανάπτυξη του οχετού προεκκένωσης συμβαίνει μέχρι τις τελευταίες του σχεδόν βαθμίδες χωρίς να επηρεάζεται αξιόλογα από την διαμόρφωση του εδάφους. Μόνο στα τελευταία του στάδια η κατεύθυνση του οχετού προεκκένωσης μπορεί να επηρεαστεί από την διαμόρφωση και τις διάφορες προεξοχές του εδάφους. Η επίδραση αυτή είναι σχετικά μικρή και μπορεί να λάβει αξιόλογες τιμές μόνο για προεξοχές πολύ μεγάλου ύψους. Έτσι ένας πολύ υψηλός πύργος ή κεραιά μπορεί να δημιουργήσει μία απόκλιση της πορείας του οχετού προς τον πύργο. Επειδή όμως το ύψος του πύργου είναι συγκρίσιμο με την Α.Δ., ο οχετός μπορεί να παρακάμψει την κορυφή του και να πλήξει την περιοχή γύρω από την βάση του ή και χαμηλότερα σημεία του ίδιου του πύργου. Έτσι η παρουσία

και μόνο του πύργου αυξάνει τον κίνδυνο πλήγματος στην περιοχή αντί να τον μειώνει.

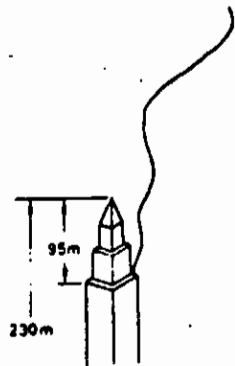
Στα Σχ. 9, Σχ. 10, φαίνονται τα διαδοχικά βήματα του οχητού προεκκένωσης και του συνδετικού οχητού από την στιγμή που ο πρώτος φθάνει την Α.Δ. Έτσι στο Σχ. 9 ο μετρίου μεγέθους κεραυνός παρακάμπτει την κορυφή του κτιρίου, το οποίο έχει ύψος περί τα 100m, ενώ (Σχ.10) συλλαμβάνει πλήγμα κεραυνού μεγάλης έντασης ρεύματος. Το Σχ. 11 δείχνει μία περίπτωση πλήγματος σε ενδιάμεσο ύψος ενός υψηλού κτιρίου.



Σχ. 9 : Πλήγμα κεραυνού μικρής έντασης ($I < 1$)kA).



Σχ. 10 Πλήγμα κερανού μεγάλης έντασης ($I = 55 - 100 \text{ kA}$).

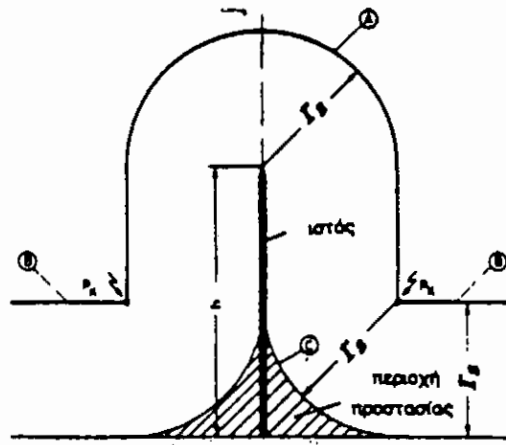


Σχ. 11 Πλήγμα κερανού στην πλατφόρμα του Palace of Culture and Science στη Βαρσοβία. (Maksiewjewski, 1963).

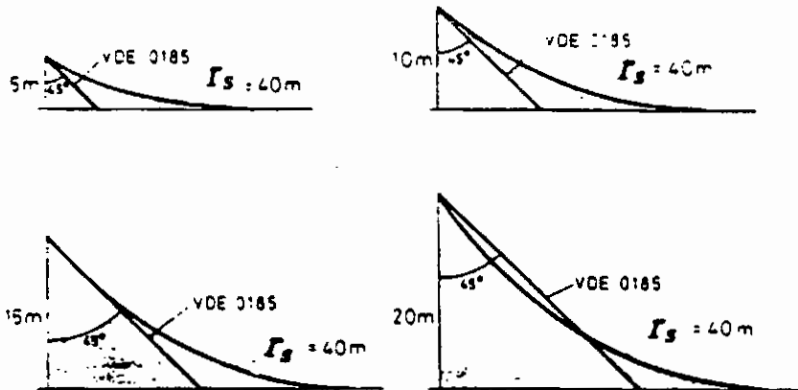
Περιοχή προστασίας από κεραυνούς

Ο ακριβέστερος καθορισμός της περιοχής προστασίας από κεραυνούς ενός συστήματος αντικεραυνικής προστασίας, αναλύεται πιο κάτω ξεκινώντας από τον καθορισμό της αντίστοιχης περιοχής προστασίας μιας γειωμένης ράβδου (Σχ. 12).

Επειδή ένα ρεύμα κεραυνού αντιστοιχεί σε μία απόσταση διάσπασης $r_1 = f(I)$ τότε ανάλογα με τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στο ύψος της γειωμένης ράβδου και την απόσταση διάσπασης, οι περιοχές προστασίας μιας γειωμένης ράβδου φαίνονται στα Σχ.12 και Σχ. 13. Από τα Σχ.12 και Σχ.13 γίνεται φανερό ότι για κεραυνούς με μικρότερο ρεύμα η περιοχή προστασίας γίνεται μικρότερη. Έτσι ανάλογα με τη περιοχή που πρέπει να προστατευθεί και για όποιες τιμές του ρεύματος του κεραυνού, επιλέγεται το ύψος της ράβδου.

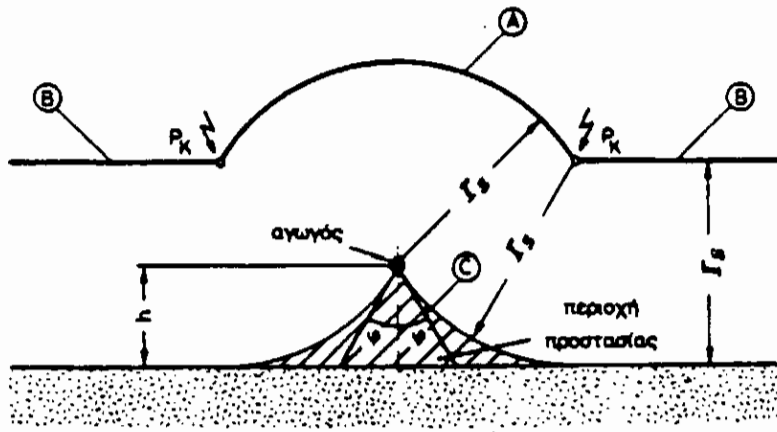


Σχ. 12 : Περιοχή προστασίας μίας γειωμένης ράβδου .

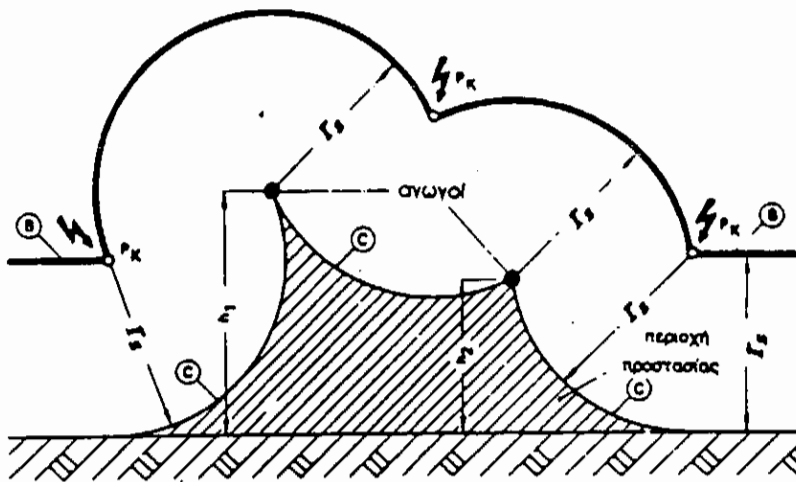


Σχ. 13 : Περιοχή προστασίας μίας γειωμένης ράβδου .

Στην ίδια αρχή βασίζεται και ο υπολογισμός της περιοχής προστασίας ενός οριζόντιου αγωγού, Σχ. 14 ή ενός συστήματος δύο οριζόντιων αγωγών, Σχ.15.



Σχ. 14 : Περιοχή προστασίας ενός οριζόντιου αγωγού.



Σχ. 15 : Περιοχή προστασίας ενός συστήματος δύο οριζόντιων αγωγών.

Επειδή κάθε γειωμένο σημείο δημιουργεί γύρω του μία σφαίρα με ακτίνα ίση με την απόσταση διάσπασης, τότε για κάθε κατασκευή προκύπτει μία ισοδύναμη επιφάνεια της οποίας τα σημεία έχουν την ίδια πιθανότητα να δεχθούν τον συγκεκριμένο κεραυνό. Με βάση αυτό το σκεπτικό για κάθε ρεύμα κεραυνού θα δημιουργηθεί μία διαφορετική ισοδύναμη επιφάνεια της κατασκευής. Για συμβατικές κατασκευές και για μέσο ρεύμα κεραυνού γίνεται δεκτό ότι η ισοδύναμη επιφάνεια προκύπτει αυξάνοντας την περίμετρο της κατασκευής κατά τρεις φορές το ύψος της.

Κεφάλαιο 2ο

Ανάγκη χρησιμοποίησης ηλεκτρικών καταπονήσεων στο εργαστήριο

Κατά την λειτουργία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης δημιουργούνται ηλεκτρικές καταπονήσεις που καθορίζονται από την μορφή, το εύρος, και την διάρκεια των ηλεκτρικών τάσεων, που εμφανίζονται στις διάφορες θέσεις της εγκατάστασης.

Οι ηλεκτρικές καταπονήσεις χωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες :

1.Υπερτάσεις στην συχνότητα του κυκλώματος.

2.Ατμοσφαιρικές υπερτάσεις.

3.Εσωτερικές υπερτάσεις ή υπερτάσεις χειρισμών, που οφείλονται σε αλλαγή της κατάστασης του κυκλώματος, κυρίως από το άνοιγμα και το κλείσιμο των επαφών διακοπών.

Η σοβαρότητα αυτών των υπερτάσεων, εξαρτάται από τις παραμέτρους του κυκλώματος (τάση και δομή του κυκλώματος) καθώς επίσης και από τις κλιματολογικές συνθήκες (μόλυνση, ισοκεραυνικό επίπεδο κ.λ.π.)

Ανάμεσα στα στοιχεία ενός κυκλώματος, που βρίσκονται σε διαφορά τάσης, παρεμβάλλονται υλικά που ονομάζονται μονώσεις και οι οποίες σκοπό έχουν να αποτρέψουν τις τυχόν ηλεκτρικές υπερηυδησεις.

Η συμπεριφορά της κάθε μόνωσης, σε κάθε είδος υπέρτασης, είναι διαφορετική. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να γίνεται μελέτη των διαφόρων χαρακτηριστικών των μονωτικών υλικών, έτσι ώστε, να μπορούμε να σιγουρέψουμε την ικανότητα της κάθε μόνωσης να αντιστέκεται στις διάφορες υπερτάσεις.

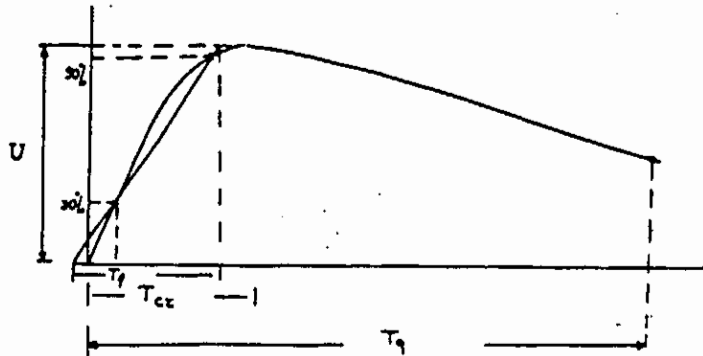
Η μελέτη αυτή, μπορεί να γίνει μέσα στα εργαστήρια, με καταπονήσεις όμοιες ή ισοδύναμες των ηλεκτρικών καταπονήσεων, που εμφανίζονται κατά την λειτουργία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, πάνω στις μονώσεις. Οι πρώτες καταπονήσεις - δοκιμές που γίνανε αφορούσαν την αντοχή της μόνωσης στην τάση του δικτύου. Κατόπιν η μελέτη αυτή επεκτάθηκε και σε πιο επίπονες καταπονήσεις.

Ένα άλλο πρόβλημα που μπορούμε να μελετήσουμε είναι αυτό των ατμοσφαιρικών υπερτάσεων. Τέτοιες υπερτάσεις προκαλούνται στις κατασκευές, από τα ηλεκτρικά φαινόμενα που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα, κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Η πιο επικίνδυνη υπέρταση δημιουργείται από την πτώση ενός κεραυνού, πάνω σε κάποια κατασκευή ή κοντά σ' αυτή προκαλώντας έτσι βίαιες μετακινήσεις φορτίων, μέσα σ' αυτή, με αποτέλεσμα την εμφάνιση υπερτάσεων υπό μορφή κύμάτων. Βεβαίως τέτοιες υπερτάσεις, που συμβαίνουν μεταξύ νέφους και γης (κεραυνοί), είναι επικίνδυνοι για την ζωή των ανθρώπων, εφόσον μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιές καθώς επίσης και άλλες καταστροφές. Γι' αυτό το λόγο, η μελέτη στο εργαστήριο, ενός συστήματος προστασίας, είναι αναγκαία και ωφέλιμη.

Κρουστικές Τάσεις

Μετά τον εμπλουτισμό των γνώσεων, σχετικά με την φύση και τις παραμέτρους των κεραυνών, έγινε φανερή η ανάγκη, ορισμού μιας εργαστηριακής δοκιμής, αντιπροσωπευτικής των καταπονήσεων, που εφαρμόζεται σε οποιαδήποτε κατασκευή,

λόγω της ύπαρξης των κεραυνών. Αυτό λοιπόν, το αντιπροσωπευτικό είδος τάσης, που χρησιμοποιείται στα εργαστήρια, είναι η κρουστική τάση η οποία φαίνεται στο σχήμα 16.



Σχήμα 16 : Κρουστική Τάση

Οι παράμετροι, που προσεγγιστικά προσδιορίζουν την διπλοεκθετική κρουστική τάση, η οποία είναι της μορφής $V(t) = U[e^{-a_1 t} - e^{-a_2 t}]$, είναι :

α) Η πραγματική διάρκεια μετώπου, δηλαδή ο χρόνος T_{cr} , από την αρχή, μέχρι την στιγμή που η τάση παίρνει την μέγιστη τιμή της.

β) Η διάρκεια ουράς T_q , που είναι ο χρόνος από την αρχή, μέχρι η τάση να πέσει στο μισό της τιμής κορυφής της.

γ) Το εύρος της τάσης (τιμή κορυφής).

Η διάρκεια ουράς, ονομάζεται και διάρκεια μισού εύρους για προφανείς λόγους. Εκτός από την πραγματική διάρκεια μετώπου T_{cr} , μπορεί να οριστεί και ένας συμβατικός χρόνος T_f , παίρνοντας τα σημεία $0.3U$ (ή σύμφωνα με άλλους κανονισμούς $0.1U$) και $0.9U$ όταν ανεβαίνει η τάση από την τιμή μηδέν, στην τιμή κορυφής U (μέτωπο της κρουστικής τάσης). Μια κρουστική τάση, με μέτωπο T_{cr} και ουρά T_q , σε μsec , συμβολίζεται με το σύμβολο T_{cr}/T_q ή T_f/T_q (μsec).

Το ουσιαστικό χαρακτηριστικό, του μετώπου μιας κρουστικής τάσης είναι όχι η διάρκεια, αλλά η κλίση, δηλαδή ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνει, ενώ ο χρόνος T_{cr} ή T_f , σε συνδυασμό με το εύρος της τάσης, σκοπό έχουν να καθορίσουν την κλίση αυτή.

Η ουρά από την άλλη, είναι αυτή που καθορίζει την διάρκεια της κρουστικής τάσης. Επειδή, για την ανάπτυξη της διάσπασης, συμβάλλει συνήθως, μόνο το μέρος της τάσης που υπερβαίνει ορισμένη τιμή, η ουρά καθορίζεται, όπως προαναφέρθηκε, με τον χρόνο T_q .

Έτσι λοιπόν, η κλίση του μετώπου μαζί με τον χρόνο T_f ή T_{cr} , που την καθορίζει, καθώς και ο χρόνος T_q είναι τα στοιχεία αυτά που επηρεάζουν τον μηχανισμό διάσπασης. Γι'

αυτό, η κρουστική τάση, συμβολίζεται με το σύμβολο T_{cr}/T_q ή T_f/T_q (μsec), όπως προαναφέρθηκε.

Για τον έλεγχο της μόνωσης, έναντι κεραυνών, έχει τυποποιηθεί η κρουστική τάση, με διάρκεια μετώπου $T_f = 1.2$ μsec και διάρκεια ουράς $T_q = 50$ μsec.

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, οι δοκιμές στο εργαστήριο, περιλαμβάνουν κρουστική τάση της μορφής $[T_f = 1 \text{ μsec }] / [T_q = 36 \text{ μsec }]$.

Ισοδυναμία πραγματικών με εργαστηριακές κρουστικές τάσεις

Από τα τρία είδη των ηλεκτρικών καταπονήσεων (κανονική τάση λειτουργίας, ατμοσφαιρικές υπερτάσεις και υπερτάσεις χειρισμών), οι δύο τελευταίες, εξομοιώνονται στο εργαστήριο με κρουστικές τάσεις, οι οποίες παράγονται από κρουστικές γεννήτριες.

Η εργαστηριακή εξομοίωση, θα πρέπει να δημιουργεί τον ίδιο κίνδυνο διάσπασης, στην μόνωση, με τις πραγματικές ισοδύναμες υπερτάσεις, οι οποίες κατά κανόνα έχουν

ανώμαλη μορφή. Λόγω αυτής της ανώμαλης μορφής πρέπει να βρεθούν κανόνες, έτσι ώστε, οι πραγματικές υπερτάσεις, να εξομοιώνονται με ισοδύναμες κρουστικές τάσεις, οι οποίες θα μπορούν να παραχθούν στο εργαστήριο, με σκοπό τον εργαστηριακό έλεγχο, της συμπεριφοράς της μόνωσης, που μπορεί να είναι και ένα σύστημα προστασίας.

Οι ατμοσφαιρικές υπερτάσεις, είναι ανεξάρτητες από την τάση του δικτύου, επειδή τα αίτια δημιουργίας τους είναι εξωτερικά, σε αντίθεση με τις υπερτάσεις χειρισμών, που είναι ανάλογες με την τάση του δικτύου. Έτσι, για δίκτυα μέσο-υψηλών τάσεων, μέχρι 300KV, περίπου, οι κυριότερες καταπονήσεις των μονώσεων, προέρχονται από τους κεραυνούς (ατμοσφαιρικές υπερτάσεις). Όσο όμως αυξάνεται η τάση, τόσο η καταπόνηση από τις υπερτάσεις χειρισμών μεγαλώνει και έτσι για τα δίκτυα υπερύψλης τάσης, οι υπερτάσεις αυτές, αποτελούν τις κρίσιμες καταπονήσεις.

Οι ατμοσφαιρικές υπερτάσεις, έχουν σαν πηγή τις ατμοσφαιρικές εκκενώσεις και πιο συγκεκριμένα τις εκκενώσεις νέφους - γης, που ονομάζονται κεραυνοί. Ένα μέγεθος του κεραυνού, που ενδιαφέρει, είναι το εύρος του ρεύματος, το οποίο δημιουργεί, ανάλογα με την τιμή του σε KA, την υπέρταση στο δίκτυο. Το σχήμα, του ρεύματος του

κεραυνού, είναι ένα κρουστικό κύμα. Άρα, σημαντικό ρόλο για την καταπόνηση του δίκτυου ή μιας κατασκευής, παίζει και η μορφή του κρουστικού κύματος (διάρκεια μετώπου και ουράς). Στον πίνακα 1 , του κεφαλαίου 1 , δίνεται μια συλλογή παραμέτρων του κεραυνού από παρατηρήσεις του Berger στον σταθμό San Salvatore, της Νότιας Ελβετίας. Από τον πίνακα αυτό βλέπουμε ότι η κρουστική τάση $1.2/50$ μsec , που χρησιμοποιείται στο εργαστήριο, σαν μια εξομοίωση των ατμοσφαιρικών υπερτάσεων, πλησιάζει αρκετά την μέση τιμή, των παρατηρηθέντων κεραυνών.

Στην συγκεκριμένη εργασία μας ενδιαφέρει η διερεύνηση της ικανότητας σύλληψης δύο παραλλήλων ράβδων αλεξικέραυνων. Στο σύστημά μας παρεμβάλλεται και ένα άλλο μονωτικό που είναι ο αέρας. Δεν είναι βέβαια του παρόντος να αναφέρουμε τις ιδιότητες του αέρα ως μονωτικού. Εδώ μας ενδιαφέρει όταν κάτω από κάποιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, προκληθούν κεραυνοί (διασπάσεις), να μελετήσουμε τις πιθανότητες διάσπασης στην κάθε ράβδο και να διαπιστώσουμε αν και πως αυτές επηρεάζονται από την αντίσταση της ράβδου και το διάκενο μεταξύ ράβδου και πλάκας.

Γι' αυτό τον λόγο στο εργαστήριο χρησιμοποιούμε την κρουστική γεννήτρια, η οποία μας δίνει κρουστική τάση της μορφής $1/36 \mu\text{sec}$, αρνητικής πολικότητας. Στο έδαφος βρίσκονται δύο παράλληλοι αγωγοί, ο ένας μηδενικής αντίστασης, και ο άλλος μεταβλητής αντίστασης. Η απόσταση των αγωγών είναι σταθερή και στα 40 cm, ενώ η απόσταση του διακένου μεταξύ ράβδου και πλάκας μεταβάλλεται παίρνοντας τις τιμές των 10 cm ή 40 cm. Παρατηρούμε, για διαφορετικές τάσεις, για διαφορετικές αντιστάσεις και για διαφορετικές αποστάσεις διακένου, την πιθανότητα διάσπασης στις δύο ράβδους. Σε επόμενο κεφάλαιο θα γίνει ειδικότερη αναφορά του συστήματος αυτού. Παρακάτω δίνονται μερικά στοιχεία για την χρησιμοποιούμενη κρουστική γεννήτρια.

Κρουστική γεννήτρια

MULTI TEST SET της HAEFELY

Η κρουστική γεννήτρια του εργαστηρίου είναι κατασκευασμένη από την εταιρία HAEFELY, η οποία εξοπλίζει εργαστήρια υψηλών τάσεων, κατασκευάζοντας γεννήτριες και βοηθητικές συσκευές για την παραγωγή AC, DC και κρουστικών τάσεων.

Το MULTI TEST SET της HAEFELY είναι ένα ευπροσάρμοστο κινητό σύστημα, αποτελούμενο από εναλλακτικά εξαρτήματα, μέσω των οποίων μπορούμε να παράγουμε τα τρία προαναφερθέντα είδη υψηλών τάσεων δημιουργώντας τις αντίστοιχες γεννήτριες. Οι συνδέσεις μεταξύ των εξαρτημάτων γίνονται με ειδικό τρόπο, έτσι ώστε το φτιάξιμο κάποιας γεννήτριας ή η αλλαγή της, από ένα τύπο σε άλλο, να γίνεται εύκολα, γρήγορα και μηχανικά σταθερά.

Το βασικό εξάρτημα του MULTI TEST SET είναι ένας μετασχηματιστής υψηλής τάσης. Στα άκρα του μπορούν να συνδεθούν σταδιακά ανορθωτικές διατάξεις για την παραγωγή DC τάσεων και στη συνέχεια βαθμίδες κρουστικών γεννητριών για κρουστικές τάσεις. Με την βοήθεια του MULTI TEST SET μπορούν να παραχθούν οι εξής υψηλές τάσεις :

i. Υψηλές εναλλασσόμενες τάσεις έως 80 KV rms 50/60 Hz, χρησιμοποιώντας μόνο τον μετασχηματιστή, το πρωτεύον του οποίου συνδέεται στο δίκτυο (220 ή 110 V). Η ονομαστική ισχύς του μετασχηματιστή είναι 5 KVA για συνεχή φόρτιση και 7.5 KVA για μέγιστη φόρτιση 10 λεπτών.

ii. Υψηλές συνεχείς τάσεις μέσω τριών ανορθωτικών διατάξεων μισού κύματος 100, 200 και 400KV. Εδώ

χρησιμοποιούνται δίοδοι υψηλής τάσεως (100KV, 20mA). Η γεννήτρια 100 KV DC είναι απλή ανόρθωση με εξομάλυνση πυκνωτού όπου μια δίοδος και ένας πυκνωτής συνδέονται εν σειρά στο δευτερεύον του μετασχηματιστή. Οι γεννήτριες των 200KV DC και 400 KV DC είναι ανορθωτικές διατάξεις διπλασιαστού και τετραπλασιαστού τάσεως που πάλι συνδέονται στον δευτερεύον του μετασχηματιστή.

iii. Υψηλές κρουστικές τάσεις μέσω τριών κρουστικών γεννητριών 100 KV, 200 KV και 400KV. Απ' αυτές τις γεννήτριες με κατάλληλη αλλαγή των αντιστάσεων ουράς και μετώπου παράγονται και κρουστικές τάσεις κεραυνών (1.2/50 μ sec) και κρουστικές τάσεις χειρισμών (250/2500 μ sec). Στην περίπτωση μας η κρουστική τάση που παράγεται είναι της μορφής 1/36 μ sec, και φυσικά αρνητικής πολικότητας.

Οι κρουστικές γεννήτριες των 100 και 200 KV είναι μονοβάθμιες κρουστικές γεννήτριες με την διαφορά ότι η μεν πρώτη χρησιμοποιεί σαν πηγή συνεχούς τάσεως την DC γεννήτρια με έξοδο 100KV, ενώ η δεύτερη αυτήν με 200KV DC. Η κρουστική γεννήτρια των 400 KV είναι διβάθμια και χρησιμοποιεί την γεννήτρια συνεχούς τάσεως 200KV DC.

Στο εργαστήριο υπάρχει η κρουστική γεννήτρια των 400 KV και είναι αυτή που χρησιμοποιείται για το πείραμά μας.

Κυκλώματα της κρουστικής γεννήτριας

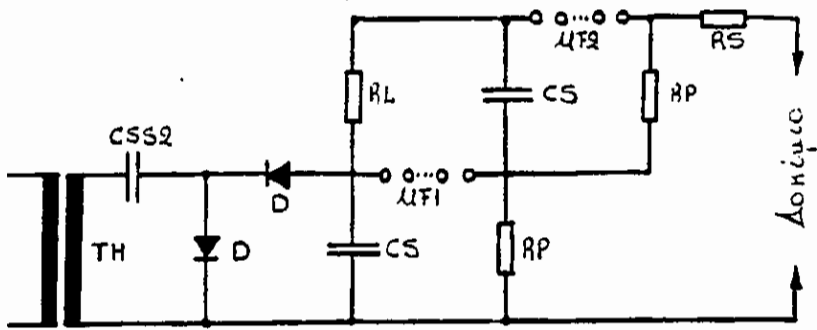
Το ηλεκτρικό κύκλωμα της κρουστικής γεννήτριας του εργαστηρίου των 400 KV φαίνεται στο σχήμα 17 , τα στοιχεία του οποίου εξηγούνται παρακάτω :

TH	Μετασχηματιστής 230/80.000 V , 5KVA , 50/60 Hz
CCS2	Πυκνωτής 100 KV DC , 2 nF
D	Δίοδος υψηλής τάσεως , 100 KV , 20mA
CS	Πυκνωτής βαθμίδας , 200 KV DC , 15 nF
RM1	Ωμικός καταμεριστής 200 KV DC , 800MΩ
EW	Αντίσταση γείωσης 200 KV DC , 25 KΩ
ES	Διακόπτης γείωσης
MF1 , MF2	Σπινθηριστές με πολλαπλά διάκενα
RL	Αντίσταση φορτίσεως 200 KV DC , 10 MΩ
CK , RCK	Σύνδεση ενισχυτή παλμών IV με MF1 , Ck=1550 pF

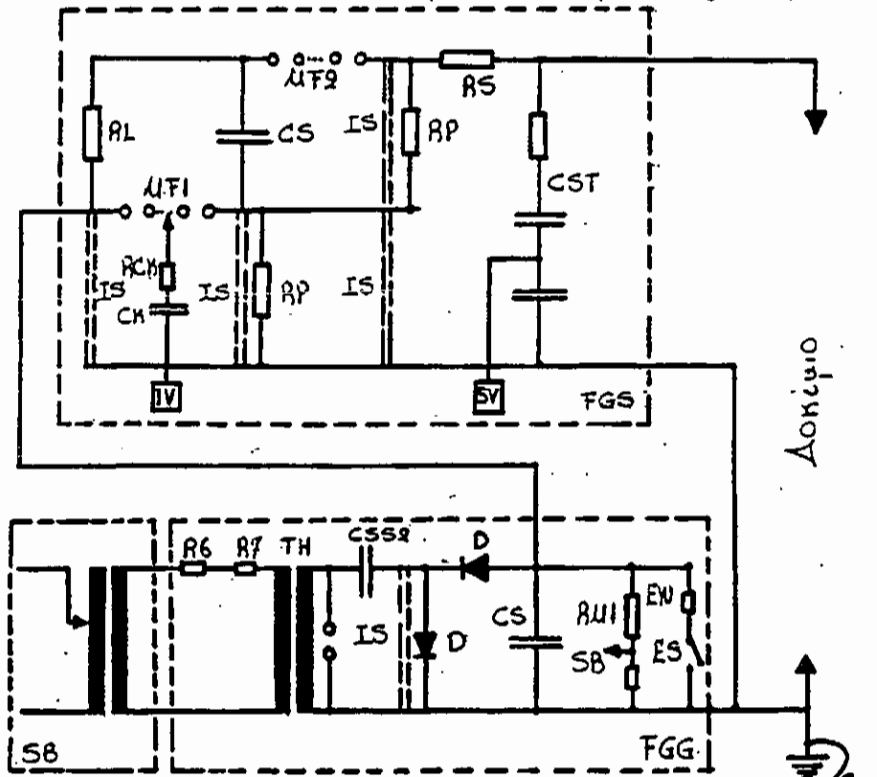
RP	Αντιστάσεις ουράς
RS	Αντιστάσεις μετώπου
CST	Χωρητικός καταμεριστής 80KVrms, 400KV κρουστικής 500pF, χρόνος απόκρισης 100 ns
SB	Κουτί ελέγχου (Control Box Type 273)
IV	Ενισχυτής παλμών (Impulse Amplifier Type 35)
SV	Κρουστικό βολτόμετρο (Impulse Peak Voltometer , IPV, Type 65)
EST	Κοντάρι γείωσης

Για την στήριξη της γεννήτριας χρησιμοποιούνται επίσης :

FGG	Κινητή βάση για τον μετασχηματιστή και τον ανορθωτή
FGS	Κινητή βάση για τη κυρίως κρουστική γεννήτρια
IS	Μονωτήρας - υποστήριγμα , 200 KV DC
VS	Αγώγιμη ράβδος συνδέσεως.



(α) Κυρίως ηλεκτρικό κύκλωμα
 Σχ. 17 : Κραυετική γεννήτρια εργαστηρίου 400 ΚV
 (β) Ηλεκτρικό κύκλωμα της γεννήτριας



(γ) Κατόψεις των δύο κινητών λαβών



EST

Τοπολογία των στοιχείων της γεννήτριας

Η κρουστική γεννήτρια είναι τοποθετημένη επάνω σε δύο κυλιόμενες μεταλλικές βάσεις , FGG και FGS , οι οποίες είναι γειωμένες.

Στην πρώτη βάση, FGG, είναι τοποθετημένοι ο μετασχηματιστής και ο ανορθωτής, δηλαδή (βλέπε σχ.17) ο TH, ο CSS2 , οι δύο δίοδοι, ο πρώτος πυκνωτής CS , ο ωμικός καταμεριστής RM1 και ο διακόπτης γείωσης ES μαζί με την αντίσταση γείωσης EW.

Στη δεύτερη βάση βρίσκονται τα υπόλοιπα στοιχεία της κρουστικής γεννήτριας.

Μεταξύ τους οι δύο βάσεις συνδέονται με μια αγωγίμη ράβδο συνδέσεως VS. Πρακτικά η συνδεσμολογία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί κατακόρυφος από άποψη τάσεως, δηλαδή όσο ανεβαίνουμε σε ύψος, ανεβαίνει και το επίπεδο τάσεως. Οι βάσεις έχουν δυναμικό μηδέν, ενώ η κορυφή της γεννήτριας έχει δυναμικό 400 KV.

Η οριζόντια και η κατακόρυφη διάταξη των στοιχείων είναι όπως φαίνεται στο σχήμα 17. Έχοντας μπροστά μας τη γεννήτρια διακρίνουμε την εξής τοπολογία :

Στη μέση, περίπου, της πρώτης βάσης FGG είναι τοποθετημένος ο μετασχηματιστής TH. Στο άνω μέρος του μετασχηματιστή, που βρίσκεται υπό τάση AC 75 KV rms = 100 KV peak, συνδέεται οριζόντια ο πυκνωτής CSS2, το άλλο άκρο του οποίου ακουμπά πάνω σ' ένα μονωτήρα - υποστήριγμα IS. Το IS είναι τοποθετημένο κατακόρυφα σε μια ανοιχτή γωνία της πρώτης βάσης FGG. Παράλληλα προς το IS συνδέεται η πρώτη διόδος D του ανορθωτή. Τα υποστηρίγματα IS εκτός της μονωτικής τους ιδιότητας να αντέχουν μέχρι τάσεις 200 KV DC που εφαρμόζονται στα άκρα τους, παρουσιάζουν και καλές μηχανικές ιδιότητες, προσφέροντας έτσι καλή στήριξη. Στην κορυφή της πρώτης διόδου D, συνδέεται οριζόντια η δεύτερη διόδος D υψηλής τάσεως. Το άλλο άκρο της συνδέεται στην κοινή κορυφή των CS και RM1 που βρίσκονται τοποθετημένοι κατακόρυφα στην άλλη ανοιχτή γωνία της βάσης FGG. Στην κοινή κορυφή των CS και RM1, τοποθετείται η αντίσταση γείωσης EW, σε τέτοια θέση ώστε να μπορεί η κεραία του διακόπτη γείωσης να κάνει επαφή.

Στη δεύτερη τετράγωνη βάση FGS είναι τοποθετημένος κατακόρυφα ένας μονωτήρας IS, η κορυφή του οποίου συνδέεται μέσω μιας αγωγίσιμης ράβδου VS με τη κοινή κορυφή των CS και RM1 της πρώτης βάσης.

Στη γειτονική γωνία υπάρχει άλλος ένας IS, ο οποίος περικλείει και τις αντιστάσεις ουράς RP της πρώτης βαθμίδας της κρουστικής γεννήτριας για κρουστικές χειρισμών 250/2500 μs (RPS). Όπως θα δούμε παρακάτω, όταν θέλουμε να παράγουμε κρουστικές κεραυνών (1.2/50 μs), συνδέουμε παράλληλα στο IS με τις RP χειρισμών (RPS), τις αντιστάσεις ουράς RP για κρουστικές κεραυνών (RPS). Βλέπουμε ότι οι RP χειρισμών είναι μόνιμα συνδεδεμένες στη κρουστική γεννήτρια. Όταν όμως συνδέονται παράλληλα με τις RP κεραυνών, αμελούνται εξαιτίας της σχετικά μεγάλης τιμής τους και της εν παραλλήλω συνδέσεως. Επάνω στους δύο μονωτήρες IS κάθεται ο πρώτος σπινθηριστής MF1. Κάτω από τον MF1 υπάρχει ο ενισχυτής παλμών IV, βιδωμένος επάνω στη βάση, και ο πυκνωτής και η αντίσταση σύνδεσης CK και RCK. Επάνω στον πρώτο IS τοποθετείται κατακόρυφα η αντίσταση φορτίσεως RL και στο δεύτερο IS (με τις περικλειόμενες RPS) ο δεύτερος πυκνωτής CS, οι κορυφές των οποίων συνδέονται με μια ράβδο συνδέσεως VS. Στη γειτονική γωνία του CS υπάρχει κατακόρυφα ένας μονωτήρας IS, η κορυφή του οποίου συνδέεται με το κάτω μέρος του CS. Πάνω σ' αυτόν τον IS είναι τοποθετημένος και άλλος ένας IS, ο οποίος περικλείει τις αντιστάσεις ουράς RPS της δεύτερης βαθμίδας της κρουστικής γεννήτριας για παραγωγή κρουστικών χειρισμών, όπως και στη πρώτη βαθμίδα. Στις κορυφές αυτού του IS και του

CS δεύτερης βαθμίδας βρίσκεται οριζόντια τοποθετημένος ο δεύτερος σπινθηριστής MF2. Στη τέταρτη γωνία της δεύτερης βάσης FGS βρίσκεται οριζόντια τοποθετημένος ο χωρητικός καταμεριστής CST. Μεταξύ του άκρου του MF2, που είναι συνδεδεμένο με το IS που περικλείει τις RPS δεύτερης βαθμίδος, και της κορυφής του CST είναι τοποθετημένες οι αντιστάσεις μετώπου RS.

Διάφορα καλώδια ξεκινούν από τις δύο βάσεις και καταλήγουν σε όργανα για την μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών και σε συσκευές για τον έλεγχο της λειτουργίας της κρουστικής γεννήτριας. Επίσης πάνω στην πρώτη βάση FGG, υπάρχουν δύο αντιστάσεις, δίπλα στον μετασχηματιστή TH. Δίπλα επίσης στον μετασχηματιστή υπάρχει και ένα κιβώτιο διανομής καλωδίων.

Τα όργανα μετρήσεως και οι συσκευές ελέγχου του εργαστηρίου βρίσκονται τοποθετημένα πάνω σε ένα γραφείο, κοντά στην γεννήτρια, έτσι ώστε ο χειριστής να μπορεί να παρατηρεί το δοκίμιο, και είναι τα εξής :

1. Το κουτί ελέγχου SB, Control Box Type 273 HAEFELY.
2. Το κρουστικό βολτόμετρο SV, Impulse Peak Voltometer Type 65 HAEFELY, IPV Type 65.

Περιγραφή λειτουργίας της γεννήτριας

Η κρουστική γεννήτρια του εργαστηρίου αποτελείται από δύο βαθμίδες. Η κάθε βαθμίδα αποτελείται από ένα πυκνωτή (CS), ένα σπινθηριστή (MF1 ή MF2) και τις αντιστάσεις ουράς (RP). Οι δύο βαθμίδες είναι τοποθετημένες με τέτοιο τρόπο ώστε να ισχύει η αρχή λειτουργίας των πολυβάθμιων γεννητριών, δηλαδή οι πυκνωτές CS να συνδέονται παράλληλα κατά τη διάρκεια της φορτίσεως τους από μία πηγή συνεχούς τάσεως, και σε σειρά κατά τη διάρκεια της εκφορτίσεως.

Οι πυκνωτές CS φορτίζονται σε μία DC τάση 200 KV, και κατά την εν σειρά εκφόρτιση τους παράγεται μία κρουστική τάση 400 KV.

Για να παραχθεί η υψηλή συνεχής τάση των 200 KV DC χρησιμοποιείται, ο μετασχηματιστής υψηλής τάσης TH και μία ανορθωτική διάταξη μισού κύματος διπλασιασμού της τάσεως.

Με το πρωτεύον του μετασχηματιστού TH συνδεδεμένο στο δίκτυο (220 V AC rms), στο δευτερεύον του παράγεται η υψηλή εναλλασσόμενη τάση 75 KV rms.

Όταν η εναλλασσόμενη τάση του δευτερεύοντος του ΤΗ αρχίζει και γίνεται θετική, κατά τη διάρκεια μιας περιόδου, άγει η πρώτη δίοδος D έως ότου η τάση αποκτήσει τη τιμή κορυφής της, περίπου 100 KV, και στην οποία φορτίζεται ο πυκνωτής CSS2. Στην ημιπερίοδο που ακολουθεί η τάση του δευτερεύοντος γίνεται αρνητική και μέσω της δεύτερης δίοδου που άγει, ο πυκνωτής CS φορτίζεται στην αρνητική τάση 200 KV όταν η τάση του δευτερεύοντος φτάσει τη μέγιστη αρνητική τιμή της, δηλαδή στο άθροισμα της τάσεως του πυκνωτή CSS2 και της αρνητικής τιμής κορυφής του δευτερεύοντος του ΤΗ. Κατόπιν σταματάει να άγει και η δεύτερη δίοδος. Βλέπουμε λοιπόν ότι στα άκρα του πυκνωτή CS επικρατεί μία DC τάση τάση 200 KV.

Η απώλεια φορτίου, που οφείλεται στην εκφόρτιση του CS, μέσω του ωμικού καταμεριστή RM1 επανακτάται σε κάθε περίοδο επειδή άγει η δεύτερη δίοδος μόλις παρατηρηθεί μία διαφορά τάσεως στα άκρα της. Η πτώση τάσεως όμως στα άκρα του CS είναι μικρή επειδή ο RM1 έχει πολύ μεγάλη τιμή (800 MΩ), με αποτέλεσμα η κυμάτωση της τάσεως στα άκρα του CS να είναι μικρή και πρακτικά αυτή να θεωρείται συνεχής και ίση με 200 kV DC.

Ο πυκνωτής CS της δεύτερης βαθμίδας είναι παράλληλα συνδεδεμένος με τον CS της πρώτης βαθμίδας μέσω της

αντίστασης φορτίσεως RL , με αποτέλεσμα να φορτίζεται και αυτός στην αρνητική συνεχή τάση των 200 kV.

Η πολικότητα της τάσης φορτίσεως των πυκνωτών εξαρτάται από τον τρόπο συνδέσεως των δύο διοδίων D . Αν λοιπόν βάλουμε τις διόδους αντίστροφα, σχετικά με τον τρόπο που δείχνεται στο σχήμα 17, τότε η τάση φορτίσεως των πυκνωτών CS θα είναι θετική.

Μέσω λοιπόν της ανορθωτικής διάταξης, οι δύο πυκνωτές CS φορτίζονται σε μία συνεχή τάση 200 kV. Άρα η συνολική ενέργεια που αποθηκεύεται στους πυκνωτές CS είναι:

$$W = (1/2) \times 2 \times (15 \text{ nF}) \times (200 \text{ kV})^2 = 600 \text{ Joule.}$$

Μόλις δοθεί εντολή έναυσης, βραχυκυκλώνονται οι σπινθηριστές $MF1$ και $MF2$, συνδέοντας σε σειρά τους δύο πυκνωτές CS . Ο πρώτος σπινθηριστής $MF1$ βραχυκυκλώνεται με τη βοήθεια ενός παλμού που παράγεται από τον ενισχυτή παλμών IV , ενώ ο δεύτερος $MF2$ από την υπέρταση που δημιουργείται αμέσως μετά τη διάσπαση του $MF1$.

Αμέσως μετά τη διάσπαση των σπινθηριστών η συνολική τάση στα άκρα των δύο βαθμίδων γίνεται 400 kV και σχηματίζεται ένα κύκλωμα με την σε σειρά σύνδεση των δύο πυκνωτών CS , της

αντίστασης μετώπου RS και της χωρητι-κότητας του δοκιμίου C_b , ενώ παράλληλα με κάθε φορτισμένο πυκνωτή CS υπάρχει και μία αντίσταση ουράς RP . Η αντίσταση φορτίσεως RL παραλείπεται, διότι είναι συνδεδεμένη παράλληλα με την κατά πολύ μικρότερη της, αντίσταση ουράς RP της δεύτερης βαθμίδας. Μέσα σ' αυτό το κύκλωμα ρέει ένα ρεύμα μέσω της αντίστασης μετώπου RS , προς τη χωρητικότητα δοκιμίου C_b , που αυξάνει τη τάση του C_b σε μία λίγο μικρότερη από 400 kV , ανάλογα με το βαθμό απόδοσης της γεννήτριας, σχηματίζοντας το μέτωπο της κρουστικής τάσης. Κατόπιν οι δύο πυκνωτές CS και ο C_b εκφορτίζονται μέσω των RP και RS , η τάση στα άκρα του C_b πέφτει προς το μηδέν, σχηματίζοντας την ουρά της κρου-στικής τάσης.

Από τους διεθνείς κανονισμούς επιβάλλεται η τιμή των CS να είναι πολύ μεγαλύτερη από του C_b . Αυτό πρακτικά σημαί-νει ότι ο ρυθμός φόρτισης ή εκφόρτισης του C_b είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο ρυθμό του CS ή αλλιώς ότι ο CS είναι αρκετά στιβαρότερος του C_b . Συνεπώς κατά το σχη-ματισμό του μετώπου της κρουστικής τάσης, οι δύο πυκνωτές CS μπορούν να θεωρηθούν (με προσέγγιση) σαν σταθερές πη-γές DC τάσης και η διάρκεια μετώπου θα εξαρτάται κυρίως από τη σταθερά φόρτισης του C_b , δηλαδή θα είναι ανάλογη με τη σταθερά χρόνου

(RS)x(C_b). Κατά το σχηματισμό όμως της ουράς, αυτό που καθορίζει κυρίως το ρυθμό πτώσης τάσεως στα άκρα του C_b θα είναι ο ρυθμός εκφόρτισης των στιβαρότερων CS, δηλαδή η διάρκεια ουράς (μισού πλάτους) θα εξαρτάται κυρίως από τη σταθερά χρόνου (CS) x (RP).

Αφού η αντίσταση φόρτισης RL δεν επηρεάζει καθόλου τη μορφή της κρουστικής τάσης, ο μόνος ρόλος της είναι να περιορίζει το ρεύμα φόρτισεως του πυκνωτή CS και κατά συνέπεια την απαιτούμενη ισχύ της ανορθωτικής διάταξης. .

Με την κρουστική γεννήτρια του εργαστηρίου μπορούμε να καταπονήσουμε δοκίμια με κρουστικές κεραυνών και χειρισμών, συνδέοντας τις κατάλληλες αντιστάσεις ουράς και μετώπου.

Το επίπεδο της τάσης δοκιμής, δηλαδή η τιμή κορυφής της κρουστικής τάσης καθορίζεται από ένα ρυθμιζόμενο μετασχηματιστή του κουτιού ελέγχου SB (σχήμα 17) ο οποίος τροφοδοτεί το πρωτεύον του μετασχηματιστή υψηλής τάσης ΤΗ με εναλλασσόμενη τάση από 0 έως 220 V rms. Έτσι η τάση δευτερεύοντος του ΤΗ μεταβάλλεται από 0 έως 75 kV rms (0-100 kV περίπου peak), η τάση φόρτισης των πυκνωτών CS από 0 έως 200 kV DC και τέλος η τιμή κορυφής της κρουστικής από 0 έως

400 kV περίπου ανάλογα με τον συντελεστή απόδοσης που εξαρτάται από το δοκίμιο.

Κεφάλαιο 3ο

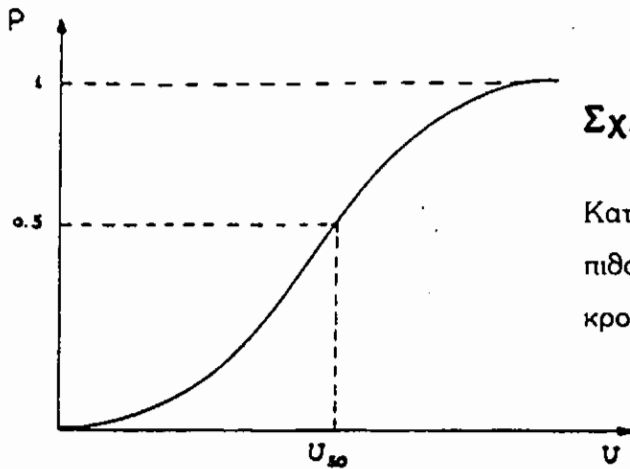
Στατιστική ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων

Η στατιστική ανάλυση, εφαρμόζεται, κυρίως, όταν πρόκειται να καθοριστεί η κρουστική τάση διάσπασης, μιας μόνωσης που έχει την ικανότητα μετά από κάθε διάσπαση, να επανακτά τα χαρακτηριστικά που είχε πριν απ' αυτή. Σ' αυτόν τον τύπο μόνωσης ανήκουν όλα τα διάκενα αέρος όπως στην περίπτωση μας.

Κατανομή της πιθανότητας διάσπασης με κρουστικές τάσεις

Αν μία κρουστική τάση, με σταθερή μορφή και εύρος U_k , εφαρμοζόμενη σ' ένα διάκενο n_k φορές, προκαλεί X_k διασπάσεις, ο λόγος $P_k = X_k/n_k$ ορίζεται σαν η "πιθανότητα διάσπασης", του διάκενου που αντιστοιχεί στην τάση U_k . Όταν τώρα, το εύρος της κρουστικής τάσης U_k μεταβάλλεται, ο λόγος P_k , μπορεί να πάρει τιμές από "μηδέν" μέχρι "ένα". Η συνάρτηση $P_k = (U_k)$, ονομάζεται

“κατανομή της πιθανότητας διάσπασης” του διάκενου και παριστάνεται στο επίπεδο $P_k - U_k$ από μία καμπύλη (σχήμα 18):



Σχ. 18 :

Κατανομή της
πιθανότητας με
κρουστική τάση.

η μορφή της οποίας, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του διακένου. Η τιμή U_k 50% της τάσης, που αντιστοιχεί σε πιθανότητα διάσπασης $P_k = 50\%$, ονομάζεται, “κριτική τάση διάσπασης” ή απλώς τάση διάσπασης 50%.

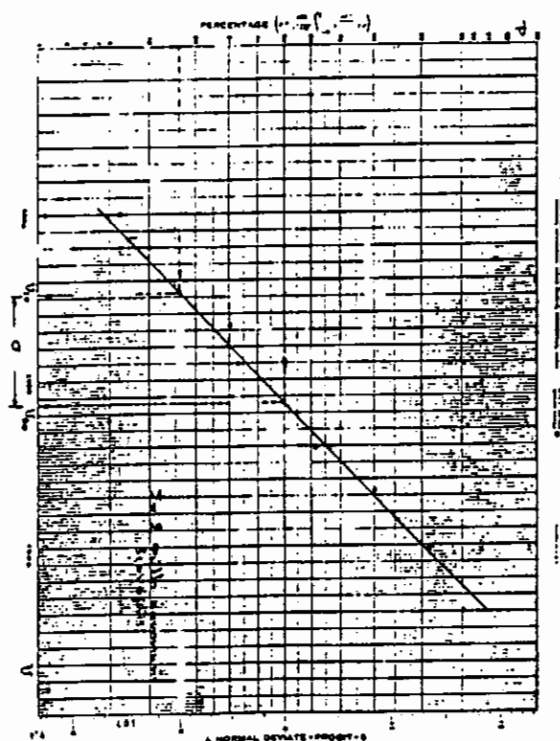
Παρ’ όλο που η συνάρτηση $P_k(U_k)$, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του διακένου, έχει προκύψει από πειράματα, πως συχνά πλησιάζει μια κανονική κατανομή (GAUSS) που, όπως είναι γνωστό, έχει την αναλυτική έκφραση,

$$P_{\kappa}(U_{\kappa}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U_{\kappa}} e^{-\frac{(U - U_{\kappa 50\%})^2}{2\sigma_{\kappa}^2}} dU \quad (1)$$

Για τον λόγο αυτό και την απλούστευση που παρέχει στους υπολογισμούς, η παραδοχή μιας κανονικής κατανομής, γίνεται κατά κανόνα δεκτό, πως πράγματι, η κατανομή της τάσης διάσπασης διακένων αέρος, είναι κανονική.

Για τον καθορισμό μιας κανονικής κατανομής, επαρκούν δύο παράμετροι: το εύρος $U_{\kappa 50\%}$ και η τυπική απόκλιση σ_{κ} . Για την εκτίμηση των καταλληλότερων τιμών, των παραμέτρων $U_{\kappa 50\%}$ και σ_{κ} που αντιστοιχούν σε ένα ορισμένο διάκενο, καθορίζονται πειραματικά πολλά ζεύγη τιμών $P_{\kappa i} - U_{\kappa i}$ και κατόπιν, είτε γραφικά, είτε με μεθόδους παρεμβολής, καθορίζεται η συνάρτηση $P_{\kappa}(U_{\kappa})$, απ' όπου βρίσκουμε τα $U_{\kappa 50\%}$ και σ_{κ} .

Ένας απλός γραφικός τρόπος, για τον καθορισμό των παραμέτρων της συνάρτησης $P_{\kappa}(U_{\kappa})$, είναι η χρησιμοποίηση ενός "φύλλου κατανομής" σαν αυτό του κάτωθι σχήματος:



Σχ. 19 :

Φύλλο
Κανονικής
Κατανομής

Εδώ, όπως άλλωστε αποδεικνύετε, η κλίμακα των P_k , δίνεται από την σχέση:

$$P_k(U_k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U_k} e^{-\frac{(U - U_{k50})^2}{2\sigma^2}} dU$$

Η καμπύλη μιας κανονικής κατανομής, σχεδιασμένη σε ένα τέτοιο φύλλο, παριστάνεται από μία ευθεία.

Καθορίζονται από πειράματα, μερικά ζεύγη τιμών $P_{ki}-U_{ki}$ και τοποθετώντας τα, σε ένα τέτοιο φύλλο, είναι δυνατόν να χαραχθεί οπτικά, η πιο κατάλληλη ευθεία, που παρεμβάλλεται σ' αυτά τα σημεία. Η ακρίβεια που παρέχει η μέθοδος αυτή, είναι επαρκής για τις περισσότερες εφαρμογές, με την προϋπόθεση πως τα πειραματικά αποτελέσματα, δεν αποκλίνουν σημαντικά από μία κατανομή. Όταν γίνει ο καθορισμός της καταλληλότερης ευθείας, που αντιπροσωπεύει το πείραμα, (καθορισμός αυτός περιγράφεται παρακάτω) τα $U_{κ50\%}$ και $\sigma_{κ}$, που χαρακτηρίζουν το διάκενο, καθορίζονται γραφικά, όπως φαίνεται στο σχήμα 19. Για συνήθεις εφαρμογές, 4 έως 5 ζεύγη τιμών $P_{ki} - U_{ki}$, θεωρούνται αρκετά, για τον καθορισμό της ευθείας, που παριστάνει την κατανομή και κατά συνέπεια των $U_{κ50\%}$ και $\sigma_{κ}$. Όπως φαίνεται οπτικά από το σχήμα 19., όταν επιδιώκεται ο ακριβέστερος καθορισμός του $U_{50\%}$, τα ζεύγη $P_{ki}-U_{ki}$, πρέπει να πλησιάζουν κατά το δυνατόν το ζεύγος $P_{κ50\%}-U_{κ50\%}$ ενώ όταν επιδιώκεται ο ακριβέστερος καθορισμός του $\sigma_{κ}$, τα ζεύγη $P_{ki}-U_{ki}$, πρέπει να πλησιάζουν περισσότερο τις τιμές $P_{κ0}-U_{κ0}$ και $P_{κ100}-U_{κ100}$. Συνήθως γίνεται ένας συγκερασμός των δύο απαντήσεων και επιδιώκεται τα πειραματικά ζεύγη (σημεία) να καλύπτουν την περιοχή από $P_{κ} = 5 - 10\%$ μέχρι $P_{κ} = 80 - 90\%$.

Καθορισμός της αντιπροσωπευτικότερης κανονικής κατανομής μιας σειράς πειραματικών αποτελεσμάτων

Αν σε ένα ορισμένο διάκενο, εφαρμοστεί n_{ki} φορές, η τάση U_{ki} θα προκύψει η πιθανότητα διάσπασης P_{ki} και το ζεύγος $P_{ki}-U_{ki}$, θα παριστάνεται σε ένα σύστημα συντεταγμένων P_k-U_k , από ένα σημείο. Αν η πιθανότητα P_k , ακολουθεί θεωρητικά μια κανονική κατανομή και η κλίμακα των P_k , έχει καθοριστεί με βάση την εξίσωση (I), τότε τα σημεία που αντιστοιχούν στα διάφορα ζεύγη τιμών $P_{ki}-U_{ki}$, θα πρέπει θεωρητικά να κείτονται πάνω σε μία ευθεία. Έτσι το πρόβλημα αναζήτησης της αντιπροσωπευτικότερης κανονικής κατανομής, των σημείων $P_{ki}-U_{ki}$, μετατρέπεται σε ένα πρόβλημα γραμμικής παρεμβολής, κατάλληλα προ-σαρμοσμένης στην παρούσα περίπτωση, όπως περιγράφεται πιο κάτω.

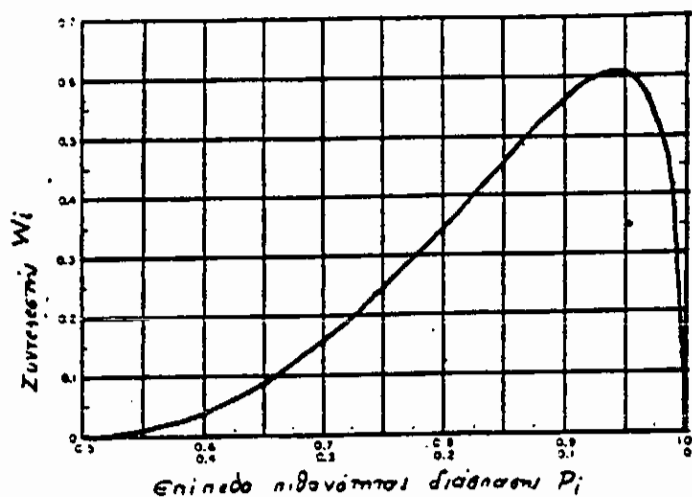
Αφού τα διάφορα σημεία $P_{ki}-U_{ki}$, τοποθετηθούν πάνω σε ένα φύλλο κανονικής κατανομής, σχήμα 19 μια πρόχειρη εκτίμηση της κριτικής τάσης $U_{k50\%}$ και της τυπικής απόκλισης σ_k , μπορεί να γίνει, με την οπτική παρεμβολή μιας ευθείας διερχόμενης, ανάμεσα από τα πειραματικά σημεία, όπως δείχνεται στο σχήμα 19. Η καταλληλότερη θέση της ευθείας αυτής, διορθώνεται στην συνέχεια με διαδοχικές προσεγγίσεις, ξεκινώντας από την υπόθεση, πως η μία από τις δύο παρα-μέτρους $U_{k50\%}$ ή σ_k , που

καθορίστηκαν όπως πιο πάνω, αποτελεί ήδη την καλύτερη δυνατή εκτίμηση και βάση αυτής της παραδοχής, επιδιώκεται η διόρθωση της άλλης παραμέτρου. Επειδή, από την πρώτη οπτική εκτίμηση η $U_{κ50\%}$, καθορίζεται με καλύτερη προσέγγιση παρά η $\sigma_{κ}$, η μέθοδος των διαδοχικών προσεγγίσεων, αρχίζει με την παραδοχή πως η παράμετρος $U_{κ50\%}$, είναι γνωστή και αναζητείται η αντιπροσωπευτικότερη τιμή του $\sigma_{κ}$. Θεωρώντας το σημείο $P_{κ50\%}-U_{κ50\%}$ γνωστό, κάθε σημείο $P_{κi}-U_{κi}$, ενώνεται με μία ευθεία, με το $P_{κ50\%}-U_{κ50\%}$ και από κάθε μία από τις ευθείες αυτές εκτιμάται ένα $\sigma_{κi}$, από την σχέση $\sigma_{κi} = U_{κ50\%} - (U_{κ16\%})_i$.

Η μέση τιμή όλων αυτών των $\sigma_{κi}$, αποτελεί την καλύτερη εκτίμηση του $\sigma_{κ}$, με την προϋπόθεση, πως σε κάθε $\sigma_{κi}$, έχει δοθεί ένας συντελεστής βαρύτητας, με τον οποίο λαμβάνεται υπ' όψη, αφ' ενός ο αριθμός $n_{κi}$ εφαρμογών της τάσης, που χρησιμοποιήθηκαν, για τον καθορισμό του σημείου $P_{κi}-U_{κi}$ και αφ' ετέρου, το επίπεδο της πιθανότητας $P_{κi}$, στην οποία αντιστοιχεί το σημείο $P_{κi}-U_{κi}$.

Ο συντελεστής βαρύτητας, που αναφέρεται στον αριθμό εφαρμογών της τάσης, είναι αυτός ο ίδιος ο αριθμός $n_{κ}$ (στην περίπτωση μας πάντα $n_{κi} = n_{κ} = 50$).

Με την προϋπόθεση, πως για κάθε $P_{ki}-U_{ki}$, ακολουθεί μία κανονική κατανομή, μπορεί να δείχνει πως ο συντελεστής $W_{ki} = W_i$, με τον οποίο λαμβάνεται υπ' όψη, το επίπεδο πιθανότητας $P_{ki} = P_i$, δίνεται από την καμπύλη του σχήματος 20.



Σχήμα 20 : Καμπύλη για τον συντελεστή βαρύτητας W_i όταν U_{50} θεωρείται γνωστό και αναζητείται το αντίστοιχο σ .

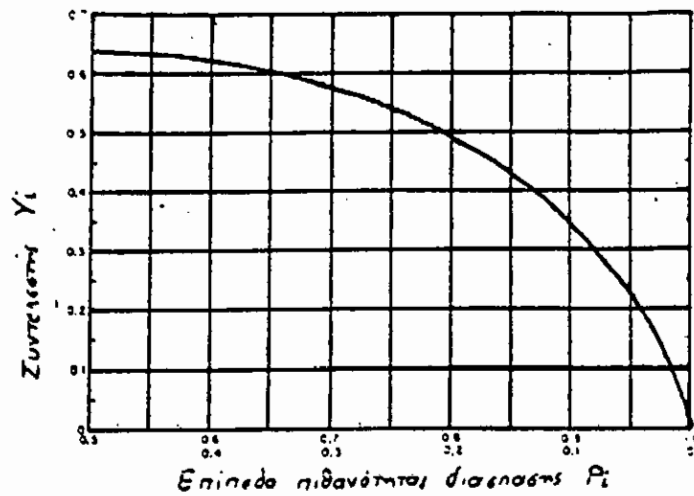
Η αντιπροσωπευτικότερη τιμή του σ_k θα δίνεται από την σχέση

$$\sigma_k = \sum \eta_{ki} w_i \sigma_{ki} / \sum \eta_{ki} w_i, \quad i = 1 \text{ έως } m \quad (2)$$

όπου $\sigma_{ki} = \sigma_i$ και m το πλήθος των πειραματικών σημείων.

Ξεκινώντας, έτσι, με την παραδοχή πως η τιμή του $U_{k50\%}$ που καθορίστηκε από την αρχική οπτική παρεμβολή, των πειραματικών σημείων $P_{ki}-U_{ki}$, είναι η θεωρητικά αντιπροσωπευτικότερη, καθορίζεται από την σχέση (2), το θεωρητικά καταλληλότερο σ_k . Γίνεται στη συνέχεια δεκτό, πως το σ_k αυτό είναι το θεωρητικά αντιπροσωπευτικότερο και επιδιώκεται η διόρθωση του $U_{k50\%}$, με την πιο κάτω μέθοδο.

Αν από κάθε πειραματικό σημείο ($P_{ki}-U_{ki}$), χαρακτηί μία ευθεία, που να έχει σαν τυπική απόκλιση, την τιμή του σ_k , που καθορίστηκε πιο πάνω, από την εξίσωση (2), όλες αυτές οι ευθείες, θα είναι παράλληλες και από κάθε μία τους μπορεί να οριστεί μία τιμή $U_{k50\%}$. Η μέση αντιπροσωπευτικότερη τιμή, του $U_{k50\%}$, προκύπτει, σαν η μέση τιμή όλων των $U_{k50\%}$, με την προϋπόθεση, πως σε κάθε ένα από αυτά εφαρμόζεται πάλι ένας συντελεστής βαρύτητας, που αφορά τον αριθμό εφαρμογών της τάσης και που είναι ο αριθμός h_k και ένας άλλος συντελεστής $Y_{ik}=Y_i$, που εξαρτάται, από το επίπεδο της πιθανότητας $P_{ik}=P_i$. Με την ίδια παραδοχή που έγινε για τα σ_k μπορεί να δειχτεί, πως ο συντελεστής Y_i , δίνεται από την καμπύλη του σχήματος 21.



Σχήμα 21: Καμπύλη για τον συντελεστή βαρύτητας Y_i όταν το σ θεωρείται γνωστό.

Η αντιπροσωπευτικότερη τιμή του $U_{κ50\%}$, δίνεται από την σχέση:

$$U_{50} = \frac{\sum n_{ki} Y_i U_{50i}}{\sum n_{ki} Y_i} \quad , i=1 \text{ έως } m,$$

όπου $U_{κ50i} = U_{50i}$ και m το πλήθος των πειραματικών σημείων

Με το νέο καθορισμό του $U_{κ50\%}$ μπορεί να γίνει, νέα διόρθωση του $\sigma_{κ}$. Οι τιμές των $\sigma_{κ}$ και $U_{50\%}$, που θα προκύψουν, από τις διαδοχικές αυτές προσεγγίσεις, θα πλησιάζουν όλο και περισσότερο σε ένα όριο, που θα είναι το πιο αντιπροσωπευτικότερο των πειραματικών σημείων. Συνήθως μία ή δύο προσεγγίσεις είναι αρκετές.

Επίδραση ατμοσφαιρικών συνθηκών στην τάση διάσπασης του αέρα

Το βασικό φυσικό φαινόμενο, που διέπει την ηλεκτρική διάσπαση του αέρα, είναι ο προοδευτικός ιονισμός, των ουδέτερων μορίων, από ελεύθερα ηλεκτρόνια, που επιταχύνονται όταν βρεθούν μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο. Για να αρχίσει ο ιονισμός αυτός, χρειάζονται μερικά αρχικά ελεύθερα ηλεκτρόνια, τα οποία υπάρχουν σχεδόν πάντα, μέσα στον αέρα. Για να επιτευχθεί ένας ιονισμός, το σχετικό ηλεκτρόνιο, πρέπει, πριν από την σύγκρουσή του, με ένα ουδέτερο άτομο, να έχει ήδη αποκτήσει αρκετή ενέργεια, δηλαδή αρκετή ταχύτητα. Η ταχύτητα του ηλεκτρονίου κατά τη στιγμή της σύγκρουσης, εξαρτάται αφ' ενός από την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και αφ' ετέρου από την ελεύθερη απόσταση, που είχε την ευκαιρία να

διανύσει, πριν από την σύγκρουση. Η μέση ελεύθερη απόσταση, που έχει την δυνατότητα να διανύσει ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο, πριν από μία σύγκρουση, εξαρτάται, από την πυκνότητα του αέρα. Η πυκνότητα του αέρα, εξαρτάται, δε, από την πίεση και την θερμοκρασία. Έτσι σύμφωνα με τον μηχανισμό αυτόν, η τάση διάσπασης ενός διάκενου αέρος, εξαρτάται, από την ατμοσφαιρική πίεση και την θερμοκρασία.

Έχει αποδειχθεί όμως, θεωρητικά αλλά και πειραματικά, πως, για συνήθεις διακυμάνσεις της, η θερμοκρασία του αέρα, δεν προσδίδει αρκετή ενέργεια, στα ηλεκτρόνια, ώστε να επηρεάζεται απ' αυτή η ενεργειακή τους κατάσταση. (σημειώνεται πάντως ότι με την αύξηση της, μειώνεται η τάση διάσπασης).

Από όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, προκύπτει, πως ο ιονισμός από κρούσεις ηλεκτρονίων, με ουδέτερα άτομα, είναι καταρακτώδες φαινόμενο. Ένα αρχικό ηλεκτρόνιο, ελευθερώνει άλλο ένα (καμία φορά και περισσότερα από ένα) και έτσι προκύπτουν δύο ηλεκτρόνια, τα δύο κατόπιν γίνονται τέσσερα κ.ο.κ.. Στην πραγματικότητα όμως, δεν παραμένουν διαθέσιμα όλα τα ηλεκτρόνια, που δημιουργούνται από τους διαδοχικούς ιονισμούς. Μερικά από αυτά, που δεν προφταίνουν να αποκτήσουν αρκετή ταχύτητα (κατά συνέπεια ενέργεια), όταν συγκρουστούν με ένα άτομο, το οποίο μάλιστα έχει την ικανό-

τητα να ενσωματώνει ελεύθερα ηλεκτρόνια (ηλεκτρο-αρνητικό), ενσωματώνονται μ' αυτό και έτσι σχηματίζεται ένα αρνητικό ιόν. Ένα τέτοιο ιόν, εξ' αιτίας της μεγάλης του μάζας, δεν μπορεί να επιταχυνθεί αξιόλογα, από το ηλεκτρικό πεδίο και έτσι είναι άχρηστο για την εξέλιξη του ιονισμού. Η απώλεια αυτή ηλεκτρονίων, είναι τόσο μεγαλύτερη όσα περισσότερα ηλεκτροαρνητικά άτομα ή μόρια, υπάρχουν στον αέρα. Τα μόρια των υδρατμών, συμβαίνει να είναι ηλεκτρο-αρνητικά.

Όσο περισσότερα μόρια υδρατμών, υπάρχουν λοιπόν μέσα στον αέρα, δηλαδή όσο περισσότεροι υδρατμοί, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι, η τάση που απαιτείται για την διάσπαση ενός διακένου. Επειδή η επίδραση των μορίων υδρατμών, εξαρτάται από τον σχετικό αριθμό αυτών, ως προς τα μόρια του αέρα, η επίδραση αυτή θα εξαρτάται, από την απόλυτη υγρασία, δηλαδή τα γραμμάρια υδρατμών ανά κυβικό μέτρο αέρος (κανονικής θερμοκρασίας και πίεσεως) και όχι από την σχετική υγρασία, που εξαρτάται και από την θερμοκρασία. Σημειώνεται πως όσα αναφέρθηκαν, ισχύουν για μόρια υδρατμών και όχι για σταγονίδια νερού, που σχηματίζονται μετά την συμπύκνωση των υδρατμών.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, πιο πάνω, οι κύριοι ατμοσφαιρικοί παράγοντες που επηρεάζουν την τάση διάσπασης του αέρα είναι :

α) Η πυκνότητα του αέρα, που χαρακτηρίζεται με τη σχετική πυκνότητα (RAD), δηλαδή τον λόγο της μάζας μιας ποσότητας αέρα, προς την μάζα ίδιου όγκου, αλλά υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσεως και

β) Η απόλυτη υγρασία, μετρούμενη σε γραμμάρια υδρατμών, ανά κυβικό μέτρο αέρα κανονικών συνθηκών (gr/m^3).

Η επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών, στην τάση διάσπασης καθορίζεται με τον λόγο της τάσης διάσπασης, ενός διακένου, υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, προς την τάση διάσπασης του ίδιου διακένου, υπό τις κρατούσες ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ο λόγος αυτός, εκφράζεται με έναν συντελεστή, με τον οποίο πρέπει να πολλαπλασιαστεί η τάση διάσπασης που προκύπτει από τις κρατούσες καιρικές συνθήκες, για να προκύψει η τάση διάσπασης υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ο συντελεστής αυτός, ονομάζεται *συντελεστής διόρθωσης ατμοσφαιρικών συνθηκών*, ένας για την πυκνότητα του αέρα και ένας για την υγρασία.

Ως κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, δεχόμαστε τις παρακάτω :

Θερμοκρασία : $T_o = 20^\circ\text{C}$.

Ατμοσφαιρική πίεση : $P_o = 760 \text{ mmHg}$ ή 100 Kpa

Απόλυτη υγρασία : $H_o = 11\text{gr/m}^3$

Ο συντελεστής διόρθωσης της τάσης για την πυκνότητα του αέρα και για σχετικά μικρά διάκενα (2m) είναι με την σχετική πυκνότητα του αέρα :

$$Kd = (P/P_o) \cdot (T_o/T)$$

όπου:

P : Η επικρατούσα ατμοσφαιρική πίεση

P_o : Η κανονική ατμοσφαιρική πίεση

T_o : $273 + T_o$ η κανονική θερμοκρασία σε KELVIN

T : $273 + T$ η επικρατούσα θερμοκρασία σε KELVIN.

Επειδή η σχετική πυκνότητα του αέρα, αυξάνει με την ατμοσφαιρική πίεση και μειώνεται με την θερμοκρασία, την ίδια

επίδραση θα έχουν οι δύο αυτές παράμετροι στην τάση διάσπασης του αέρα. Από την παρατήρηση αυτή, προκύπτει ότι, εγκαταστάσεις υψηλής τάσης, που βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα, θα παρουσιάζουν μειωμένη τάση διάσπασης και αυτό θα είναι ένα γεγονός που θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά τη σχεδίαση τέτοιων εγκαταστάσεων.

Ο φυσικός μηχανισμός, με τον οποίο η υγρασία επηρεάζει την τάση διάσπασης, είναι εξαιρετικά πολύπλοκος. Η διάσπαση, ιδίως σε μεγάλα διάκενα, συντελείται σε τρεις διακεκριμένες φάσεις : την αρχική κορόνα, τον οχετό προεκκένωσης και το τελικό πήδημα. Η διάρκεια και η σπουδαιότητα κάθε μιας από αυτές τις φάσεις, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, ένας από τους οποίους (που έχει και την μεγαλύτερη επίδραση), είναι το μήκος του διακένου. Σε μικρά διάκενα, κυριαρχεί η πρώτη φάση της αρχικής κορόνας, ενώ σε μεγαλύτερα διάκενα, αποκτά μεγαλύτερη σπουδαιότητα η φάση του οχετού προεκκένωσης.

Η απώλεια ηλεκτρονίων, εξ' αιτίας της ενσωμάτωσής τους με τα ηλεκτροαρνητικά μόρια των υδρατμών, επηρεάζει βασικά την φάση της αρχικής κορόνας. Πειράματα όμως, έχουν δείξει ότι η παρουσία των μορίων υδρατμών επηρεάζει επίσης την φάση του οχετού προεκκένωσης, με ένα μηχανισμό που δεν είναι απόλυτα γνωστός. Ανάλογα λοιπόν, με το μήκος του διακένου, επειδή

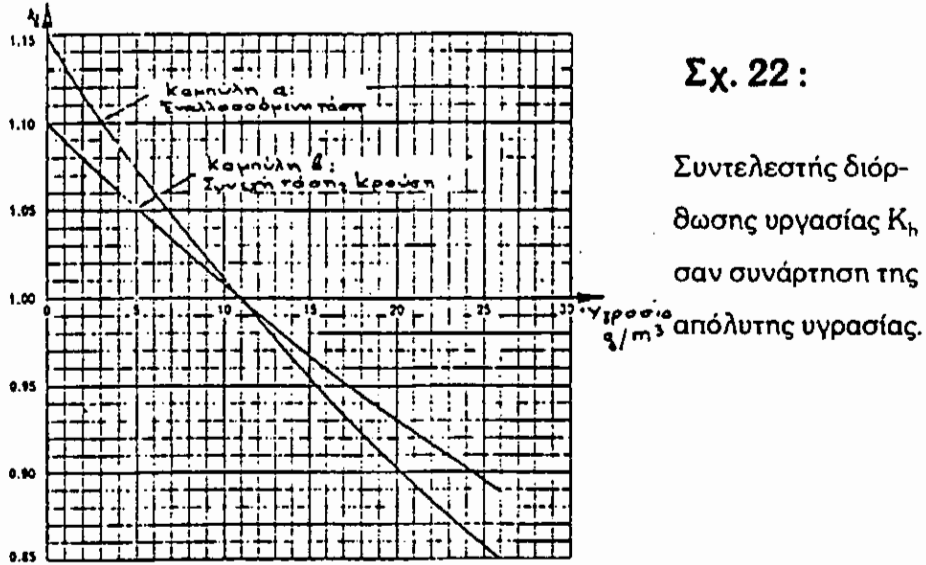
κάθε μια από τις φάσεις της διάσπασης, αποκτά διαφορετική σπουδαιότητα; η επίδραση της υγρασίας μεταβάλλεται.

Πειράματα έχουν δείξει, πως η επίδραση της υγρασίας, μειώνεται, όσο το μήκος του διακένου αυξάνει.

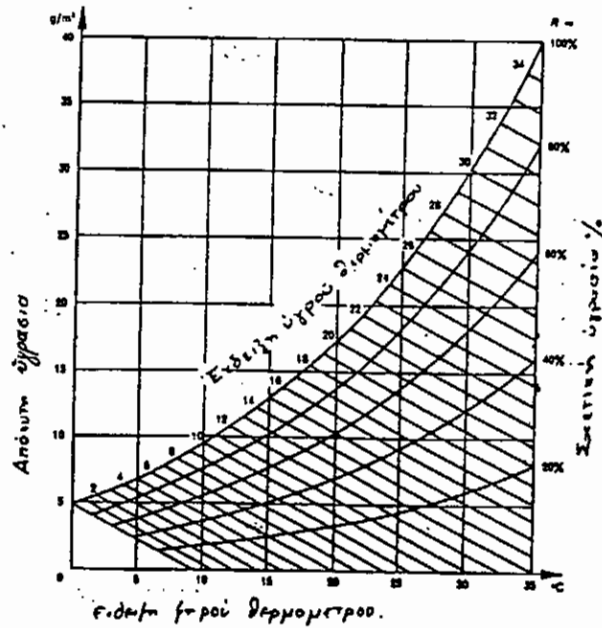
Ένα άλλο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, που παρουσιάζει η υγρασία, είναι ότι η επίδραση της δεν είναι συνεχής. Η μεταβολή δηλαδή του μεγέθους του συντελεστή διόρθωσης, με το μέγεθος της υγρασίας, δεν είναι συνεχής. Για ένα ορισμένο ποσό υγρασίας, που εξαρτάται από διάφορους άλλους δευτερογενείς παράγοντες ο συντελεστής παρουσιάζει ένα απότομο πήδημα.

Όλες οι πάνω παρατηρήσεις, δείχνουν πως η διόρθωση της τάσης διάσπασης, για την επίδραση της υγρασίας, είναι και πολύπλοκη και αβέβαιή. Παρ' όλα αυτά, έχουν καθοριστεί πειραματικοί συντελεστές, που καλύπτουν τις πιο συνήθεις περιπτώσεις.

Οι συντελεστές αυτοί, δείχνονται από το σχήμα 22 :



Η πιο συνήθης, μέθοδος μέτρησης της υγρασίας, είναι με δύο θερμομέτρα ένα υγρό και ένα ξηρό. Η σχετική και η απόλυτη υγρασία, προκύπτουν από τις ενδείξεις των δύο θερμομέτρων, με την βοήθεια του διαγράμματος του σχήματος 23.



Σχ. 23 : Διάγραμμα για τον υπολογισμό της απόλυτης υγρασίας του αέρα.

Εξάρτηση του συντελεστή K_h από την μεταβολή της πυκνότητας

Στην εύρεση του συντελεστή K_h , σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο λάβαμε υπ' όψιν, μόνο την απόλυτη υγρασία και την μορφή της επιβαλλόμενης τάσης.

Πειραματικά αποτελέσματα, με επιβολή κρουστικής τάσης, έχουν δείξει, ότι υπάρχει εξάρτηση του συντελεστή K_h και από την σχετική πυκνότητα. Όταν μειώνεται, η σχετική πυκνότητα του αέρα, αυξάνεται η επίδραση της υγρασίας, στην τάση διάσπασης.

Αυτό εξηγείται και από φυσικής απόγεως. Όταν η απόλυτη υγρασία παραμένει σταθερή, μία μείωση της σχετικής πυκνότητας του αέρα, θα έχει σαν αποτέλεσμα, μία αύξηση του ποσοστού των μορίων των υδρατμών στον αέρα. Έτσι, για κάθε σύγκρουση μεταξύ ηλεκτρονίων και μορίων, η πιθανότητα δημιουργίας αρνητικών ιόντων, θα αυξηθεί. Επομένως, θα πρέπει, να αναμένεται μια εντονότερη επίδραση της υγρασίας.

Μετά από σειρά πειραμάτων, με επιβολή κρουστικής τάσης, βρέθηκε καινούργιος ορισμός του συντελεστή K_h , που λαμβάνει υπ' όψη του και την επίδραση της σχετικής πυκνότητας:

$$K_h = \frac{1}{1 + \frac{h - h_0}{100 K_d}}$$

όπου h : η απόλυτη υγρασία που επικρατεί την στιγμή της διεξαγωγής του πειράματος.

$$h_0 : 11 \text{ g/M}^3$$

K_d : σχετική πυκνότητα

Τα παραπάνω στοιχεία, είναι απαραίτητα για την επεξεργασία των μετρήσεων, που θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4ο

Διεξαγωγή του πειράματος

Στο εργαστήριο Υψηλών Τάσεων, του Πανεπιστημίου Πατρών, υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας Κα. Ε. Πυργιώτη, έγιναν, το ακαδημαϊκό έτος 1994 - 1995, μετρήσεις πάνω σε ανομοιογενή διάκενα ράβδου - πλάκας, φέρουσα επί αυτής, δύο παράλληλους αγωγούς, για τον προσδιορισμό της κριτικής τάσης διάσπασης $U_{50\%}$ και της τυπικής απόκλισης σ , κάθε φορά. Το μήκος του διακένου, ήταν την μία φορά 40 cm και την άλλη 10 cm.

Η τοπολογία της κρουστικής γεννήτριας, που χρησιμοποιήθηκε, για την καταπόνηση των κείμενων επί της πλάκας αγωγών, εξ χαλκού, παρουσιάσθηκε στο κεφάλαιο 2.

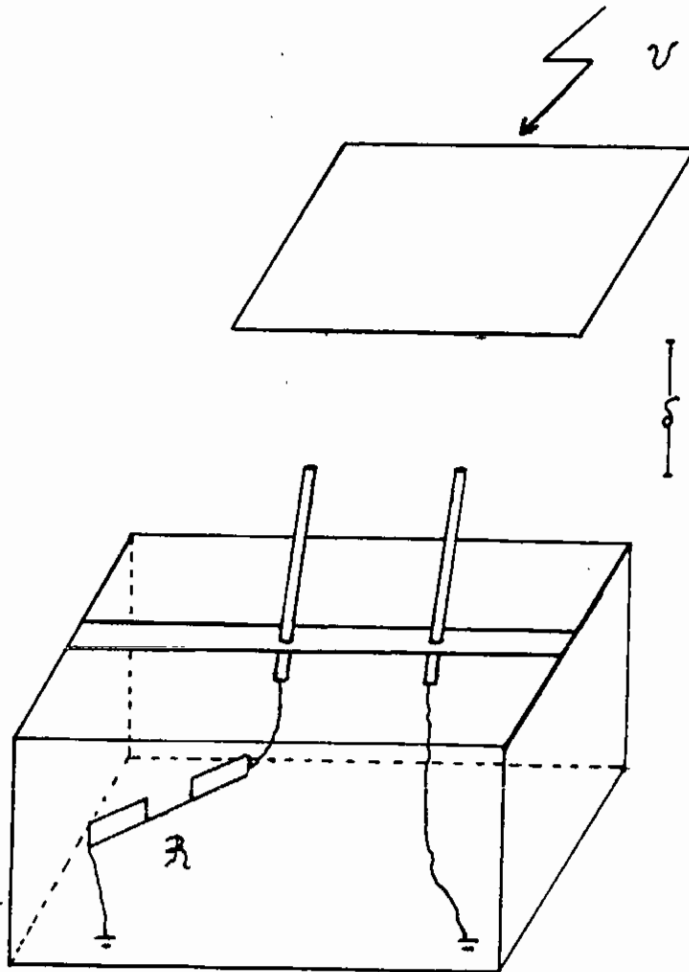
Το πείραμα περιλαμβάνει 4 έως 5 φύλλα, των 50 μετρήσεων το καθένα, για την κάθε μία από τις περιπτώσεις.

Η κρουστική τάση που χρησιμοποιήθηκε, για την διεξαγωγή του πειράματος, ήταν της μορφής $I / 36 \mu\text{sec}$, αρνητικής πολικότητας.

Ρυθμίζουμε, κατ' αρχήν, το διάκενο που σχηματίζεται από μία ράβδο εξ' ορειχάλκου (συνδεδεμένη με την κρουστική γεννήτρια, τερματίζουσα σε ακίδα) και από την πλάκα του δαπέδου από μπετόν. Επί της πλάκας, βρίσκονται, δύο παράλληλοι χάλκινοι αγωγοί, σε απόσταση μεταξύ τους 40 cm ή 10 cm, κάθε φορά. Τα παραπάνω εξάλλου φαίνονται και στην σχηματική αναπαράσταση της πειραματικής διάταξης που δίνεται πιο κάτω.

Κατόπιν, ξεκλειδώνουμε το CONTROL BOX και ενεργοποιούμε το πράσινο μπουτόν εκκίνησης, ώστε να πέσει η ράβδος γείωσης. Αν αυτή, επανέλθει στην αρχική της κατάσταση, που σημαίνει ότι δεν ενεργοποιήθηκε η γεννήτρια, επαναλαμβάνουμε συνεχώς, ώσπου να μείνει μόνιμα πεσμένη.

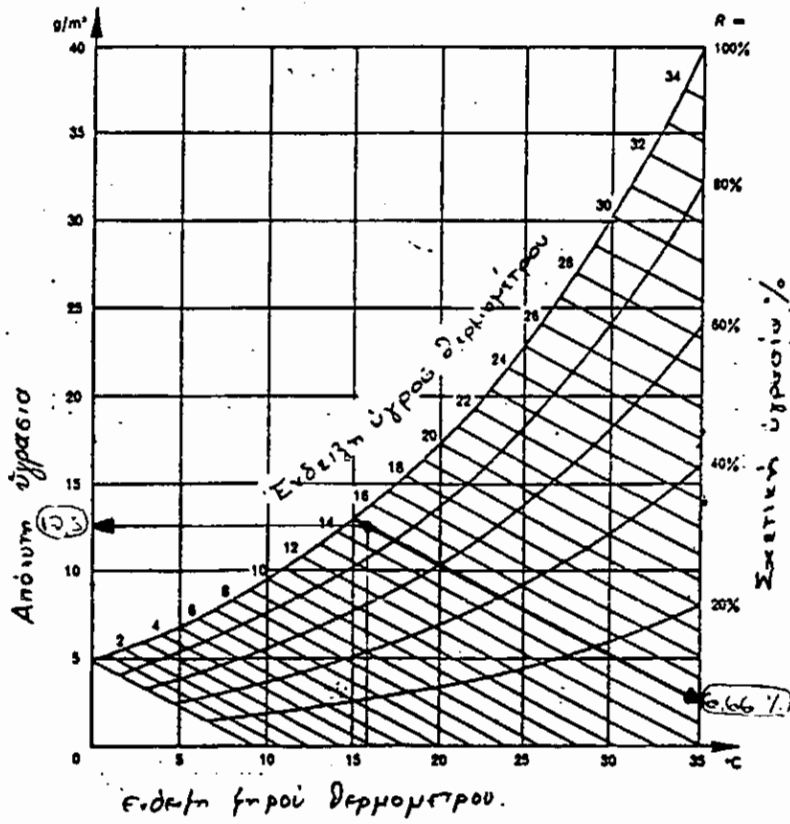
Ας πάρουμε τώρα, για παράδειγμα, το πρώτο φύλλο μετρήσεων. Το διάκενο μεταξύ ράβδου και πλάκας είναι $\delta = 40$ cm, ενώ επί της πλάκας βρίσκονται δύο παράλληλοι χάλκινοι αγωγοί, που απέχουν μεταξύ τους 40 cm. Ο ένας από τους δύο αγωγούς είναι μηδενικής αντίστασης ενώ ο άλλος έχει αντίσταση 4 K Ω .



Σχήμα 25 : Πειραματική διάταξη, ανομοιογενούς πεδίου πλάκας -
ραβδών, μεταβλητού διακένου δ , φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους
αγωγούς, ο ένας εκ των οποίων είναι μεταβλητής αντίστασης R .

Μετρούμε, την ατμοσφαιρική πίεση της συγκεκριμένης ημέρας, που γίνεται το πείραμα. Αναγράφουμε τώρα την τιμή της, η οποία στην περίπτωση αυτή είναι 757.5 mmHg. Η τιμή αυτή όπως έχει αναφερθεί χρειάζεται για να ληφθεί υπ' όψιν, η πυκνότητα του αέρα στην διόρθωση της τάσης. Αμέσως μετά, αναγράφουμε την ένδειξη του ξηρού και του υγρού θερμομέτρου, που στην περίπτωση μας είναι, 16 °C και 15 °C, αντίστοιχα. Με την βοήθεια του διαγράμματος του σχήματος 24, μπορούμε να βρούμε την απόλυτη υγρασία, σε gr/m^3 και την σχετική υγρασία, επί τοις εκατό.

Εδώ οι τιμές αυτές, είναι $12.5 \text{ gr}/\text{m}^3$ και 6.66%, αντί-στοιχα. Η συγκεκριμένη διαδικασία, εύρεσης των τιμών αυτών, φαίνεται παρακάτω, όπου παραθέτουμε, εκ νέου, το διάγραμμα του σχ. 24.



Σχήμα 24: Διάγραμμα για την εύρεση της απόλυτης υγρασίας του αέρα.

Μπορούμε τώρα, μετά από την διαδικασία που περιγράφηκε, να βρούμε από την αρχή την σχέση $K_d = (P/P_0) \times (T_0/T)$, τον συντελεστή διόρθωσης της τάσης, για την πυκνότητα του αέρα. Τοποθετώντας, όπου $P = 757.5$ mmHg και $T = 273 + 16 = 289$ K (16°C είναι η ένδειξη του ξηρού θερμομέτρου), θα έχουμε:

$$K_d = \frac{757.5}{760} \times \frac{273}{289}$$

$$K_d = 1.0105$$

Από την σχέση $K_h = 1 / \{1 + [(h-h_0)/100 K_d]\}$, βρίσκουμε τον συντελεστή διόρθωσης, για την υγρασία, ως εξής:

$$K_h = 1 / \{1 + (12.5-11) / [100 \times 1.0105]\} = 0.985$$

Ο λόγος $(K_d/K_h) = 1.0255$, θα χρησιμοποιηθεί, κατόπιν, για την διόρθωση της τάσης διάσπασης.

Αυτή η διαδικασία, ακολουθείται για κάθε φύλλο μετρήσεων. Όταν φυσικά αλλάζουν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες (πίεση, απόλυτη υγρασία) τότε, χρησιμοποιώντας τις ίδιες σχέσεις, θα βρούμε άλλη τιμή για τον λόγο (K_d/K_h) . Έτσι, για τα φύλλα 1-5, του πρώτου πακέτου των μετρήσεων, έχουμε: $(K_d/K_h) = 1.0255$.

Μετά διαλέγουμε μία τάση, περιστρέφοντας τον διακόπτη Charging range και δίνουμε έναυση, με το μπουτόν Trigger.

Κάθε 20 sec, επαναλαμβάνουμε την έναυση και παρατηρούμε την ένδειξη του κρουστικού βολτομέτρου, καθώς επίσης και αν έγινε διάσπαση ή όχι. Αν μετά την έναυση προκλήθηκε διάσπαση μεταξύ ράβδου και πλάκας, ενδιαφέρον παρουσιάζει, αν αυτή η διάσπαση έγινε στην ράβδο με την αντίσταση, στην ράβδο χωρίς την αντίσταση ή και στις δύο ράβδους ταυτόχρονα. Σημειώνουμε στα φύλλα μετρήσεων, με το σύμβολο " - " την μη διάσπαση, ενώ με το "+" την διάσπαση. Αν η διάσπαση έγινε στην ράβδο χωρίς την αντίσταση τότε συμβολίζεται με "+_x", αν έγινε στην ράβδο με την αντίσταση τότε συμβολίζεται με "+_A", ενώ αν έγινε και στις δύο ράβδους ταυτόχρονα συμβολίζεται "+".

Αφού κατά τον προαναφερθέντα τρόπο, καταγράφουμε 50 μετρήσεις για κάθε φύλλο, βρίσκουμε τον αριθμό διασπάσεων που γίνανε, είτε στη ράβδο με την αντίσταση η σε αυτήν χωρίς, είτε και στις δύο ράβδους και υπολογίζουμε την πιθανότητα διάσπασης, επί τοις εκατό. Έτσι, για παράδειγμα, στο φύλλο μετρήσεων 1, έχουμε οκτώ (8) διασπάσεις (+_{ολ} = 8) για 50 δοκιμές ($n_x=50$), που σημαίνει ότι η πιθανότητα διάσπασης, θα είναι : $(8/50) \times 100 = 16 \%$. Κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο, μπορούμε να βρούμε την πιθανότητα διάσπασης, είτε στη ράβδο με την

αντίσταση, είτε στη ράβδο χωρίς την αντίσταση, είτε και στις δύο ράβδους ταυτόχρονα.

Έτσι, στο συγκεκριμένο φύλλο μετρήσεων 1, θα έχουμε 4 διασπάσεις στην ράβδο χωρίς την αντίσταση ($+_x = 4$), και 4 διασπάσεις στην ράβδο με την αντίσταση ($+_A = 4$), ενώ δεν έχουμε διασπάσεις και στις δύο ράβδους ταυτοχρόνως ($+ = 0$).

Κατόπιν, υπολογίζουμε τον μέσο όρο των τάσεων μη διάσπασης, επειδή τότε περνά όλη η τάση μέσα από το διάκενο. Στο παράδειγμα μας, η τιμή αυτή είναι 93.797 Volt. Μετατρέπουμε κατόπιν τον μέσο όρο των τάσεων μη διάσπασης στην πραγματική τάση που δίνει η γεννήτρια, πολλαπλασιάζοντας την τιμή αυτή, με τον συντελεστή του βολτομέτρου, που είναι η τιμή τέσσερα (4) και με τον λόγο του καταμεριστή, που εδώ είναι 241. Έτσι η τιμή της τάσης διάσπασης, θα γίνει : $(93.797) \times (4) \times (241) = 90.42 \text{ KV}$.

Για να βρούμε τώρα το επίπεδο της τάσης διάσπασης (διορθωμένη τιμή, σύμφωνα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες) πολλαπλασιάζουμε τον μέσο όρο της τάσης διάσπασης (90.42 kV), με τον λόγο $(K_d/K_n) = 1.0255$. Έτσι θα έχουμε : $(90.42) \times (1.0255) = 92.725 \text{ kV}$. Αυτή λοιπόν είναι για το φύλλο μετρήσεων 1 η τιμή του επιπέδου για την τάση διάσπασης. Κατά τον ίδιο

ακριβώς τρόπο, αφού αλλάζουμε την τάση, περιστρέφοντας τον διακόπτη Charging range, βρίσκουμε τα υπόλοιπα φύλλα μετρήσεων και κατόπιν κάνουμε τους απαραίτητους υπολογισμούς.

Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι σε κάθε πακέτο μετρήσεων υπάρχει φύλλο μετρήσεων με $P_k = 100\%$, όπου στις μετρήσεις αυτές είχαμε πάντα διάσπαση. Η πιθανότητα όμως αυτή (100%) δεν μας χρησιμεύει στην επεξεργασία των μετρήσεων που θα περιγραφεί παρακάτω, παρόλα αυτά θα μας βοηθήσει στα συμπεράσματα που θα βγουν και θα αφορούν την κατανομή των διασπάσεων ανάλογα με την αντίσταση και το διάκενο και το πως αυτή η κατανομή αλλάζει ενδεχομένως από μικρές στις μεγάλες πιθανότητες.

Επεξεργασία Μετρήσεων

Βασιζόμενοι τώρα στο κεφάλαιο 3 και σε όσα προαναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, θα παραθέσουμε την επεξεργασία των μετρήσεων, για το πρώτο πακέτο των μετρήσεων (φύλλα μετρήσεων 1-5). Η διαδικασία αυτή, ακολουθείται και για τα άλλα πακέτα μετρήσεων.

	$P_{κi}$ (%)	$U_{κi}$ (kV)
1	16	92.725
2	44	94.373
3	70	95.429
4	82	95.946

Κατόπιν, με την μέθοδο της οπτικής παρεμβολής, χαράζουμε μία ευθεία, η οποία να διέρχεται ανάμεσα από τα πειραματικά σημεία. Μ' αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να βρούμε την πρώτη τιμή του $U_{50\%}$ η οποία εδώ είναι $U_{50\%}' = 94.5$ kV.

Η πρώτη τιμή της σ , θα είναι $\sigma' = U_{50\%}' - U_{16\%}' = 94.5 - 93.4 = 1.1$ kV. Κατόπιν, θεωρώντας ότι η πρώτη τιμή της $U_{50\%}$ είναι σωστή, προσπαθούμε να διορθώσουμε την πρώτη τιμή της σ . Αυτό θα γίνει αν στο φύλλο κανονικής κατανομής, φέρουμε τώρα, ευθείες που διέρχονται από το σημείο $P_{50\%} - U_{50\%}'$ και τα πειραματικά σημεία ($P_{κi} - U_{κi}$). Αυτές όλες οι ευθείες, έχουν φυσικά ίδιο $U_{50\%}$

και διαφορετικό σ . Αυτά, τα διαφορετικά σ , βρίσκονται από τη σχέση $\sigma_{ki} = U_{κ50\%}' - (U_{κ16\%})_i$. Εδώ θα είναι :

$$\sigma_1' = 94.5 - 92.725 = 1.775 \text{ kV}$$

$$\sigma_2' = 94.5 - 93.4 = 1.1 \text{ kV}$$

$$\sigma_3' = 94.5 - 92.6 = 1.9 \text{ kV}$$

$$\sigma_4' = 94.5 - 92.85 = 1.65 \text{ kV}$$

Κατόπιν, από τη σχέση $\sigma = \sum \eta_i w_i \sigma_i' / \sum \eta_i w_i$, ($i = 1-4$) βρίσκουμε την νέα τιμή του σ , που είναι $\sigma'' = 1.763 \text{ KV}$.

Θεωρώντας τώρα την τιμή αυτή σωστή, προσπαθούμε να διορθώσουμε την τιμή του $U_{50\%}$. Αυτό θα γίνει αν στο φύλλο κανονικής κατανομής χαράζουμε την ευθεία με $U_{50\%} = 94.5 \text{ kV}$ και $\sigma'' = 1.763 \text{ kV}$ και φέρουμε από όλα τα πειραματικά ση-μεία, ευθείες παράλληλες στην προαναφερόμενη ευθεία, δηλαδή ευθείες με το ίδιο $\sigma'' = 1.763 \text{ kV}$. Μπορούμε έτσι να βρούμε τα $U_{50\%}$ για κάθε ευθεία. Αυτά είναι :

$$U_{50\%1}' = 94.5 \text{ kV}$$

$$U_{50\%2}' = 94.62 \text{ kV}$$

$$U_{50\%3}' = 94.55 \text{ kV}$$



$$U_{50\%4} = 94.35 \text{ kV}$$

Κατόπιν από τη σχέση $U_{50} = \sum \eta_i Y_i U_{50i} / \sum \eta_i Y_i$, ($i = 1-4$) βρίσκουμε νέα τιμή του U_{50} , που είναι $U_{50}'' = 94.516 \text{ kV}$.

Επειδή η νέα τιμή του U_{50} ($U_{50}'' = 94.516 \text{ kV}$) διαφέρει λιγότερο από 0.1 kV της προηγούμενης τιμής ($U_{50}' = 94.5 \text{ kV}$) θεωρούμε πως αυτή η τιμή είναι η σωστή και σταματάμε την διόρθωση.

Σε άλλα πακέτα μετρήσεων χρειάστηκαν δύο ή και τρεις διορθώσεις για να πλησιάσουμε στο όριο του 0.1 kV . Σε αυτές τις περιπτώσεις ακολουθούμε την ίδια ακριβώς διαδικασία έχοντας όμως τώρα ήδη έτοιμο ένα $U_{50\%}$ ($U_{50\%}''$) και σ (σ''), για την χάραξη της ευθείας της δεύτερης διόρθωσης του σ που πριν έγινε με την μέθοδο της οπτικής παρεμβολής. Αυτή η διαδικασία ακολουθήθηκε στο δεύτερο πακέτο μετρήσεων όπου δεν ήταν ικανοποιητικές οι τιμές της πρώτης διόρθωσης.

Μετά από όλη αυτήν την διαδικασία και αφού βρεθούν ικανοποιητικές τιμές για τα U_{50} και σ χαράζουμε, με βάση αυτές, την "καλύτερη ευθεία".

Στην αρχή κάθε πακέτου μετρήσεων περιγράφεται το σύστημα (τιμή αντίστασης, απόσταση διακένου κ.λ.π.), ενώ καταγράφονται

και οι ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούσαν την ώρα της εκτέλεσης του. Επίσης υπάρχει και ένας πίνακας σε κάθε πακέτο που δείχνει αναλυτικά που έγιναν οι διασπάσεις, την πιθανότητα διάσπασης στην κάθε ράβδο ή και στις δύο μαζί, και το επίπεδο της τάσης διάσπασης για κάθε πιθανότητα.

Με βάση τις τιμές του προαναφερθέντος πίνακα, φέρουμε την γραφική παράσταση $(P_x / P_{ολ}) \times 100\%$ (επί τοις εκατό στην ράβδο χωρίς την αντίσταση), συναρτήσει της $P_{ολ}\%$. Ακολουθεί, τέλος η γραφική παράσταση της $P_x\%$ συναρτήσει της $P_{ολ}\%$ σε μιλιμετρέ χαρτί. Αυτές οι γραφικές θα μας βοηθήσουν ώστε να βγάλουμε συμπεράσματα για την κατανομή των διασπάσεων στις δύο ράβδους, και να δούμε πως επηρεάζεται αυτή από την τιμή της αντίστασης και την απόσταση του διακένου.

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Νο 01
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 01 - 05

Διάκενο ράβδου - πλάκας, μήκους $\delta = \underline{40 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{4 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	757.5	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	16	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	15	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	12.5	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	6.66	%

$$U_{50} = 94.516 \text{ kV (x2)}$$

$$U_{16} = 92.753 \text{ kV (x2)}$$

$$\sigma = 1.763 \text{ kV}$$

**ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 01
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 01 - 05**

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ	
	t _{ολ}	t _χ	t _α	t	P _{ολ} %	P _χ %	P _α %	P%	U _κ [kV]	
1	8	4	4	0	16	8	8	0	Σ> 92.725	
2	22	2	18	2	44	4	36	4	Σ> 94.373	
3	35	18	13	4	70	36	26	8	Σ> 95.429	
4	41	23	17	1	82	46	34	2	Σ> 95.946	
5	50	38	3	9	100	76	6	18	-	

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_χ : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_χ, P_α, P υπολογίζονται με βάση των αριθμό των κρουσέων και τις διασπάσεις t_{ολ}, t_χ, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΠΛΕΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αριθμός Φύλλου Μετρήσεων : 24.

Σύντομη περιγραφή Πειρώματος : Ράβδος - Πλάκα
Ανεξαρτησία Ράβδου : Ρ. Ε. Α. Κ. Ε.
 Μήκος Διακένου : 40 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρο : 1/100 mm

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 753,5 mmHg
 Ενδειξη Επρού Θερμομέτρου : 16 °C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 15 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 12,5 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 67,5 %

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 92, 72,5 kV
Πιθανότητα Διασπάσεως : 16 %
Εντελεστές Βολτομέτρου : 7,5
Λόγος Καταμεριστή : 1,241
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 92,47 kV
Συντελεστής Διορθώσεως : ...

$k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (753,5/760) \times (293/287) = 1,0105$
 $k_H = 0,988$
 $k_d/k_H = (.....) = 1,0255$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	95	-	11	95	-	21	95	-	31	95	-	41	92	-
2	94	+x	12	94,5	+A	22	95	-	32	95	-	42	92	-
3	94	-	13	95	-	23	95	+A	33	95	+A	43	92	-
4	94	-	14	95	-	24	95	-	34	95	-	44	92	-
5	94	+x	15	94,5	-	25	95	+A	35	92,5	-	45	92	-
6	94	-	16	95	-	26	95	+x	36	92,5	-	46	92	-
7	94,5	-	17	95	-	27	95,5	+A	37	92,5	-	47	92	-
8	94,5	+x	18	95	-	28	95,5	-	38	92	-	48	92	-
9	94,5	-	19	95	-	29	95	-	39	91,5	-	49	91,5	-
10	95	-	20	95	-	30	95	-	40	92	-	50	92	-

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Εντελεστές Μετρήσεων
 Ηλεκτροστατικός Πλακώδης
 Διηλεκτρικός Πινακώδης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Λογμός φύλλου μετρήσεων : 02.

Εύνοση περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος διακένου : 4.0cm, Πολικότητα : (-), Μέτρημα : 4.76μm

Αποσφασιρικός συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 757.5...mmHg
 Ενδειξη Επρού θερμομέτρου : 16...°C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 15...°C
 Απόλυτη Υγρασία : 7.5...gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 6.66.....

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : 54.1373...kV
Προσδοκώμενη Διασπάσεως : 44.....
Συντελεστής Βολτομέτρου : 2.5.....
Λόγος Καταμεριστή : 1 : 24.....
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 52.927...kV
Συντελεστής Διαρρώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (757.5/760) \times (293/288) = 1.0105$
 $k_H = 0.9885$
 $k_D/k_H = (1.0105 / 0.9885) = 1.02225$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	94	-	11	95.5	-	21	95.5	-	31	95	+A
2	95	+A	12	95.5	+A	22	95.5	+A	32	95.5	-
3	95.5	+A	13	95.5	+A	23	96	+A	33	95.5	+A
4	95.5	+A	14	95.5	-	24	95.5	-	34	95.5	-
5	95.5	-	15	95.5	+A	25	95.5	+A	35	95.5	-
6	95.5	-	16	95.5	+A	26	95.5	+A	36	95.5	+A
7	95.5	+A	17	95.5	-	27	95.5	-	37	95.5	+A
8	95.5	+A	18	95.5	-	28	95.5	-	38	95.5	+A
9	95.5	-	19	95.5	-	29	95.5	-	39	95.5	+A
10	95	+A	20	95.5	-	30	95.5	-	40	95.5	+A

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρυσόχορδος (κλήμα)
 Μπρίντς (κλήμα)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗ ΤΑΙΕΙΟΝ

Ημερομηνία : Αριθμός Φύλλου Μετρήσεων : 022

Σύντομη περιγραφή Πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

Μήκος Διακένου : 40cm, Πολικότητα : (-), Μέτωπο : 1/2

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 93,429, κV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Συντελεστής Βολτομέτρου :
Λόγος Καταμεριστή :
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 93,057, κV
Συντελεστής Διορθώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (337 \div 760) \times (293 \div 255) = 1,5105$
 $k_H = 0,9785$
 $k_D/k_H = (.....) = 1,5355$

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση... mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου... °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου... °C
 Απόλυτη Υγρασία... g/m³
 Σχετική Υγρασία.....

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	96	-	21	97	-	31	96,5	-	41	97	-	51	97	-
2	96	+	22	97	-	32	96,5	-	42	97	-	52	97	-
3	96,5	+	23	97	+	33	96,5	+	43	97	+	53	97	+
4	97	+	24	97	+	34	96,5	+	44	97	+	54	97	+
5	97	+	25	97	+	35	96,5	+	45	96,5	-	55	96,5	-
6	97	+	26	97	-	36	97	+	46	97	+	56	97	+
7	97	+	27	96,5	+	37	97	+	47	97	+	57	97	+
8	97	+	28	96,5	+	38	96	+	48	97	+	58	97	+
9	97	+	29	97	+	39	96	+	49	96,5	-	59	96,5	-
10	97	+	30	96,5	+	40	97	+	50	97	+	60	97	+

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΠΙΛΕΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήθηκε
 Ηλεκτρονικό Βολτομέτρο

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αρ. Φύλλου Μετρήσεων : 57.

Σύντομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος διακένου : 4.0cm, Πολικότητα : (-), Μέγεθος : 1/200us

Ατμοσφαιρικές συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 757.5 mmHg
 Ενδειξη Επρού θερμομέτρου : 16.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 15.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 12.5 g/m³
 Σχετική Υγρασία : 60.5%

Επίπεδο τάσεως διασπάσεως : 95.946 kV
Πιθανότητα διασπάσεως : 0.2
Συντελεστής Βολτομέτρου : 2.1
Λόγος καταμεριστή : 1.241
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 97.561 kV
Συντελεστής διορθώσεως :
 $k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (25.5/760) \times (293/255) = 1.0105$
 $k_h = 0.9985$
 $k_D/k_h = (.....) = 1.0085$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	95.5	+x	11	97.5	+x	21	97.5	+x	31	98	+x	41	97.5	+x	51	97.5	+x
2	95.5	-	12	97.5	+x	22	97.5	-	32	98	+x	42	97.5	+x	52	97.5	+x
3	95.5	+x	13	97.5	+x	23	97.5	+x	33	98	+x	43	97.5	+x	53	97.5	+x
4	96.5	-	14	97	+x	24	97	-	34	98	+x	44	98	+x	54	98	+x
5	98	+x	15	97.5	+x	25	97.5	+x	35	97.5	+x	45	97.5	+x	55	97.5	+x
6	97.5	-	16	97	-	26	97.5	-	36	98	+x	46	98	+x	56	98	+x
7	97.5	+x	17	97.5	+x	27	97.5	+x	37	98	+x	47	98	+x	57	98	+x
8	97.5	-	18	97	+x	28	97.5	+x	38	98	+x	48	97.5	+x	58	97.5	+x
9	98	+x	19	97	+x	29	97.5	+x	39	97.5	+x	49	97.5	+x	59	97.5	+x
10	97.5	+x	20	97.5	+x	30	97.5	+x	40	97.5	-	50	97.5	+x			

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Επιτέλεση Μετρήσεων
 Χρησιμοποιήθηκε
 Χωρίς προσαρμογές

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΙΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αρ. φύλλου Μετρήσεων : 95

Σύντομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
Ανεπίσημα Πειράματα : $R = 4 \text{ k}\Omega$
 Μήκος Διακένου : 40 cm, Πολικότητα (+), Μέγεθος : 1/25 cm

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : kV
Πιθανότητα Διασπάσεως : 100%
Συντελεστής Βολτομέτρου : 1.4
Αόριστος Καταμεριστή : 1.24
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : kV

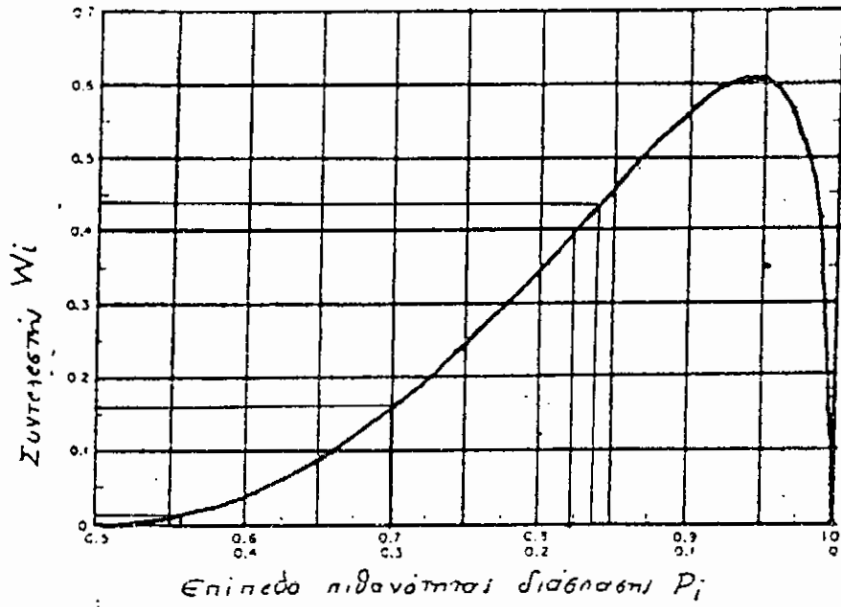
Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 757.5 mmHg
 Ενδειξη Ξηρού Θερμομέτρου : 16.5 °C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 15.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 17.5 g/m³
 Σχετική Υγρασία : 63.5%

Συντελεστής Διαρρόσεως :
 $k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (757.5/760) \times (293/273) = 1.05$
 $k_h = 0.985$
 $k_d/k_h = (1.05/0.985) = 1.065$

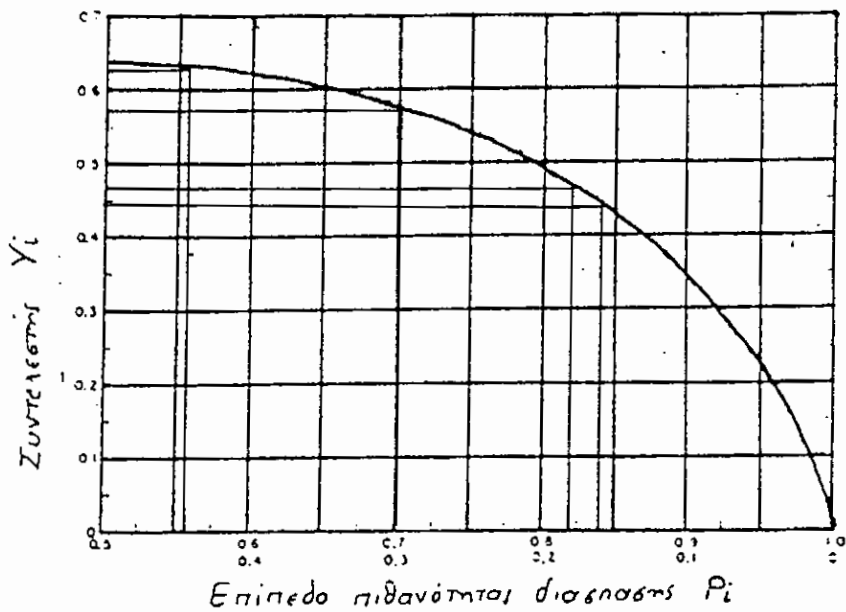
Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	100	±A	11	100	±x	21	100	±x	31	100	±A	41	100	±x
2	99.5	±x	12	100	±x	22	100	±x	32	100	±x	42	101	±
3	100	±	13	100	±	23	100	±x	33	100	±x	43	100	±x
4	99.5	±x	14	99.5	±x	24	100	±	34	100	±	44	101	±x
5	100	±x	15	99.5	±x	25	99.5	±	35	100	±x	45	100.5	±x
6	100	±x	16	100	±x	26	100	±x	36	100	±x	46	100	±
7	99.5	±x	17	100.5	±	27	99.5	±x	37	100	±	47	100.5	±x
8	99.5	±x	18	100.5	±x	28	100	±A	38	99.5	±x	48	100.5	±x
9	100	±x	19	100	±x	29	99.5	±x	39	100	±x	49	100.5	±x
10	99.5	±x	20	100	±x	30	100	±x	40	100	±x	50	100	±x

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

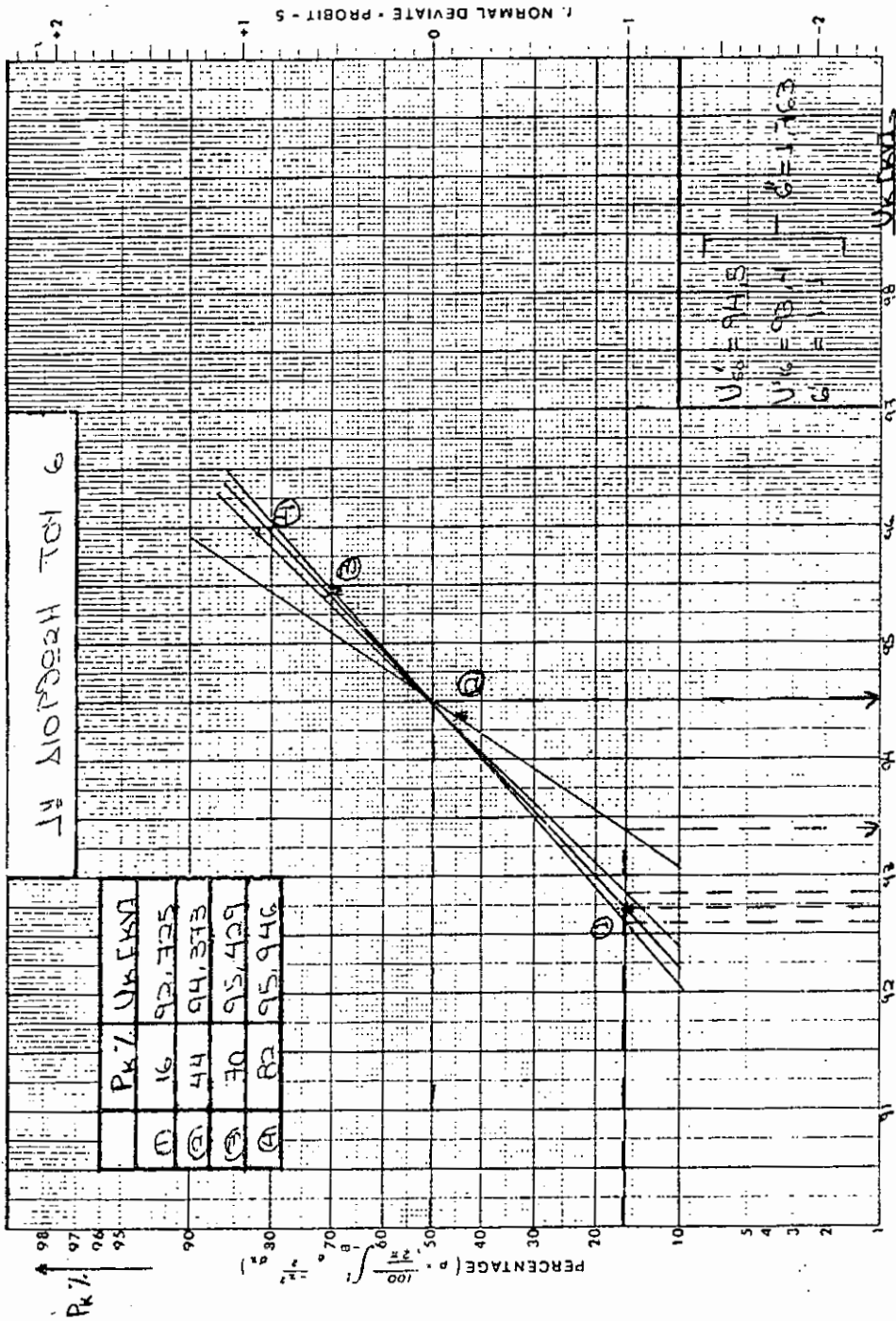
ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήσιμα Ηλεκτρώματα
 Διάκριση (ακριβεία) :

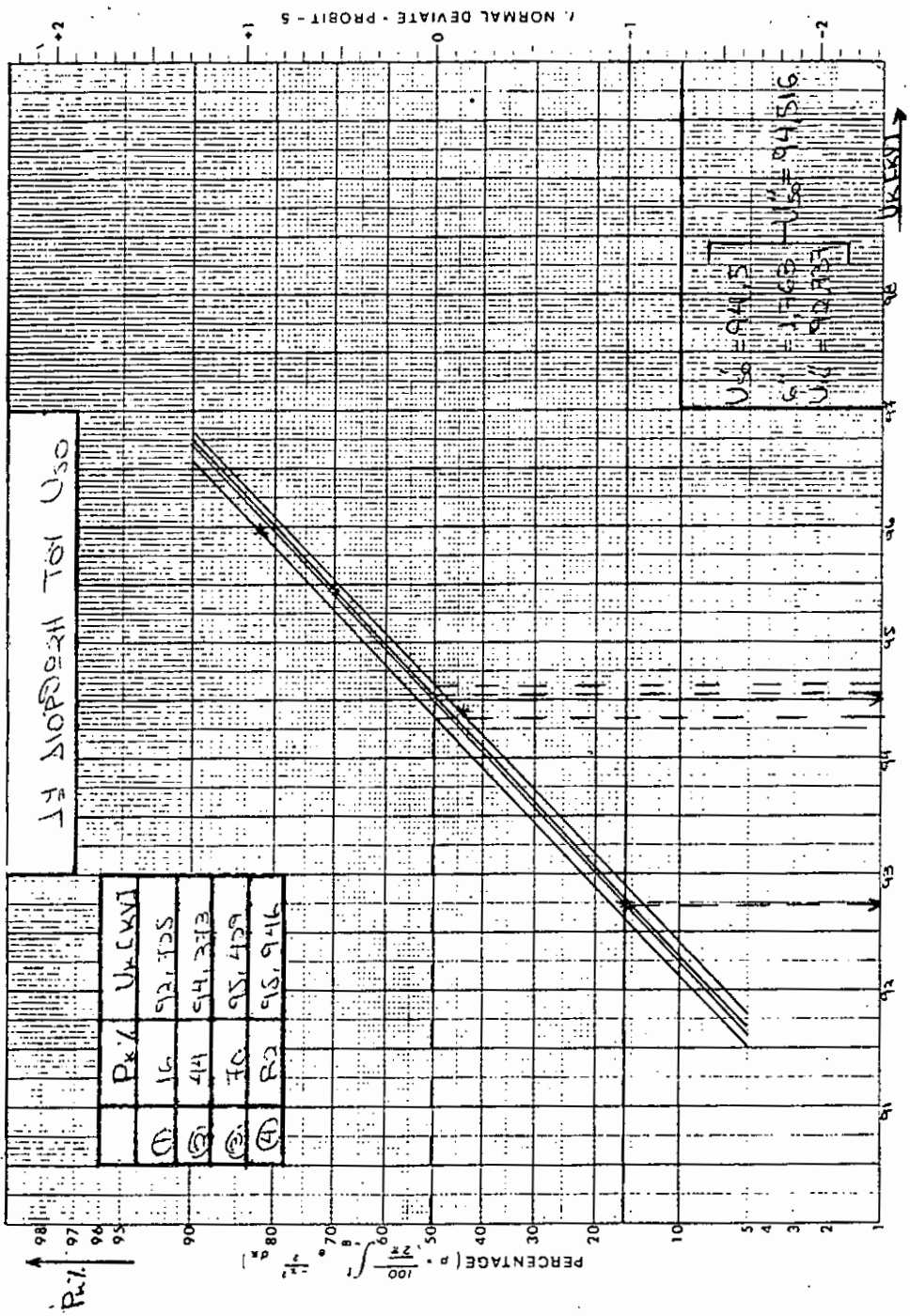


ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0.44$	$P_{K1} = 16 \%$
$W_2 = 0.012$	$P_{K2} = 44 \%$
$W_3 = 0.16$	$P_{K3} = 70 \%$
$W_4 = 0.4$	$P_{K4} = 82 \%$



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0.44$	$P_{K1} = 16 \%$
$Y_2 = 0.60$	$P_{K2} = 44 \%$
$Y_3 = 0.575$	$P_{K3} = 70 \%$
$Y_4 = 0.46$	$P_{K4} = 82 \%$

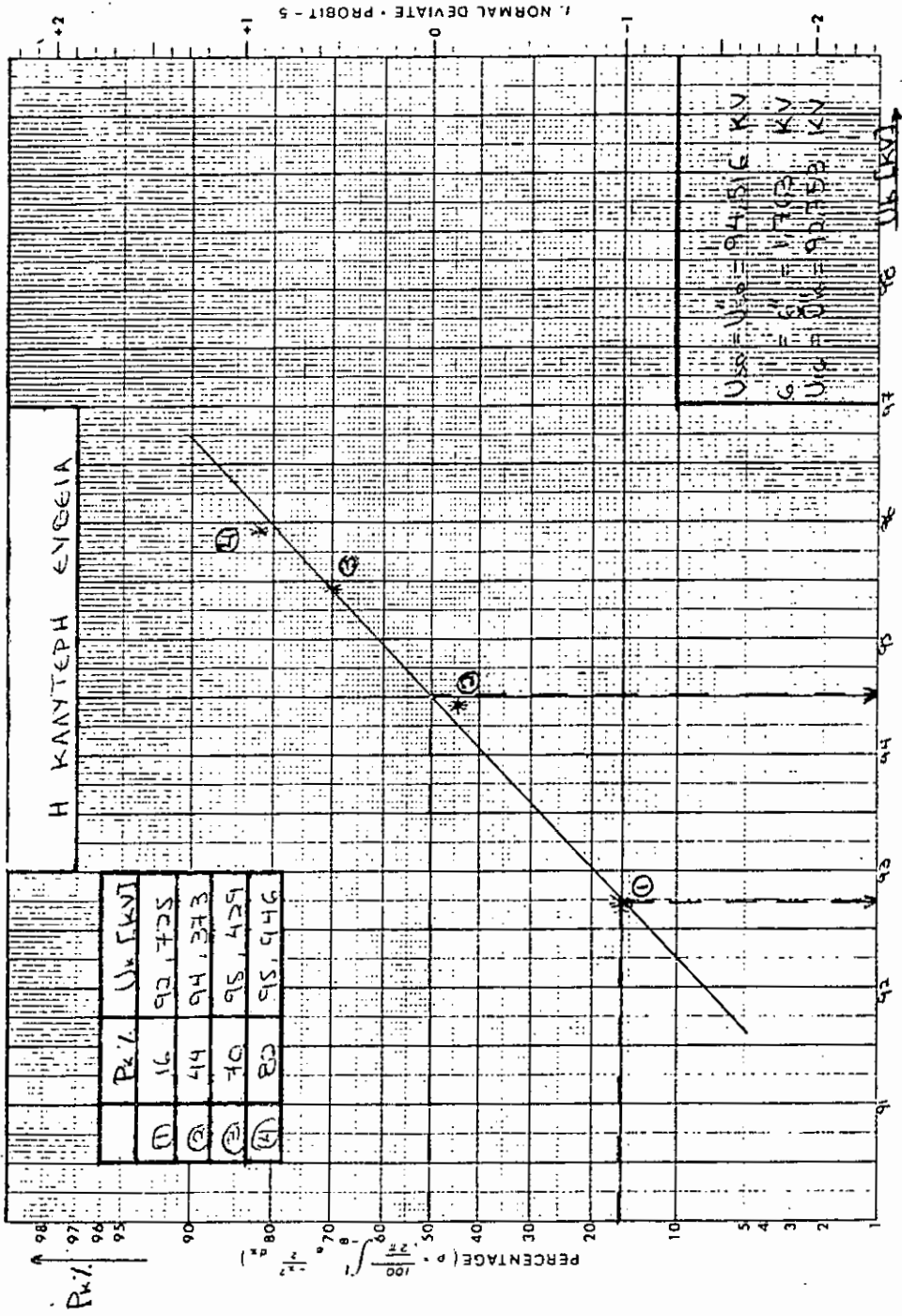




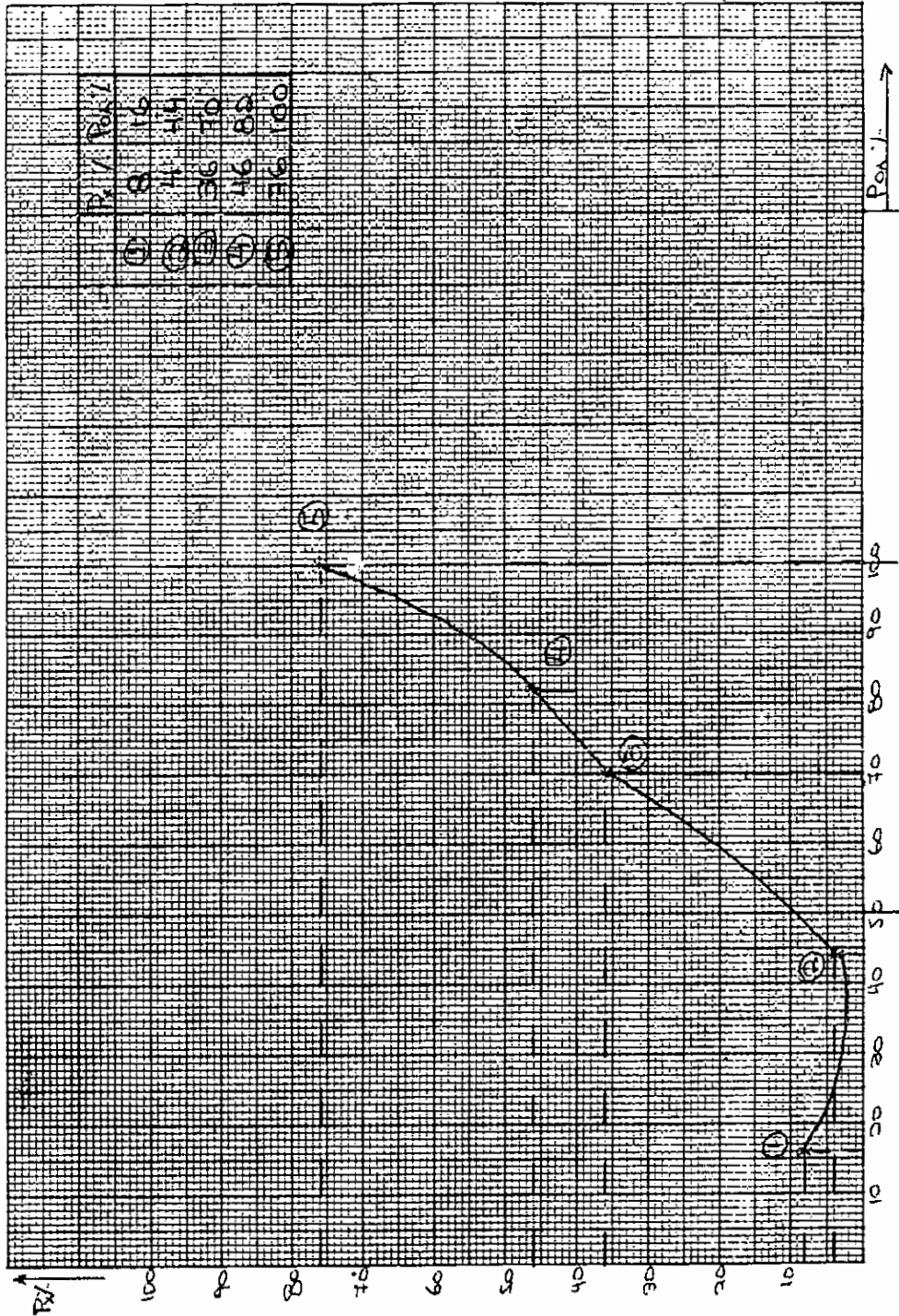
14 SIOPD 101 U50

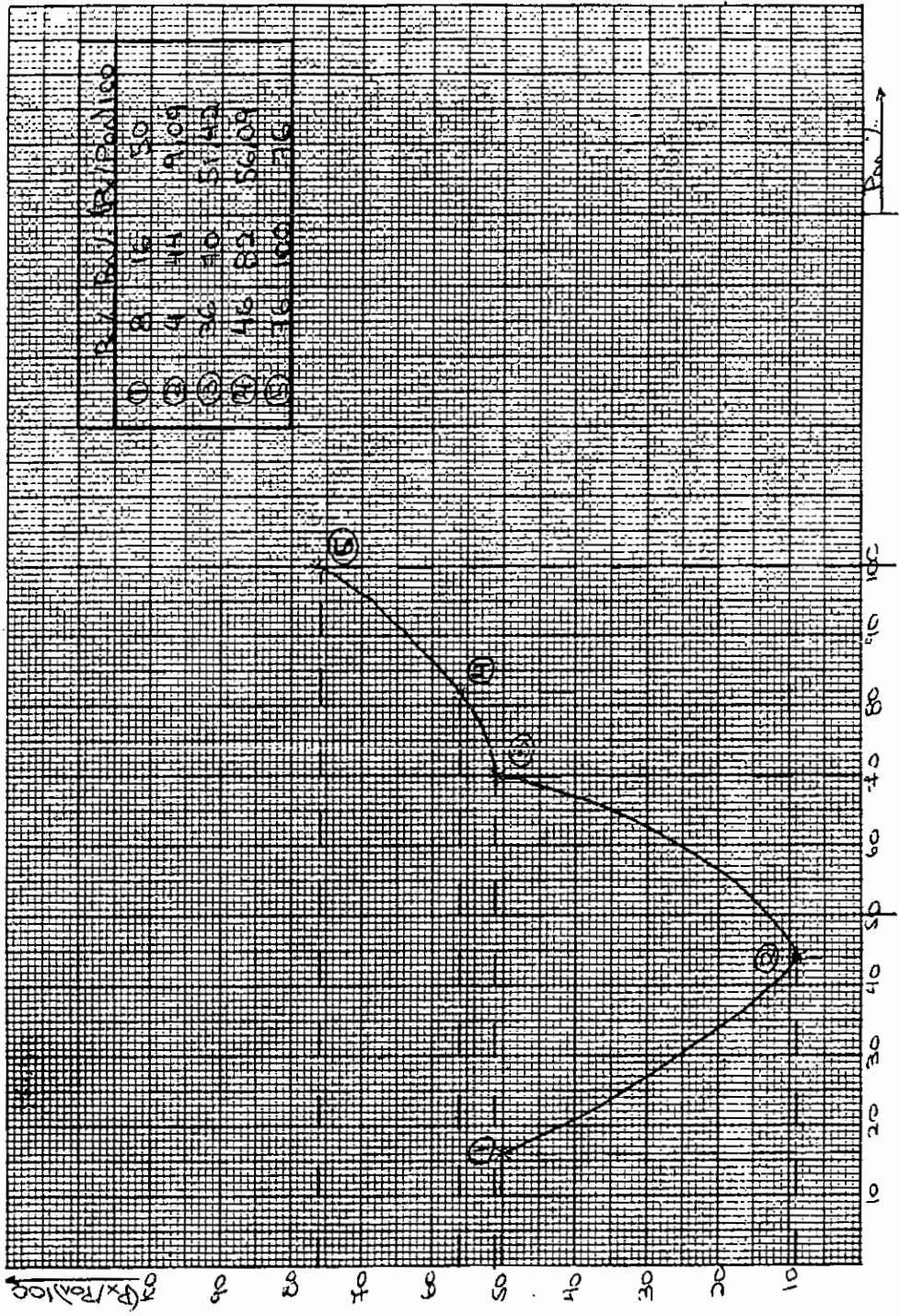
P%

$$p = \frac{100 \cdot z^2}{z^2 + 4}$$



$U_{50} = U_{50} = 94.516 \text{ kV}$
 $G_{50} = G_{50} = 94.373 \text{ kV}$
 $U_{90} = U_{90} = 95.773 \text{ kV}$
 $U_{95} = U_{95} = 95.946 \text{ kV}$





ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ N^ο 02
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 06 - 09

Διάκενο ράβδου - πλάκας, μήκους $\delta = \underline{40 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{14 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	757	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	15	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	14	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	10.15	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	3.3	%

$$U_{50} = 90.197 \text{ kV (x2)}$$

$$U_{16} = 88.747 \text{ kV (x2)}$$

$$\sigma = 1.45 \text{ kV}$$

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 02
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 06 - 09

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ	
	t _{ολ}	t _x	t _α	t	P _{ολ} %	P _x %	P _α %	P%	U _K [kV]	
1	45	5	1	4	0	11.11	2.22	8.88	0	≈ 87.769
2	50	20	7	13	0	40	14	26	0	≈ 90.581
3	50	41	20	21	0	82	40	42	0	≈ 91.104
4	50	50	50	0	0	100	100	0	0	-

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_x : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_x, P_α, P υπολογίζονται με βάση των αριθμό των κρούσεων και τις διασπάσεις t_{ολ}, t_x, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αρ. φύλλου Μετρήσεων : 56.

Εύνοση περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 Λύση : $R = 14 \text{ ΚΩ}$
 μήκος διαμέτρου : 40 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρησι : $\pm / \pm 6, us$

Αιμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση... $757 \dots mmHg$
 Ενδειξη Επρού θερμομέτρου... $15 \dots ^\circ C$
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου... $14 \dots ^\circ C$
 Απόλυτη υγρασία... $19,15 \dots gr/m^3$
 Σχετική υγρασία... $73 \dots \%$

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : $84,759 \dots kV$
Πιθανότητα Διασπάσεως : $1,1,1,1,1 \dots$
Συντελεστής Βολτομέτρου : $X,4 \dots$
Λόγος Κατομερσιότητας : $1, \dots 2,4) \dots$
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : $84,759 \dots kV$
Συντελεστής Διορθώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (757/760) \times (293/288) = 1,0433$
 $k_H = 1,0433$
 $k_D/k_H = (1,0433/1,0433) = 1,0000$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	90,5	-	21	90,5	-	31	90,5	-	41	90,5	-
2	90,5	+A	22	90,5	-	32	91	+A	42	91	-
3	90,5	-	23	90	-	33	90,5	-	43	90,5	-
4	91	-	24	90,5	-	34	91	-	44	91	+A
5	90,5	-	25	91	+A	35	90,5	-	45	90,5	-
6	91	-	26	90,5	-	36	90	-	46		
7	91	-	27	90,5	-	37	91	-	47		
8	90	-	28	90,5	+A	38	90	-	48		
9	91	-	29	91	-	39	90,5	-	49		
10	90,5	-	30	91	-	40	91	-	50		

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
Χρονόμετρος (Μετρήσιμ)
Κλίμακας Παναγωγισιμότητας
.....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΓΡΙΑΦΗ ΤΑΣΕΩΝ

Πηρομηνία : Αρ.θμός φύλλου Μετρήσεων : 577.

Εύνομη περιγραφή Πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Λέξη (Σφαι)
 μήκος Διακένου : 49cm, Πολικότητα : (-), Μέτιμο : 1/30ms

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου °C
 Απόλυτη Υγρασία gr/m³
 Σχετική Υγρασία

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 90.58V.kV
Πιθανότητα Διασπάσεως : 45.....
Ευτελεσιτής Βολτομέτρου : 1.24.....
Λόγος Καταμεριστή : 1.24.....
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 90.149.kV
Ευτελεσιτές Διορθώσεως :

$k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.17/760) \times (293/265) = 1.15433$
 $k_H = 1.00845$
 $k_d/k_H = (.....) = 1.15048$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	93	-	11	93	+	31	92	+	41	94	-
2	93	+	12	93	+	32	93	-	42	94	-
3	93	-	13	93	+	33	94	+	43	94	+
4	93.5	-	14	93.5	+	34	94	-	44	93.5	-
5	93.5	-	15	93.5	-	35	94	-	45	94	-
6	93.5	-	16	93	-	36	94	-	46	94	+
7	93.5	-	17	93	-	37	94	+	47	94	-
8	94	-	18	93	+	38	94	+	48	94	-
9	93.5	+	19	93	+	39	94	+	49	94	-
10	93	+	20	93.5	+	40	94	-	50	94	+

ΕΚΒ = Ευδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Επιτέλεση Μετρήσεων
 Χρησιμοποιώ τον αριθμό
 κλίμακας (παιχνιδιού).....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΙΜΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Πνευματική : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 98.

Εύνοση περιγραφή Πετράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Αριθμός Πείραξης : 2-14-15
 Μήκος Διακένου : 15 cm, Πολικρότητα : (-), Μέγεθος : 2.5x5x15

Αποσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 1.013 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 15 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 14 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 12.15 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 72%

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 511.64 kV
 Πιθανότητα Διασπάσεως : 0.0001
 Συντελεστής Βολτομέτρου : 0.4
 Λόγος Καταμεριστή : 1.241
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 511.64 kV
 Συντελεστής Διορθώσεως : 1

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.013/1.013) \times (293/293) = 1.013$
 $k_H = 1.013$
 $k_D/k_H = (1.013/1.013) = 1.013$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	94	-	11	94.5	+	21	94	+	31	94.5	+	41	94	+
2	94	+	12	94.5	-	22	94	+	32	94.5	+	42	94	+
3	94	+	13	94	+	23	94	+	33	94	+	43	94	+
4	94	+	14	94.5	+	24	94	+	34	94	-	44	94	+
5	94.5	+	15	94	+	25	94	+	35	94	+	45	94	+
6	94.5	+	16	94	+	26	94	+	36	94	+	46	94	+
7	94.5	+	17	94	+	27	94	+	37	94	-	47	94	+
8	94	+	18	94	+	28	94	+	38	94	+	48	94	+
9	94	+	19	94	+	29	94	+	39	94	+	49	94	+
10	94	+	20	94	-	30	94.5	+	40	94	+	50	94	+

ΕΚΒ = Ενδειξη Κροστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Α. Κ. ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ
 Χ. ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 53.

Σύντομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Διεύθυνση : Πάσης Διασπάρσεως
 Μήκος Διακένου : 49.0 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρησι : Δ / Ζεύς

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 757 mmHg
 Ευθείη Ξηρού Θερμομέτρου : 15 °C
 Ευθείη υγρού Θερμομέτρου : 14 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 10.15 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 75.3

Επίπεδο Τάσεως Διασπάρσεως : kV
 Πιθανότητα Διασπάρσεως : %
 Συντελεστής Βολτομέτρου :
 Λόγος Κατομεριστή :
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάρσεως : kV
 Συντελεστής διορθώσεως :

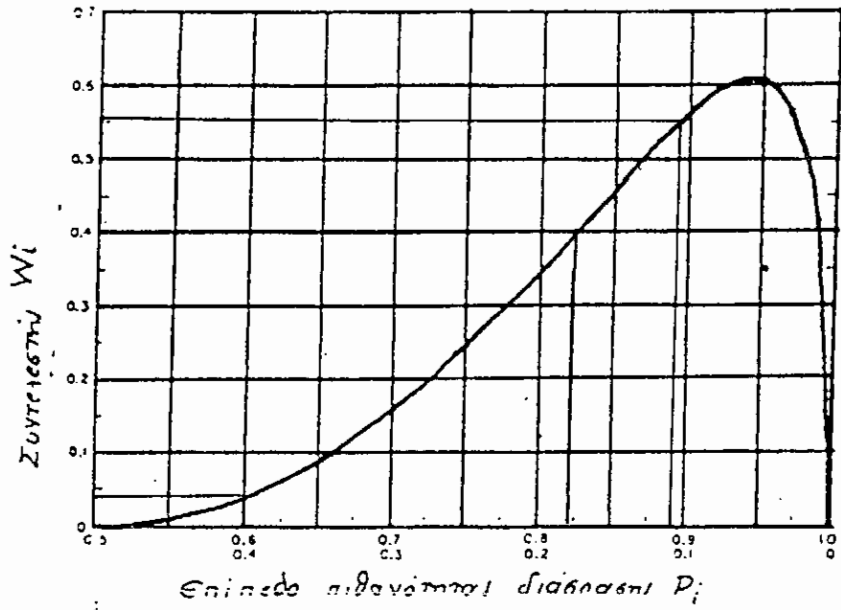
$k_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (757/760) \times (293/293) = 1$
 $k_h = 1.00015$

$k_D/k_h = (...../.....) = 1.00015$

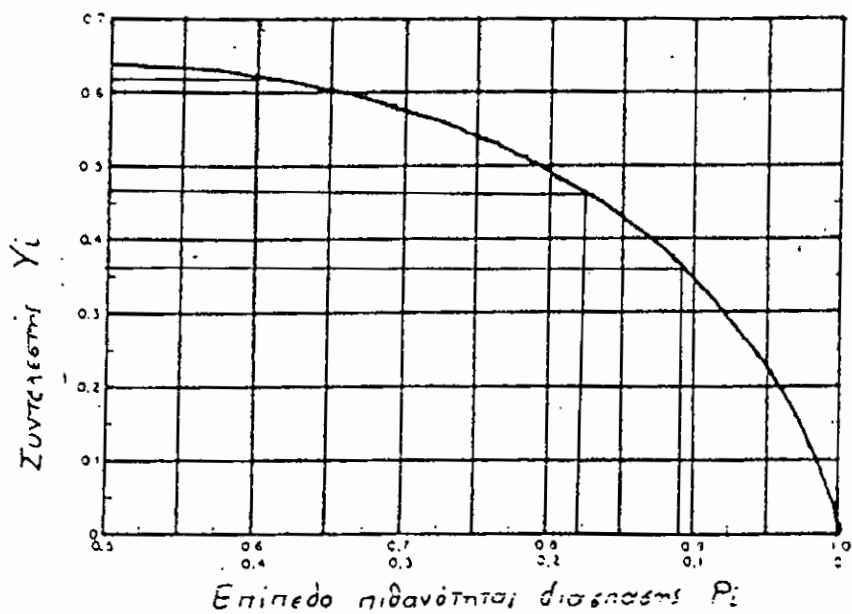
Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	100	±x	11	100	±x	21	100	±x	31	100	±x	41	100	±x
2	100	±x	12	100	±x	22	100	±x	32	100	±x	42	100	±x
3	100	±x	13	100	±x	23	100	±x	33	100	±x	43	100	±x
4	100	±x	14	100	±x	24	100	±x	34	100	±x	44	100	±x
5	100	±x	15	100	±x	25	100	±x	35	100	±x	45	100	±x
6	100	±x	16	100	±x	26	100	±x	36	100	±x	46	100	±x
7	100	±x	17	100	±x	27	100	±x	37	100	±x	47	100	±x
8	100	±x	18	100	±x	28	100	±x	38	100	±x	48	100	±x
9	100	±x	19	100	±x	29	100	±x	39	100	±x	49	100	±x
10	100	±x	20	100	±x	30	100	±x	40	100	±x	50	100	±x

ΕΚΒ= Ευθείη Κρουστικού Βολτομέτρου

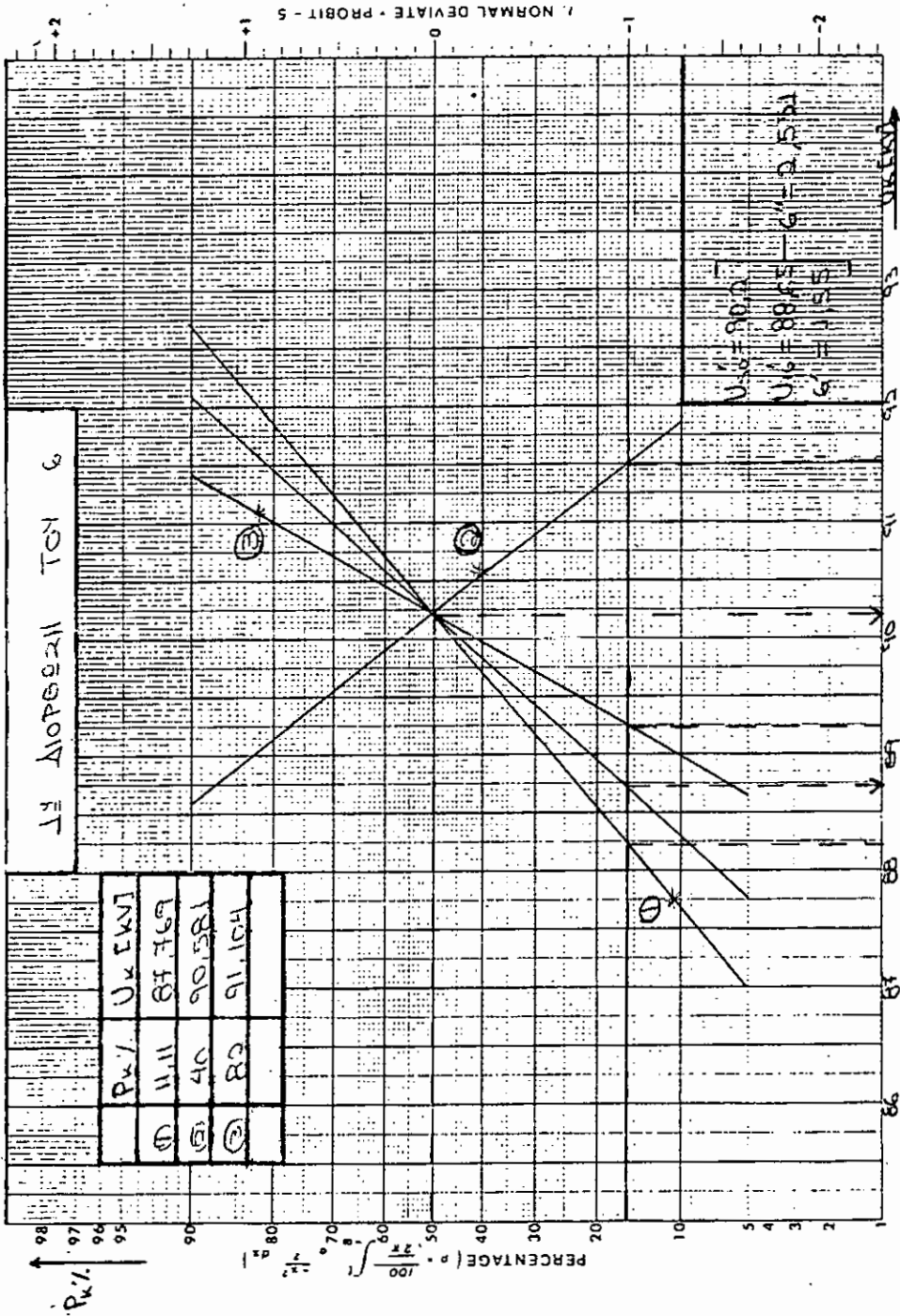
Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χακίτσιος Παναγιώτης
 Χίσιος Παναγιώτης



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0.55$	$P_{W_1} = 11 \%$
$W_2 = 0.04$	$P_{W_2} = 40 \%$
$W_3 = 0.4$	$P_{W_3} = 62 \%$



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0.36$	$P_{11} = 11\%$
$Y_2 = 0.615$	$P_{12} = 40\%$
$Y_3 = 0.46$	$P_{13} = 80\%$

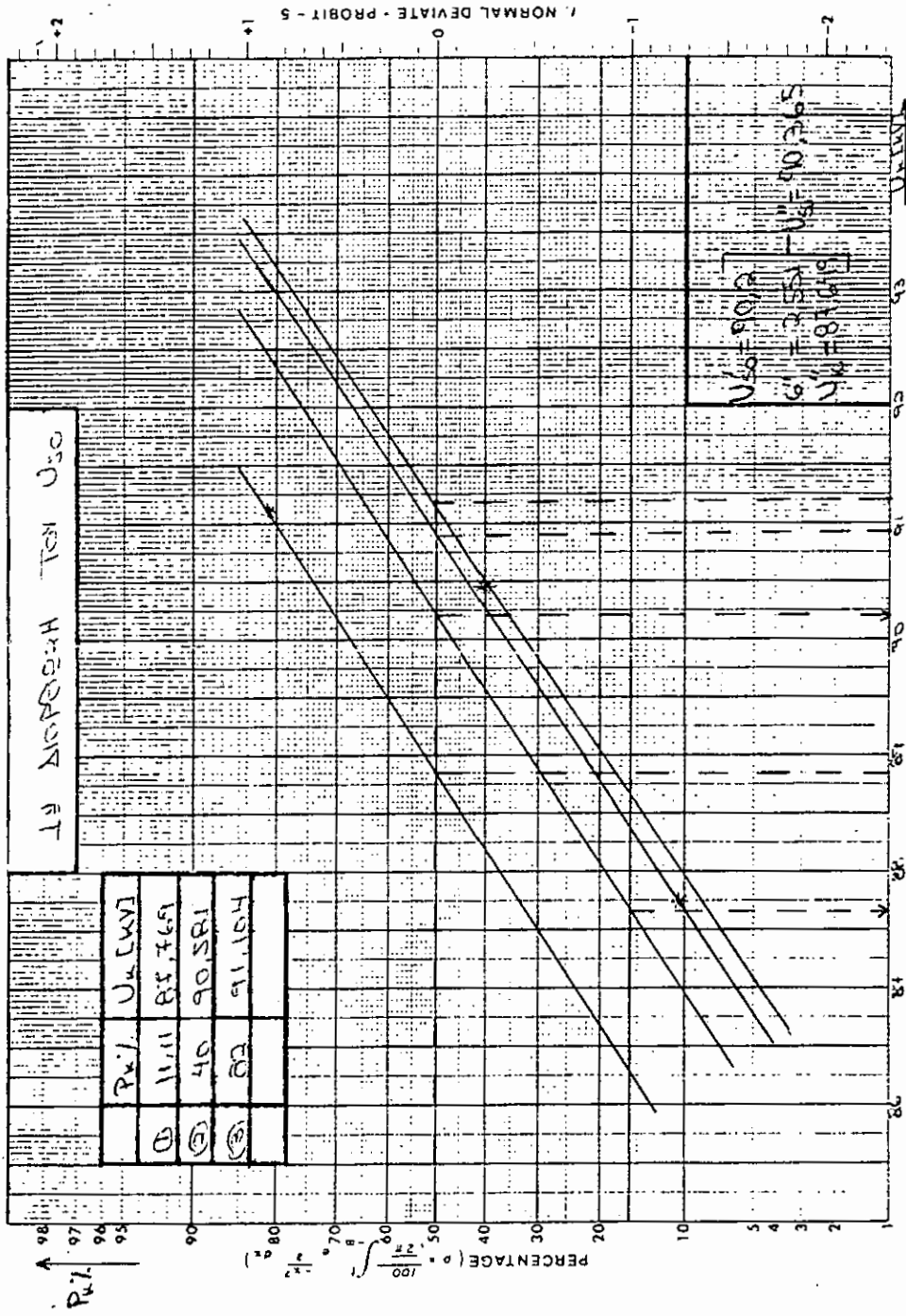


14 AIOPOE211 TON 6

P_k

$$p = \frac{100}{\sigma} \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$U_k = 800$
 $U_k = 8000$
 $U_k = 1185$



FT H.000000 101 0.50

P_u

PERCENTAGE (p) = $100 \cdot \frac{z}{B}$

z

B

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

U_0

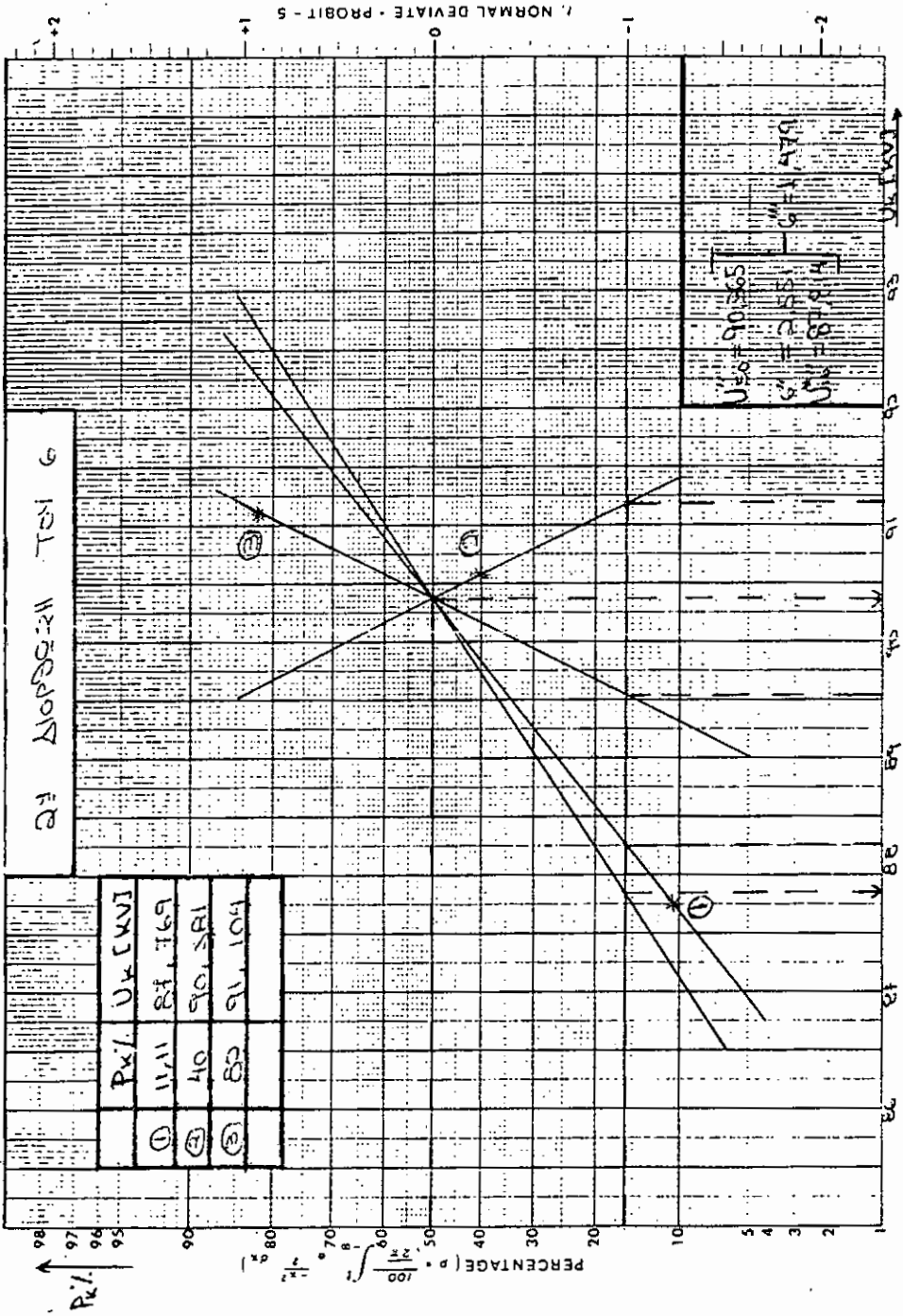
U_0

U_0

U_0

U_0

U_0



	Pk/	Ux [kV]
①	11.11	81.165
②	40	90.581
③	85	91.104

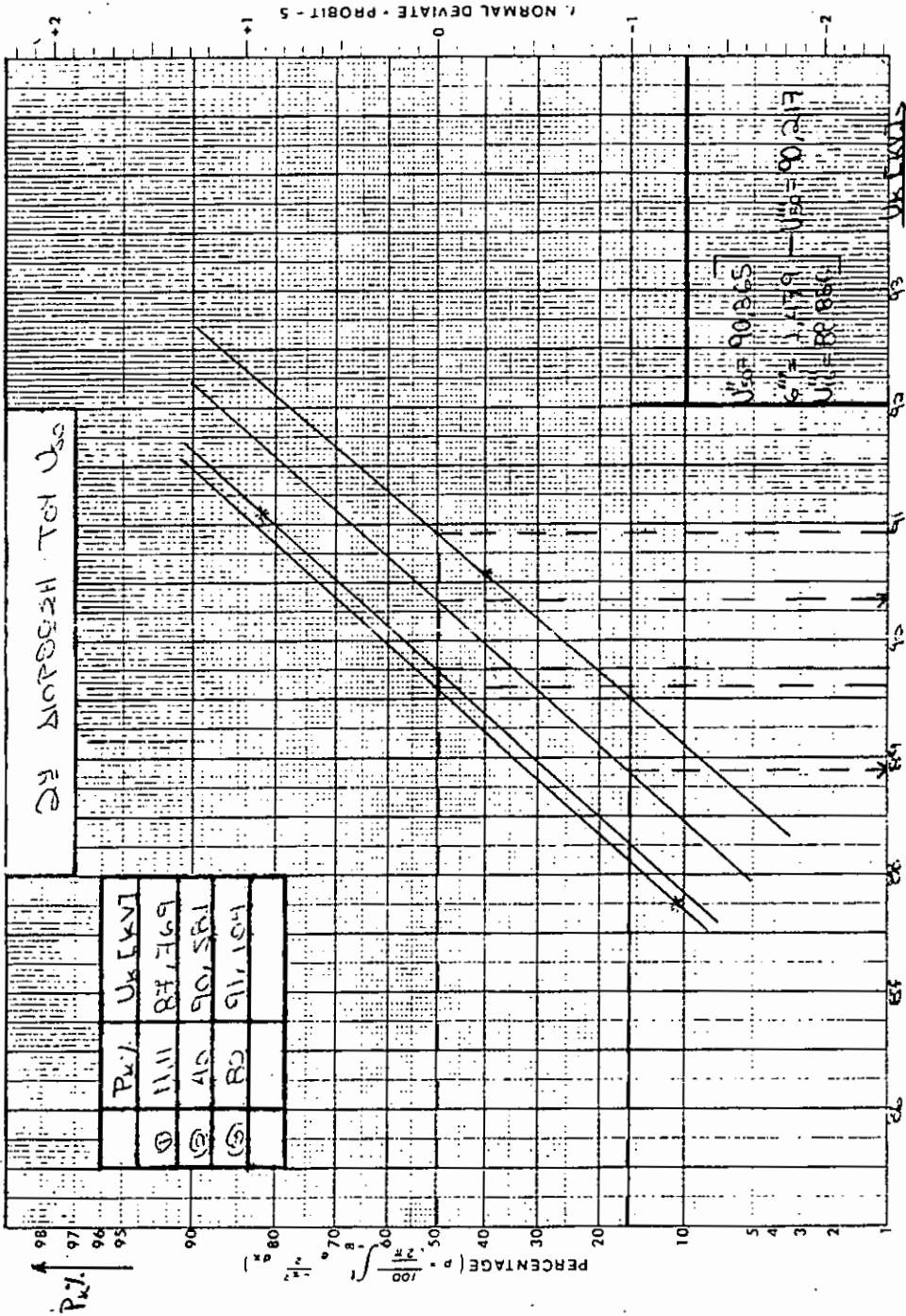
KAT

$\bar{U} = 90.365$
 $\bar{S} = 2.75$
 $\bar{Y} = 87.94$

PK/

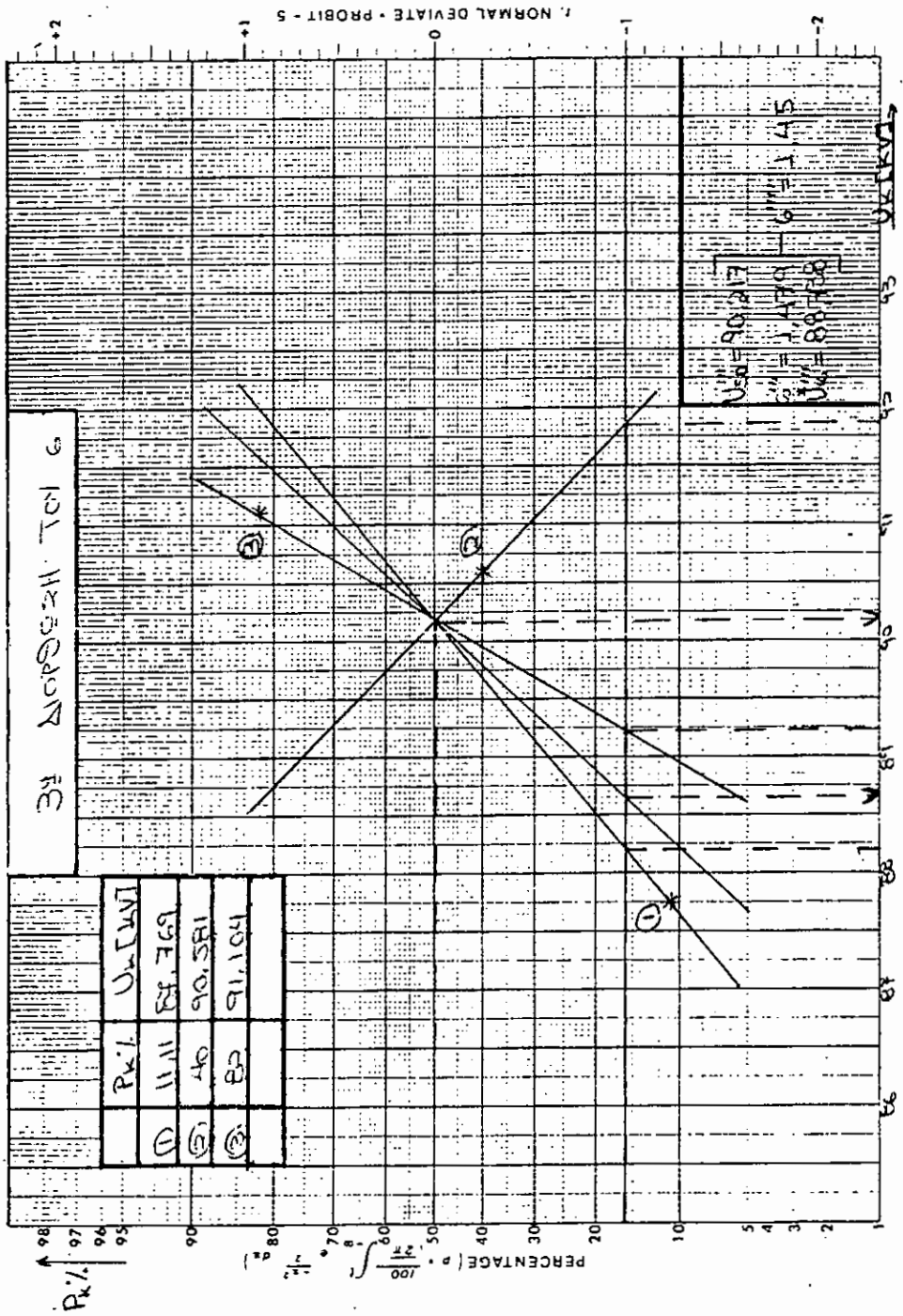
PERCENTAGE (p)

NORMAL DEVIATE - PROBIT - S



PK 101 HESADJIR KE

PK 1

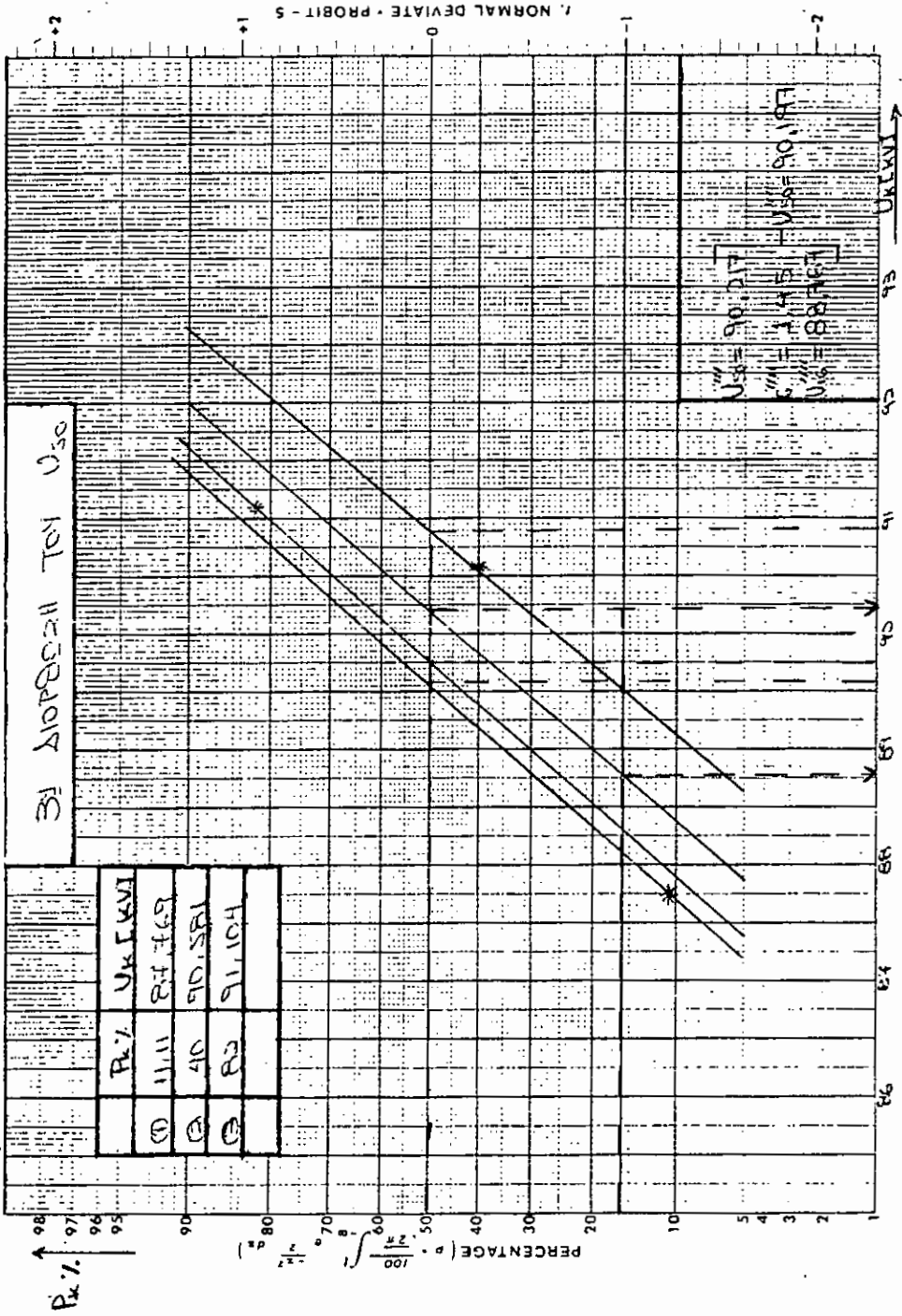


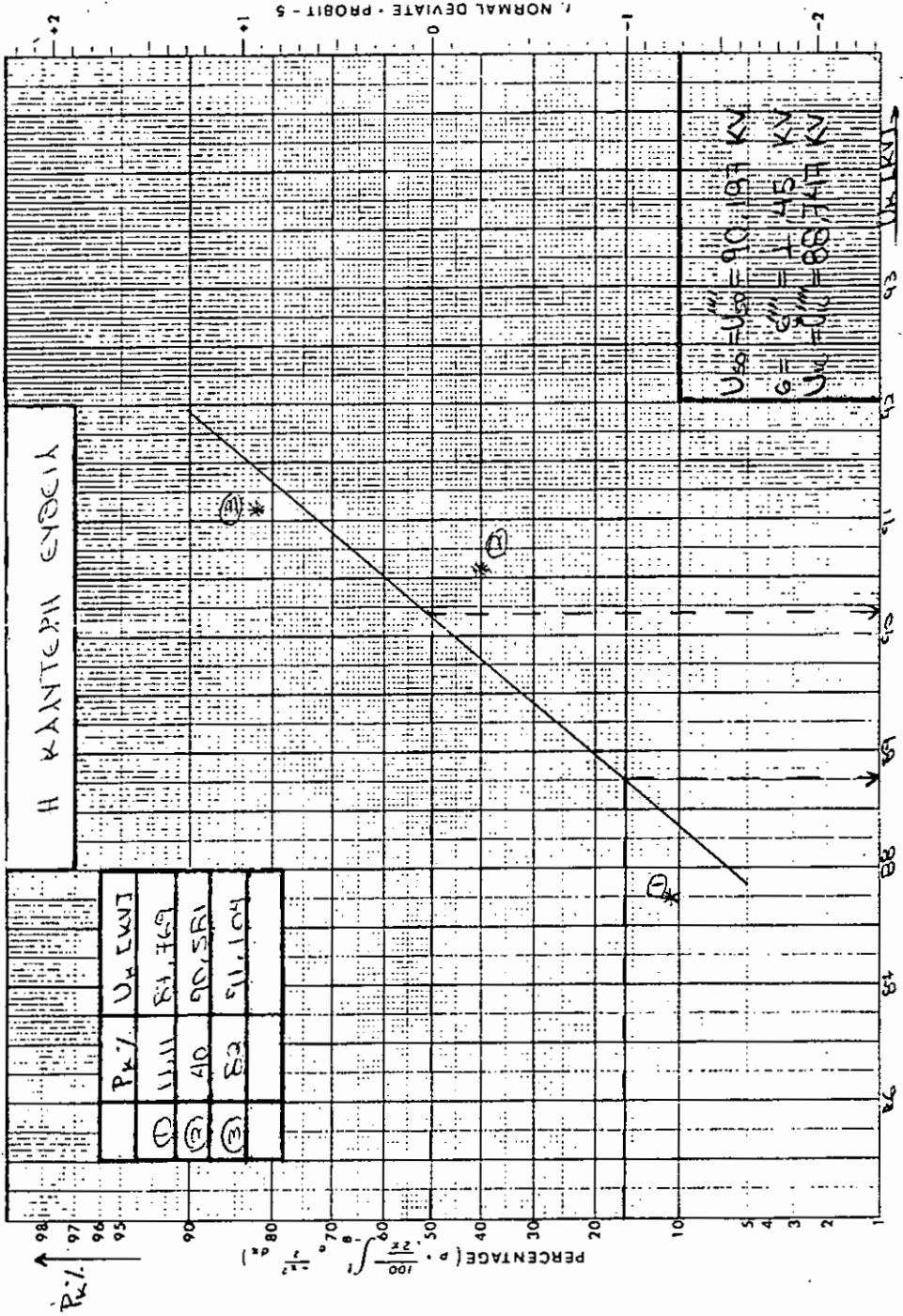
34 21090211 101 6

P% ↑

PERCENTAGE (p)

1. NORMAL DEVIATE - PROBIT - 5

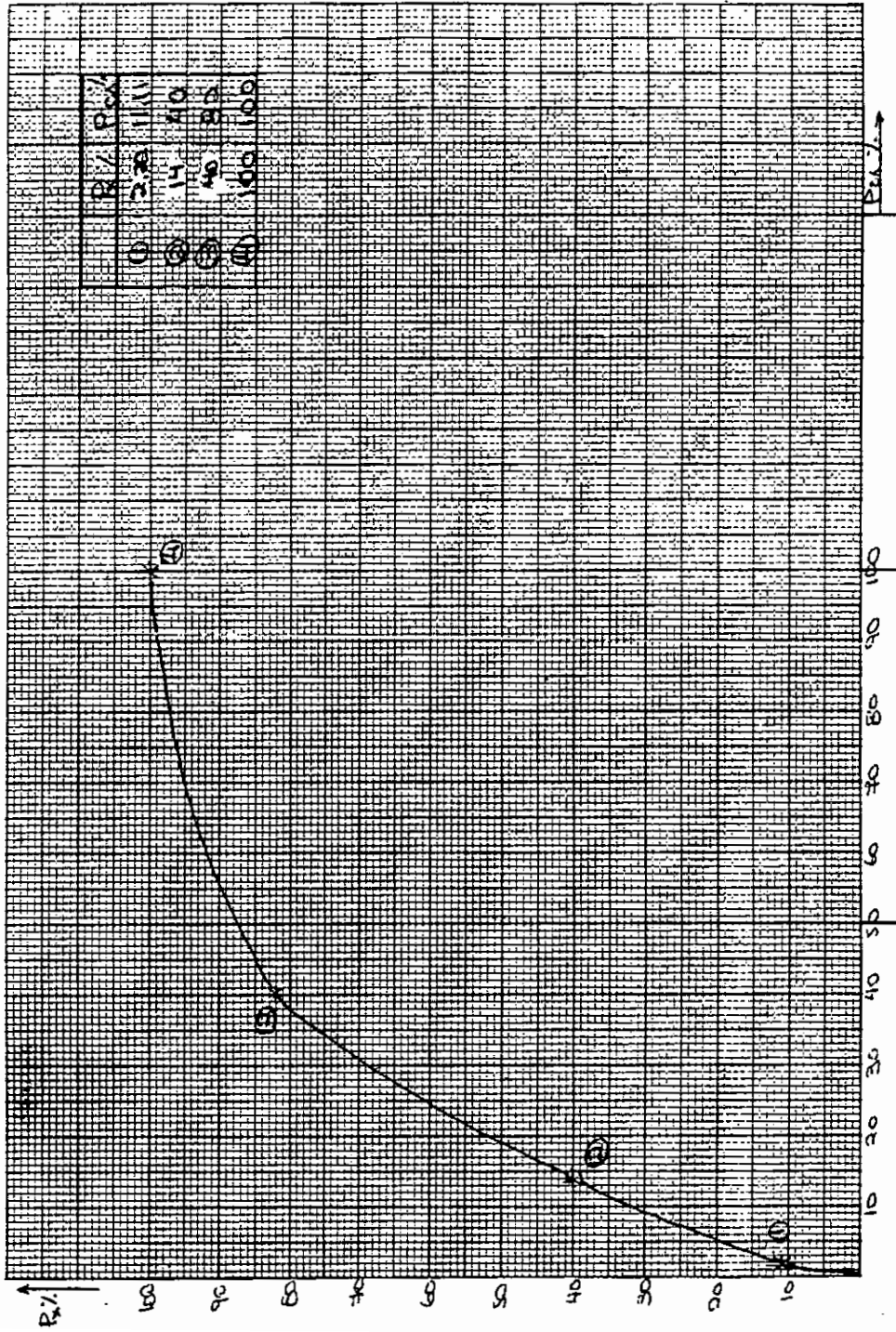


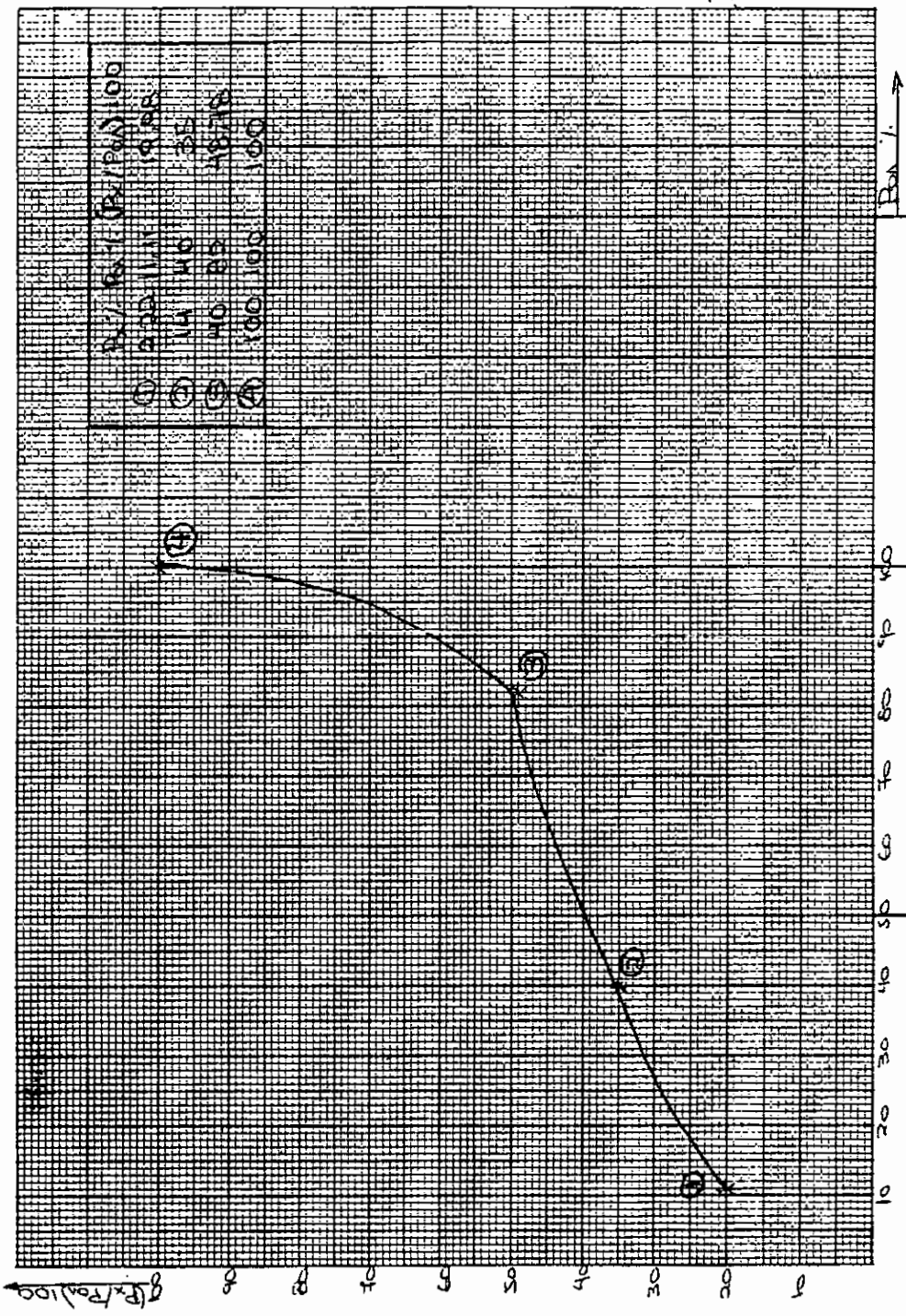


H KANTERPII ENDECIK

1. NORMAL DEVIATE - PROBIT - S

Pz/ →





0.0100 (Reallog) 100
 0.0100 100
 0.0100 100
 0.0100 100

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ N^ο 03
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 10 - 13

Διάκενο ράβδου - πλάκας, μήκους $\delta = \underline{40 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{40 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	757	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	16	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	14	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	11	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	3.3	%

$$U_{50} = 94.73 \text{ kV (}\approx 2)$$

$$U_{16} = 92.53 \text{ kV (}\approx 2)$$

$$\sigma = 2.2 \text{ kV}$$

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 03
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 10 - 13

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ	
	t _{ολ}	t _x	t _α	t	P _{ολ} %	P _x %	P _α %	P%	U _κ [kV]	
1	50	6	0	0	12	12	0	0	Σ _κ 92.287	
2	50	26	0	0	52	52	0	0	Σ _κ 94.281	
3	50	35	0	0	70	70	0	0	Σ _κ 96.305	
4	50	50	0	0	100	100	0	0	-	

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_x : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_x, P_α, P υπολογίζονται με βάση των αριθμό των κρούσεων και τις διασπάσεις t_{ολ}, t_x, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 15.

Σύντομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : 93,25V...KV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Συντελεστής Βολτομέτρου : X...
Λόγος καταμεριστή : 1:2,44...
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 91,35V...KV
Συντελεστής διορθώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (75.7/760) \times (293/259) = 1 = 1.0076$
 $k_H = \dots$
 $k_D/k_H = (\dots/\dots) = 1.0076$

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 757...mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 16... °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 14... °C
 Απόλυτη υγρασία : 11...gr/m³
 Σχετική υγρασία : 73...%

Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-
1	94	-	11	95	-	21	95	+x	31	95	-
2	94	-	12	95	-	22	95	-	32	95	-
3	94	-	13	95	+x	23	95	-	33	94	-
4	94.5	-	14	95	-	24	95	-	34	95	-
5	94.5	-	15	95	-	25	95	-	35	95	-
6	94	-	16	95	-	26	95	-	36	95	-
7	94	-	17	95	+x	27	95	-	37	95	+x
8	94	-	18	95	-	28	95	-	38	95	-
9	94.5	-	19	95	-	29	95	-	39	95	+x
10	94.5	+x	20	95	-	30	95	-	40	95	-

EKB= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Επιτέλεση Μετρήσεων
Χρησιμοποιώ Ηλεκτρονικό
Χειριστή Κωδικοποιήθηκε
.....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αρ. φύλλου Μετρήσεων : 11...

Σύντομη περιγραφή Πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Διάμετρος : 20 mm
 Μήκος διακένου : 40 cm, Πολικότητα (+), Μέτρητο : $\frac{1}{\epsilon}$ / $\frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_r}$

Αποσβεστικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 1013 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 16... °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 14... °C
 Απόλυτη Υγρασία : 11... g/m³
 Σχετική Υγρασία : 75...

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : 94.261... kV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Ευτελεσιτής Βολτομέτρου :
Λόγος Καταμεριστή :
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως :
Ευτελεσιτής Διορθώσεως :
 $k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (257/760) \times (293/257) = 1.00098$
 $k_H = \dots$
 $k_D/k_H = (\dots) = 1.00098$

EKB = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Επιτέλεση Μετρήσεων
Απόσβεστική Ηλεκτριστική
Χρόνος Προεξιστοίχου
.....

Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-
1	96.5	tx	11	96	-	21	97	tx	31	96.5	-	41	97	tx
2	96.5	tx	12	97	tx	22	97	tx	32	97	tx	42	97	tx
3	96.5	-	13	97	-	23	97	tx	33	97	-	43	97	tx
4	96.5	tx	14	96.5	-	24	97	-	34	97	-	44	97	-
5	96.5	tx	15	96.5	tx	25	97	-	35	97	-	45	97.5	tx
6	97	-	16	97	-	26	97	tx	36	97	-	46	97	-
7	97	tx	17	96.5	-	27	97	-	37	97	tx	47	97	tx
8	97	tx	18	97	tx	28	96.5	-	38	97	tx	48	97	tx
9	97	-	19	97	-	29	96.5	tx	39	97	-	49	97	tx
10	97	tx	20	97	tx	30	97	tx	40	97	-	50	97	-

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΞΕΩΝ

Παρατηρήσεις : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 17.

Σύντομη περιγραφή Περίστατος : Ράβδος - Πλάκα
Αντικείμενα : Ράβδος
Μήκος Διακένου : 4.0 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρησι : 7.73 cm

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 757 mmHg
 Ενδειξη Ξηρού Θερμομέτρου : 14 °C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 14 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 11 g/m³
 Σχετική Υγρασία : 72 %

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 96.305 kV
Πιθανότητα Διασπάσεως : 75 %
Συντελεστής Βολτομέτρου : 7.4 V
Λόγος Καταμεριστή : 1 : 24
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 95.351 kV
Συντελεστής Διορθώσεως :

$$k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (757/760) \times (293/285.1) = 1.0096$$

$$k_h = \dots$$

$$k_d/k_h = (\dots/\dots) = 1.0096$$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	98	-	11	99	+	21	99.5	+	31	99	+	41	99	-
2	98.5	-	12	99	+	22	99	+	32	99	+	42	99	-
3	98	+	13	99	+	23	99.5	+	33	99	-	43	99	-
4	98	+	14	98.5	+	24	99	+	34	99	+	44	99	-
5	98.5	+	15	99	+	25	99	+	35	99	-	45	99	+
6	99	+	16	99	-	26	99	-	36	99	+	46	99	+
7	99	-	17	99	+	27	99	+	37	99	+	47	99	+
8	99	+	18	99	+	28	99	+	38	99	+	48	99	+
9	99	+	19	99.5	-	29	99	-	39	99	+	49	99	+
10	99	-	20	99	+	30	99	-	40	99	+	50	99	+

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΠΙΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
Χρησιμοποιώ Μολύβινο
Χρησιμοποιώ Κεραμικό
.....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Πηρομηνία : Αρ.θμός φύλλου Μετρήσεων : 13...

Εύνοτομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Αποστάσεις : $R = 40 \text{ cm}$
 μήκος Διακένου : 40 cm , Πολικότητα (-), Μέτρω : $\mu/\text{έκμ}$

Αποσπασματικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 1013 mmHg
 Ενδειξη Επρού Θερμομέτρου : $15.5 \text{ }^\circ\text{C}$
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : $14.5 \text{ }^\circ\text{C}$
 Απόλυτη Υγρασία : 11.7 gr/m^3
 Σχετική Υγρασία : 73.3

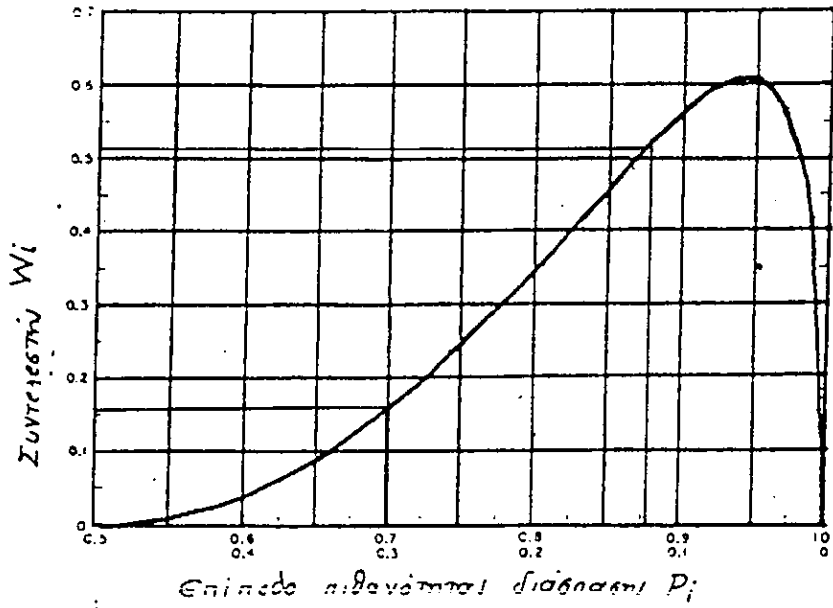
Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : kV
 Πιθανότητα Διασπάσεως : 100
 Συντελεστής Βολτομέτρου : 7.4
 Λόγος Καταμεριστή : $1:24$
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : kV
 Συντελεστής Διορθώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.033 / 760) \times (293 / 288) = 1.005$
 $k_H = \dots$
 $k_D/k_H = (\dots / \dots) = 1.005$

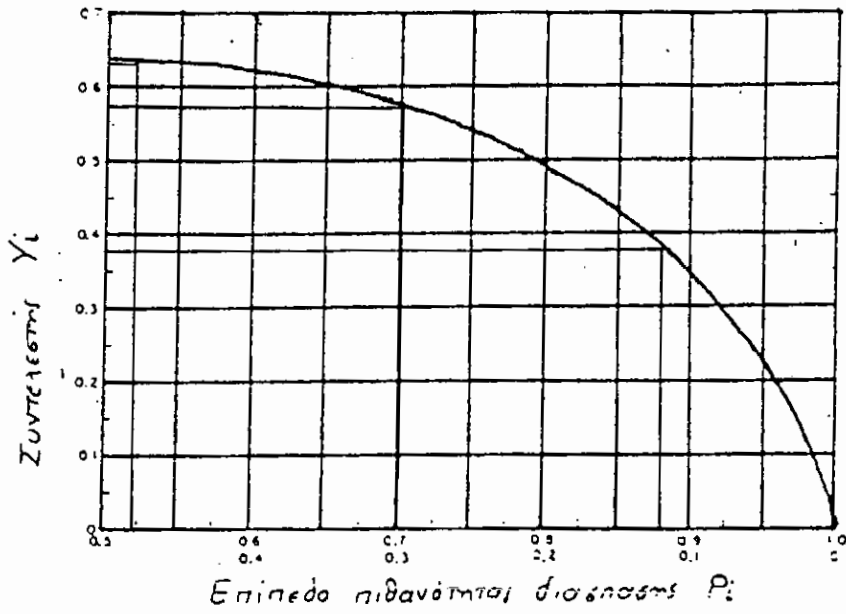
Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-
1	100.5	11	100.5	21	100.5	31	100.5	41	100.5	51	100.5	61	100.5
2	100.5	12	101	22	100.5	32	100.5	42	100.5	52	100.5	62	100.5
3	100	13	101	23	101	33	100.5	43	100.5	53	100.5	63	100.5
4	100.5	14	100.5	24	101	34	100.5	44	101	54	100.5	64	100.5
5	100	15	101	25	100.5	35	100	45	100.5	55	100.5	65	100.5
6	100.5	16	100.5	26	101	36	101	46	100.5	56	100.5	66	100.5
7	100	17	100.5	27	100.5	37	100.5	47	101	57	101	67	100.5
8	100.5	18	100.5	28	100.5	38	100	48	100.5	58	100.5	68	100.5
9	100.5	19	100.5	29	101	39	101	49	100.5	59	100.5	69	100.5
10	100.5	20	101	30	100.5	40	100.5	50	101	60	101	70	100.5

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

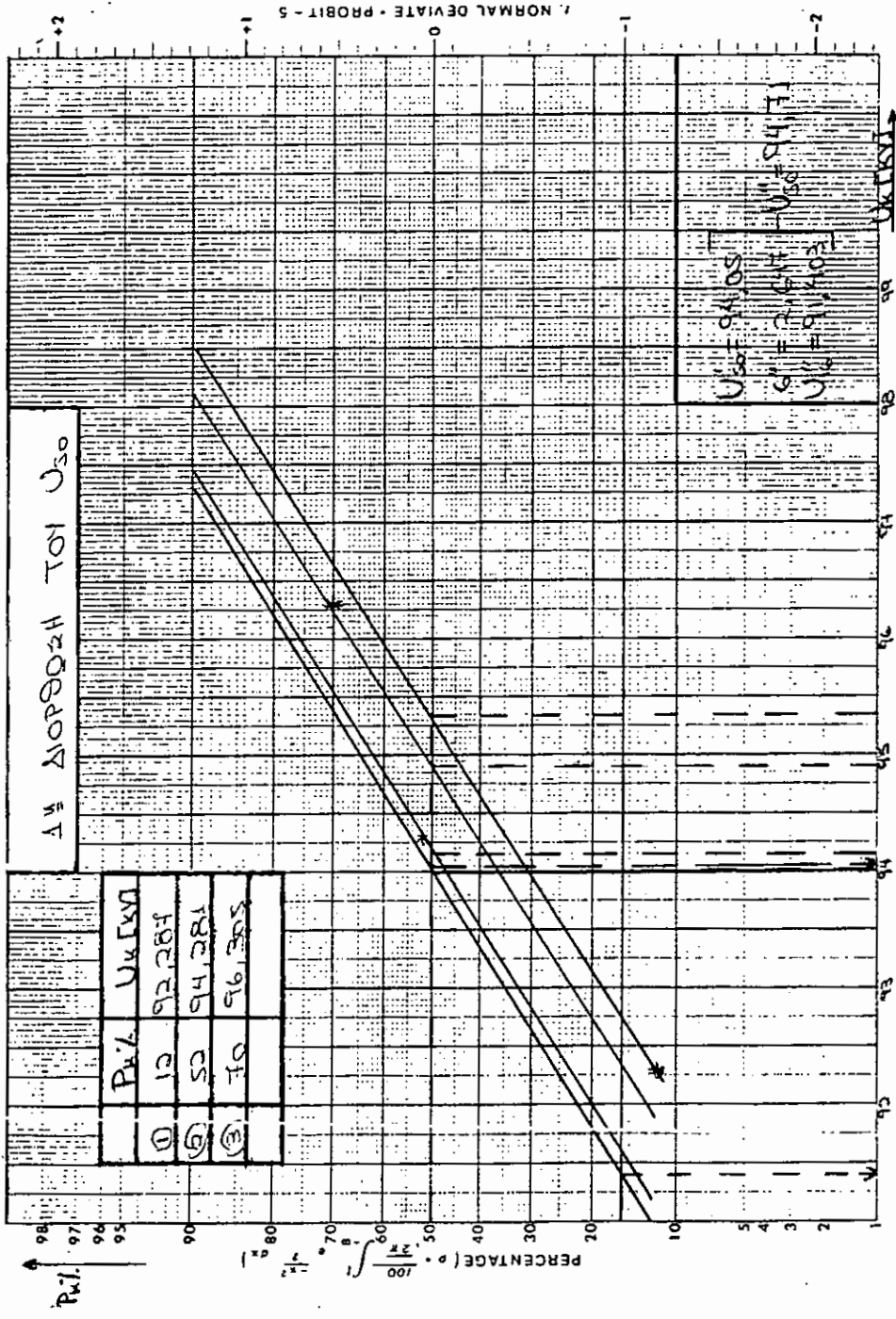
ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήθηκε Ηλεκτρονικό
 Μίμετρο (Photodiode)



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0,5125$	$P_{k1} = 12 \%$
$W_2 = 0,006$	$P_{k2} = 52 \%$
$W_3 = 0,16$	$P_{k3} = 70 \%$



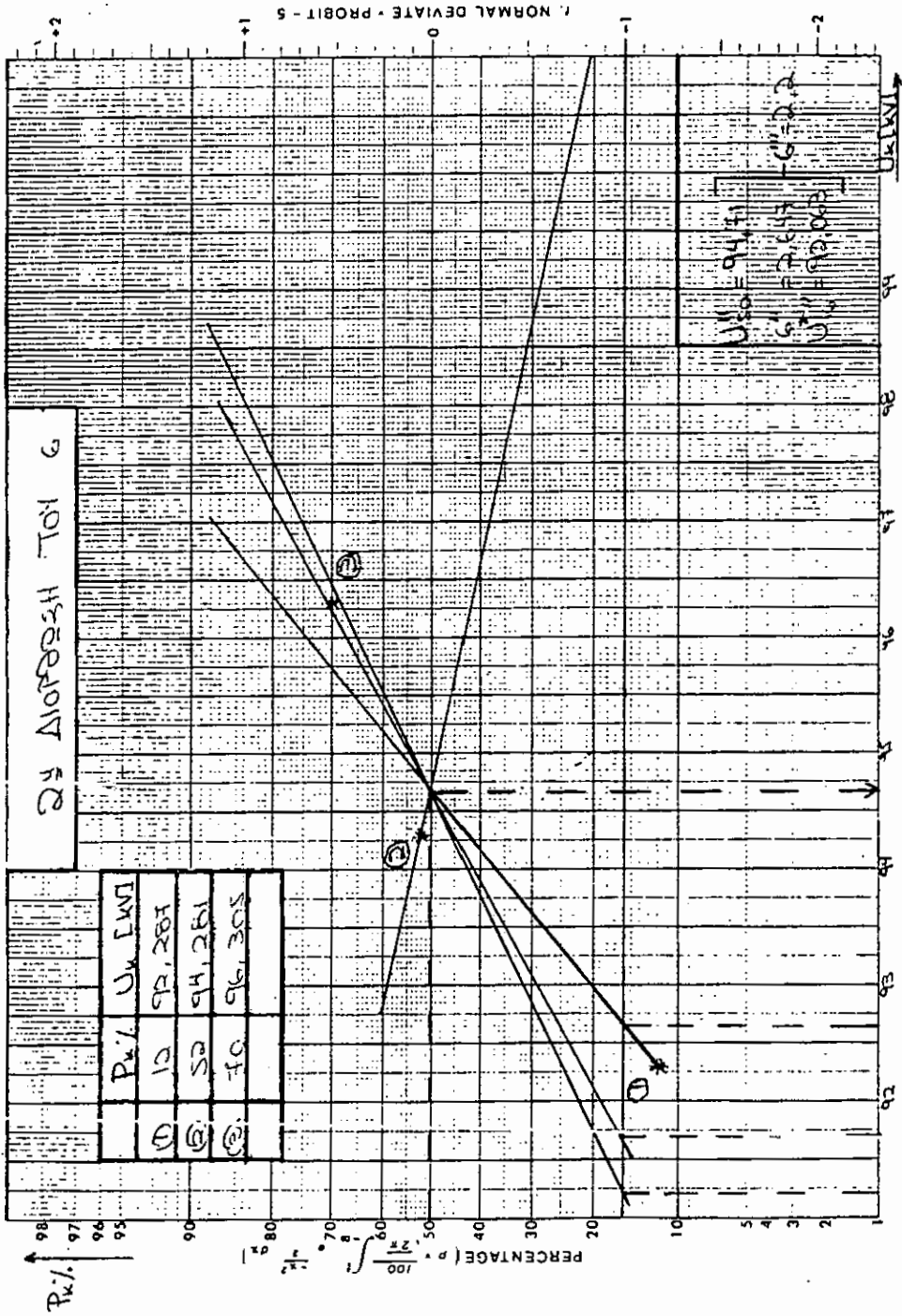
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0,375$	$P_{k1} = 10 \%$
$Y_2 = 0,62$	$P_{k2} = 52 \%$
$Y_3 = 0,575$	$P_{k3} = 30 \%$

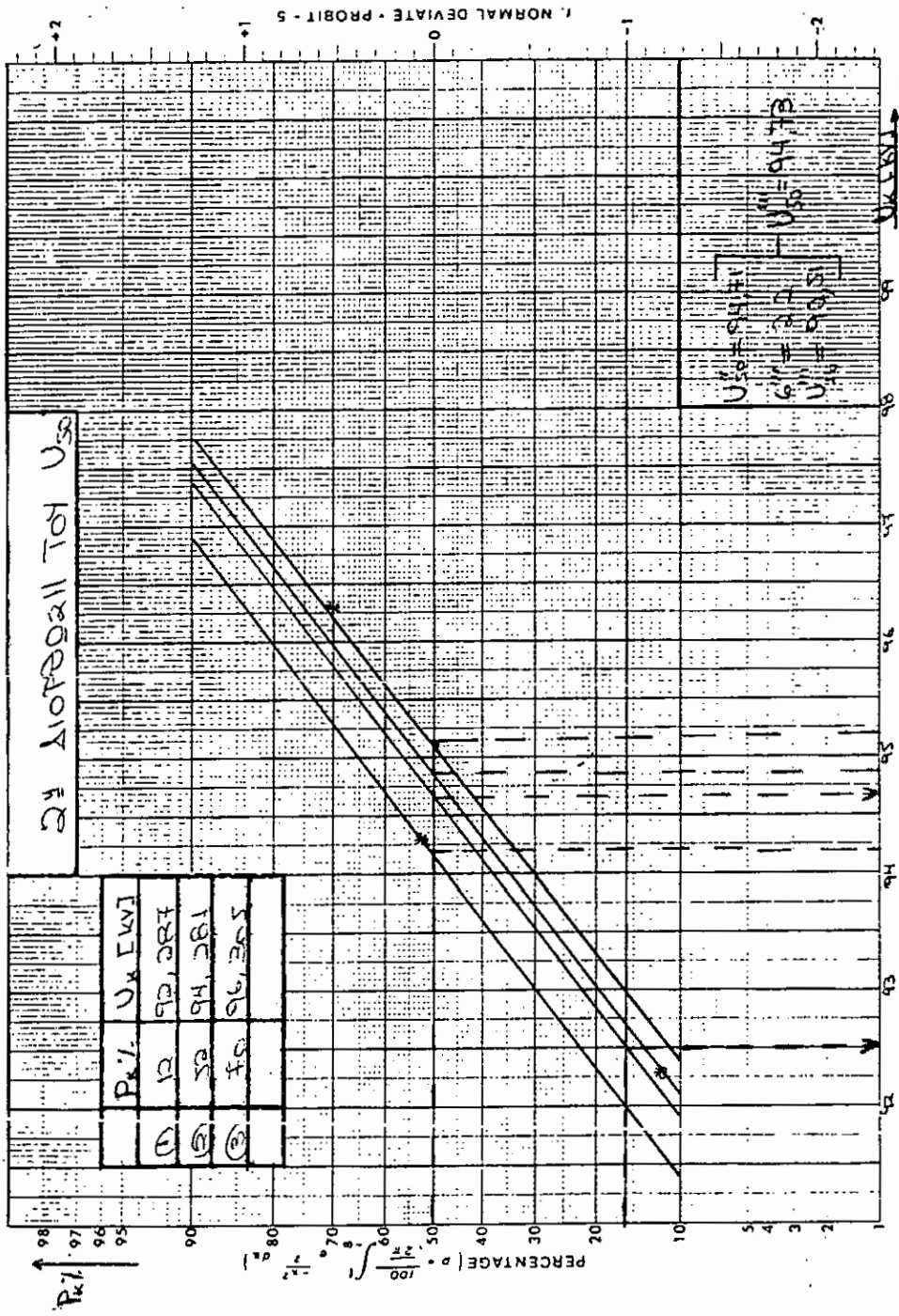


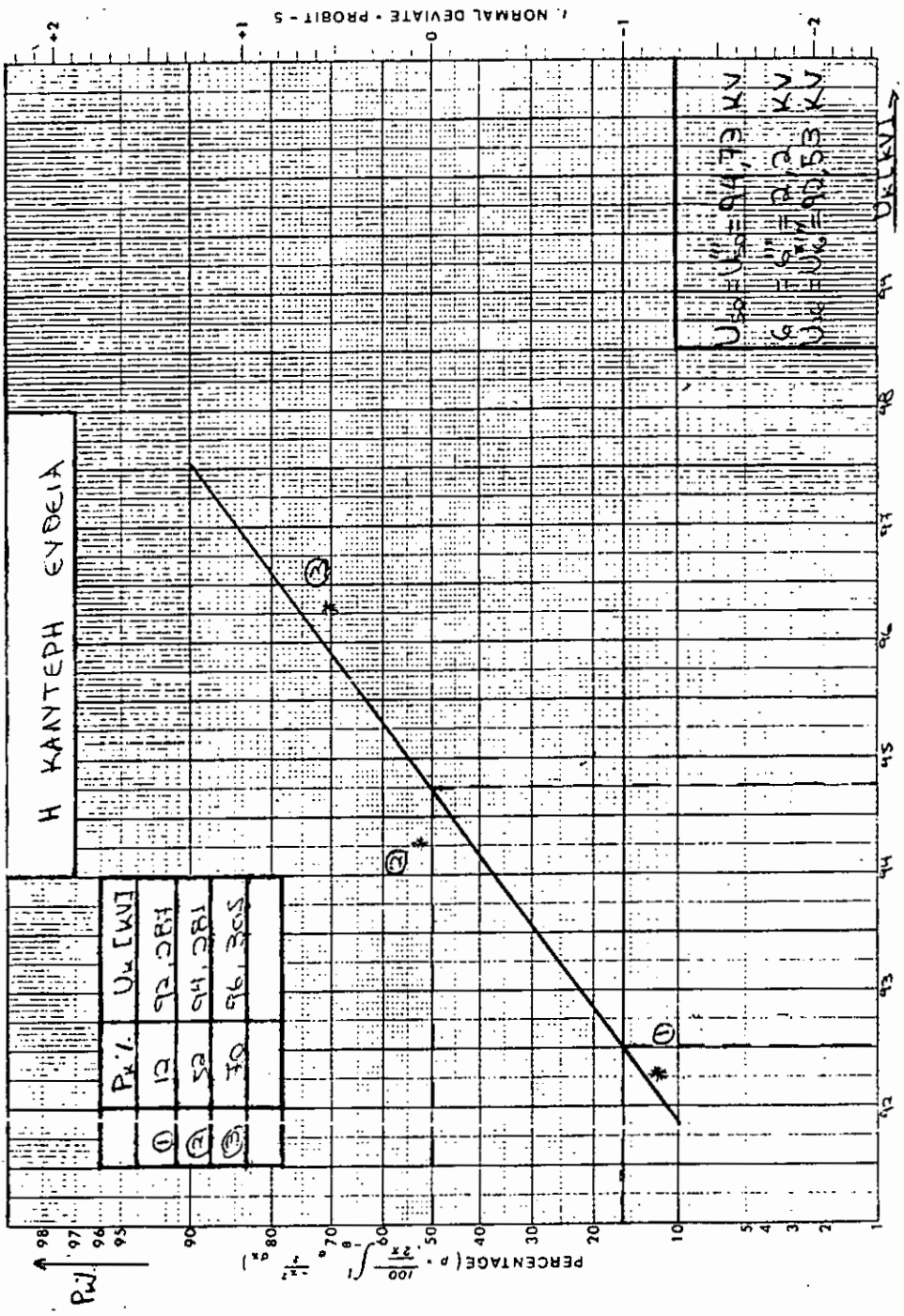
U = 94.05
 U = 94.47
 U = 94.77

①	②	③
92.284	94.281	96.305

U = 94.05
 U = 94.47
 U = 94.77







H KANTEPH ENDEIA

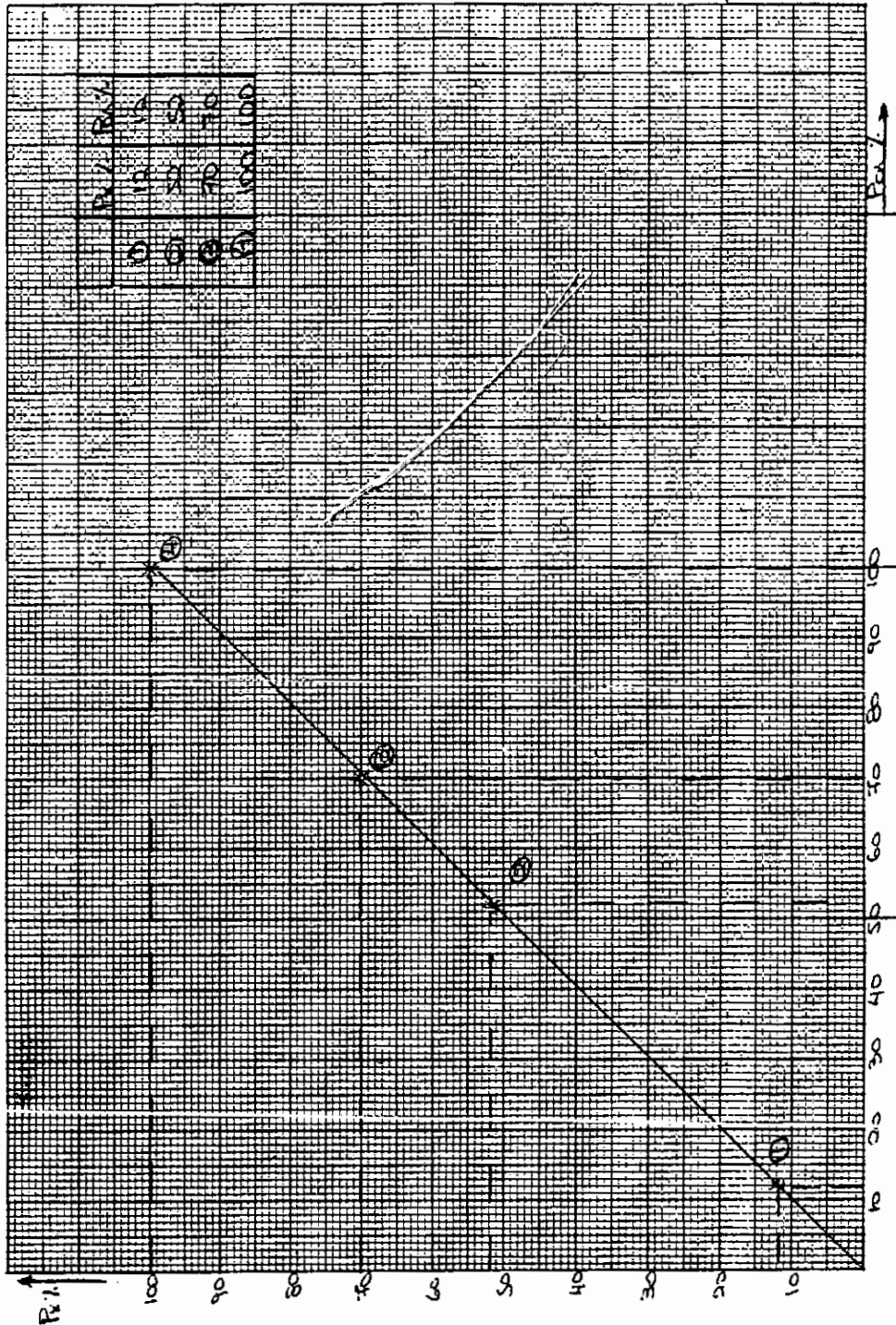
Pr. /	U _L [W]
①	92.281
②	94.281
③	96.305

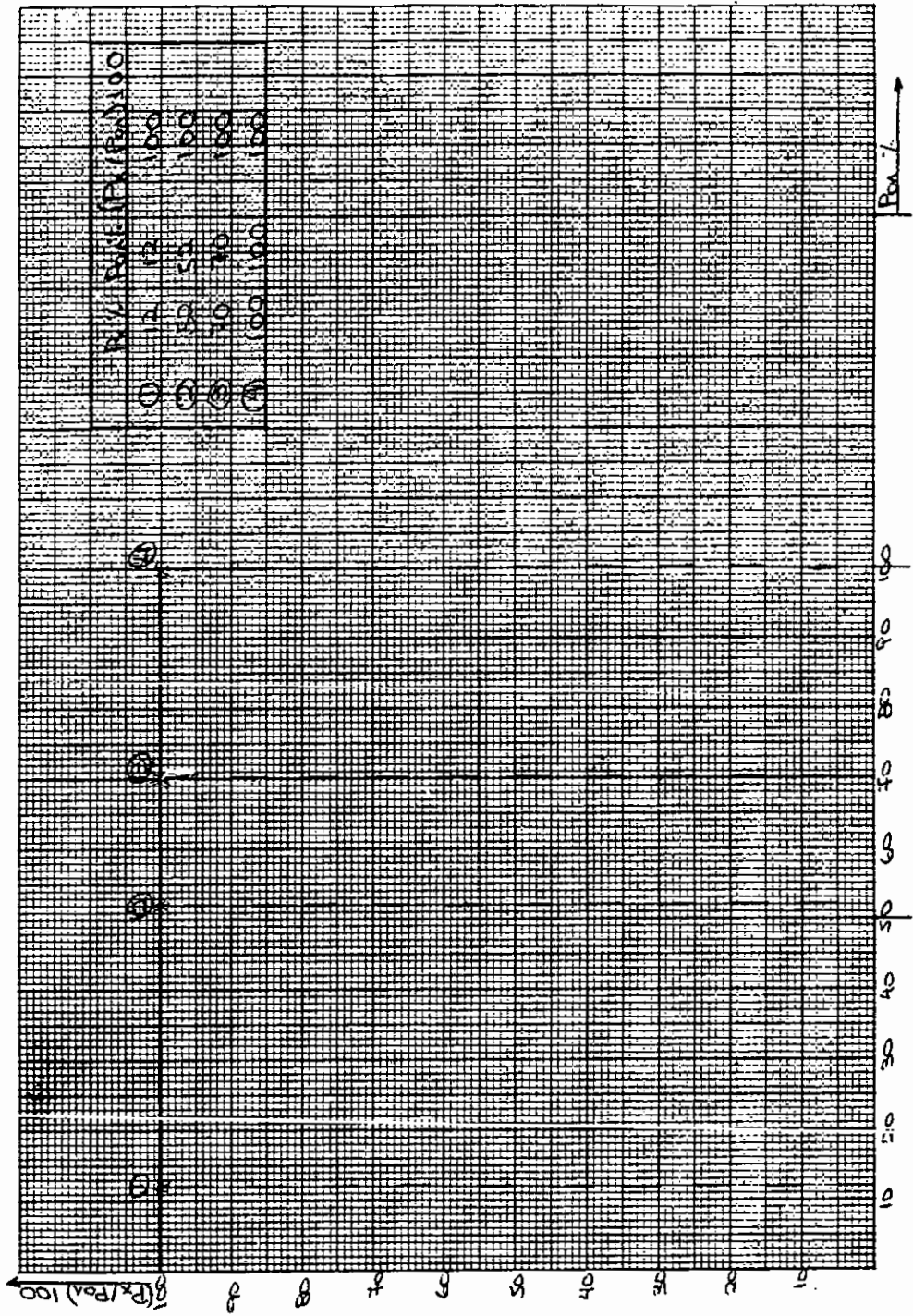
P_w

PERCENTAGE (P)

1 NORMAL DEVIATE - PROBIT - 5

DELEVI





ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ N^ο 04
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 14 - 17

Διάκενο ράβδου - πλάκας, μήκους $\delta = \underline{10 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{4 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	752	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	27.5	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	22	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	16.8	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	34	%

$$U_{50} = 85.008 \text{ kV}$$

$$U_{16} = 82.818 \text{ kV}$$

$$\sigma = 2.19 \text{ kV}$$

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 04
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 14 - 17

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ	
	t _{ολ}	t _x	t _α	t	P _{ολ} %	P _x %	P _α %	P%	U _κ [kV]	
1	50	12	11	1	0	24	22	2	0	83.417
2	50	28	21	7	0	56	42	14	0	85.33
3	50	43	33	10	0	86	66	20	0	87.26
4	50	50	47	3	0	100	94	6	0	-

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_x : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_x, P_α, P υπολογίζονται με βάση των αριθμό των κρούσεων και τις διαστάσεις t_{ολ}, t_x, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΞΕΩΝ

Ημερομηνία : Λοιθμός φύλλου Μετρήσεων : 14

Εύνοτονι περιγραφή Πεπειράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 14
 μήκος διακένου : 10 cm, Πολικτότητα (T), Μέτωπο : 1/76 cm

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 750 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 27.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 22.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 6.8 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 31 %

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 23.417 kV
 Πιθανότητα Διασπάσεως : 24
 Συντελεστής Πολιομέτρου : 2.4
 Λόγος Καταμεριστή : 1 : 24
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 23.417 kV
 Συντελεστής Διαρρώσεως :
 $k_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (1.52 / 760) \times (293 / 27.5) = 0.0047$
 $k_H = 0.0047$
 $k_D/k_H = 1 \dots \dots = 1.022$

Α/Α	ΕΚΔ	+/-	Α/Α	ΕΚΔ	+/-	Α/Α	ΕΚΔ	+/-	Α/Α	ΕΚΔ	+/-
1	B4	-	21	B4S	tx	31	B4S	-	41	BS	-
2	B4S	-	22	BS	-	32	B4	-	42	B4S	tx
3	B4S	-	23	B4S	tx	33	BS	-	43	BS	-
4	B4S	tx	24	B4S	tx	34	B4	tx	44	B4S	-
5	B4S	tx	25	BS	-	35	BS	-	45	B4	-
6	BS	-	26	B4S	-	36	B4	-	46	B4S	-
7	BS	-	27	BS	-	37	B4S	-	47	B4	-
8	BS	-	28	BS	-	38	BS	-	48	BS	tx
9	B4S	-	29	B4	-	39	BS	tx	49	B4	-
10	B4S	tx	30	B4S	tx	40	B4S	-	50	B4S	tx

ΕΚΔ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτούμετρου

Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χρησιμοποιήθηκε Hand Run
 Κίβωτος Κρουστικού Βολτούμετρου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΙΜΗ ΤΑΞΕΩΝ

Ημερομηνία : Λο.θμός φύλλου Μετρήσεων : 15.

Σύντομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα
 Αυστηρότητα
 μήκος διακένου : 10 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρησι : + / - 0.05

Αποσφασιολογικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 752 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 22.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 22.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 10.5 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 31

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008, 1009, 1010, 1011, 1012, 1013, 1014, 1015, 1016, 1017, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022, 1023, 1024, 1025, 1026, 1027, 1028, 1029, 1030, 1031, 1032, 1033, 1034, 1035, 1036, 1037, 1038, 1039, 1040, 1041, 1042, 1043, 1044, 1045, 1046, 1047, 1048, 1049, 1050, 1051, 1052, 1053, 1054, 1055, 1056, 1057, 1058, 1059, 1060, 1061, 1062, 1063, 1064, 1065, 1066, 1067, 1068, 1069, 1070, 1071, 1072, 1073, 1074, 1075, 1076, 1077, 1078, 1079, 1080, 1081, 1082, 1083, 1084, 1085, 1086, 1087, 1088, 1089, 1090, 1091, 1092, 1093, 1094, 1095, 1096, 1097, 1098, 1099, 1100, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 1108, 1109, 1110, 1111, 1112, 1113, 1114, 1115, 1116, 1117, 1118, 1119, 1120, 1121, 1122, 1123, 1124, 1125, 1126, 1127, 1128, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1134, 1135, 1136, 1137, 1138, 1139, 1140, 1141, 1142, 1143, 1144, 1145, 1146, 1147, 1148, 1149, 1150, 1151, 1152, 1153, 1154, 1155, 1156, 1157, 1158, 1159, 1160, 1161, 1162, 1163, 1164, 1165, 1166, 1167, 1168, 1169, 1170, 1171, 1172, 1173, 1174, 1175, 1176, 1177, 1178, 1179, 1180, 1181, 1182, 1183, 1184, 1185, 1186, 1187, 1188, 1189, 1190, 1191, 1192, 1193, 1194, 1195, 1196, 1197, 1198, 1199, 1200, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1208, 1209, 1210, 1211, 1212, 1213, 1214, 1215, 1216, 1217, 1218, 1219, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224, 1225, 1226, 1227, 1228, 1229, 1230, 1231, 1232, 1233, 1234, 1235, 1236, 1237, 1238, 1239, 1240, 1241, 1242, 1243, 1244, 1245, 1246, 1247, 1248, 1249, 1250, 1251, 1252, 1253, 1254, 1255, 1256, 1257, 1258, 1259, 1260, 1261, 1262, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1268, 1269, 1270, 1271, 1272, 1273, 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1279, 1280, 1281, 1282, 1283, 1284, 1285, 1286, 1287, 1288, 1289, 1290, 1291, 1292, 1293, 1294, 1295, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300, 1301, 1302, 1303, 1304, 1305, 1306, 1307, 1308, 1309, 1310, 1311, 1312, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317, 1318, 1319, 1320, 1321, 1322, 1323, 1324, 1325, 1326, 1327, 1328, 1329, 1330, 1331, 1332, 1333, 1334, 1335, 1336, 1337, 1338, 1339, 1340, 1341, 1342, 1343, 1344, 1345, 1346, 1347, 1348, 1349, 1350, 1351, 1352, 1353, 1354, 1355, 1356, 1357, 1358, 1359, 1360, 1361, 1362, 1363, 1364, 1365, 1366, 1367, 1368, 1369, 1370, 1371, 1372, 1373, 1374, 1375, 1376, 1377, 1378, 1379, 1380, 1381, 1382, 1383, 1384, 1385, 1386, 1387, 1388, 1389, 1390, 1391, 1392, 1393, 1394, 1395, 1396, 1397, 1398, 1399, 1400, 1401, 1402, 1403, 1404, 1405, 1406, 1407, 1408, 1409, 1410, 1411, 1412, 1413, 1414, 1415, 1416, 1417, 1418, 1419, 1420, 1421, 1422, 1423, 1424, 1425, 1426, 1427, 1428, 1429, 1430, 1431, 1432, 1433, 1434, 1435, 1436, 1437, 1438, 1439, 1440, 1441, 1442, 1443, 1444, 1445, 1446, 1447, 1448, 1449, 1450, 1451, 1452, 1453, 1454, 1455, 1456, 1457, 1458, 1459, 1460, 1461, 1462, 1463, 1464, 1465, 1466, 1467, 1468, 1469, 1470, 1471, 1472, 1473, 1474, 1475, 1476, 1477, 1478, 1479, 1480, 1481, 1482, 1483, 1484, 1485, 1486, 1487, 1488, 1489, 1490, 1491, 1492, 1493, 1494, 1495, 1496, 1497, 1498, 1499, 1500, 1501, 1502, 1503, 1504, 1505, 1506, 1507, 1508, 1509, 1510, 1511, 1512, 1513, 1514, 1515, 1516, 1517, 1518, 1519, 1520, 1521, 1522, 1523, 1524, 1525, 1526, 1527, 1528, 1529, 1530, 1531, 1532, 1533, 1534, 1535, 1536, 1537, 1538, 1539, 1540, 1541, 1542, 1543, 1544, 1545, 1546, 1547, 1548, 1549, 1550, 1551, 1552, 1553, 1554, 1555, 1556, 1557, 1558, 1559, 1560, 1561, 1562, 1563, 1564, 1565, 1566, 1567, 1568, 1569, 1570, 1571, 1572, 1573, 1574, 1575, 1576, 1577, 1578, 1579, 1580, 1581, 1582, 1583, 1584, 1585, 1586, 1587, 1588, 1589, 1590, 1591, 1592, 1593, 1594, 1595, 1596, 1597, 1598, 1599, 1600, 1601, 1602, 1603, 1604, 1605, 1606, 1607, 1608, 1609, 1610, 1611, 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1618, 1619, 1620, 1621, 1622, 1623, 1624, 1625, 1626, 1627, 1628, 1629, 1630, 1631, 1632, 1633, 1634, 1635, 1636, 1637, 1638, 1639, 1640, 1641, 1642, 1643, 1644, 1645, 1646, 1647, 1648, 1649, 1650, 1651, 1652, 1653, 1654, 1655, 1656, 1657, 1658, 1659, 1660, 1661, 1662, 1663, 1664, 1665, 1666, 1667, 1668, 1669, 1670, 1671, 1672, 1673, 1674, 1675, 1676, 1677, 1678, 1679, 1680, 1681, 1682, 1683, 1684, 1685, 1686, 1687, 1688, 1689, 1690, 1691, 1692, 1693, 1694, 1695, 1696, 1697, 1698, 1699, 1700, 1701, 1702, 1703, 1704, 1705, 1706, 1707, 1708, 1709, 1710, 1711, 1712, 1713, 1714, 1715, 1716, 1717, 1718, 1719, 1720, 1721, 1722, 1723, 1724, 1725, 1726, 1727, 1728, 1729, 1730, 1731, 1732, 1733, 1734, 1735, 1736, 1737, 1738, 1739, 1740, 1741, 1742, 1743, 1744, 1745, 1746, 1747, 1748, 1749, 1750, 1751, 1752, 1753, 1754, 1755, 1756, 1757, 1758, 1759, 1760, 1761, 1762, 1763, 1764, 1765, 1766, 1767, 1768, 1769, 1770, 1771, 1772, 1773, 1774, 1775, 1776, 1777, 1778, 1779, 1780, 1781, 1782, 1783, 1784, 1785, 1786, 1787, 1788, 1789, 1790, 1791, 1792, 1793, 1794, 1795, 1796, 1797, 1798, 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810, 1811, 1812, 1813, 1814, 1815, 1816, 1817, 1818, 1819, 1820, 1821, 1822, 1823, 1824, 1825, 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, 1833, 1834, 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, 1843, 1844, 1845, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174,

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 16...

Εύνοση περιγραφική Πειράματος : Ράβδος - Πλάνα
 Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : 27.2.6...KV
 Πιθανότητα Διασπάσεως
Αξιομετρήσιμα : $R = 440$
 Συντελεστής Βολτομέτρου
 Λόγος Καταμεριστή
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως
 Συντελεστής Διορθώσεως
 Αιμοσταθμικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση... 752...mmHg
 Ενδειξη Επρού Θερμομέτρου... 27.5...°C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου... 22.5...°C
 Απόλυτη Υγρασία... 16.8...gr/m³
 Σχετική Υγρασία... 71...%

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	BB	+	11	BB	-	21	BB	+	31	BB	+	41	BB	+	51	BB	+
2	BB	-	12	BB	+	22	BB	+	32	BB	+	42	BB	-	52	BB	-
3	BB	+	13	BB	+	23	BB	+	33	BB	+	43	BB	+	53	BB	+
4	BB	+	14	BB	+	24	BB	+	34	BB	+	44	BB	+	54	BB	+
5	BB	-	15	BB	+	25	BB	+	35	BB	+	45	BB	+	55	BB	+
6	BB	+	16	BB	+	26	BB	+	36	BB	+	46	BB	-	56	BB	-
7	BB	+	17	BB	+	27	BB	+	37	BB	+	47	BB	+	57	BB	+
8	BB	-	18	BB	+	28	BB	+	38	BB	+	48	BB	+	58	BB	+
9	BB	+	19	BB	+	29	BB	+	39	BB	+	49	BB	+	59	BB	+
10	BB	+	20	BB	+	30	BB	+	40	BB	+	50	BB	+	60	BB	+

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χρυσοειδής Ηωή...
 Χυδαία Παναγία...

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗ ΤΑΞΕΩΣ

Περιγραφή : Λοιμός φύλλου Μετοίσεων : Λ.Η.

Σύντομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάνα
 Λοιμός : Ρ.Ρ.Σ.Σ. Ρ.Ρ.Σ.Σ. Ρ.Ρ.Σ.Σ. Ρ.Ρ.Σ.Σ.
 Μήκος διακένου : 10.0cm, Πολικότητα (Γ-), Μέτρητο : 1/266us

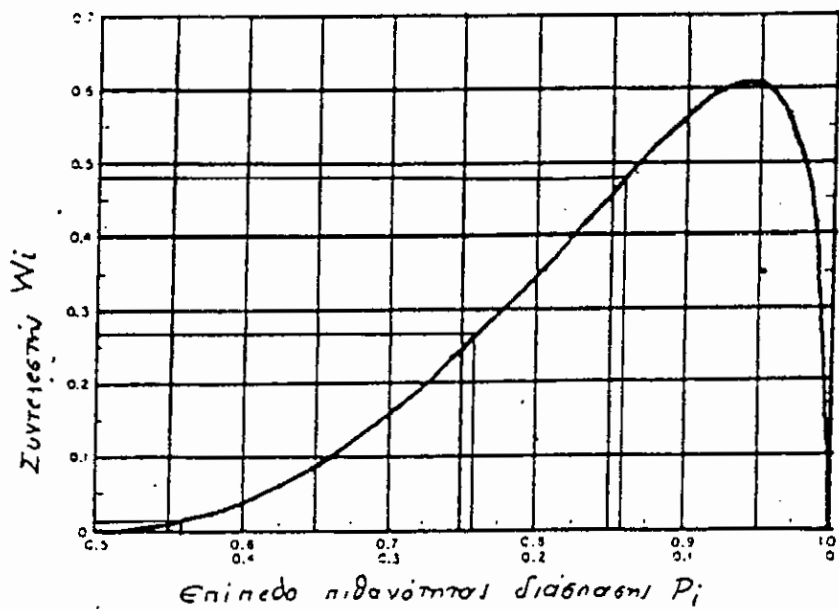
Ατμοσφαιρικές συνθήκες : Ατμοσφαιρική πίεση... 752 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου... 22.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου... 22.5 °C
 Απόλυτη υγρασία... 15.1g/m³
 Σχετική υγρασία... 74%

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως :KV
 Πιθανότητα Διασπάσεως : 100%
 Συντελεστής Βολτομέτρου : 2.4
 Λόγος Καταμεριστή : 1 : 2.4
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως :KV
 Συντελεστής διορθώσεως :
 $K_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (752/760) \times (293/273) = 1.027$
 $K_H = 0.9132$
 $K_D/K_H = (.....) = 1.027$

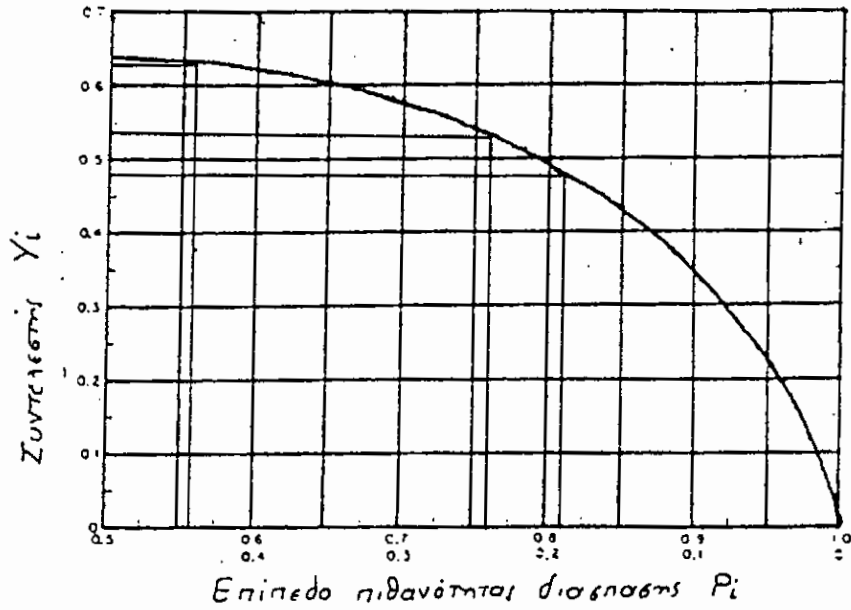
Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-	Α/Α	EKB	+/-
1	92.5	±x	11	92	±x	21	92.5	±x	31	92.5	±x	41	93.5	±x
2	92.5	±x	12	92.5	±x	22	93	±x	32	93	±x	42	92.5	±x
3	92.5	±x	13	92	±x	23	92.5	±x	33	92.5	±x	43	92	±x
4	92	±x	14	91	±x	24	91.5	±x	34	92	±x	44	93	±x
5	92.5	±x	15	91.5	±x	25	92	±x	35	91.5	±x	45	92	±x
6	91	±x	16	92.5	±x	26	93	±x	36	92	±x	46	91.5	±x
7	92	±x	17	92	±x	27	92.5	±x	37	93	±x	47	92	±x
8	92	±x	18	93	±x	28	93	±x	38	93	±x	48	92	±x
9	92.5	±x	19	92.5	±x	29	91.5	±x	39	92.5	±x	49	91.5	±x
10	91	±x	20	91	±x	30	92	±x	40	92	±x	50	92	±x

EKB= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

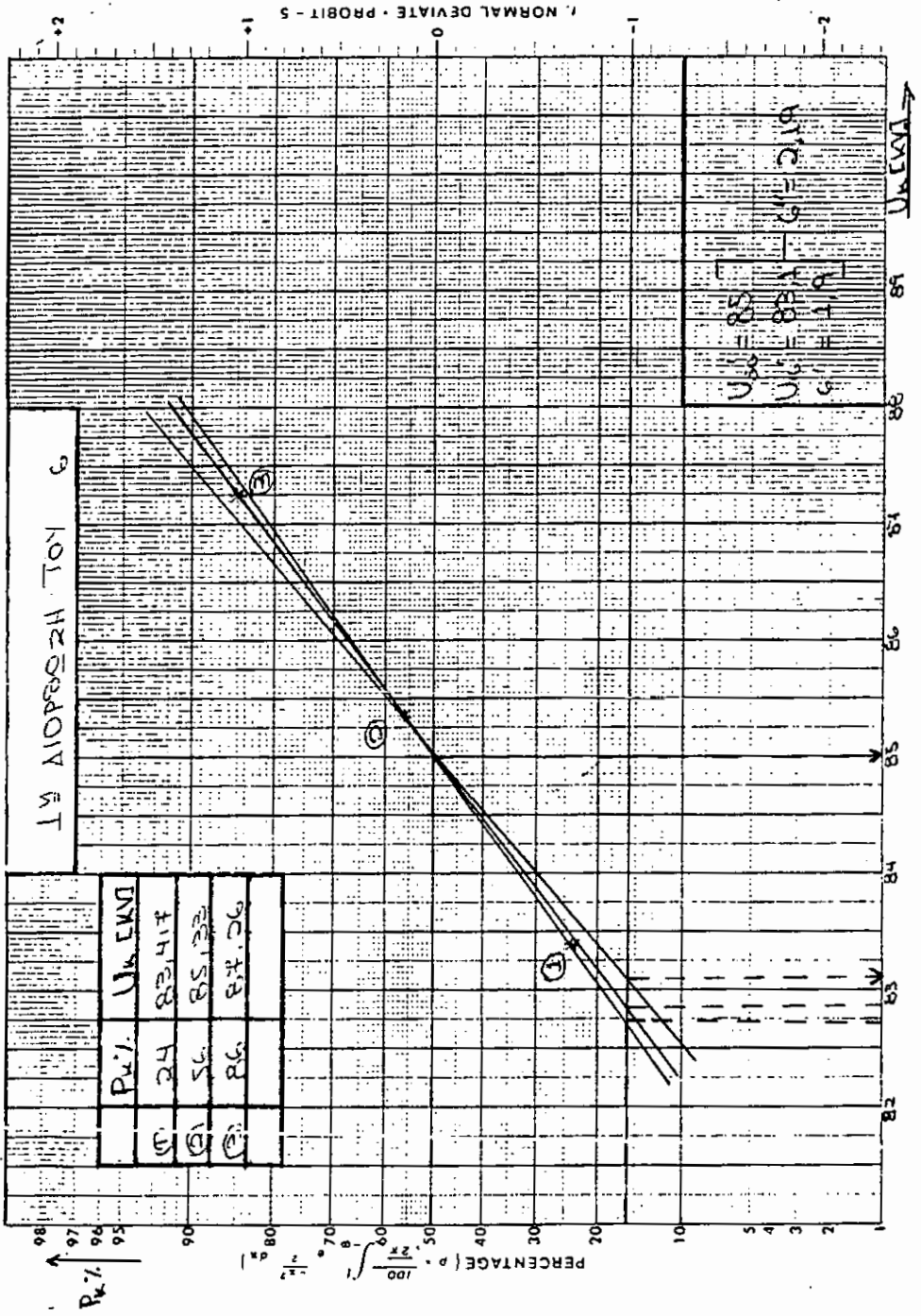
Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χρυσόστομος Ηαμπ Ρούπ
 Χρυσόστομος Παυλίδης



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0.265$	$P_{W1} = 24\%$
$W_2 = 0.012$	$P_{W2} = 56\%$
$W_3 = 0.485$	$P_{W3} = 86\%$



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0,535$	$P_{k1} = 24 \%$
$Y_2 = 0,62$	$P_{k2} = 56 \%$
$Y_3 = 0,42$	$P_{k3} = 86 \%$



Uk = 85.232

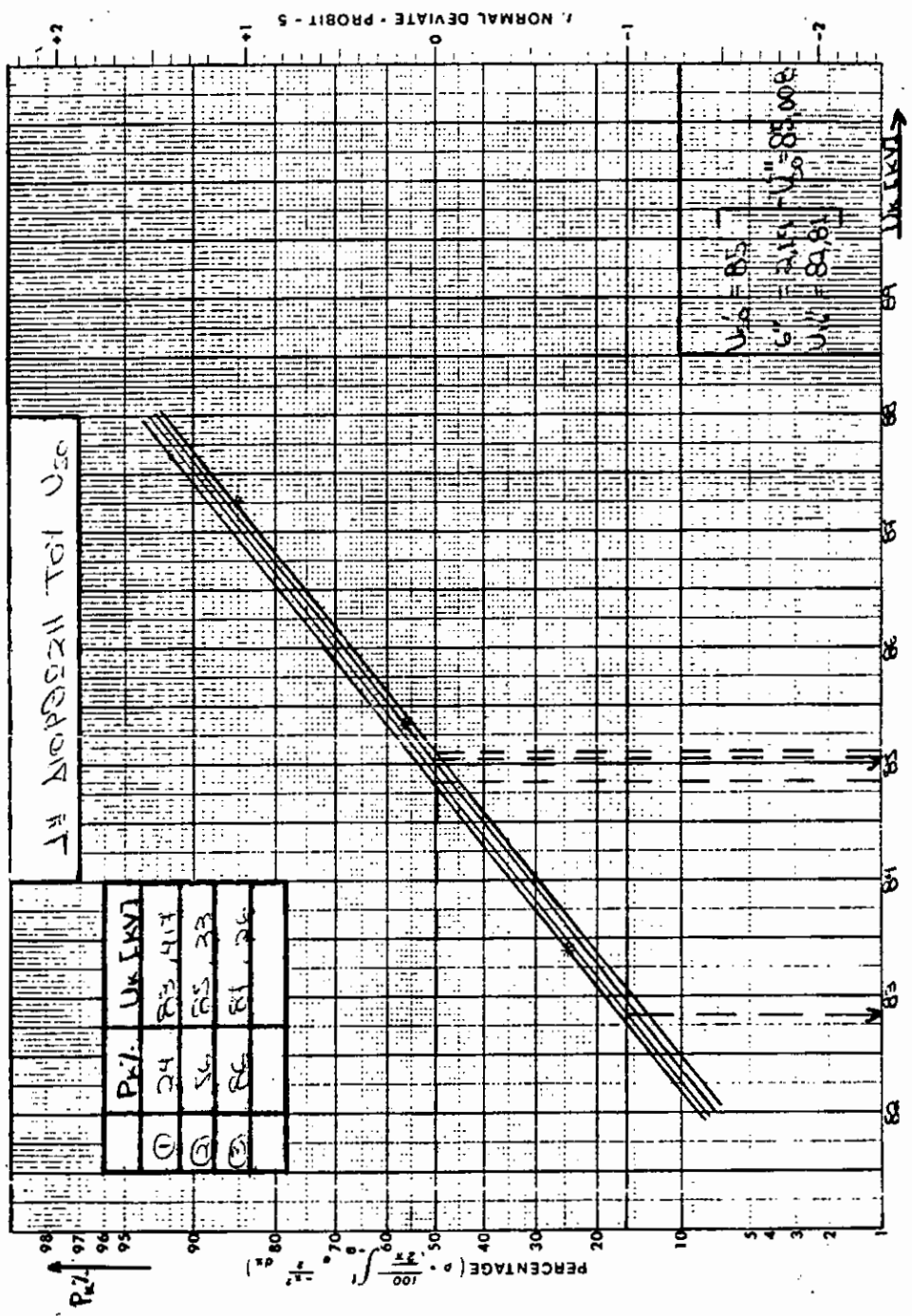
KMD = 87.26

P%

PERCENTAGE (p)

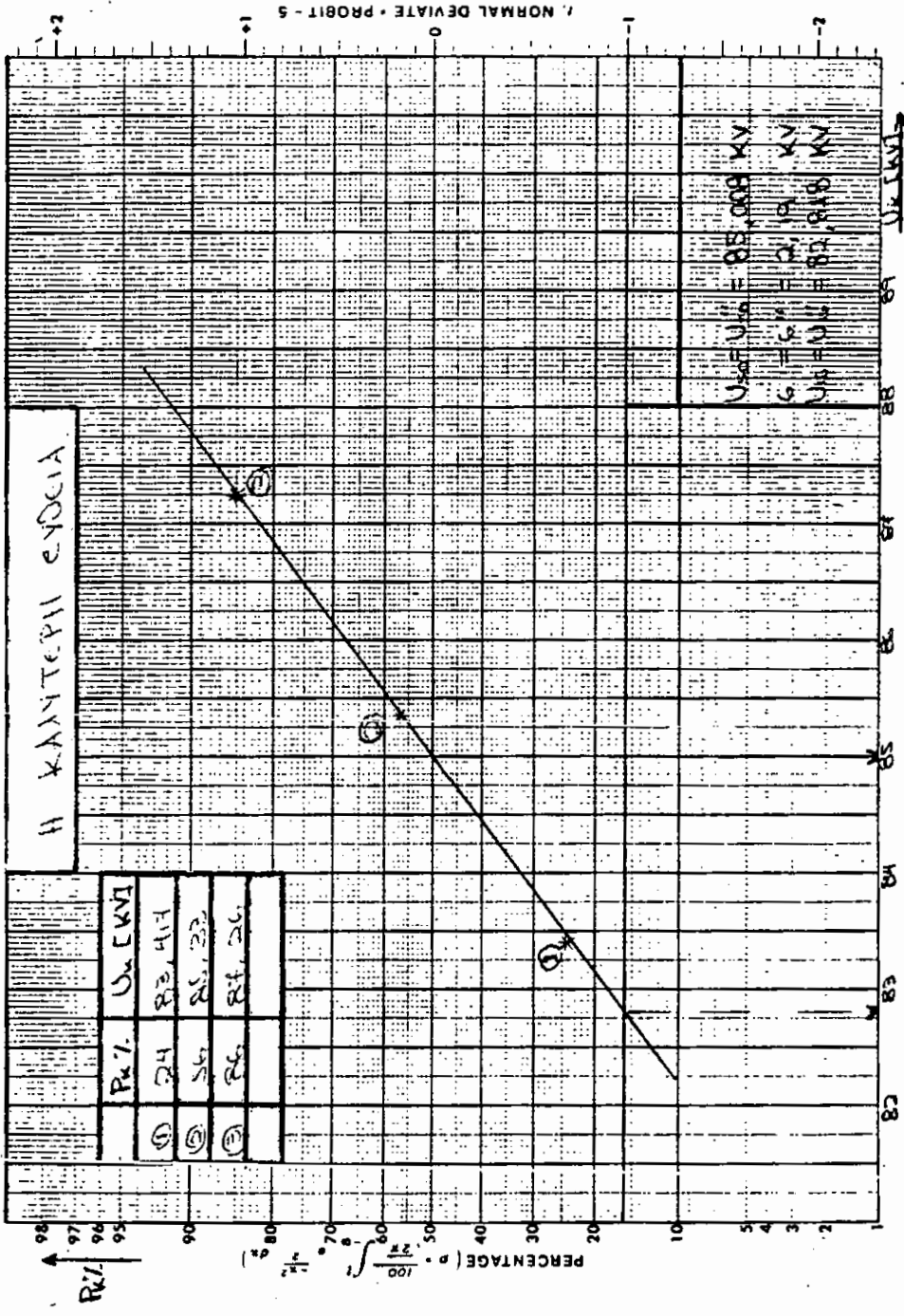
NORMAL DEVIAE

PROBIT - 5



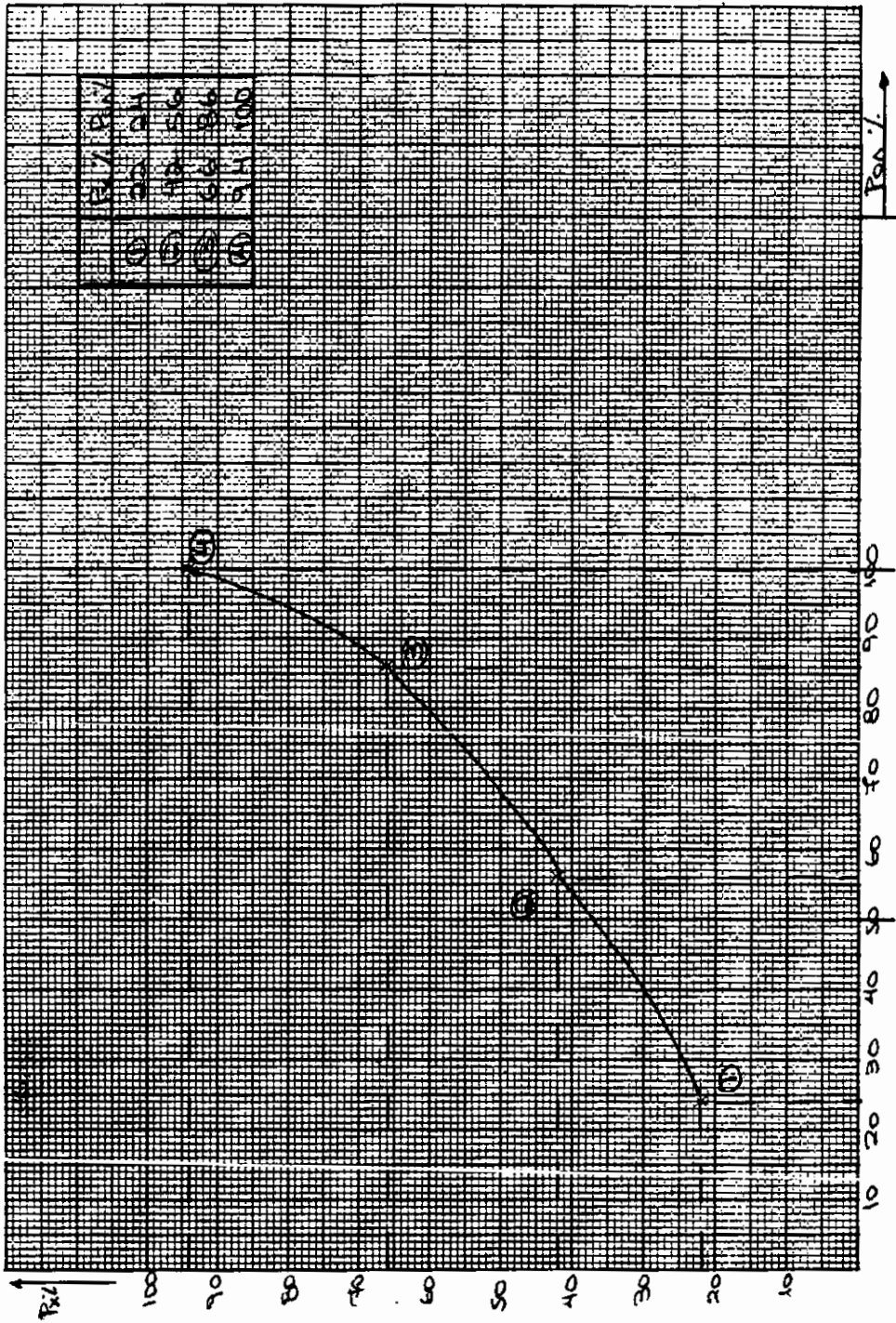
1. NORMAL DEVIATE - PROBIT - S

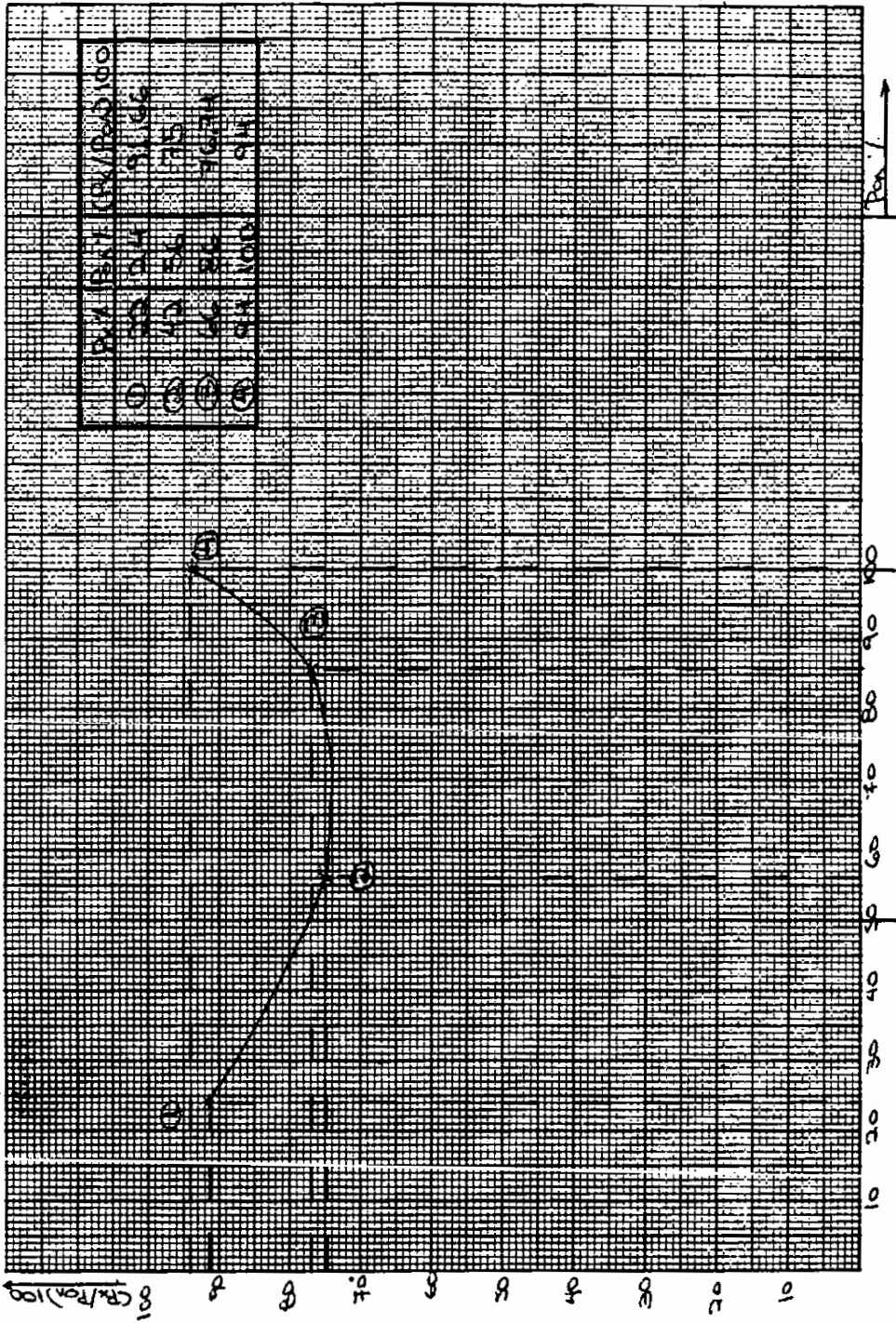
UK INCHES TO FT



7. NORMAL DEVIATE - PROBIT - S

R_{0.1}





ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 05
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 18 - 21

Διάκενο ράβδου - πλάκας , μήκους $\delta = \underline{10 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{10 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	752	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	27.5	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	26.5	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	24	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	51	%

$$U_{50} = 91.693 \text{ kV}$$

$$U_{16} = 89.084 \text{ kV}$$

$$\sigma = 2.6081 \text{ kV}$$

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 05
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 18-21

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ U _κ [kV]	
	t _{ολ}	t _x	t _α	t	P _{ολ} %	P _x %	P _α %	P%		
1	50	12	11	1	0	24	22	2	0	89.586
2	50	28	26	2	0	56	52	4	0	92.357
3	50	42	40	2	0	84	80	4	0	93.92
4	50	50	47	3	0	100	94	6	0	-

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_x : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΩΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_x, P_α, P υπολογίζονται με βάση των αριθμό των κρούσεων και τις διαστάσεις t_{ολ}, t_x, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗ ΤΑΛΕΩΝ

Περσουλία : Αρ. θμός φύλλου Μετρήσεων : 55.

Σύντομη περιγραφή Περίστασης : Ράβδος - Πλάκα
 Λογός Διαμέτρου :
 Μήκος Διαμέτρου : 1.5 cm, Πολικότητα (+), Μήτλο : 1/16 μm

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 24.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 24.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : g/m³
 Σχετική Υγρασία :

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 50.555...KV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Συντελεστής Βολτομέτρου :
Λόγος Καταμεριστή :
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως :KV
Συντελεστής Διορθώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (1.022/760) \times (293/273) = 1.048$

$k_h = 0.988$

$k_D/k_h = (1.022/760) = 1.057$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	50.5	-	21	50.5	-	31	50.5	+0.5	41	50.5	-
2	50.5	-	22	50.5	-	32	50.5	+0.5	42	50.5	-
3	50.5	+0.5	23	50.5	-	33	50.5	-	43	50.5	+0.5
4	50.5	-	24	50.5	-	34	50.5	-	44	50.5	-
5	50.5	-	25	50.5	-	35	50.5	-	45	50.5	+0.5
6	50.5	-	26	50.5	-	36	50.5	-	46	50.5	-
7	50.5	+0.5	27	50.5	+0.5	37	50.5	-	47	50.5	+0.5
8	50.5	+0.5	28	50.5	-	38	50.5	-	48	50.5	-
9	50.5	+0.5	29	50.5	-	39	50.5	-	49	50.5	-
10	50.5	-	30	50.5	-	40	50.5	-	50	50.5	-

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Επιτέλεση Μετρήσεων
 Αρκετά υγιεινά Κρατήρια
 Αρκετά υγιεινά Παναχόμια

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΙΛΙΝ ΤΑΞΙΝ

Πυρομονία : Αρ. φύλλου Μετρήσεων : 15.

Εύνοση περιγραφή Πειράματος : Ράβδος - Πάνα
 Διάμετρος : 2.5 cm
 μήκος διαμένου : 15 cm, Πολιτότητα : (-), Μέτρο : 1/20 cm

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 750 mmHg
 Ενδειξη Επουθ Θερμομέτρου : 24.5 °C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 25.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 21 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 82 %

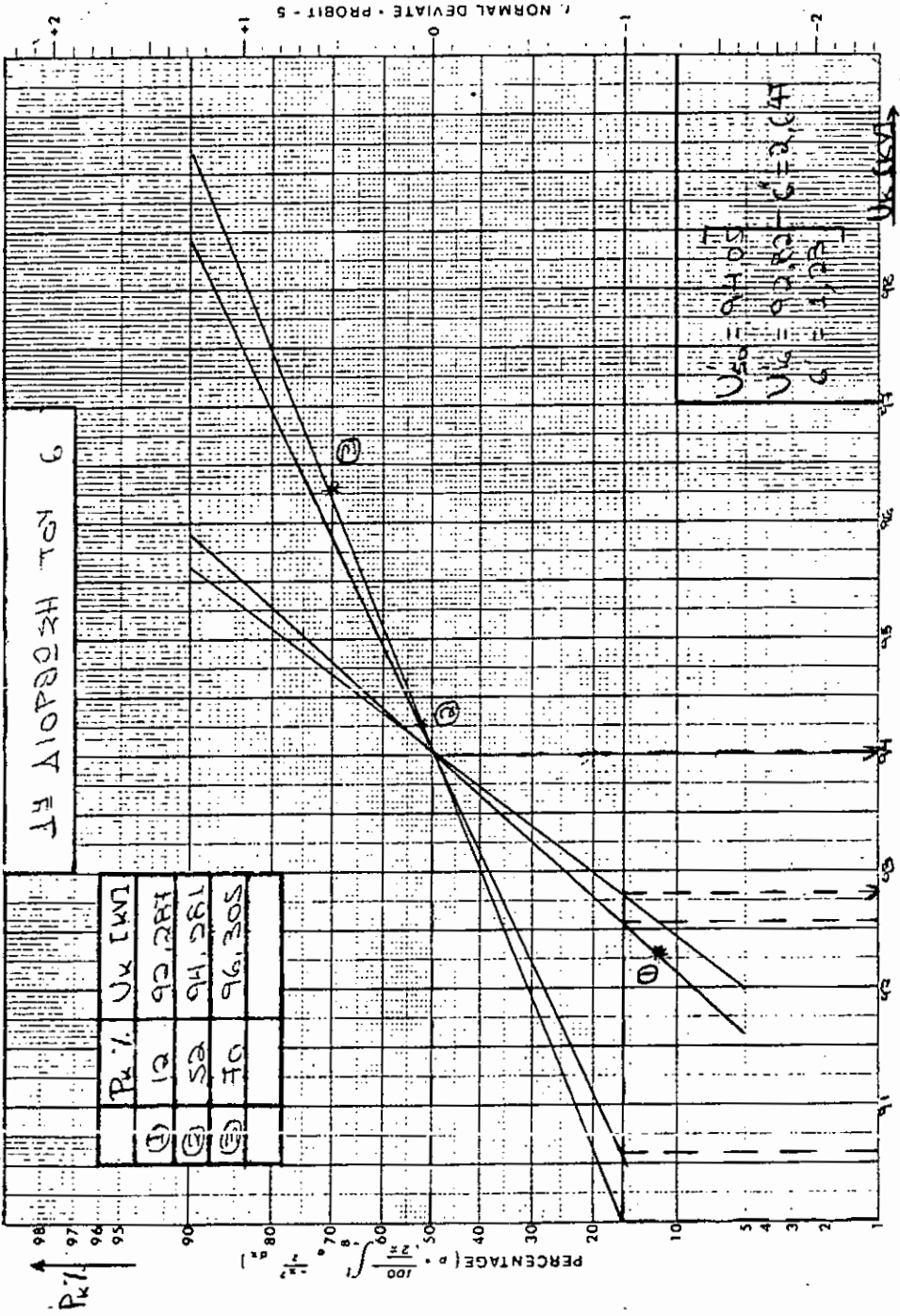
Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : 50 KV
Πιθανότητα Διασπάσεως : 50 %
Συντελεστής Βολτομέτρου :
Αότος Καταμεριστή : 1 : 20
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 50 KV
Συντελεστής Διορθώσεως :

$k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.013/760) \times (293/255.5) = 0.98$
 $k_h = 0.55 \times 10^{-3}$
 $k_d/k_h = (.....) = 1.8 \times 10^3$

Α/Α	ΕΙΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	ΕΚΒ	-	11	ΕΚΒ	+	21	ΕΚΒ	+	31	ΕΚΒ	+	41	ΕΚΒ	+
2	ΕΚΒ	+	12	ΕΚΒ	+	22	ΕΚΒ	-	32	ΕΚΒ	-	42	ΕΚΒ	+
3	ΕΚΒ	+	13	ΕΚΒ	+	23	ΕΚΒ	-	33	ΕΚΒ	-	43	ΕΚΒ	-
4	ΕΚΒ	+	14	ΕΚΒ	+	24	ΕΚΒ	+	34	ΕΚΒ	-	44	ΕΚΒ	-
5	ΕΚΒ	-	15	ΕΚΒ	-	25	ΕΚΒ	+	35	ΕΚΒ	+	45	ΕΚΒ	+
6	ΕΚΒ	-	16	ΕΚΒ	+	26	ΕΚΒ	+	36	ΕΚΒ	+	46	ΕΚΒ	-
7	ΕΚΒ	-	17	ΕΚΒ	+	27	ΕΚΒ	-	37	ΕΚΒ	-	47	ΕΚΒ	-
8	ΕΚΒ	-	18	ΕΚΒ	-	28	ΕΚΒ	+	38	ΕΚΒ	+	48	ΕΚΒ	+
9	ΕΚΒ	-	19	ΕΚΒ	+	29	ΕΚΒ	+	39	ΕΚΒ	-	49	ΕΚΒ	+
10	ΕΚΒ	-	20	ΕΚΒ	+	30	ΕΚΒ	-	40	ΕΚΒ	-	50	ΕΚΒ	+

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρονική στιγμή Μετρήσεως
 Ονομαστικός αριθμός Μετρήσεων



9 KOL HERDIOIT FT

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Πηρομηνία : Λο.θμός Φύλλου Μετρήσεων : 252.

Εύνομη περιγραφή Πελάματος : Ράβδος - Πάκα

.....

.....

Μήκος Διακένου : 19. cm, Πολικότητα : (+), Μέτρο : 1./26. us

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση... mmHg

Ενδειξη Επρού Θερμομέτρου... °C

Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου... °C

Απόλυτη Υγρασία... gr/m³

Σχετική Υγρασία.....

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : kv

Πιθανότητα Διασπάσεως :

Εντελεστής Βολτομέτρου :

Αόγος Καταμεριστή :

Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : kv

Συντελεστής διορθώσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (760/760) \times (293/293) = 1$

$k_h = \dots$

$k_D/k_h = (\dots/\dots) = \dots$

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
Χριστοφορος Παπαδόπουλος
Μετρώσα Παρατηρητής

Α/Α	ΕΙ:Β	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	ΕΚΒ	+	11	ΕΚΒ	+	21	ΕΚΒ	+	31	ΕΚΒ	+	41	ΕΚΒ	-
2	ΕΚΒ	+	12	ΕΚΒ	+	22	ΕΚΒ	+	32	ΕΚΒ	+	42	ΕΚΒ	+
3	ΕΚΒ	-	13	ΕΚΒ	+	23	ΕΚΒ	+	33	ΕΚΒ	+	43	ΕΚΒ	+
4	ΕΚΒ	+	14	ΕΚΒ	+	24	ΕΚΒ	+	34	ΕΚΒ	+	44	ΕΚΒ	+
5	ΕΚΒ	-	15	ΕΚΒ	+	25	ΕΚΒ	+	35	ΕΚΒ	+	45	ΕΚΒ	+
6	ΕΚΒ	+	16	ΕΚΒ	+	26	ΕΚΒ	-	36	ΕΚΒ	-	46	ΕΚΒ	+
7	ΕΚΒ	+	17	ΕΚΒ	-	27	ΕΚΒ	+	37	ΕΚΒ	+	47	ΕΚΒ	+
8	ΕΚΒ	+	18	ΕΚΒ	-	28	ΕΚΒ	+	38	ΕΚΒ	+	48	ΕΚΒ	+
9	ΕΚΒ	+	19	ΕΚΒ	+	29	ΕΚΒ	+	39	ΕΚΒ	+	49	ΕΚΒ	+
10	ΕΚΒ	+	20	ΕΚΒ	+	30	ΕΚΒ	+	40	ΕΚΒ	+	50	ΕΚΒ	+

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Πιερρομηνία : Αρ. Θυμός Φύλλου Μετρήσεων : 211.

Εύνοση περιγραφή Περίστασις : Ράβδος - Πλάκα
 Διάσπασις :
 Μήκος Διακένου : 10. cm, Πολικότητα : (-), Μέτωπο : 1. / 2. cm

Αεροστατική Συνθήκη : Ατμοσφαιρική Πίεση : 752. mmHg
 Ενδειξη Επρού Θερμομέτρου : 21.5. °C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 21.5. °C
 Απόλυτη Υγρασία : 24. gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 52. %

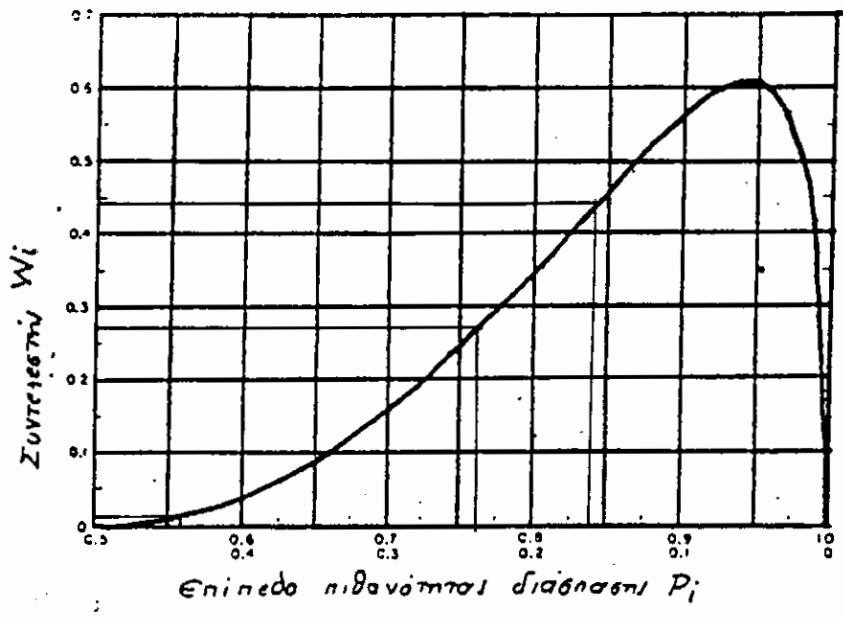
Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : KV
 Πιθανότητα Διασπάσεως : %
 Συντελεστής Βολτομέτρου :
 Λόγος Καταμεριστή :
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : KV
 Συντελεστής Διασπάσεως :

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (752/760) \times (293/293.5) = 0.99547$
 $k_H = 0.99547$
 $k_D/k_H = (.....) = 0.99547$

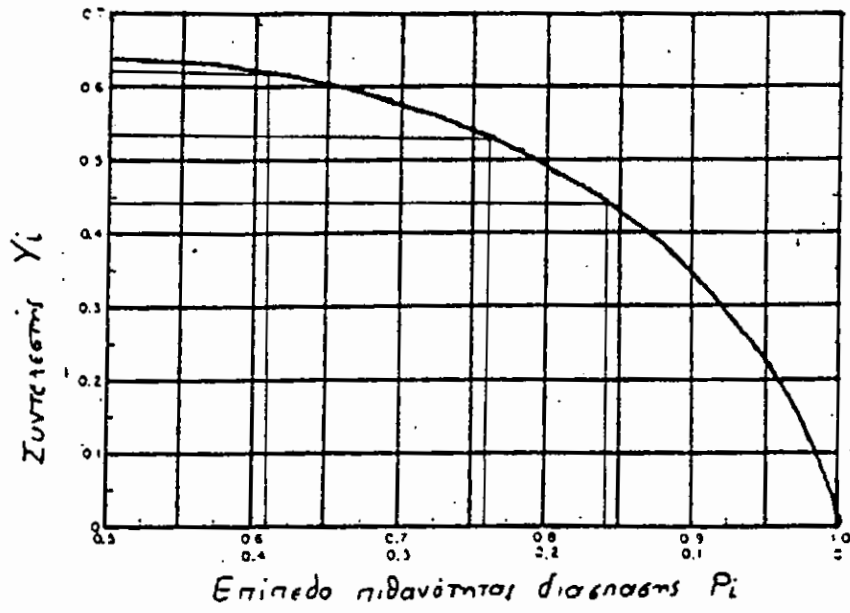
EKB = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-	Α/Α	ΕΚΒ +/-
1	90	11	90.5	21	90.5	31	90.5	41	90
2	90	12	90	22	90	32	90	42	90
3	90	13	90.5	23	90.5	33	90.5	43	90.5
4	90.5	14	90	24	90	34	90.5	44	90.5
5	90	15	90.5	25	90.5	35	90	45	90
6	90	16	90.5	26	90	36	90	46	90.5
7	90	17	90	27	90.5	37	90.5	47	90
8	90.5	18	90.5	28	90	38	90	48	90.5
9	90	19	90.5	29	90.5	39	90.5	49	90.5
10	90	20	90	30	90	40	90.5	50	90.5

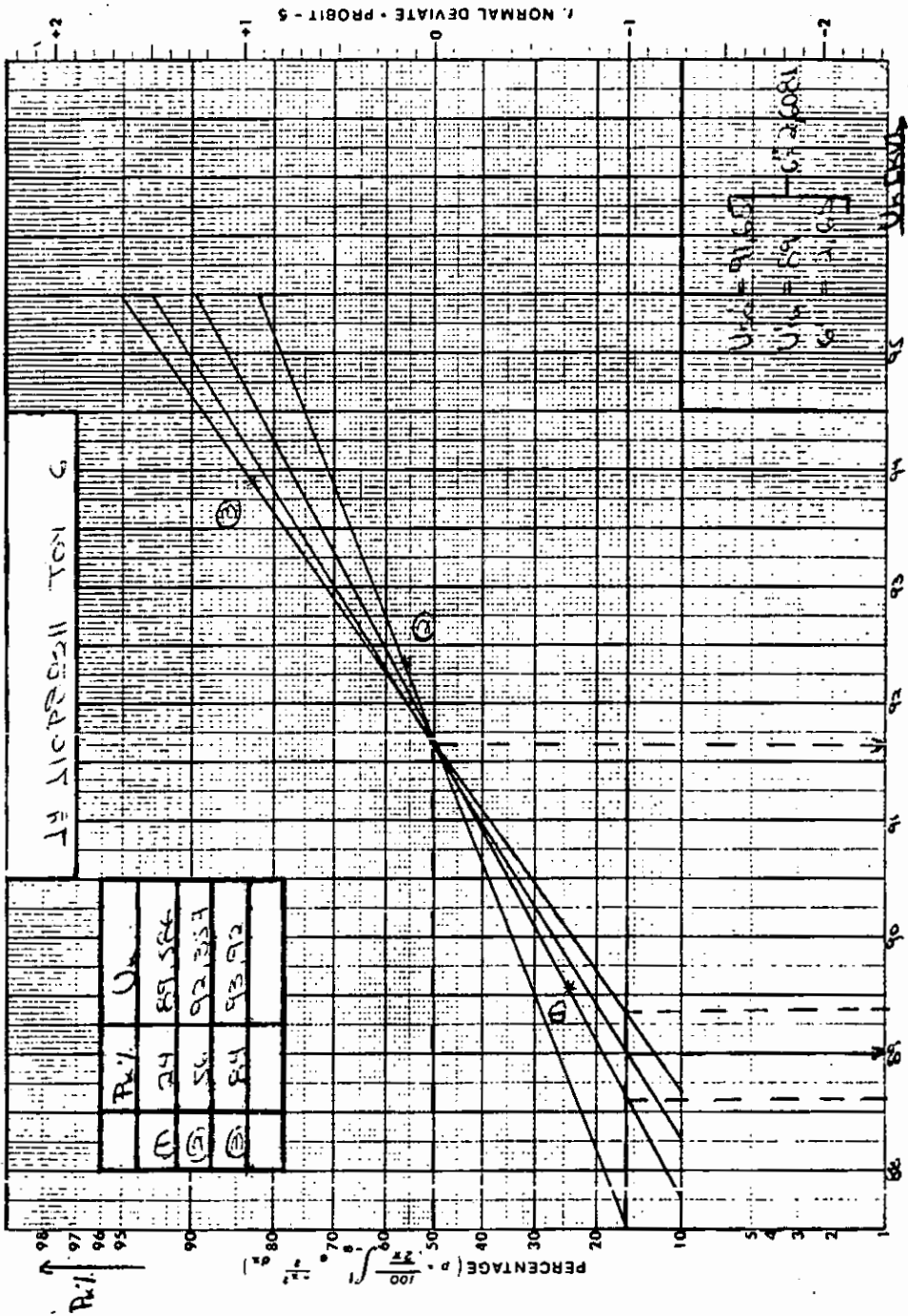
ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήθηκε Αποκλιση
 Ακρίβεια : 1/1000000

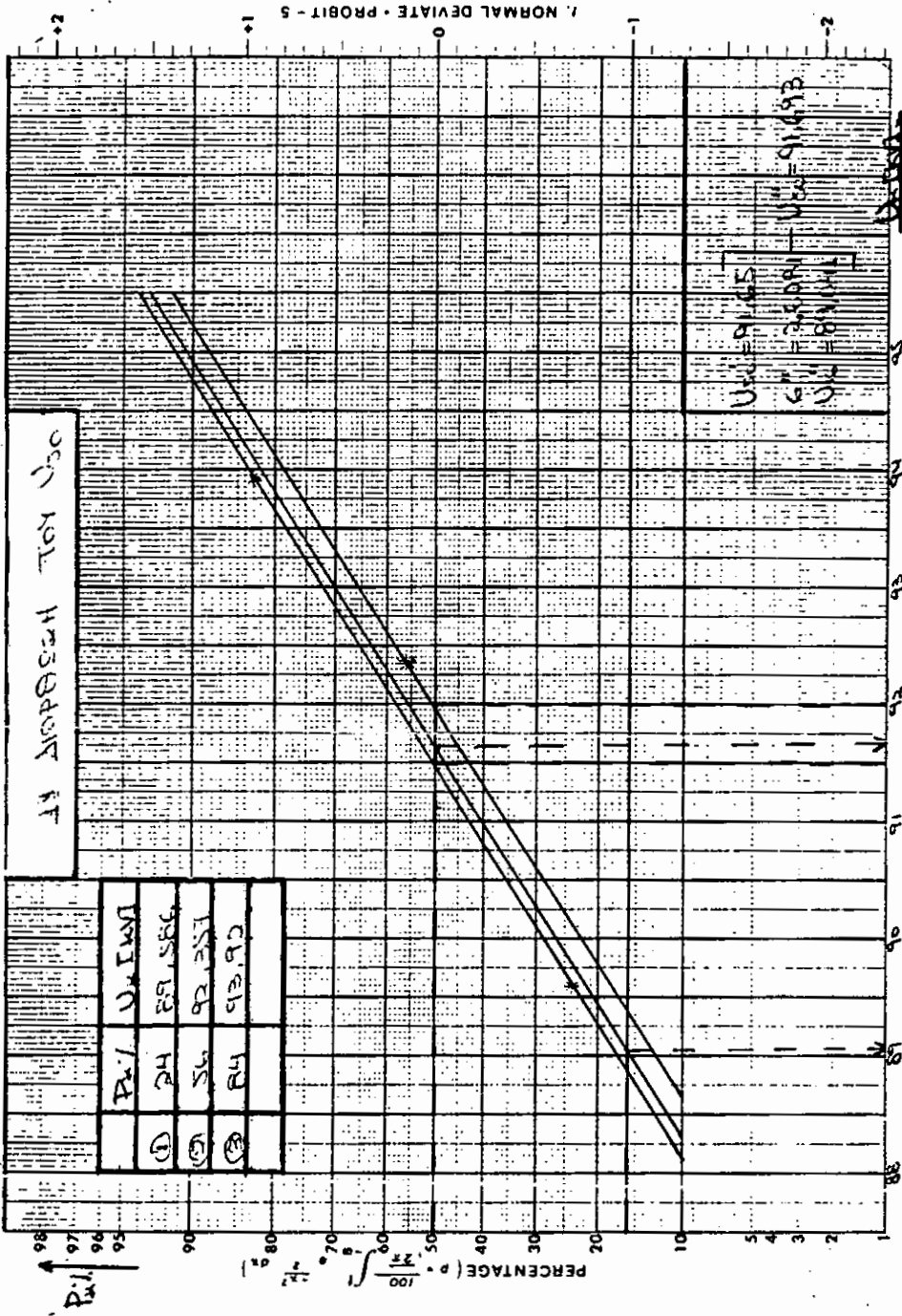


ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0,265$	$P_{w1} = 24 \%$
$W_2 = 0,012$	$P_{w2} = 56 \%$
$W_3 = 0,44$	$P_{w3} = 84 \%$



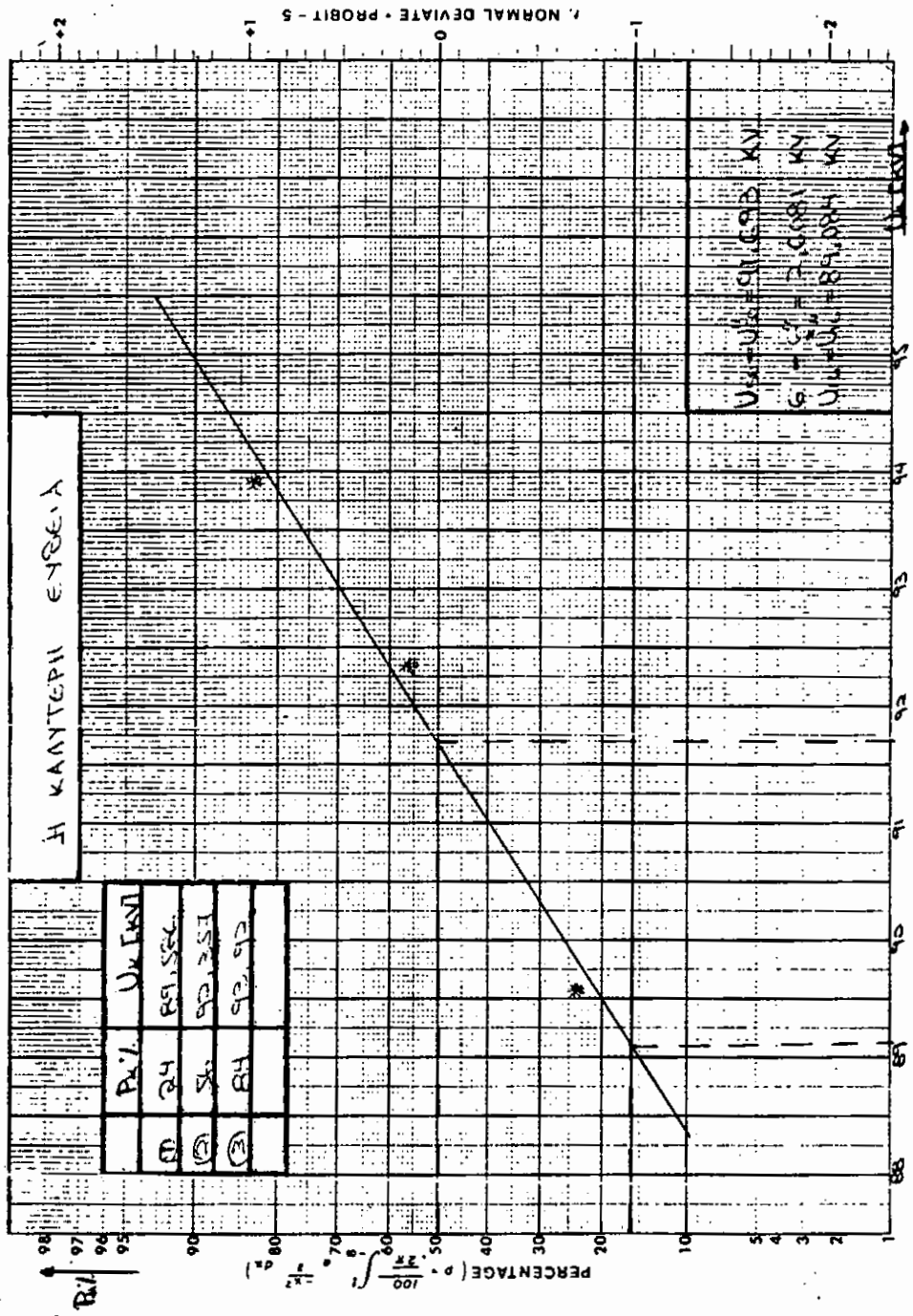
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0.535$	$P_{10} = 24\%$
$Y_2 = 0.62$	$P_{20} = 56\%$
$Y_3 = 0.45$	$P_{30} = 84\%$





11. HOPKINSON TON U30

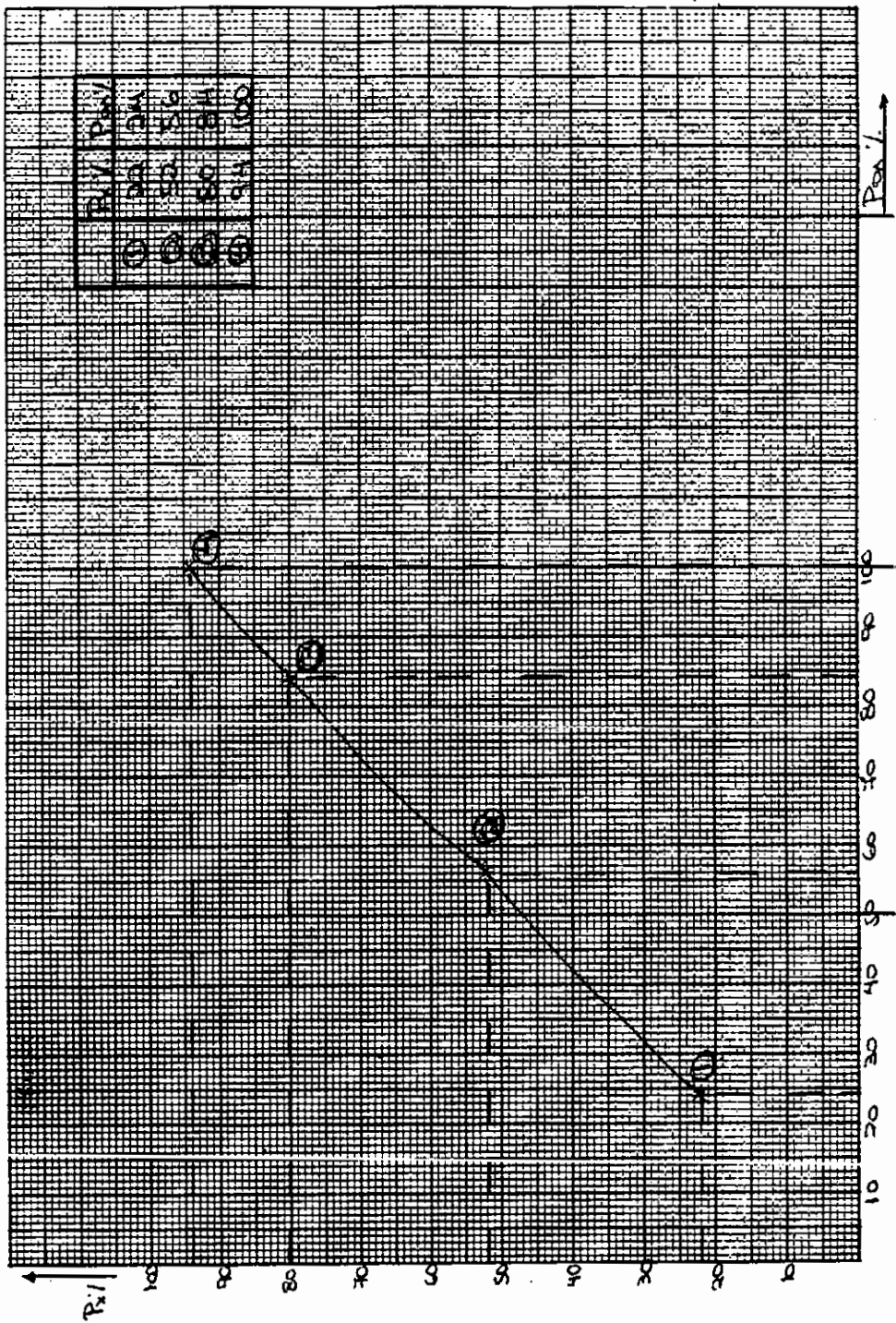
Pu



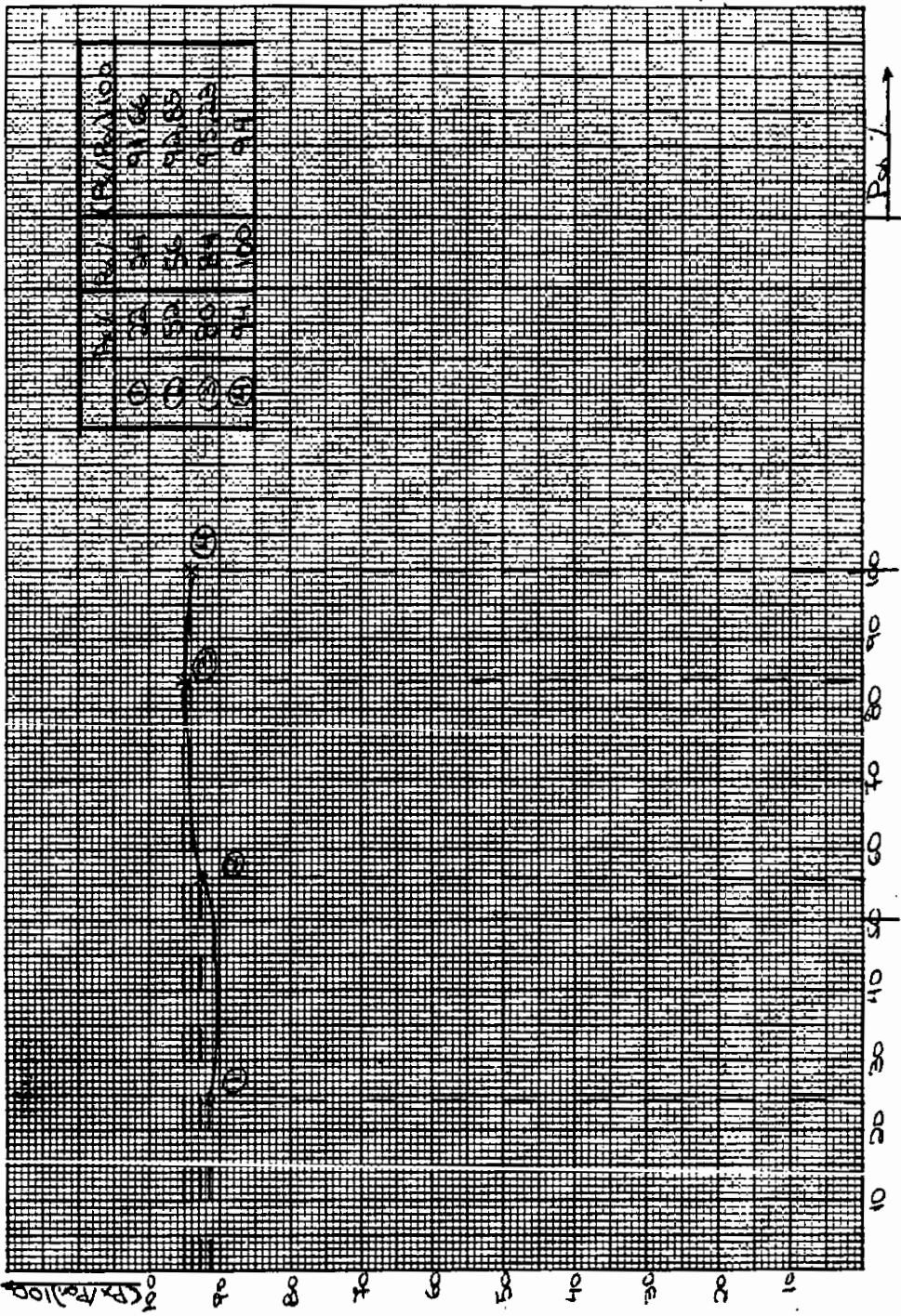
1. NORMAL DEVIATE - PROBIT - S

PERCENTAGE ($p = 100 \int_{-\infty}^z \phi(x) dx$)

Pr.



i



ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ N^ο 06
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 22 - 25

Διάκενο ράβδου - πλάκας, μήκους $\delta = \underline{10 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{14 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	752	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	25	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	21	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	16.3	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	28	%

$$U_{50} = 92.525 \text{ kV}$$

$$U_{16} = 88.034 \text{ kV}$$

$$\sigma = 4.491 \text{ kV}$$

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 06
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 22 - 25

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ
	t _{ολ}	t _x	t _α	t	P _{ολ} %	P _x %	P _α %	P%	U _κ [kV]
1	50	14	0	0	28	28	0	0	89.945
2	50	31	29	2	62	58	4	0	93.759
3	50	43	43	0	86	86	0	0	97.262
4	50	50	44	5	100	88	10	2	-

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_x : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_x, P_α, P υπολογίζονται με βίωση των αριθμό των κρούσεων και τις διαστάσεις t_{ολ}, t_x, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Λο.θμός φύλλου Μετρήσεων : 333.

Εύνοση περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος Διακένου : 10. cm, Πολικότητα (+), Μέτρο : A / = k.us

Ατμοσφαιρικές συνθήκες : Ατμοσφαιρική πίεση... mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου... °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου... °C
 Απόλυτη υγρασία... gr/m³
 Σχετική υγρασία..... %

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως... KV
 Πιθανότητα Διασπάσεως... %
 Συντελεστής Βολτομέτρου...
 Λόγος Καταμεριστή...
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως... KV
 Συντελεστής Διορθώσεως... :

$k_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (750/760) \times (293/295) = 0.997$
 $k_h = 0.997$
 $k_D/k_h = (...../.....) = 0.998$

Α/Α	ΕΚ3	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	90	+	11	91	-	21	91	-	31	90	-	41	90	+
2	90	-	12	91	-	22	91	-	32	90	-	42	91	-
3	90	-	13	91.5	+	23	90.5	-	33	90	-	43	90.5	+
4	90	-	14	90	+	24	90.5	-	34	91	-	44	90	-
5	90	+	15	90	+	25	90	+	35	89	+	45	91	-
6	90.5	+	16	91	-	26	90	+	36	90	+	46	91.5	-
7	90	-	17	91	-	27	90	-	37	90	+	47	91	-
8	90	+	18	91	-	28	90	-	38	91	-	48	91	-
9	91	-	19	91.5	-	29	91	-	39	90	-	49	91	-
10	90.5	-	20	91	-	30	91	-	40	91	-	50	91.5	-

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χρησιμοποιήσαμ. Ηλεκτ. Μ.Ο. Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΞΕΩΝ

Ημερομηνία : Λο. Θμός Φύλλου Μετρήσεων : 222.

Εύνοτοι περιγραφή Περιβάματος : Ρόμβος - Πλάκα

.....

.....

Μήκος Διακένου : 1.40 cm, Πολικότητα : (-), Μέτωπο : 2. / 3.5 cm

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 759.7 mmHg

Ενδειξη Ξηρού Θερμομέτρου : 25.5 °C

Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 21.1 °C

Απόλυτη Υγρασία : 16.2 gr/m³

Σχετική Υγρασία : 88.0

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : 220 V AC KV

Πιθανότητα Διασπάσεως : 0.001

Συντελεστής Βολτομέτρου : 1.00

Λόγος Καταμεριστή : 1.00

Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 220 V AC KV

Συντελεστής Διορθώσεως : 1.00

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.0132/760) \times (293/293) = 1.0000$

$k_h = 1.0000$

$k_D/k_h = (1.0000/1.0000) = 1.0000$

Α/Α	ΕΚ3	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	515	±	11	50	±	21	515	-	31	515	±	41	515	-
2	50	±	12	515	-	22	515	±	32	515	-	42	505	±
3	515	±	13	515	-	23	505	±	33	515	±	43	505	±
4	515	-	14	50	±	24	505	±	34	515	-	44	505	±
5	515	-	15	515	-	25	50	-	35	515	-	45	515	±
6	515	-	16	50	±	26	515	-	36	505	±	46	515	±
7	50	±	17	515	±	27	515	±	37	505	±	47	515	-
8	50	±	18	515	±	28	515	-	38	515	-	48	515	-
9	50	±	19	50	±	29	515	-	39	505	±	49	515	±
10	505	±	20	50	±	30	50	-	40	50	±	50	515	±

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Εκτέλεση Μετρήσεων
Χρησιμοποιηθέντα Όργανα
Χρονική Περιγραφή
.....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΞΕΩΝ

Ημερομηνία : Λο. Φύλλο φύλλου Μετρήσεων : 221.

Εύνοσημ τεριγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος διαμέτρου : 1.0 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρημα : Δ/Ζήλιος

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση mmHg
Ενδειξη Επρού Θερμομέτρου °C
Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου °C
Απόλυτη Υγρασία gr/m³
Σχετική Υγρασία

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως KV
Πιθανότητα Διασπάσεως
Συντελεστής Βολτομέτρου
Αόγος Καταμεριστή
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως KV
Συντελεστής διορθώσεως

$K_d = (P/P_0) \times (T/T_0) = (752/760) \times (293/295) = 0.9926$
 $k_h = 0.00018$
 $K_d/k_h = (...../.....) = 1.97258$

Λ/Α	ΕΚΠ	+/-	Λ/Α	ΕΚΒ	+/-	Λ/Α	ΕΚΒ	+/-	Λ/Α	ΕΚΒ	+/-	Λ/Α	ΕΚΒ	+/-
1	95.5	+	11	94.5	+	21	96	+	31	95	+	41	96.5	+
2	94.5	+	12	94	+	22	96.5	+	32	95	+	42	96	-
3	94	-	13	94.5	-	23	96	+	33	96	+	43	96	+
4	94.5	-	14	96.5	+	24	96	+	34	96	+	44	96	+
5	96	+	15	94	+	25	94.5	+	35	96	-	45	96	+
6	96	+	16	94	+	26	96	+	36	95.5	+	46	96	+
7	94.5	+	17	95.5	+	27	95.5	+	37	95	+	47	95.5	+
8	95.5	+	18	96	+	28	96	+	38	95.5	+	48	95.5	+
9	95.5	-	19	96	-	29	96	+	39	94.5	+	49	95	-
10	95.5	+	20	95.5	-	30	96	+	40	96.5	+	50	96.5	+

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χρησιμοποιώντας τον πίνακα
 κίνησης του βολτομέτρου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΠΗΛΙΜΗ ΤΑΣΕΩΝ

Παρατηρήσεις : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 22.

Εύστομη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκια

 μήκος διακένου : 10.0 cm, Πολικότητα (+), Μίτωση : 1/25 us

Αιμοφαλοειδικές συνθήκες : Αιμοφαλοειδική πίεση mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου °C
 Απόλυτη υγρασία gr/m³
 Σχετική υγρασία

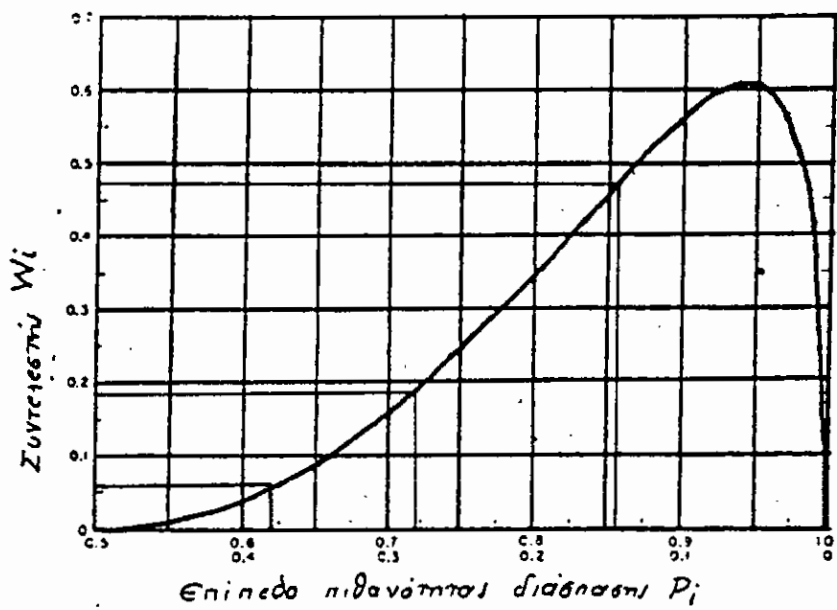
Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως KV
 Πιθανότητα Διασπάσεως
 Συντελεστής Βολτομέτρου
 Λόγος Καταμεριστή
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως KV
 Συντελεστής διορθώσεως:

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.02/760) \times (293/273) = 1.0006$
 $k_H = 0.9992$
 $k_D/k_H = (1.0006/0.9992) = 1.0012$

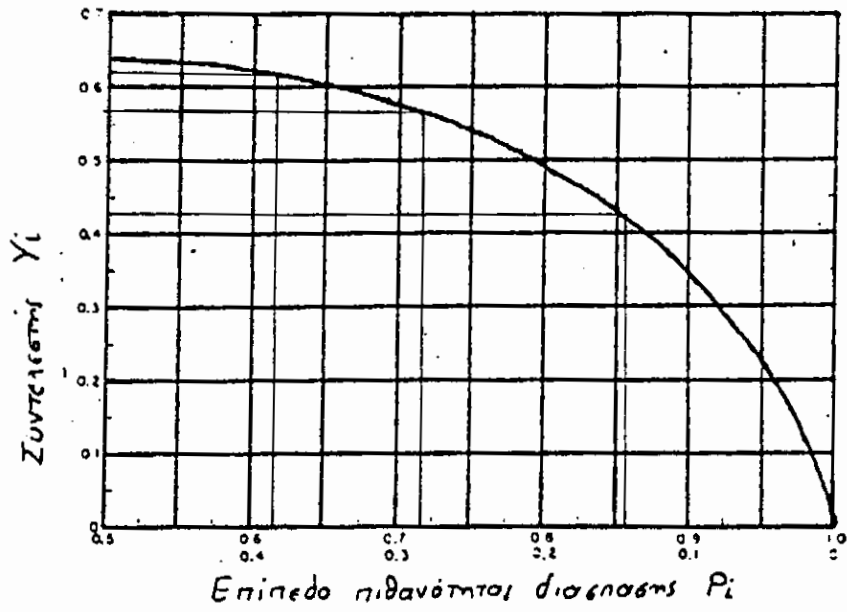
Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	98	±	11	99.5	±	21	98	±	31	100	±	41	96	±
2	95	±	12	97.5	±	22	100	±	32	98	±	42	96.5	±
3	96.5	±	13	96	±	23	98.5	±	33	97	±	43	96	±
4	97.5	±	14	97	±	24	97	±	34	96	±	44	94	±
5	96	±	15	98	±	25	96.5	±	35	97	±	45	96	±
6	100	±	16	97.5	±	26	98	±	36	97	±	46	98	±
7	98	±	17	96	±	27	98.5	±	37	97	±	47	97.5	±
8	99.5	±	18	99	±	28	98.5	±	38	98.5	±	48	97.5	±
9	100	±	19	98	±	29	97	±	39	98.5	±	49	96	±
10	98	±	20	96	±	30	97	±	40	97	±	50	97.5	±

ΕΚΒ= Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

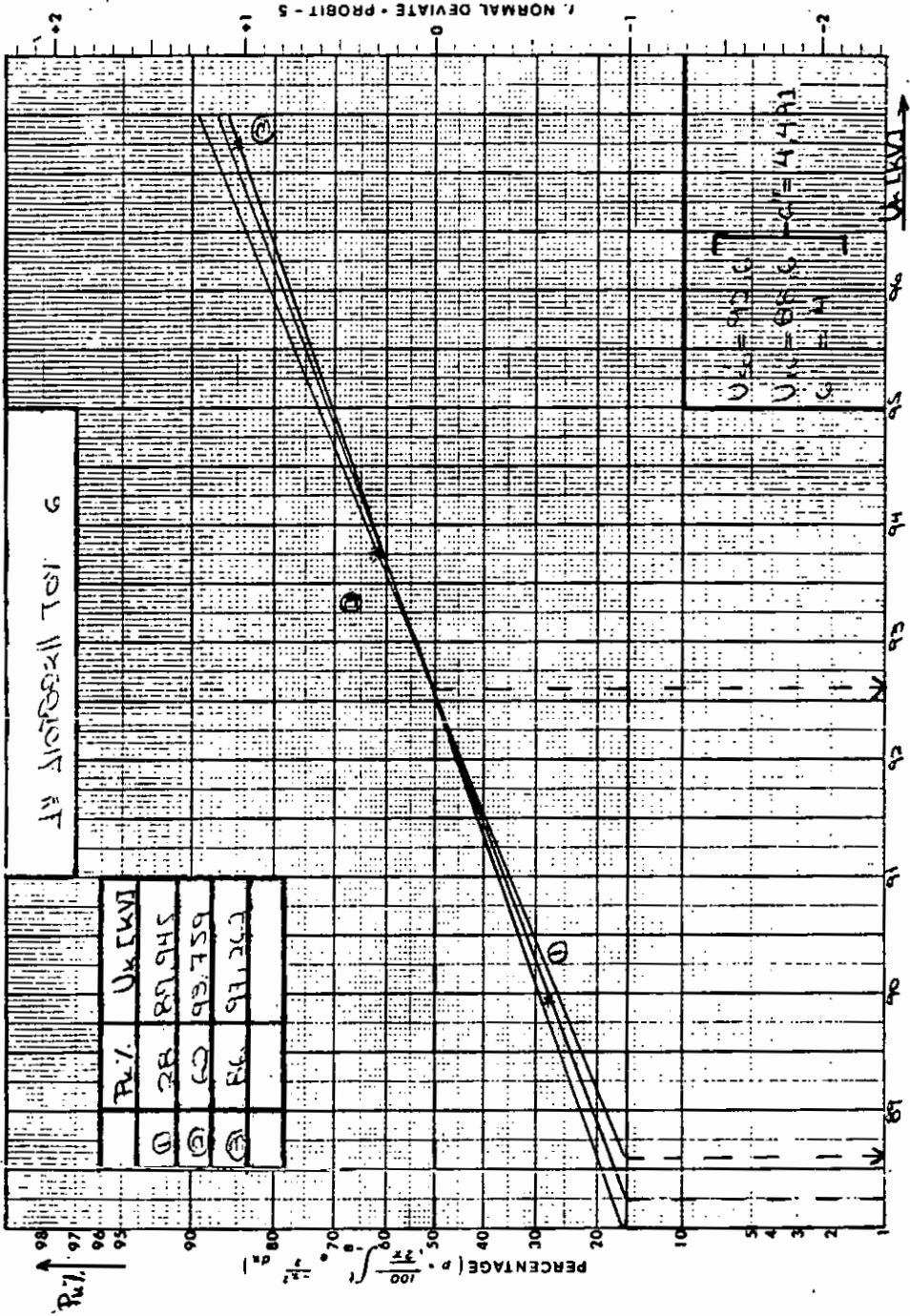
Εκτέλεση Μετρήσεων
 Χρονόμετρο 1 και 2
 Διαστάσεις Πρωτογενούς

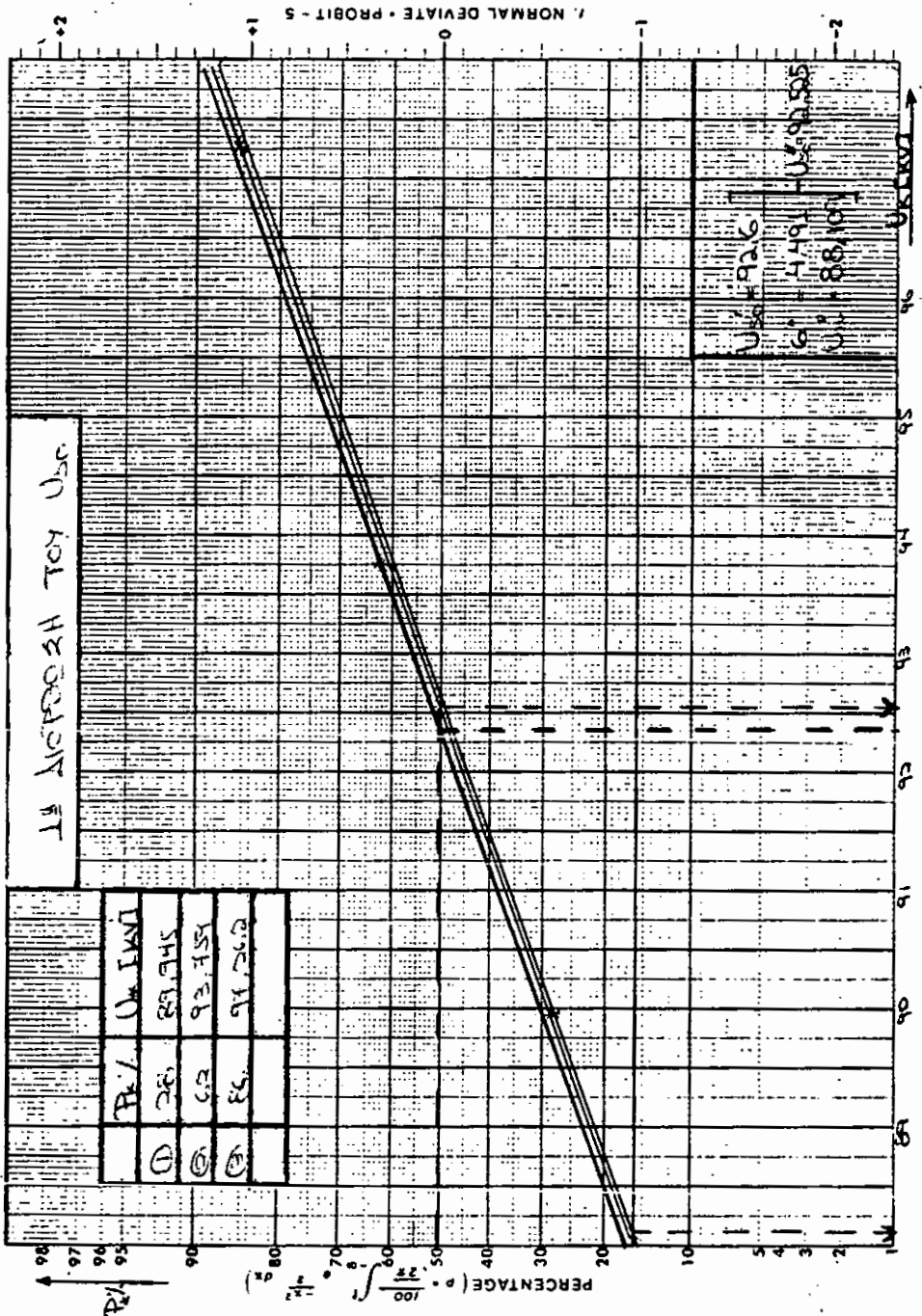


ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0,19$	$P_{W_1} = 28 \%$
$W_2 = 0,052$	$P_{W_2} = 62 \%$
$W_3 = 0,485$	$P_{W_3} = 86 \%$



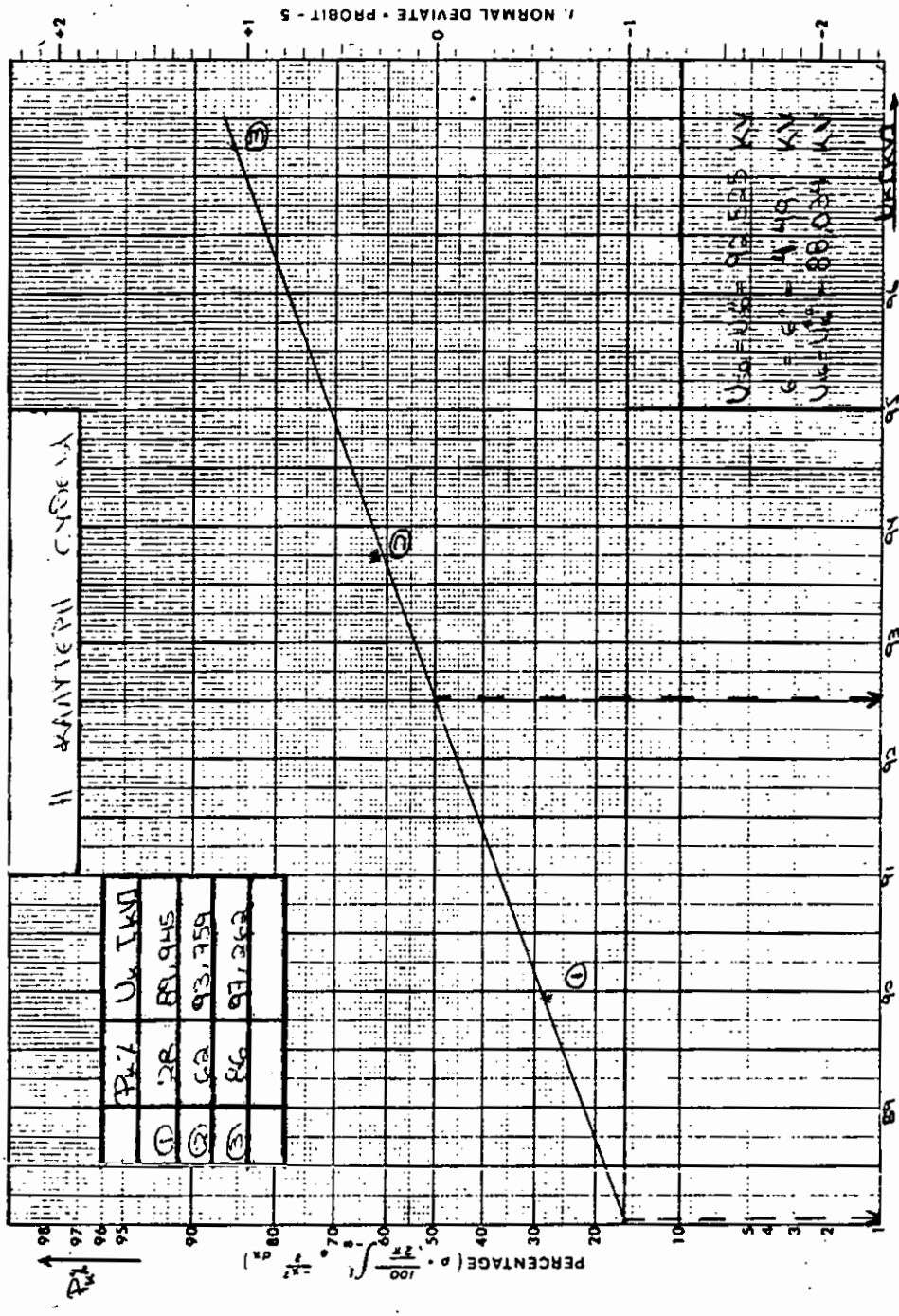
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0.565$	$P_{k1} = 28\%$
$Y_2 = 0.62$	$P_{k2} = 62\%$
$Y_3 = 0.42$	$P_{k3} = 86\%$



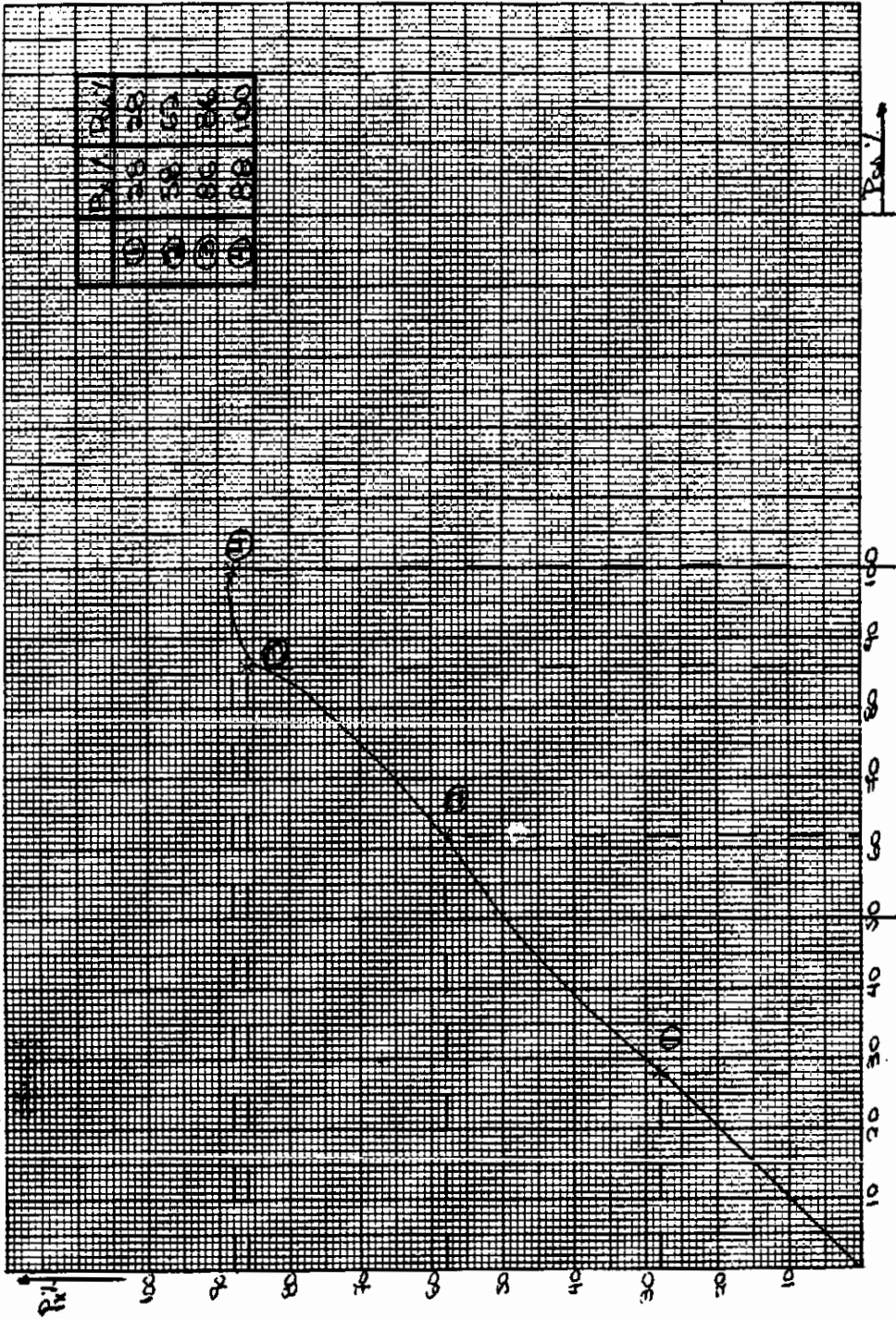


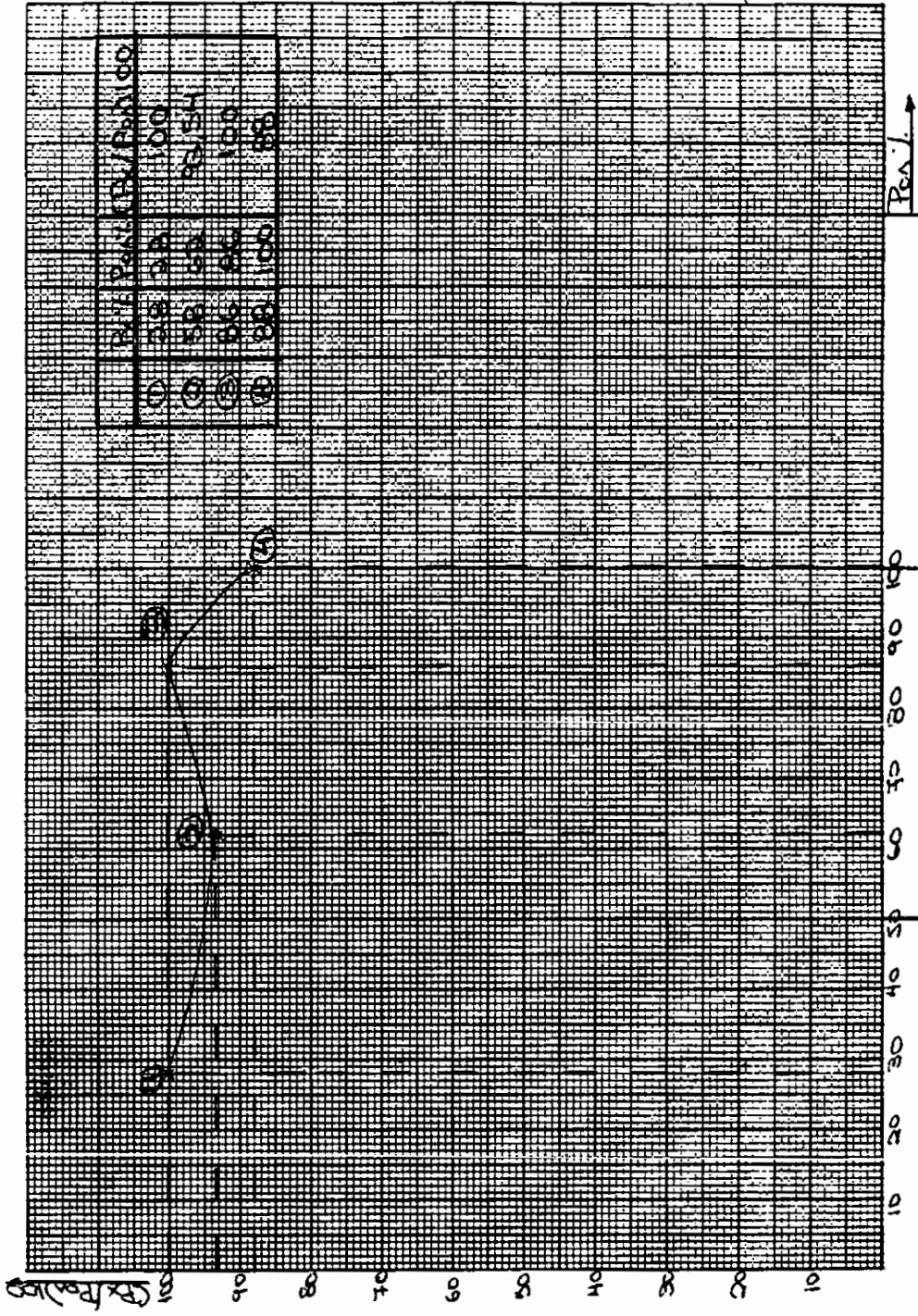
1. NORMAL DEViate - PROBIT - S

PERCENTAGE (p = 100 * z^2 / 2)



	34.7	U _{0.1} 84.0
①	28	88.945
②	52	93.759
③	86	97.262





ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ N^ο 07
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 26 - 29

Διάκενο ράβδου - πλάκας, μήκους $\delta = \underline{10 \text{ cm}}$,
 φέρουσα επί αυτής δύο παράλληλους αγωγούς,
 ο ένας εκ των οποίων έχει αντίσταση $R = \underline{40 \text{ k}\Omega}$.
 Απόσταση αγωγών = 40 cm

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ :

ΠΙΕΣΗ	:	752	mm Hg
ΞΗΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	27.5	°C
ΥΓΡΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ	:	22.5	°C
ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	16.8	gr / m ³
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	:	34	%

$$U_{50} = 89.747 \text{ kV}$$

$$U_{16} = 86 \text{ kV}$$

$$\sigma = 3.747 \text{ kV}$$

ΠΑΚΕΤΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ Ν^ο 07
ΦΥΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 26 - 29

ΚΡΟΥΣΕΙΣ	ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ				ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ				ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ ΔΙΑΣΠΑΣΗΣ
	t _{ολ}	t _x	t _α	t	P _{ολ} %	P _x %	P _α %	P%	U _κ [kV]
1	9	9	0	0	18	18	0	0	86.116
2	26	26	0	0	52	52	0	0	90.059
3	44	44	0	0	88	88	0	0	94.059
4	50	50	0	0	100	100	0	0	-

t_{ολ} : ΟΛΙΚΕΣ ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ

t_x : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t_α : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

t : ΔΙΑΣΠΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΥΓΧΡΩΝΩΣ

*Οι πιθανότητες P_{ολ}, P_x, P_α, P υπολογίζονται με βέση των αριθμό των κρούσεων και τις διαστάσεις t_{ολ}, t_x, t_α, t.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Παρατηρήσεις : Αριθμός φύλλου Μετρήσεων : 246.

Υπότυποι Περιγραφή Περιόματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος Διακένου 1.49 cm, Πολικότητα (+), Μέτρο : μ/μ

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου. 27.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου. 22.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία. g/m³
 Σχετική Υγρασία. %

Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : KV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Συντελεστής Βολτομέτρου :
Λόγος Καταμεριστή :
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : KV
Συντελεστής Απορρώσεως :

$k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (760/760) \times (293/293) = 1$
 $k_h = 0.999$
 $k_d/k_h = (1/0.999) = 1.001$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	87	-	11	86	+	21	87	-	31	87	-	41	86.5	-
2	86	-	12	84.5	-	22	86	+	32	85.5	-	42	86	+
3	87	-	13	87	-	23	84.5	-	33	86.5	-	43	86.5	-
4	86	-	14	84.5	-	24	87	-	34	86.5	-	44	86.5	+
5	87	-	15	87.5	-	25	87	-	35	86	+	45	86	-
6	87	-	16	87	-	26	86	-	36	86.5	-	46	86.5	-
7	85	+	17	85.5	+	27	86	-	37	86	-	47	86	-
8	87	-	18	87	-	28	86.5	-	38	86.5	+	48	86	+
9	87	-	19	87	-	29	86.5	-	39	86	-	49	86	-
10	86.5	-	20	87	-	30	86.5	-	40	86	-	50	86	-

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήθηκαν
 Κλίμακες Τελεωμένων (μ)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Λογμός φύλλου Μετρήσεων : 245...

Εύνοση περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος διακένου : 45 cm, Πολικότητα : (-), Μέτρο : 4 / 25 μm

Ατμοσφαιρικές συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 755.2 mmHg
 Ενδειξη Ξηρού Θερμομέτρου : 24.5 °C
 Ενδειξη υγρού Θερμομέτρου : 22.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία : 4.5.6 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 72.1 %

Επίπεδο τάσεως Διασπάσεως : 200000 V.KV
 Πιθανότητα Διασπάσεως :
 Συντελεστής Βολτομέτρου :
 Λόγος Κατομεριστή : 1 : 20000
 Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : 200000 V.KV
 Συντελεστής Διορθώσεως : ...

$k_D = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.02/760) \times (293/255.5) = 0.1364$
 $k_H = 0.51351$
 $k_D/k_H = (...../.....) = 0.5526$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	90	+	11	88	+	21	90	-	31	89	+	41	91	-
2	91	-	12	90	-	22	90	-	32	91	-	42	90	-
3	90	-	13	89	+	23	89	+	33	90	+	43	89	+
4	89	+	14	89	+	24	90	+	34	90	-	44	91	-
5	88	+	15	89	+	25	89	+	35	89	+	45	91	-
6	90	-	16	89	+	26	91	-	36	89	+	46	91	+
7	90	-	17	90.5	-	27	91	-	37	89	+	47	90	+
8	91	-	18	90.5	-	28	90.5	-	38	91	-	48	91	-
9	91	-	19	89	+	29	91	-	39	89	+	49	91	+
10	90	+	20	89	+	30	90	+	40	90	-	50	90.5	+

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

Ρητέλεση Μετρήσεων
 Χρησιμοποιήθηκαν
 κλίμακες Ηλεκτρονικού

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Λο. Φύλλου Μετρήσεων : 25.

Εύνοτη περιγραφή πειράματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος διακένου : 1.0 cm, Πολικότητα (+), Μέτρο : 1/25 us

Επίπεδο τάσης Διασπάσεως : 50, 50, 50, KV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Ευτελεσιτής Βολτομέτρου :
Λόγος Καταμεριστή :
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως :
Ευτελεσιτής Διορθώσεως :

Ατμοσφαιρικές Συνθήκες : Ατμοσφαιρική Πίεση : 759 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 23.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 23.5 °C
 Απόλυτη Υγρασία :
 Σχετική Υγρασία :

$k_D = (P/P_0) \times (T/T_0) = (759/760) \times (293/293.5) = 0.999$
 $k_H = 0.999$
 $k_D/k_H = (.....) = 0.999$

Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-	Α/Α	ΕΚΒ	+/-
1	91	±x	11	92	±x	21	93	±x	31	94	±x	41	92.5	±x
2	92.5	-	12	93	±x	22	94	-	32	95	±x	42	93	±x
3	93	±x	13	93.5	±x	23	94.5	±x	33	95	±x	43	93.5	±x
4	93	±x	14	94	±x	24	95	±x	34	95.5	±x	44	94	±x
5	95	-	15	95	±x	25	96	±x	35	96.5	±x	45	95	±x
6	95	-	16	94	±x	26	95	±x	36	94	±x	46	93.5	±x
7	95	-	17	93	±x	27	92.5	±x	37	93	-	47	93	±x
8	92.5	±x	18	94	±x	28	95	±x	38	96	±x	48	93.5	±x
9	93	±x	19	94	±x	29	93.5	±x	39	93	±x	49	93	±x
10	95	±x	20	92.5	±x	30	94	±x	40	95	±x	50	94.5	±x

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήσαμε ηλεκτρονικό
 βολτομετρικό μετρητή τύπου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΝ ΥΨΗΛΗΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ημερομηνία : Λο. Θμός φύλλου Μετρήσεων : 244.

Εύνοση περιγραφή Πετρώματος : Ράβδος - Πλάκα

 μήκος διαμέτρου : 4.0 cm, Πολικότητα : (-), Μέγελο : 7. / 36. cm

Αιμοσφαιρικές Συνθήκες : Αιμοσφαιρική Πίεση : 75.2 mmHg
 Ενδειξη ξηρού θερμομέτρου : 27.5 °C
 Ενδειξη υγρού θερμομέτρου : 22.5 °C
 Απόλυτη υγρασία : 15.8 gr/m³
 Σχετική Υγρασία : 31 %

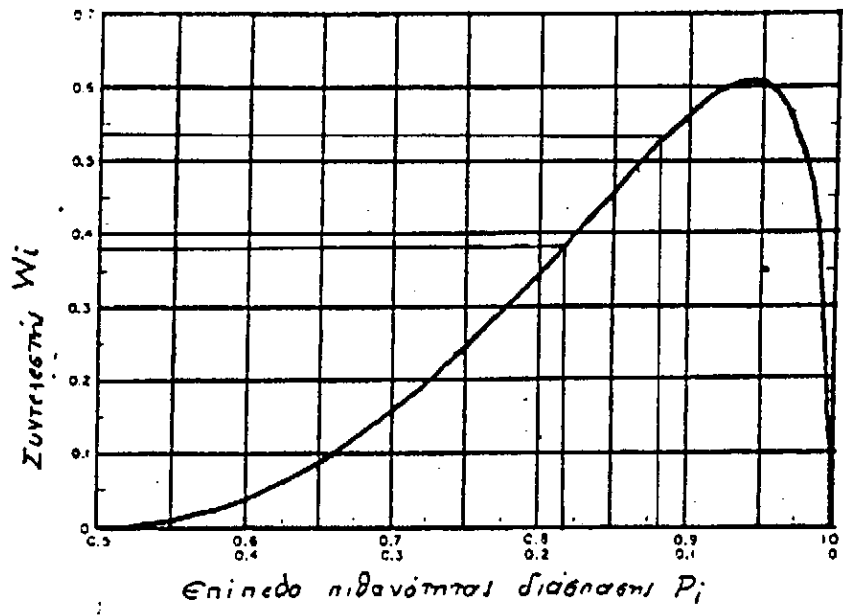
Επίπεδο Τάσεως Διασπάσεως : KV
Πιθανότητα Διασπάσεως :
Συντελεστής Βολτομέτρου :
Λόγος Καταμεριστή :
Μ.Ο. Τάσεως Διασπάσεως : KV
Συντελεστής Διορθώσεως :

$k_d = (P/P_0) \times (T_0/T) = (1.52 / 760) \times (293 / 350) = 1.0001$
 $k_h = 0.9999$
 $k_d/k_h = (1.0001 / 0.9999) = 1.0002$

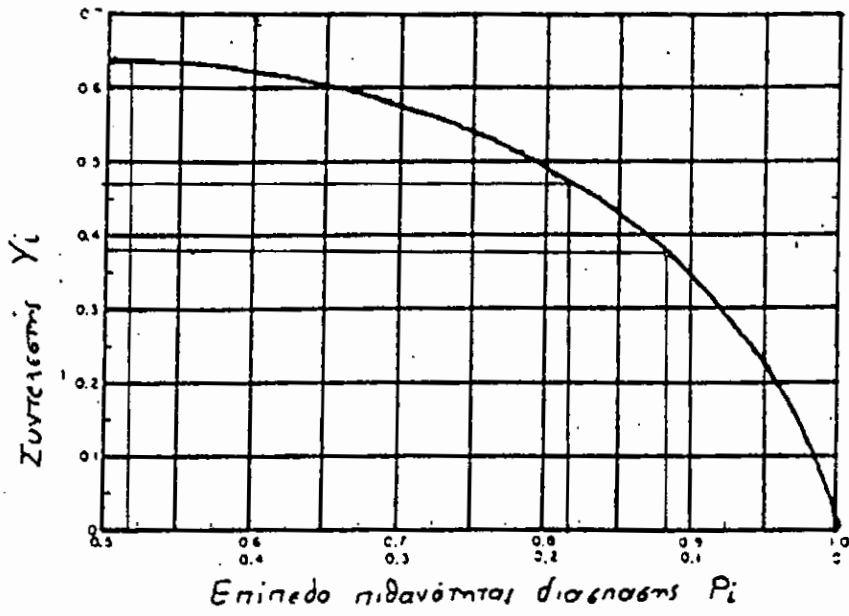
Α/Α	ΕΚΒ	+/ -	Α/Α	ΕΚΒ	+/ -	Α/Α	ΕΚΒ	+/ -	Α/Α	ΕΚΒ	+/ -	Α/Α	ΕΚΒ	+/ -
1	925	±	11	94	±	21	94	±	31	94.5	±	41	95	±
2	93	±	12	93	±	22	94.5	±	32	94.5	±	42	94.5	±
3	94	±	13	95	±	23	95	±	33	94.5	±	43	95	±
4	94	±	14	92.5	±	24	94	±	34	94	±	44	94	±
5	93	±	15	94	±	25	95.5	±	35	95	±	45	95	±
6	94.5	±	16	95	±	26	95	±	36	94	±	46	95	±
7	94	±	17	95	±	27	94.5	±	37	92	±	47	92	±
8	92.5	±	18	95	±	28	95	±	38	94	±	48	94.5	±
9	93	±	19	94.5	±	29	94.5	±	39	95	±	49	95	±
10	92	±	20	93	±	30	95	±	40	94.5	±	50	92.5	±

ΕΚΒ = Ενδειξη Κρουστικού Βολτομέτρου

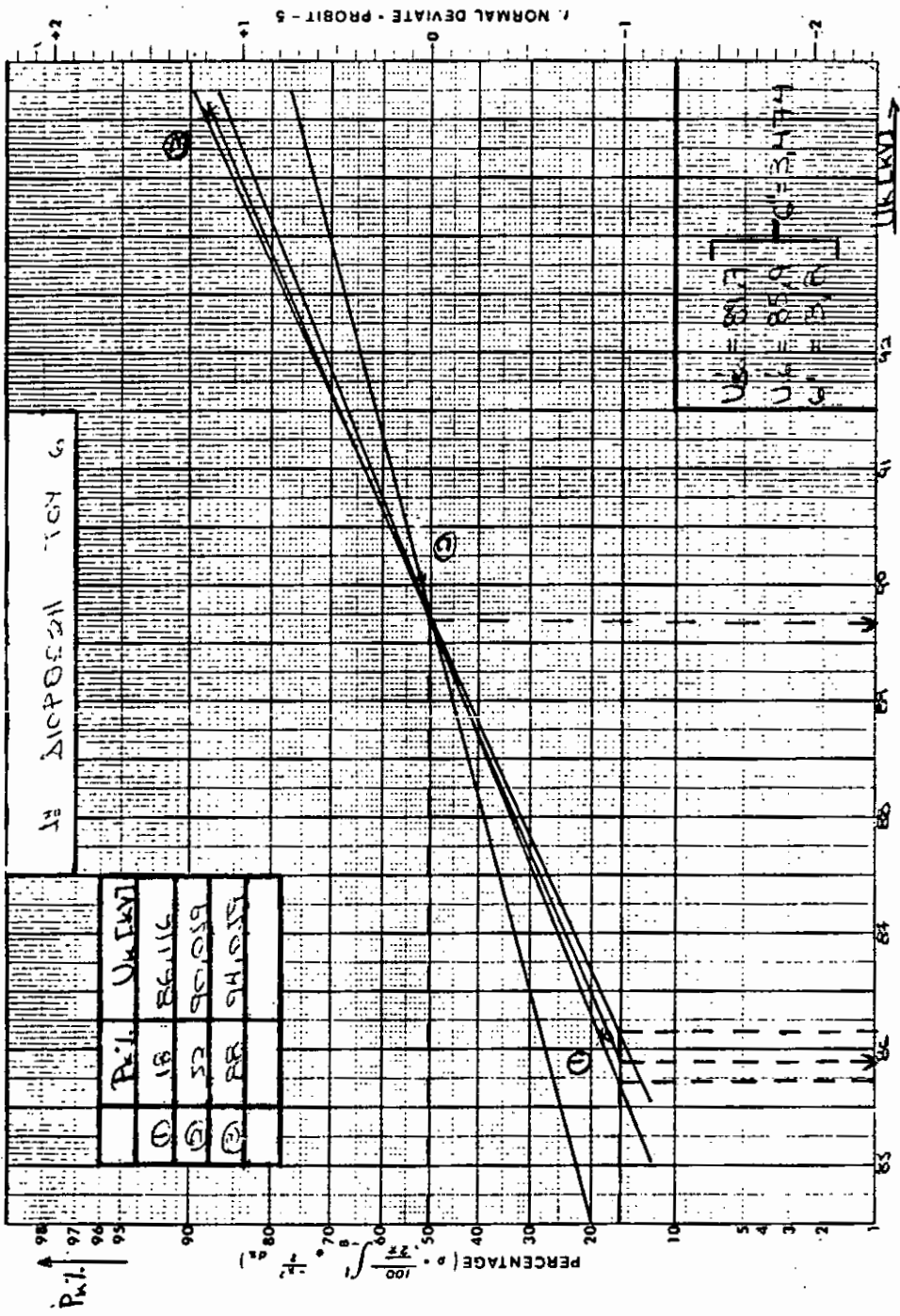
ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 Χρησιμοποιήθηκε
 Ηλεκτρονικό Βολτομέτρο

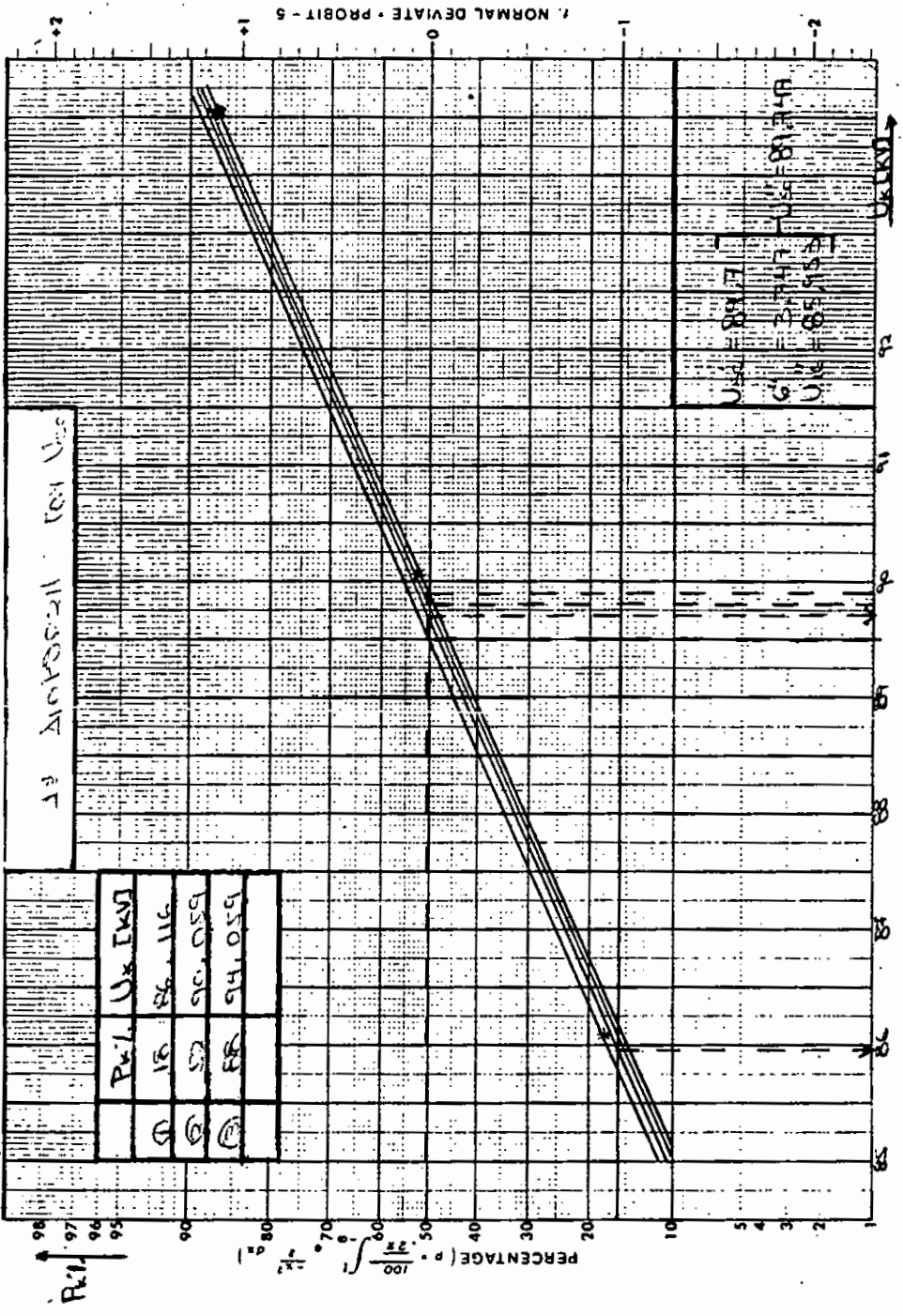


ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ W_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$W_1 = 0,385$	$P_{k1} = 18\%$
$W_2 = 0,006$	$P_{k2} = 52\%$
$W_3 = 0,535$	$P_{k3} = 88\%$



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Y_i	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ P_i
$Y_1 = 0.462$	$P_{K1} = 18\%$
$Y_2 = 0.62$	$P_{K2} = 52\%$
$Y_3 = 0.38$	$P_{K3} = 88\%$



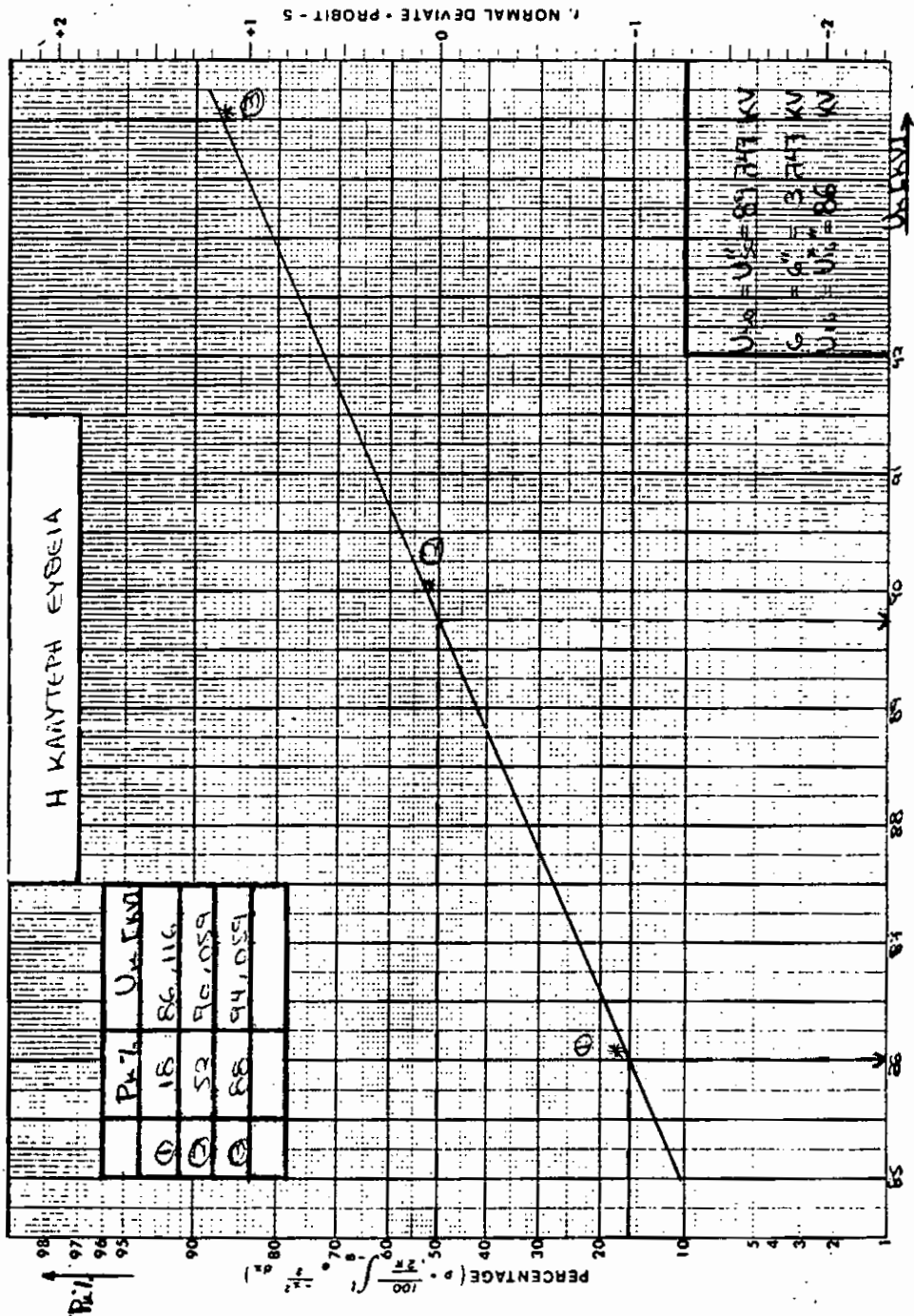


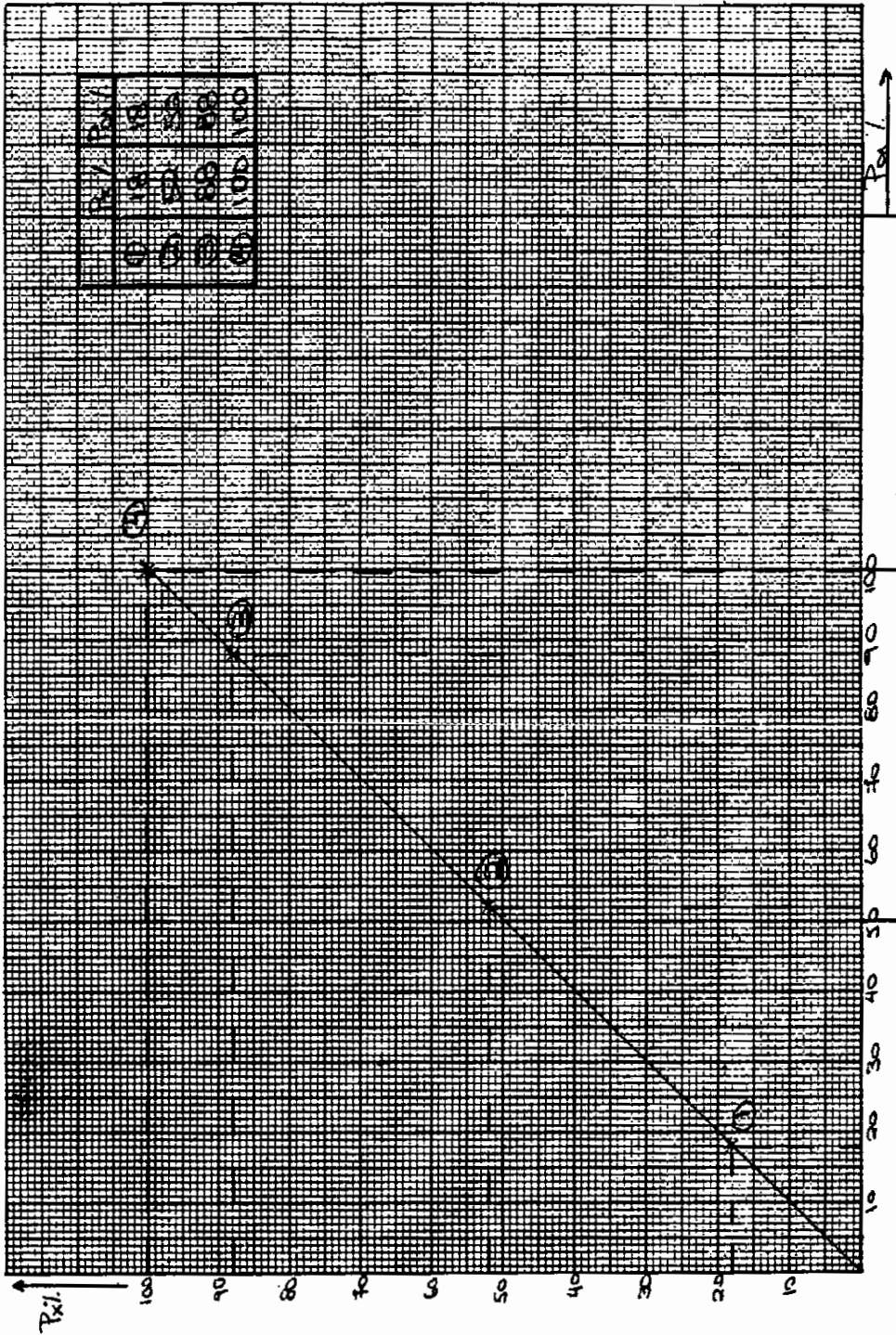
10 115.05017 101 105

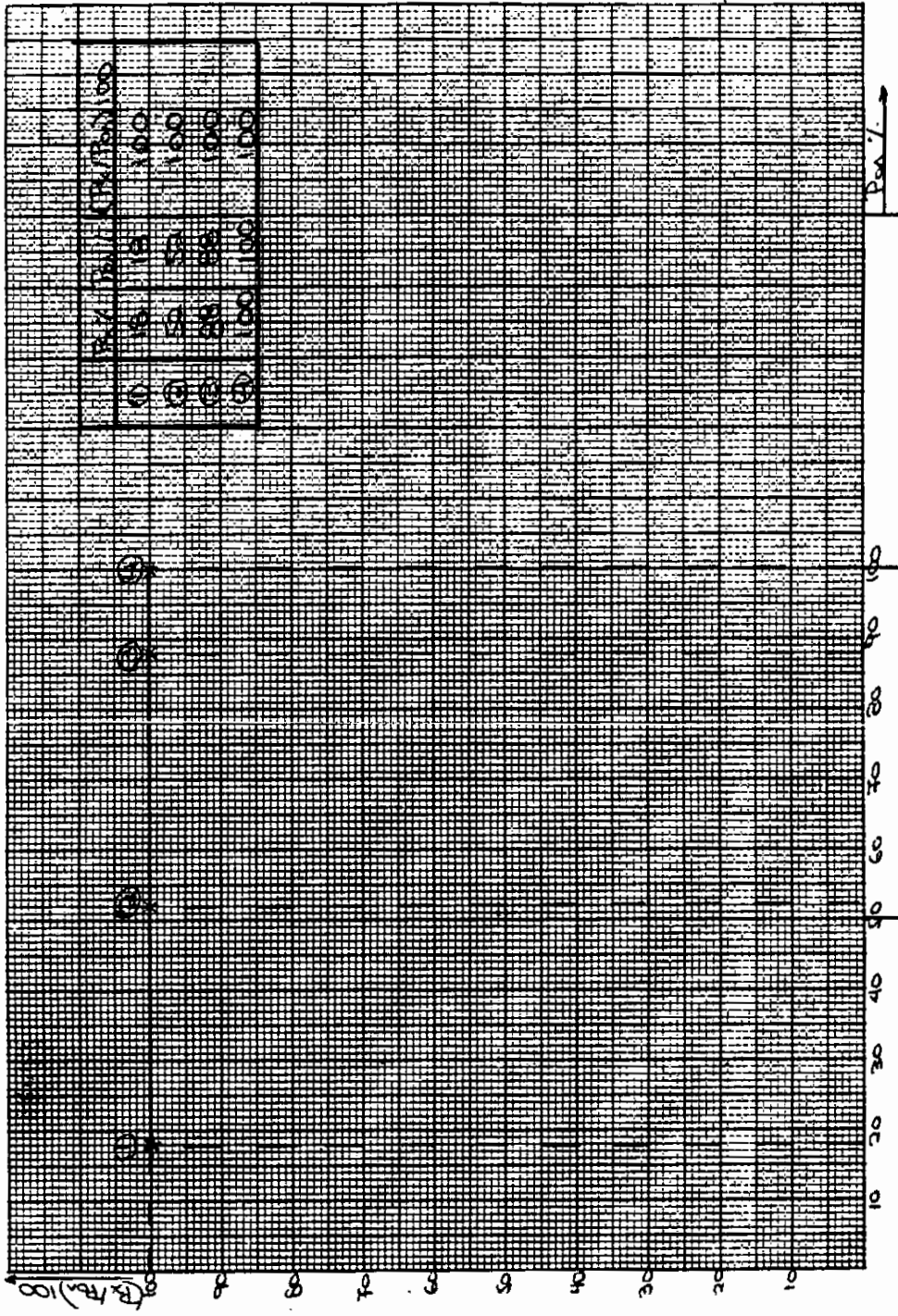
Ux	PERCENTAGE
86.116	10
90.059	10
94.059	10

PERCENTAGE (p = 100 * integral from 0 to z of (1/sqrt(2*pi)) * e^(-t^2/2) dt)

z







ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΚΕΝΟΥ (cm)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ (ΚΩ)	ΚΡΟΥΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ U_{50}	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ σ
40	4	$2 \times 94,516$	1,763
40	14	$2 \times 90,197$	1,45
40	40	$2 \times 94,73$	2,2
10	4	85,008	2,19
10	10	91,693	2,6081
10	14	92,525	4,491
10	40	89,747	3,747

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΜΗΚΟΣ ΔΙΑ-ΚΕΝΟΥ (cm)	ΑΝΤΙ-ΣΤΑΣΗ (κΩ)	% ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (P _χ /P _{ολ} x 100%)			% ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΣΤΗ ΡΑΒΔΟ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (P _α /P _{ολ} x 100%)		
		ΜΙΚΡΕΣ ΠΙΘΑΝΤΕΣ	ΜΕΣΑΙΕΣ ΠΙΘΑΝΤΕΣ	ΜΕΓΑΛΕΣ ΠΙΘΑΝΤΕΣ	ΜΙΚΡΕΣ ΠΙΘΑΝΤΕΣ	ΜΕΣΑΙΕΣ ΠΙΘΑΝΤΕΣ	ΜΕΓΑΛΕΣ ΠΙΘΑΝΤΕΣ
40	4	50%	9,09%	76%	50%	90,95%	24%
40	14	19,98%	35%	100%	80,02%	65%	0%
40	40	100%	100%	100%	0%	0%	0%
10	4	91,66%	75%	94%	8,34%	25%	6%
10	10	91,66%	92,85%	94%	8,34%	7,15%	6%
10	14	100%	93,54%	88%	0%	6,46%	12%
10	40	100%	100%	100%	0%	0%	0%

Συμπεράσματα

Μετά την επεξεργασία των μετρήσεων και την παράθεση των κατάλληλων γραφικών παραστάσεων, παρατηρούμε ότι :

1) Η επί τοις εκατό διάσπαση στη ράβδο χωρίς την αντίσταση $[(P_X / P_{ΟΛ}) \times 100\%]$, είναι προφανές ότι ανεξάρτητα από την απόσταση του διακένου, γίνεται όλο και πιο μεγάλη όσο αυξάνει η τιμή της αντίστασης της άλλης ράβδου. Μάλιστα για την μέγιστη τιμή της αντίστασης που χρησιμοποιήθηκε (40 kΩ), παρατηρήθηκε 100% διάσπαση στη ράβδο χωρίς την αντίσταση, για μικρές, μεσαίες και μεγάλες πιθανότητες διάσπασης, και για τις δύο τιμές του μήκους διακένου (40 ή 10 cm). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι για την περίπτωση αυτή (των 40 kΩ), δεν έχουμε καμμία διάσπαση στη ράβδο με την αντίσταση $[(P_A / P_{ΟΛ}) \times 100\% = 0\%]$.

2) Μεγαλύτερη επί τοις εκατό διάσπαση στη ράβδο χωρίς την αντίσταση είχαμε για τα συστήματα με μήκος διακένου 10 cm. Ενδεικτικά αναφέρουμε πως για μεσαίες πιθανότητες στο σύστημα με 40 cm διάκενο και 14kΩ αντίσταση είχαμε 35% των διασπάσεων να γίνονται στη ράβδο χωρίς την αντίσταση, ενώ στο

αντίστοιχο σύστημα με 10 cm διάκενο και 14 k Ω αντίσταση για μεσαίες πιθανότητες, το επί τοις εκατό ποσοστό των διασπάσεων στη ράβδο χωρίς την αντίσταση ανέβηκε στο 93.54 %.

3) Για μεγάλες πιθανότητες διάσπασης ήταν πολύ μικρή η επί τοις εκατό διάσπαση στη ράβδο με την αντίσταση. Τις περισσότερες φορές ήταν 0% ή 6% ενώ η μέγιστη τιμή της έφτασε μόλις το 24% (στο σύστημα 4 k Ω και 40 cm).

4) Τις μεγαλύτερες επί τοις εκατό διασπάσεις στη ράβδο με την αντίσταση, τις είχαμε στο σύστημα με διάκενο 40 cm και αντίσταση 4 k Ω όπου για μεσαίες πιθανότητες, το 90.91% των διασπάσεων έγιναν στη ράβδο με την αντίσταση. Επίσης αυξημένο ήταν το ποσοστό αυτό (των διασπάσεων στη ράβδο με την αντίσταση) και στο σύστημα με διάκενο 40 cm και αντίσταση της ράβδου 14 k Ω .

5) Το σύστημα που δίνει τις περισσότερες επί τοις εκατό διασπάσεις στην ράβδο χωρίς την αντίσταση (εξαιρώντας τα δύο συστήματα των 40 k Ω), είναι αυτό με μήκος διακένου 10 cm και αντίσταση 10 k Ω , όπου για όλες τις πιθανότητες, είχαμε επί τοις εκατό ποσοστό πάνω από 90%. Επίσης υψηλά επί τοις εκατό ποσοστά διάσπασης στην ράβδο χωρίς την αντίσταση, είχαμε στο

συστήματα 10 cm και αντίσταση 4 kΩ, καθώς και στο σύστημα 10 cm και 14 kΩ.

Βιβλιογραφία



1. Χρήστος Μαινεμλής :
“Τεχνική του εργαστηρίου υψηλών τάσεων”
2. Ελευθερία Πυργιώτη :
“Σχεδιασμός Προστασίας Κατασκευών από Κεραυνούς”
3. MULTI TEST SET - HAEFELY