

Μελέτη ΤΡΙΒΗΣ (στατικής και ολίσθησης) με χρήση ΣΣΛΑ (Multilog)

ΌΡΓΑΝΑ – ΥΛΙΚΑ

- Σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης (ΣΣΛΑ) Multilog, Η/Υ με εγκατεστημένο το λογισμικό Multilab 1.4
- Αισθητήρας δύναμης
- Εύλινοι κύβοι με 3 οπές (από τα παρελκόμενα της διάταξης κεκλιμένο επίπεδο πολλών χρήσεων)
- Σπάγκος, τροχαλία, σφικτήρας, δίσκος

ΣΤΟΧΟΙ

1. Να διαπιστωθεί ότι η στατική τριβή δεν έχει σταθερή τιμή ενώ η τριβή ολίσθησης είναι σταθερή
2. Να διαπιστωθεί ότι η μέγιστη στατική Τριβή (οριακή τριβή) είναι λίγο μεγαλύτερη από την τριβή ολίσθησης και να μετρηθεί.
3. Να μετρηθεί η Τριβή ολίσθησης και να διαπιστωθεί ότι:
 - i. Δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής
 - ii. Είναι ανάλογη με την κάθετη δύναμη που δρα στις τριβόμενες επιφάνειες
 - iii. Εξαρτάται από την τραχύτητα των επιφανειών επαφής
4. Να υπολογιστεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης.

Α. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

1. Τοποθετούμε τον κύβο με την μαύρη επιφάνεια πάνω στον πάγκο.
2. Στο πλάι στερεώνουμε με ταινία τον αισθητήρα δύναμης ρυθμισμένο στην κλίμακα $\pm 10\text{N}$. Προσέχουμε να μην καλύψουμε τις οπές για να μπορούμε να προσθέσουμε στη συνέχεια τα βάρια.
3. Από το άγκιστρο του αισθητήρα περνάμε τη θηλιά του σπάγκου. Από την άλλη άκρη του σπάγκου κρεμάμε τον δίσκο.
4. Ο σπάγκος πρέπει σε όλη τη διάρκεια του πειράματος να διατηρείται οριζόντιος. Γι' αυτό περνάμε τον σπάγκο από τροχαλία που έχουμε στερεώσει στην άλλη άκρη του πάγκου σε κατάλληλο ύψος. Εικόνα 1.



Β. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ MULTILOG - Η/Υ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

- Συνδέουμε το Multilog στον υπολογιστή (σειριακή θύρα – οι καινούριες μονάδες Multilog διαθέτουν και θύρα USB), και με το μετασχηματιστή στο δίκτυο.
- Ανοίγουμε τον Η/Υ και περιμένουμε να ολοκληρωθούν οι διαδικασίες έναρξης
- Ανοίγουμε το Multilog και συνδέουμε τον αισθητήρα δύναμης στην είσοδο 1.

(Ακολουθώντας τα βήματα με την παραπάνω σειρά γίνεται αυτόματη αναγνώριση αισθητήρων από το Multilog. Διαφορετικά πρέπει να τους ορίσουμε εμείς, όπως θα δούμε παρακάτω).

- Ενεργοποιούμε στον Η/Υ το πρόγραμμα που έχουμε φροντίσει να εγκαταστήσουμε από πριν. (Αν στον υπολογιστή μας έχει εγκατασταθεί η παλαιότερη έκδοση λογισμικού – DBLab 3.2- πρέπει πρώτα να γίνει απεγκατάστασή του και μετά να εγκατασταθεί το καινούριο λογισμικό)
- Στην οθόνη εμφανίζεται το περιβάλλον του λογισμικού.
Πάμε στο μενού **Καταγραφέας** → **Πίνακας ελέγχου** και στο παράθυρο που ανοίγει ελέγχουμε αν έχει αναγνωριστεί σωστά ο αισθητήρας. Αν όχι τον ορίζουμε εμείς από η λίστα αισθητήρων που εμφανίζεται αν ενεργοποιήσουμε το πεδίο της εισόδου 1.
- Πατάμε **επόμενο** και στο παράθυρο που εμφανίζεται ορίζουμε ρυθμό μετρήσεων π.χ. 25 μετρήσεις/second.
Πατάμε **επόμενο** και ορίζουμε χρόνο μετρήσεων π.χ. 10 sec.
Άρα 250 μετρήσεις(σημεία). (Ίσως χρειαστεί μεγαλύτερος χρόνος)
- Τώρα πατάμε το κουμπί που γράφει **τέλος**

Γ. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΘΕΩΡΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Αρχικά παίρνουμε μια μέτρηση χωρίς να έχουμε περάσει τον σπάγκο στον αισθητήρα, για να δούμε αν δείχνει μηδέν, όταν δεν ασκείται καμία δύναμη επάνω του.

Πατάμε **Καταγραφέας** → **Λήψη δεδομένων** και περιμένουμε να ολοκληρωθεί η διαδικασία των μετρήσεων
Στην οθόνη εμφανίζεται ο πίνακας τιμών και η γραφική παράσταση F(t).
Επιλέγουμε με τους δείκτες (εμφανίζονται με διπλό κλικ ή από κατάλληλο εικονίδιο στη γραμμή εργαλείων), δύο σημεία της καμπύλης και από μενού **Ανάλυση** → **στατιστικά** βγαίνει ο μέσος όρος για την καμπύλη αυτή.
Αν η τιμή είναι κοντά στο μηδέν είμαστε έτοιμοι να πραγματοποιήσουμε το πείραμα. Διαφορετικά πρέπει να κάνουμε την εξής ρύθμιση:

Για να κάνουμε ρύθμιση μηδενός στον αισθητήρα μπορούμε, με κατάλληλο κατσαβιδάκι να το ρυθμίσουμε από την οπή που υπάρχει πάνω στον αισθητήρα και γράφει offset. Η ρύθμιση μπορεί να γίνει και μέσω του λογισμικού.

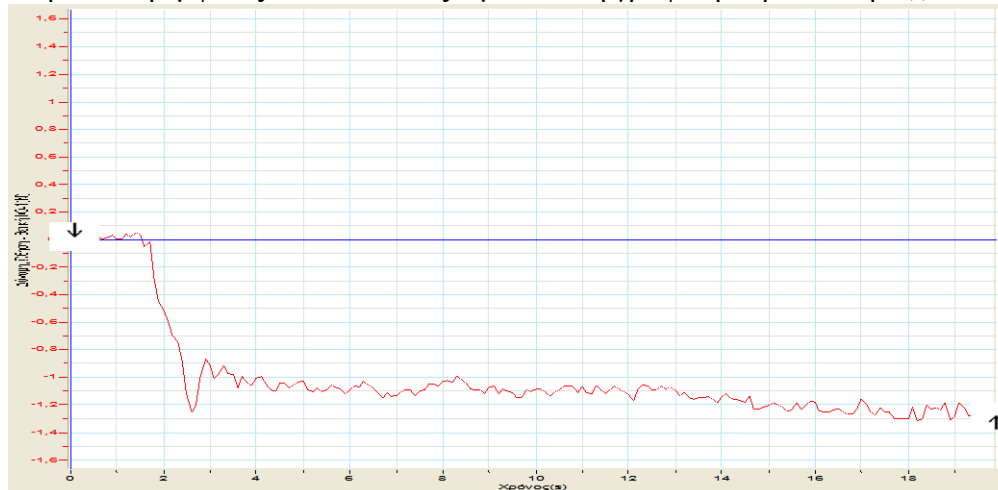
Ο αισθητήρας μετρά την δύναμη που ασκείται σε αυτόν και όπως θα παρατηρήσετε όταν ο αισθητήρας έλκεται μετρά αρνητική δύναμη. Η δύναμη της τριβής είναι αντίθετη από την δύναμη του αισθητήρα, αν το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα.

Δ. ΠΕΙΡΑΜΑ

Πατάμε **Καταγραφέας** → **Λήψη δεδομένων** και αρχίζουμε να ρίχνουμε στον δίσκο σιγά – σιγά άμμο μέχρι το σώμα να αρχίσει να κινείται. Μετά σταματάμε και περιμένουμε να ολοκληρωθεί το φαινόμενο και οι μετρήσεις.
Για να μην είναι μεγάλη η διάρκεια του πειράματος, φροντίζουμε από πριν να έχουμε εκτιμήσει πόσο βάρος χρειάζεται, περίπου, για ν' αρχίσει να κινείται το σώμα και πριν πατήσουμε **Καταγραφέας** → **Λήψη δεδομένων** έχουμε ρίξει λίγη άμμο στον δίσκο.

Μπορούμε να τραβάμε τον σπάγκο με το χέρι με διαρκώς αυξανόμενη δύναμη. Μόλις αρχίσει να κινείται το σώμα προσπαθούμε να διατηρούμε αυτή τη δύναμη σταθερή. Ακόμα προσέχουμε να διατηρείται οριζόντιος ο σπάγκος.

Στην οθόνη εμφανίζεται ο πίνακας τιμών και η γραφική παράσταση $F(t)$. Εικόνα 2.



Ε. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Στόχος 1 και 2

1. Εάν θέλω η δύναμη να έχει θετικές τιμές (διότι όπως είπαμε ο αισθητήρας κατά την έλξη αποδίδει αρνητικό πρόσημο), κάνω την παρακάτω προσαρμογή στην καμπύλη: Ακολουθούμε τη διαδρομή:

Ανάλυση → οδηγός ανάλυσης → Συναρτήσεις → Γραμμική

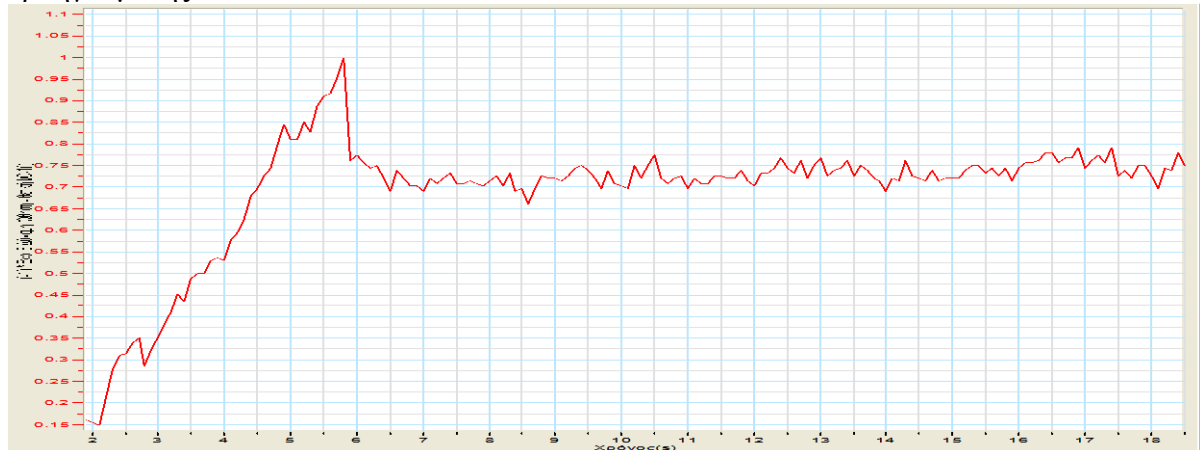
Ή από γραμμή εργαλείων το εικονίδιο **Συναρτήσεις**.

Στο κατάλληλο πεδίο επιλέγουμε **G_1 δύναμη** και από κάτω στο άλλο πεδίο **ορίζω**

$A=-1$ και $B=0$.

Αν η γραφική παράσταση δεν ξεκινά από το μηδέν αλλά έστω από μια τιμή F_0 τότε βάζω $B=F_0$

Η γραφική παράσταση που εμφανίζεται τώρα στην οθόνη είναι η αντίθετη της προηγούμενης. Εικόνα 3.



2. Με τον δείκτη επιλέγουμε το ανώτατο σημείο της καμπύλης. (μέγιστη στατική τριβή- οριακή τριβή). Φαίνεται καθαρά ότι είναι μεγαλύτερη από την τριβή ολίσθησης. Κάτω από την γραφική παράσταση εμφανίζεται η τιμή της. Την σημειώνουμε. **$T_{op} = \dots\dots\dots$**

3. Το οριζόντιο τμήμα της καμπύλης αντιστοιχεί στην τριβή ολίσθησης.

Επιλέγω με τους δείκτες αυτό το οριζόντιο τμήμα και από μενού

Ανάλυση → στατιστικά, εμφανίζεται ένα παράθυρο που μας δίνει τη μέση τιμή της Τριβής ολίσθησης. Την σημειώνουμε. **$T_{ολ} = \dots\dots\dots$**

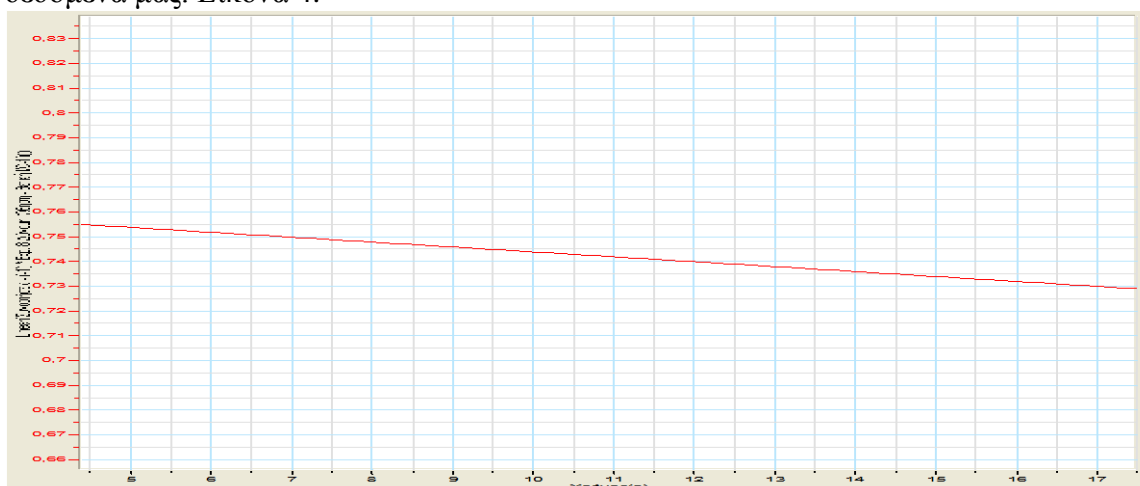
Αυτό το βήμα μπορεί να γίνει και διαφορετικά ως εξής:

Από το μενού γραφική παράσταση επιλέγουμε **Επεξεργασία γραφικής παράστασης** και στην καρτέλα που ανοίγει επιλέγω στον **άξονα x: Συνάρτηση χρόνος** και στον **άξονα y: Συνάρτηση δύναμη**.

Λόγω διαφόρων σφαλμάτων η γραφική παράσταση δεν είναι ευθεία.

Επιλέγουμε με τους δείκτες δυο σημεία στην καμπύλη που εμφανίζεται και από το μενού **ανάλυση** πάμε **γραμμική προσαρμογή**.

Το λογισμικό εμφανίζει στην οθόνη την καλύτερη ευθεία που προσαρμόζεται στα δεδομένα μας. Εικόνα 4.



Επιλέγω με τους δείκτες δυο σημεία της ευθείας και κάτω από τη γραφική παράσταση εμφανίζεται η εξίσωση της ευθείας $Y(t)$. Ο σταθερός όρος μας δίνει την μέση τιμή της τριβής ολίσθησης.

ΣΤ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΡΙΒΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

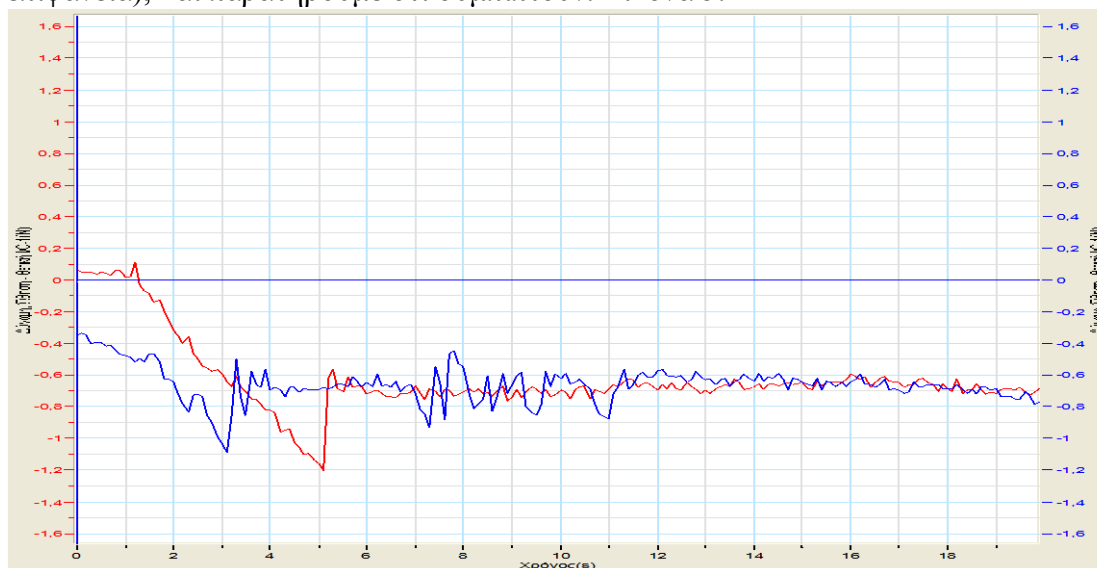
Στόχος 4

Μετράμε με ένα δυναμόμετρο το βάρος του συστήματος αισθητήρας – ξύλινου κύβου. ($B = N$) Υπολογίζουμε το μ από τη σχέση: $\mu = T/N = \dots\dots\dots$

Ζ. Στόχος 3i)

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα παίρνοντας έναν άλλο ξύλινο κύβο που η μαύρη του επιφάνεια είναι μικρότερη και τον τοποθετούμε με αυτήν την επιφάνεια στον πάγκο. Εμφανίζεται στην οθόνη μια καινούρια καμπύλη. Αν δεν έχουμε χρόνο να μετρήσουμε ξανά την τριβή ολίσθησης (δεν χρειάζεται εξ άλλου), εμφανίζουμε στην οθόνη και την καμπύλη του προηγούμενου πειράματος (με την μεγάλη μαύρη

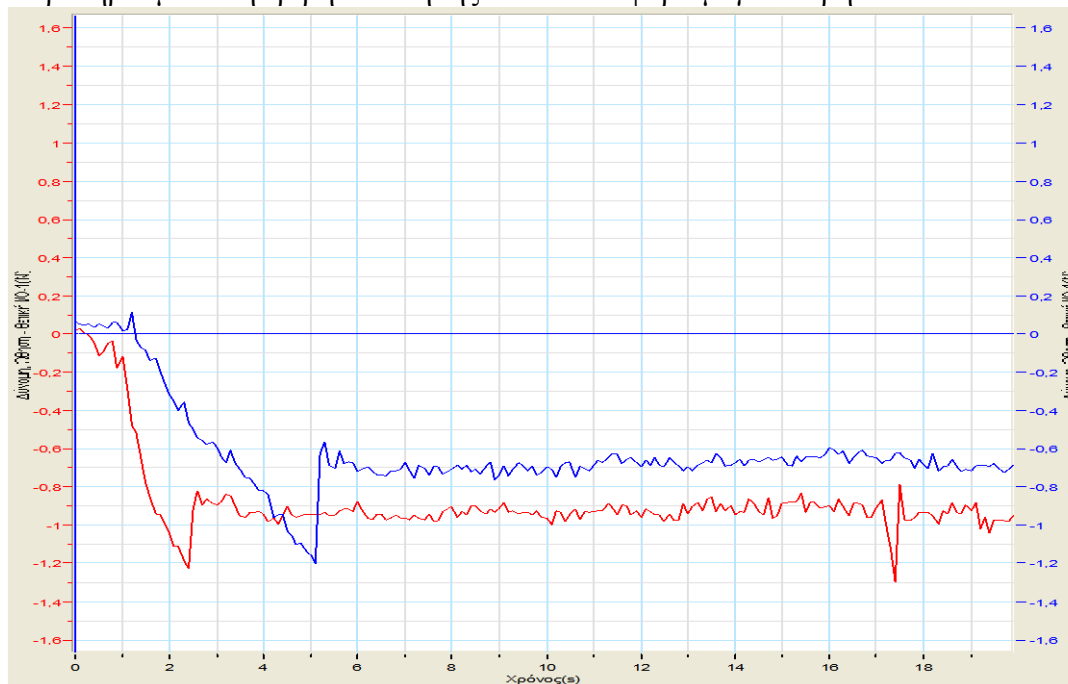
επιφάνεια), και παρατηρούμε ότι συμπίπτουν. Εικόνα 5.



Στόχος 3ii)

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα τοποθετώντας μέσα στην πρώτη οπή του κύβου ένα βάρος. Μετά και δεύτερο και τρίτο. Εμφανίζουμε στην οθόνη μόνο αυτές τις τρεις καμπύλες.

Παρατηρούμε ότι η τριβή ολίσθησης είναι κάθε φορά μεγαλύτερη. Εικόνα 6.



Μπορούμε να συμπεράνουμε με αυτό το πείραμα ότι η τριβή ολίσθησης είναι ανάλογη με την κάθετη δύναμη;

Στόχος 3iii)

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα τοποθετώντας στον πάγκο την αλουμινένια επιφάνεια. Μετρώ την τριβή ολίσθησης και συγκρίνω με την τιμή που βρήκα όταν ακουμπούσε η μαύρη επιφάνεια στον πάγκο.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗ – ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ

Στην επιφάνεια εργασίας υπάρχει ένας **χάρτης δεδομένων** με την παρακάτω λίστα.

Γραφικές παραστάσεις

Συναρτήσεις

Πίνακας τιμών

Κάθε φορά που πραγματοποιείται ένα πείραμα, στην γραφική παράσταση προστίθεται Expr 1., Expr 2, κ.ο.κ Με διπλό κλικ εμφανίζεται η λίστα των πειραμάτων και εμφανίζεται η γραφική παράσταση στην οθόνη. Επίσης με διπλό κλικ πάνω της, εξαφανίζεται από την οθόνη.

Έτσι στην οθόνη μπορώ να εμφανίσω μόνο τις γραφικές παραστάσεις που επιθυμώ.

Κάθε φορά που προσαρμόζω μια καμπύλη αυτή προστίθεται στις συναρτήσεις.

Π.χ. Συνάρτηση (-1) δύναμη

Όπως και προηγουμένως μπορώ να τις εμφανίσω ή να τις εξαφανίσω στην οθόνη.

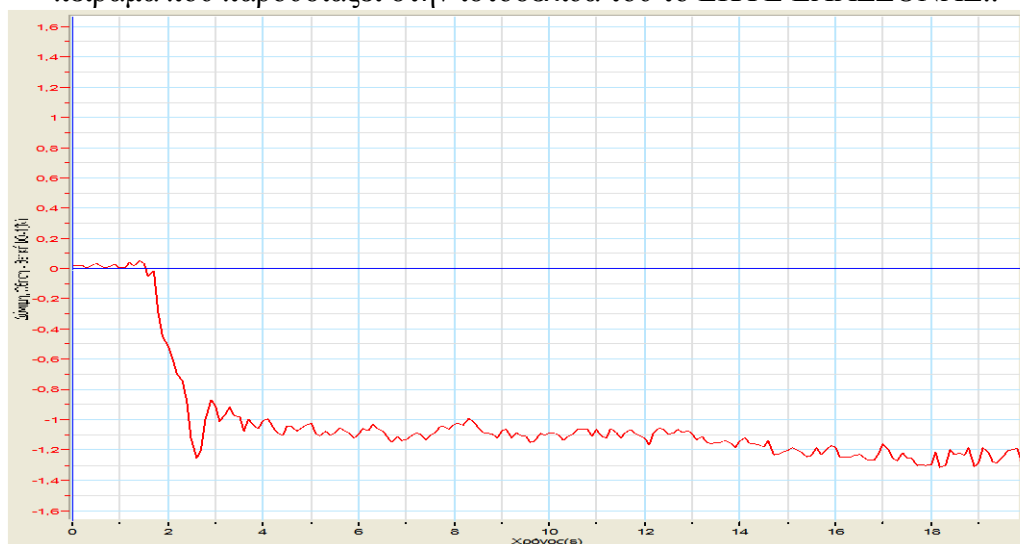
Παρατήρηση

Όταν κάνω προσαρμογή γραφικής παράστασης επιλέγω στο κατάλληλο πεδίο, στην καρτέλα που εμφανίζεται, τη γραφική παράσταση ή την συνάρτηση που θέλω να προσαρμόσω.

Εκεί που γράφει Είσοδος 1 ή Είσοδος 2 σημαίνει ότι δεν υπάρχει πείραμα επομένως ούτε γραφική παράσταση. Εκεί που γράφει Expr 1, Expr 2 κ.ο.κ είναι τα πειράματα που έχουν γίνει(γραφικές παραστάσεις). Εκεί που γράφει Συνάρτηση είναι οι προσαρμοσμένες καμπύλες.

ΠΗΓΕΣ

Για την συγγραφή του πειράματος προσέφεραν τις γνώσεις τους όσον αφορά τη χρήση του λογισμικού οι συνάδελφοι Φυσικοί ΘΕΟΔΩΡΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ και ΒΑΚΑΛΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ. Ακόμα πήρα πληροφορίες από το αντίστοιχο πείραμα που παρουσιάζει στην ιστοσελίδα του το ΕΚΦΕ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ..



Το διάγραμμα αυτό είναι η τρίτη καμπύλη που έπρεπε να υπάρχει στην εικόνα 6. Το ΣΣΛΑ όμως κόλλησε και δεν το εμφάνισε ταυτόχρονα. Συμβαίνουν και αυτά!!