# <sup>i</sup>Μελέτη απλής αρμονικής ταλάντωσης με Multilog (Σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης)

## Όργανα και υλικά

- 1. Βάση ορθογώνια ράβδος 1m σύνδεσμοι ράβδος 30 cm
- 2. Αισθητήρες δύναμης και απόστασης Σύστημα Multilog
- 3. Ελατήριο -μάζα 100gr

### Στόχοι:

- 1. Να γίνει γραφική παράσταση, σε πραγματικό χρόνο, των μεγεθών απομάκρυνση και δύναμη σε σχέση με τον χρόνο.
- 2. Να μετρηθεί η περίοδος Τ της Α.Α.Τ και το πλάτος Α της απομάκρυνσης
- 3. Να αποδειχτεί ότι η περίοδος είναι ανεξάρτητη από το πλάτος της ταλάντωσης
- 4. Να εξαχθεί η σχέση F=-k·x και να βρεθεί η σταθερά k ου ελατηρίου

# Α. Πειραματική διάταξη

Συναρμολογούμε τον ορθοστάτη και στην κορυφή συνδέουμε οριζόντια, με το σταυρό, τη μικρή ράβδο, από την οποία κρεμάμε τον αισθητήρα δύναμης, στη ρύθμιση των ±10Ν. Από το άγκιστρο του αισθητήρα κρεμάμε το ελατήριο με τη μάζα των 100gr. Κάτω ακριβώς από την μάζα τοποθετούμε τον αισθητήρα απόστασης στερεωμένο και αυτόν σε ορθοστάτη όπως φαίνεται στην εικόνα1. Προσέχουμε ο αισθητήρας να στοχεύει τη μάζα.

Ακόμα προσέχουμε κατά τη διάρκεια του φαινόμενου η απόσταση μάζας – αισθητήρα να μην είναι μικρότερη από 40cm.



#### **Β.** Σύνδεση και ρυθμίσεις Multilog

- Συνδέουμε το Multilog στον υπολογιστή (σειριακή θύρα οι καινούριες μονάδες Multilog Pro 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 τους αισθητήρες, απόστασης(διαστήματος) στην είσοδο 1 και δύναμης στην είσοδο 2. (Ακολουθώντας τα βήματα με την παραπάνω σειρά γίνετε αυτόματη αναγνώριση αισθητήρων από το Multilog. Διαφορετικά πρέπει να τους ορίσουμε εμείς, όπως θα δούμε παρακάτω).
- Ενεργοποιούμε στον Η/Υ το πρόγραμμα Fourier Systems→Multilab 1.4 που έχομε 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 εμφανίζετε το περιβάλλον του λογισμικού. Πάμε στο μενού Καταγραφέας→Πίνακας ελέγχου και στο παράθυρο που ανοίγει ελέγχουμε αν έχουν αναγνωριστεί σωστά οι αισθητήρες. Αν όχι τους ορίζουμε εμείς από η λίστα αισθητήρων που εμφανίζεται αν ενεργοποιήσουμε το πεδίο των εισόδων 1 και 2.



Πατάμε επόμενο και στο παράθυρο που εμφανίζετε ορίζουμε ρυθμό μετρήσεων π.χ. 25 μετρήσεις/second.

Πατάμε **επόμενο** και ορίζουμε χρόνο μετρήσεων π.χ. 4 sec. Άρα 100 μετρήσεις(σημεία)

<u>Σημείωση</u>: Ο ρυθμός μετρήσεων που θα ορίσουμε εξαρτάται από το πόσο γρήγορα εξελίσσεται το φαινόμενο που μελετάμε.. Αν ο ρυθμός μετρήσεων που ορίζουμε είναι μικρότερος από τη συχνότητα διεξαγωγής του φαινόμενου οι μετρήσεις που θα πάρουμε θα είναι λάθος.

Τώρα πατάμε το κουμπί που γράφει τέλος

## Γ. Μετρήσεις και επισημάνσεις μεταξύ θεωρίας και πειράματος

Πατάμε **Καταγραφέας** → Λήψη δεδομένων και περιμένουμε να ολοκληρωθεί η διαδικασία των μετρήσεων

Στην οθόνη εμφανίζεται ο πίνακας τιμών και η γραφική παράσταση σε κοινό διάγραμμα και με διαφορετικά χρώματα των x(t) και F(t).

Στη θέση ισορροπίας της μάζας οι ενδείξεις απόστασης(απομάκρυνσης) και δύναμης δεν είναι μηδέν όπως ξέρουμε εμείς από τη θεωρητική μελέτη. (Αυτό έχει να κάνει με το τι πράγμα μετράνε οι αισθητήρες).

Βρίσκουμε αυτές τις τιμές με τον παρακάτω τρόπο:

Επιλέγουμε με τους δείκτες (εμφανίζονται με διπλό κλικ ή από κατάλληλο εικονίδιο στη γραμμή εργαλείων), δύο σημεία της μιας καμπύλης και από μενού **Ανάλυση \rightarrow στατιστικά** βγαίνει ο μέσος όρος για την καμπύλη αυτή. Επαναλαμβάνουμε για την άλλη καμπύλη. Έτσι παίρνουμε για τη θέση ισορροπίας τις αρχικές τιμές  $x_0$  και  $F_0$ = Τις σημειώνουμε γιατί θα μας χρειαστούν στην επεξεργασία των καμπύλων.

#### Λίγα λόγια για τους αισθητήρες

1.Ο αισθητήρας θέσης δεν μετρά την απομάκρυνση x από τη θέση ισορροπίας αλλά την εκάστοτε απόσταση της μάζας από τον αισθητήρα έστω x΄. Για να έχω την καμπύλη της απομάκρυνσης σε σχέση με τον χρόνο πρέπει από την εκάστοτε απόσταση που μετρά ο αισθητήρας να αφαιρώ την αρχική τιμή. x =x´ -x<sub>o</sub>(x>0 για σώμα πάνω από τη θέση ισορροπίας, x<0 για σώμα κάτω από τη θέση ισορροπίας. Δηλ ταυτίζεται με τη θεωρητική μελέτη.) 2.Ο αισθητήρας δύναμης μετρά τη δύναμη που ασκείται σε αυτόν (Fais ) και όχι τη δύναμη επαναφοράς που εμείς θέλουμε. Άρα η γραφική παράσταση που έχουμε στην οθόνη μας είναι η γραφική παράσταση της δύναμης αισθητήρα σε σχέση με τον χρόνο. Αυτή η δύναμη είναι αντίθεη από τη δύναμη του ελατηρίου(Fελ). Η δύναμη επαναφοράς (Feπ) που εμείς θέλουμε είναι Feπ =Feλ-mg. Αν λοιπόν τη γραφική παράσταση που έχουμε στην οθόνη μας την κάνουμε αντίθετη θα έχουμε τη γραφική παράσταση της Feλ (θετική). Αυτό είναι σε απόλυτη συμφωνία με τη θεωρητική μελέτη.

(Η Fαισ είναι προς τα κάτω και είναι αρνητική όπως διαπιστώνουμε και από τις τιμές που βγαίνουν στη μέτρηση που έχουμε κάνει στη θέση ισορροπίας. ) Στη συνέχεια για να έχω τη γραφική παράσταση της Fεπ πρέπει στη γραφική παράσταση της Fελ που έχω στην οθόνη να βάλω -mg. To –mg είναι αυτό που μετρά ο αισθητήρας στη θέση ισορροπίας το Fo δηλαδή. (εδώ υπάρχει ένα σφάλμα γιατί ο αισθητήρας μετρά –(mελ+mσωμ)g

# Δ. Πείραμα – Μετρήσεις - Επεξεργασία στο λογισμικό

Αποκρίνομε λίγα εκατοστά προς τα κάτω τη μάζα, από τη θέση ισορροπίας, και την αφήνουμε ελεύθερη να εκτελέσει κατακόρυφη ταλάντωση. Περιμένουμε λίγο να αποσβεστούν οι πλάγιες ταλαντώσεις και πατάμε Καταγραφέας →λήψη δεδομένων

Εμφανίζονται στην οθόνη δύο ημιτονοειδείς καμπύλες. Εικόνα 2



Εντοπίζουμε ποια είναι του διαστήματος και ποια της δύναμης γιατί πρέπει να παρέμβουμε σε αυτές και να τις τροποποιήσουμε για να συμφωνούν με τη θεωρητική μελέτη όπως επισημάναμε προηγουμένως.

1. Σε πρώτη φάση τσεκάρω με τους δείκτες δύο διαδοχικά μέγιστα ή ελάχιστα της καμπύλης και κάτω από τη γραφική παράσταση εμφανίζεται η περίοδος της ταλάντωσης. **T=.....** 

Αργότερα, όταν το πλάτος της ταλάντωσης θα έχει μειωθεί, μπορούμε να επαναλάβουμε το πείραμα, για να διαπιστώσουμε αν η περίοδος παραμένει σταθερή.

2. Στη συνέχεια προσαρμόζομε τη γραφική παράσταση απομάκρυνσης – χρόνου:

Ακολουθούμε τη διαδρομή: Ανάλυση → οδηγός ανάλυσης →Συναρτήσεις →Γραμμική Η από γραμμή εργαλείων το εικονίδιο Συναρτήσεις. Κάτω αριστερά στο παράθυρο εμφανίζεται ο τύπος A\*G1+B Στο κατάλληλο πεδίο επιλέγουμε <u>G1 διάστημα</u> και από κάτω στο άλλο πεδίο <u>ορίζω A=1 και B=-x<sub>0</sub></u>

'Ονομα : abs(Είσοδος 1 : Δ Μονάδα : m	Διάστημα (Outgoing))		
Συναρτήσεις : Απόθυτη τιμή Συχνότητα Οθοκήτρομα Κινητική Ενέργεια Γρορματί Γορθοτολογορικό Γορθοτολογορικό Γορθοτολογορικό Γορθοτολογορικό	G1	Είσοδος 1 : Διάσ Είσοδος 1 : Διάσ Εχρ. 16 :	τημα (Outgoir _ τημα (Outgoir _
Λοιττεροβάθμα (μ=ax²+bx+c) Αντίστροφο (1/Χ) Ημίτονο	B	1	

ΚΑΡΙΟΦΥΛΛΗ ΡΑΝΙΑ- ΒΑΚΑΛΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ- ΘΕΟΔΩΡΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ

Η γραφική παράσταση που εμφανίζεται τώρα στην οθόνη είναι προσαρμοσμένη στη θέση ισορροπίας όπου x=0.

 Στη συνέχεια προσαρμόζομε τη γραφική παράσταση δύναμης – χρόνου: Επαναλαμβάνουμε τα προηγούμενα με την διαφορά ότι τώρα επιλέγουμε G<sub>1</sub> δύναμη και ορίζω A=-1 και B=Fo=-mg

Η γραφική παράσταση που εμφανίζεται τώρα στην οθόνη είναι η γραφική παράσταση δύναμης επαναφοράς – χρόνου προσαρμοσμένη στη θέση ισορροπίας όπου Fεπ =0.



Εικόνα 3.

Από τον χάρτη δεδομένων που υπάρχει αριστερά στην οθόνη ξε-επιλέγομε τις γραφικές παραστάσεις και στην οθόνη απεικονίζονται μόνο οι προσαρμοσμένες γραφικές παραστάσεις (στο χάρτη δεδομένων αποκαλούνται πλέον συναρτήσεις). Έτσι τώρα φαίνεται η διαφορά φάσης κατά π μεταξύ των συναρτήσεων.

#### <u> Σημείωση:</u>

Αν δεν είναι απόλυτα προσαρμοσμένη στο μηδέν οφείλεται στο ότι ο αισθητήρας πιθανόν δεν δείχνει μηδέν όταν δεν εφαρμόζεται καμία δύναμη επάνω του. Για να το διαπιστώσουμε αυτό παίρνουμε μια μέτρηση χωρίς να εφαρμόζεται καμία δύναμη στον αισθητήρα. Για να κάνομε ρύθμιση μηδενός στον αισθητήρα μπορούμε, με κατάλληλο κατσαβιδάκι να το ρυθμίσομε από την οπή που υπάρχει πάνω στον αισθητήρα και γράφει offset. Η ρύθμιση μπορεί να γίνει και μέσω του λογισμικού. Ένα άλλο σφάλμα που έχουμε κάνει είναι ότι θεωρούμε τη μάζα του ελατηρίου αμελητέα.

4. Για να εμφανίσουμε το διάγραμμα Δύναμης – απομάκρυνσης :

Από το μενού γραφική παράσταση επιλέγουμε Επεξεργασία γραφικής παράστασης και στην καρτέλα που ανοίγει επιλέγω στον

άξονα x: Συνάρτηση διάστημα και στον άξονα y: Συνάρτηση δύναμη. OK.

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.

Τίτιλος γρ.	
Άξονας Χ	Αξονας Υ
Κούος 1: Διάστημα (Dutgoing)	Συναρτήσεις : Εκρ. 1 Διάστημα (Ουτ
Είσοδος 1: Διάστημα (Dutgoing)	Συναρτήσεις : [1]* Εκρ. 1 - 4.3
Είσοδος 2: Δύναμη, Ωθηση - θετική	Συναρτήσεις : Ανα[Εκρ. 1 Διάστημα
Συνάρτηση online : Σισόος 1: Διάσ	Συναρτήσεις : Ανα[Εκρ. 1 - 4.3
Συνάρτηση online : Συνάρτηση onlin	Εκρ. 14 : Διάστημα (Ουτgoing)//0-1
Συναρτήσεις : Εχρ. 1 Διάστημα (Dut	Εκρ. 14 : Διάστημα (Outgoing)//0-1
Συναρτήσεις : Εχρ. 1 Διάστημα (Dut	Εκρ. 1 : Διάστημα (Outgoing)//0-1
Συναρτήσεις : Εχρ. 1 Διάστημα (Dut	Εκρ. 1 : ✔

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 dx=..... dy=......Άρα k=dx/dy

<u>Παρατήρηση</u>: Από τη σχέση T=2π·√m/k υπολογίζουμε το κ και το συγκρίνουμε με αυτό που βρέθηκε μέσω του λογισμικού.



# ΠΗΓΕΣ

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

 $^{i}$  ΠΗΓΕΣ

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