

**Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ
COACH 5 ΣΤΗΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ
ΤΩΝ Τ.Ε.Ε.**

**Μπουλταδάκης
Στέλιος**
Εκπαιδευτικός του 1ου
ΤΕΕ Συκεών, Παράρτημα
ΕΕΦ ΚΔ Μακεδονίας
smpoulta@de.sch.gr

**Νικολόπουλος
Νικόλαος**
Εκπαιδευτικός του 3ου
Λ/Κ Καλαμαριάς,
Παράρτημα ΕΕΦ ΚΔ
Μακεδονίας

Βαφειάδης Βικέντιος
Παράρτημα ΕΕΦ ΚΔ
Μακεδονίας

Κοριάκος Δημήτριος
Αναπληρωτής Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής
Α.Π.Θ, Παράρτημα ΕΕΦ
ΚΔ Μακεδονίας

Τσακίρη Μαρία
Εκπαιδευτικός 2ου ΤΕΕ
Ευόσμου

**Χατζηκρανιώτης
Ευριπίδης**
Επίκουρος Καθηγητής
Τμήματος Φυσικής
Α.Π.Θ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται οι δυνατότητες αξιοποίησης του εκπαιδευτικού λογισμικού Coach 5 για την γρήγορη, άμεση και επομένως εύκολη κατανόηση εννοιών όπως: α) η εξοικείωση με την λειτουργία, την λήψη και την επεξεργασία μετρήσεων με αισθητήρια με εφαρμογή στο αισθητήριο θερμοκρασίας CMA-0511, β) οι διαδικασίες βαθμονόμησης αισθητηρίου με εφαρμογή στο αισθητήριο θερμοκρασίας LM35 και γ) η ανάπτυξη εφαρμογών αυτοματισμού σε πραγματικό χρόνο στο εργαστήριο. Τέλος, προτείνεται η παράλληλη αξιοποίηση του λογισμικού Coach 5 και στα κλασικά εργαστηριακά μαθήματα μετρήσεων του Ηλεκτρονικού τομέα ως καταγραφικού οργάνου και ως οργάνου ανάλυσης των διαγραμμάτων μετρήσεων με παρουσίαση εφαρμογής σε ηλεκτρικό κύκλωμα φόρτισης - εκφόρτισης πυκνωτή.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Coach 5, αισθητήρια, Βαθμονόμηση, μετρήσεις, αυτοματισμός

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα νέα προγράμματα σπουδών του Ηλεκτρονικού Τομέα των Τ.Ε.Ε. και ιδιαίτερα στα μαθήματα Αρχές Αυτοματισμού, Συλλογή Μεταφορά και Έλεγχος Δεδομένων, Μικροελεγκτές και Προγραμματισμός, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση: α) στην χρήση των αισθητηρίων σε κυκλώματα μετρήσεων, β) στην κατανόηση της βαθμονόμησης των αισθητηρίων για την αξιόπιστη λειτουργία τους, γ) στα συστήματα αυτομάτου ελέγχου με αισθητήρια (sensors) και δ) στην εφαρμογή των αρχών του δομημένου προγραμματισμού για την ανάπτυξη εφαρμογών ηλεκτρονικών μετρήσεων (π.χ. σε Visual Basic). Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η αξιοποίηση του λογισμικού

Coach 5 στο εργαστήριο, πέρα από τη χρήση του στα μαθήματα Εργαστηριακής Φυσικής για τα οποία έχει σχεδιαστεί, και για τα παραπάνω μαθήματα ειδικότητας του Ηλεκτρονικού τομέα των ΤΕΕ. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζονται δραστηριότητες που αφορούν

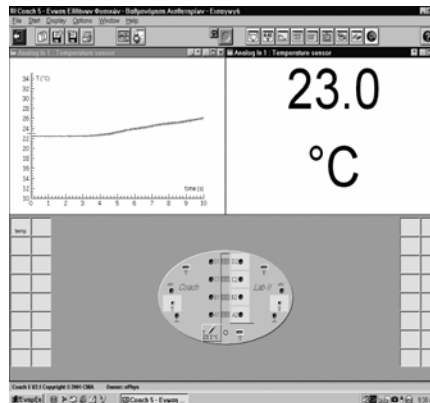
- την εξοικείωση με την λειτουργία, την λήψη και την επεξεργασία μετρήσεων με αισθητήρια, με εφαρμογή στο αισθητήριο θερμοκρασίας CMA-0511,
- τις διαδικασίες βαθμονόμησης αισθητηρίου με εφαρμογή στο αισθητήριο θερμοκρασίας LM35 και
- την ανάπτυξη εφαρμογών αυτοματισμού σε πραγματικό χρόνο στο εργαστήριο.

Τέλος, προτείνεται η παράλληλη αξιοποίηση του λογισμικού Coach 5 και στα κλασσικά εργαστηριακά μαθήματα μετρήσεων του Ηλεκτρονικού τομέα ως καταγραφικού οργάνου και ως οργάνου ανάλυσης των διαγραμμάτων μετρήσεων με παρουσίαση εφαρμογής σε ηλεκτρικό κύκλωμα φόρτισης - εκφόρτισης πυκνωτή.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑ-ΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΠΙΕΣΗΣ

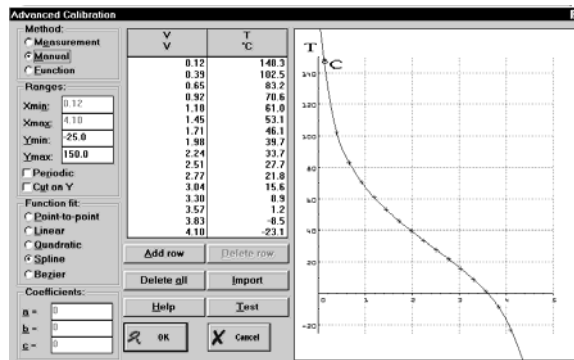
Σύμφωνα με τους στόχους του Προγράμματος Σπουδών για το μάθημα **Αρχές Αυτοματισμού** του Ηλεκτρονικού Τομέα των ΤΕΕ, ο μαθητής θα πρέπει «να περιγράψει τα βασικά χαρακτηριστικά των αισθητηρίων, την συνάρτηση μεταφοράς και να αναφέρει εφαρμογές των αισθητηρίων» ενώ αντίστοιχα για το μάθημα **Συλλογή, Μεταφορά και Έλεγχος Δεδομένων** θα πρέπει «να μελετηθούν διάφορες διατάξεις με αισθητήρια, να βαθμολογηθούν και να γραμμικοποιηθούν»

Στο σχήμα 1, φαίνεται το κεντρικό παράθυρο της εφαρμογής του Coach 5. Εκτός από την γραμμή με τα μενού που διαθέτει, στην δεύτερη γραμμή διακρίνουμε μια σειρά από μπουτόν που ενεργοποιούν τις πιο σημαντικές και τις περισσότερο χρησιμοποιούμενες λειτουργίες του. Το κεντρικό παράθυρο μπορεί να χωριστεί σε δύο ή σε τέσσερα υπο-παράθυρα στα οποία μπορούν να εμφανίζονται οι τιμές των φυσικών παραμέτρων που μετράει το αισθητήριο, γραφικές παραστάσεις των μετρήσεων συναρτήσεως του χρόνου, κείμενα με οδηγίες, φωτογραφίες ή Video. Στο κάτω τμήμα του παραθύρου της εφαρμογής απεικονίζεται σε προσομοίωση η πλατφόρμα CoachLab II στην οποία συνδέονται τα αισθητήρια ή τα ηλεκτρονικά κυκλώματα που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε και η οποία συνεργάζεται με το λογισμικό Coach 5 μέσω της σειριακής διασύνδεσης RS-232.



Σχήμα 1: Το κεντρικό παράθυρο της εφαρμογής Coach 5 στο οποίο απεικονίζεται και η προσομοίωση της πλατφόρμας CoachLab II που έχει συνδεθεί στον Η/Υ. Στην φωτογραφία απεικονίζονται μετρήσεις με το αισθητήριο θερμοκρασίας.

Η εισαγωγή του αισθητηρίου θερμοκρασίας CMA 0511 γίνεται πολύ γρήγορα με δεξί κλικ σε ένα από τα τετράγωνα πλαίσια στο κάτω αριστερό τμήμα της οθόνης και επιλέγοντας από την πλούσια βιβλιοθήκη των αισθητηρίων που συνοδεύει το λογισμικό με την επιλογή **Add from disk**. Στη συνέχεια επιλέγουμε στο πάνω αριστερό παράθυρο να απεικονίζεται η γραφική παράσταση της θερμοκρασίας με το χρόνο ενώ στο δεξί παράθυρο οι τιμές της θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις αρχίζουν με την τοποθέτηση (επιλογή και στην συνέχεια με σύρσιμο του ποντικιού) του αισθητηρίου σε μία από τις εισόδους της προσομοιωμένης πλατφόρμας μετρήσεων. Είναι προφανές, ότι θα πρέπει να συνδέσουμε και το πραγματικό αισθητήριο στην αντίστοιχη είσοδο της πραγματικής πλατφόρμας μετρήσεων. Για την έναρξη της καταγραφής των μετρήσεων στο παράθυρο με την γραφική παράσταση θα πρέπει να πατήσουμε με το ποντίκι το πράσινο μπουτόν που βρίσκεται στο μέσο της δεύτερης γραμμής του παραθύρου της εφαρμογής μας. Επιλέγοντας με δεξί κλικ στις ιδιότητες του κάθε αισθητηρίου, το λογισμικό μας επιτρέπει την πρόσβαση, αλλά όπως θα δούμε και στην επόμενη ενότητα και το εξαρχής σχεδιασμό, στην καμπύλη βαθμονόμησης του αισθητηρίου. Είναι γνωστό ότι με τον όρο βαθμονόμηση εννοούμε την καμπύλη που συσχετίζει τις τιμές της φυσικής παραμέτρου που μετρά το αισθητήριο με τις τιμές της αναλογικής τάσης εξόδου που δίνει το αισθητήριο στο ηλεκτρονικό κύκλωμα που ακολουθεί για την επεξεργασία και την απεικόνιση τη μέτρησης. Στο σχήμα 2 φαίνεται το παράθυρο της βαθμονόμησης του αισθητηρίου θερμοκρασίας CMA 0511 όπως έχει φορτωθεί από την βιβλιοθήκη του λογισμικού.



Σχήμα 2: Το παράθυρο βαθμονόμησης του αισθητηρίου CMA 0511 όπως έχει φορτωθεί από την έτοιμη βιβλιοθήκη του λογισμικού.

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 2, στο παράθυρο βαθμονόμησης εμφανίζεται ένα διάγραμμα τάσης εξόδου -θερμοκρασίας και ένας πίνακας τιμών για τα σημεία που εμφανίζονται στο διάγραμμα. Στον πίνακα αυτό μπορούμε να προσθέσουμε επιπλέον σημεία, να διαγράψουμε σημεία ή να φορτώσουμε σημεία από ένα άλλο αρχείο τιμών, επιλέγοντας κάθε φορά το αντίστοιχο μπουτόν κάτω από τον πίνακα τιμών. Στο αριστερό τμήμα του παραθύρου βαθμονόμησης υπάρχουν μπουτόν επιλογής τα κυριότερα των οποίων αφορούν την μέθοδο (method) με την οποία θα εισάγουμε τα σημεία της καμπύλης βαθμονόμησης καθώς και τον τύπο της συνάρτησης μεταφοράς για την μαθηματική προσαρμογή (function fit) των σημείων. Ο υπολογισμός της συνάρτησης μεταφοράς που προκύπτει από την μαθηματική προσαρμογή είναι απαραίτητος για την αντιστοίχιση της τάσης εξόδου που προκύπτει από το αισθητήριο στην φυσική παράμετρο που το αισθητήριο παρακολουθεί. Έτσι οι μαθητές

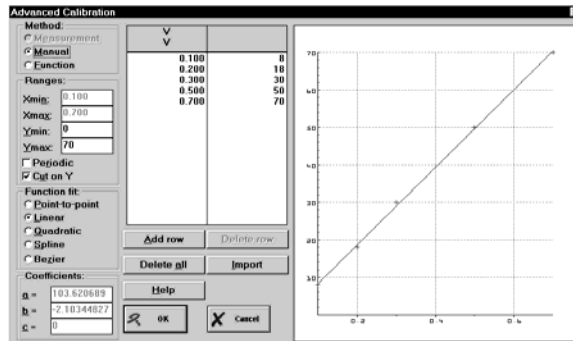
εξοικειώνονται άμεσα με την τεχνική προσαρμογής επειδή για οποιαδήποτε από την επιλογή που επιλέγουν, βλέπουν αμέσως στο παράθυρο διαγραμμάτων την καμπύλη που υπολογίζεται από την συνάρτηση μεταφοράς και το πόσο καλά η καμπύλη αυτή προσαρμόζεται στα αντίστοιχα σημεία. Με τον τρόπο αυτό, στην οθόνη του λογισμικού θα εμφανίζονται απευθείας τιμές θερμοκρασίας (π.χ. για το αισθητήριο θερμοκρασίας) και όχι τιμές της αναλογικής τάσης εξόδου του αισθητηρίου. Βέβαια, στο ηλεκτρονικό τμήμα του κυκλώματος μετρήσεων είναι απαραίτητη η αναλογική τάση εξόδου του αισθητηρίου, η οποία στην συνέχεια φιλτράρεται από τον ηλεκτρονικό θόρυβο, ενισχύεται και μετατρέπεται μέσω κυκλωμάτων αναλογικομηφιακής μετατροπής σε μορφή κατάλληλη για την παρουσίαση της θερμοκρασίας από τις μονάδες εξόδου των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων μετρήσεων.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ LM35

Στην σελίδα 76 του βιβλίου Αρχές Αυτοματισμού της Β' Τάξης του Α' Κύκλου του Ηλεκτρονικού Τομέα και στο σχήμα 4.4.1 εμφανίζεται η χαρακτηριστική εισόδου-εξόδου του αισθητηρίου LM35. Ένα τυπικό ηλεκτρονικό κύκλωμα για την συνδεσμολογία του ίδιου αισθητηρίου για μετρήσεις θερμοκρασίας εμφανίζεται στην ίδια σελίδα του βιβλίου και στο σχήμα 4.4.2. Στην συγκεκριμένη δραστηριότητα παρουσιάζουμε την δυνατότητα αξιοποίησης του λογισμικού Coach 5 για την πειραματική βαθμονόμηση από τους μαθητές ενός οποιουδήποτε αισθητηρίου που βρεθεί στο εμπόριο ή έχει κατασκευαστεί από τους ίδιους. Πληροφορίες για το αισθητήριο θερμοκρασίας LM35 μπορούν να αντληθούν είτε από τα σχολικά εγχειρίδια είτε από τον δικτυακό τόπο της National Semiconductor (www.national.com).

Στο τμήμα τοποθέτησης των αισθητηρίων (κάτω αριστερό τμήμα) του λογισμικού και σε ένα από τα τετράγωνα πλαίσια κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε την επιλογή **Create New**.

Στο παράθυρο που εμφανίζεται συμπληρώνουμε το όνομα και τα στοιχεία του αισθητηρίου που επιθυμούμε και επιλέγουμε το πλήκτρο επιλογής **Advanced** και στην συνέχεια **Calibration**. Έτσι εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 3.

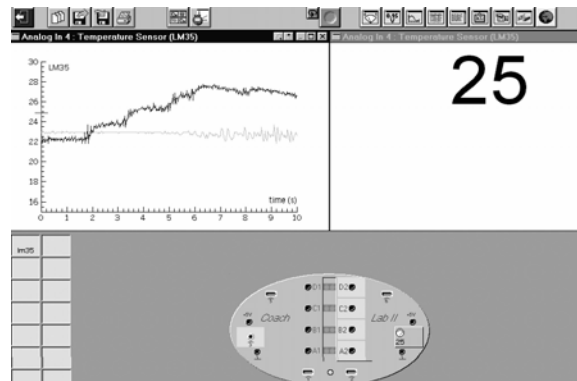


Σχήμα 3: Το παράθυρο βαθμονόμησης του αισθητηρίου LM35 στο οποίο έχουν τοποθετηθεί τα σημεία με τις τιμές από το σχολικό εγχειρίδιο

Αρχικά ο πίνακας τιμών και το παράθυρο διαγραμμάτων δεν περιέχουν τιμές και σημεία. Επιλέγουμε το πλήκτρο **Add row** και τοποθετούμε ζεύγη τιμών τάσης (σε Volt) και θερμοκρασίας (σε °C) σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα τιμών (Πίνακας 1) που προέρχεται από το σχήμα 4.4.1 της σελίδας 76 του βιβλίου Αρχές Αυτοματισμού. Για κάθε ζευγάρι τιμών που εισάγουμε το λογισμικό απεικονίζει το αντίστοιχο σημείο στο παράθυρο διαγραμμάτων ενώ ταυτόχρονα απεικονίζεται και η γραφική παράσταση της συνάρτησης μεταφοράς του αισθητηρίου. Οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν τον τύπο της συνάρτησης μεταφοράς που προσαρμόζεται καλύτερα στα σημεία που εισάγουν. Το λογισμικό επίσης εμφανίζει και ένα πλήκτρο Test το οποίο δίνει την δυνατότητα ελέγχου των τιμών όπως αυτές δημιουργούνται από την συνάρτηση μεταφοράς.

Πίνακας 1: Οι τιμές των σημείων της χαρακτηριστικής εισόδου-εξόδου του αισθητηρίου θερμοκρασίας LM35 όπως προκύπτουν από το σχολικό εγχειρίδιο **Αρχές Αυτοματισμού** σελ.76

Τάση (V)	Θερμοκρασία (C)
0.100	8
0.200	18
0.310	30
0.500	50
0.700	70



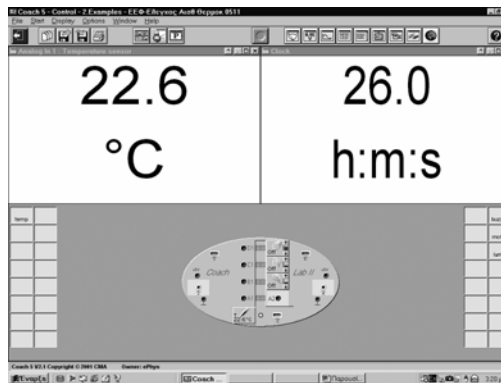
Σχήμα 4: Το παράθυρο του λογισμικού με τις μετρήσεις από το αισθητήριο θερμοκρασίας LM35 μετά την βαθμονόμησή του.

Στη συνέχεια αποθηκεύουμε τα στοιχεία της βαθμονόμησης και επομένως και την προσομοίωση του αισθητηρίου στην βιβλιοθήκη του λογισμικού. Στο επόμενο βήμα, συνδέουμε με ακροδέκτες την έξοδο του αισθητηρίου (ηλεκτρονικό κύκλωμα του σχήματος 4.4.2 του σχολικού εγχειριδίου) στην είσοδο 4 της πλατφόρμας μετρήσεων CoachLab II και κατόπιν σύρουμε με το ποντίκι, από το πλαίσιο αισθητηρίων στο κάτω αριστερό τμήμα, το εικονίδιο προσομοίωσης του LM35 στην είσοδο 4 της προσομοιωμένης πλατφόρμας μετρήσεων. Ρυθμίζουμε ώστε στο πάνω αριστερό τμήμα

του παραθύρου του λογισμικού να εμφανίζεται το διάγραμμα μετρήσεων της θερμοκρασίας με το χρόνο ενώ στο πάνω δεξί τμήμα να εμφανίζεται η τρέχουσα τιμή της θερμοκρασίας. Η καταγραφή των μετρήσεων αρχίζει πατώντας το πράσινο πλήκτρο ενώ οι λεπτομέρειες της μέτρησης ρυθμίζονται πατώντας το έβδομο από αριστερά πλήκτρο στο πάνω τμήμα του παραθύρου του λογισμικού.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΜΕ ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ LM35 ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ

Μια πολύ σημαντική δυνατότητα του λογισμικού είναι η λειτουργία του σε περιβάλλον ελέγχου (control) με την χρήση ψευδοεντολών δομημένου προγραμματισμού από την βιβλιοθήκη του. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα δημιουργίας ψευδοεντολών από τον χρήστη. Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα παρουσιάζεται η χρήση του Coach 5 στο εργαστήριο με σκοπό την εξοικείωση των μαθητών με τις αρχές του δομημένου προγραμματισμού (ακολουθίας, επιλογής, επανάληψης) και την άμεση και σε πραγματικό χρόνο (real time) εφαρμογή τους σε ηλεκτρονικά κυκλώματα με αισθητήρια. Για το σκοπό αυτό συνδέουμε το αισθητήριο θερμοκρασίας CMA 0511 στην είσοδο 1 της πλατφόρμας μετρήσεων ενώ στις εξόδους της πλατφόρμας μετρήσεων συνδέουμε ένα λαμπάκι (έξοδος B, κωδ:3), ένα βομβητή (έξοδος C, κωδ:5) και έναν μικρό ανεμιστήρα (έξοδος D, κωδ: 7). Μέσω του λογισμικού μπορούμε να ρυθμίσουμε την τάση εξόδου που θα ενεργοποιεί τις παραπάνω ηλεκτρονικές συσκευές (μέγιστη τάση εξόδου 16 V). Στο κάτω δεξιά τμήμα του παραθύρου του λογισμικού και στα αντίστοιχα πλαίσια, κάνοντας δεξιά κλικ φορτώνουμε τις αντίστοιχες ηλεκτρονικές συσκευές (actuators) από την βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύρουμε όπως και το αισθητήριο της θερμοκρασίας, τις ηλεκτρονικές συσκευές στις αντίστοιχες θέσεις της προσομοιωμένης πλατφόρμας μετρήσεων στο κάτω μέρος του παραθύρου του λογισμικού. Στο σχήμα 5 εμφανίζεται το παράθυρο του λογισμικού μετά την σύνδεση του αισθητηρίου θερμοκρασίας και των ηλεκτρονικών συσκευών στην πλατφόρμα CoachLab II.



Σχήμα 5: Το παράθυρο της εφαρμογής στο οποίο εμφανίζονται οι συνδέσεις του αισθητηρίου θερμοκρασίας και των ηλεκτρονικών συσκευών :λάμπας, βομβητή και ανεμιστήρα. Απεικονίζονται επίσης η τιμή της τρέχουσας θερμοκρασίας και ο χρόνος μέτρησης.

Σε περιβάλλον ελέγχου, στο παράθυρο του λογισμικού εμφανίζεται ένα επιπλέον μπουτόν με την ένδειξη P. Με το πάτημα του μπουτόν αυτού, ενεργοποιείται ένα επιπλέον παράθυρο για τον προγραμματισμό. Επιλέγοντας από το δεξιά τμήμα

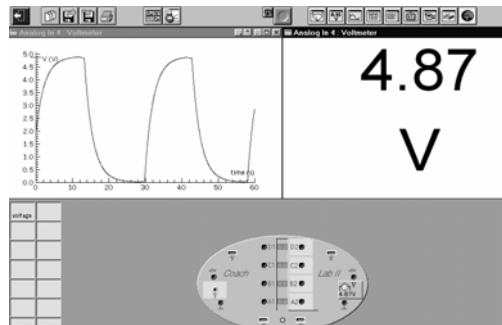
αυτού του παραθύρου τις διάφορες εντολές οι μαθητές μπορούν να σχεδιάσουν ένα απλό πρόγραμμα ελέγχου στο οποίο να ελέγχεται η θερμοκρασία ώστε αν είναι μικρότερη από τους 26 °C να ανάβει το λαμπάκι ενώ αν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τους 26 °C να σβήνει το λαμπάκι και να ενεργοποιείται ο βομβητής και ο ανεμιστήρας. Ένα τυπικό πρόγραμμα είναι το παρακάτω:

```
Repeat
  If Level(1) < 26 Then
    Set(3)
    Reset(5)
    Reset(7)
  EndIf
  If Level(1) > 26 Then
    Reset(3)
    Set(5)
    Set(7)
  EndIf
until RunningTime>300
```

Σύμφωνα με το πρόγραμμα αυτό εάν η θερμοκρασία ελέγχεται με την εντολή Level στην είσοδο 1 (αισθητήριο θερμοκρασίας) ενώ η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση των εξόδων γίνεται με την εντολή Set/Reset.

ΤΟ Coach 5 ΩΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ ΣΕ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Το Coach 5 μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καταγραφικό όργανο εάν αντί για αισθητήριο χρησιμοποιήσουμε την επιλογή Voltmeter και συνδέσουμε στην πλατφόρμα μετρήσεων δύο κοινούς ακροδέκτες μέτρησης τάσης.



Σχήμα 6: Το παράθυρο της εφαρμογής στο οποίο εμφανίζονται οι συνδέσεις του αισθητηρίου θερμοκρασίας και των ηλεκτρονικών συσκευών :λάμπας, βομβητή και Στο σχήμα 6 δείχνονται οι μετρήσεις τάσης στα άκρα του πυκνωτή από ένα κύκλωμα φόρτισης-εκφόρτισης πυκνωτή.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιείται στα πλαίσια του έργου «ePhys» (Κωδικός Προγράμματος: 99817-CP-1-2002-1-GR-MINERVA-M) που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι συγγραφείς ευχαριστούν θερμά το Παράρτημα ΚΔ Μακεδονίας της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών για την ηθική και οικονομική στήριξη της παρουσίας στο συγκεκριμένο συνέδριο