



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ STEM (Science,
Technology, Engineering and Mathematics)**

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΚΑΚΑΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΜ: 2013010127

Χανιά, 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Δοϊτσίδα Λευτέρη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την αμέριστη υποστήριξή του καθ' όλη την διάρκεια της προσπάθειάς μου, την καθοδήγησή του καθώς και την άμεση ανταπόκρισή του όποτε κι αν αυτό απαιτήθηκε.

Ακόμα θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο μέλος Ε. ΔΙ. Π της Σχολής Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης κ. Σπανουδάκη Πολυχρόνη, για την πολύτιμη συμβολή του στην ενίσχυση της εργασίας.

Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή και καλό μου φίλο Πολυγένη Τάσο, για την παραχώρηση του προσωπικού του τρισδιάστατου εκτυπωτή καθώς και για όλη την βοήθεια και γνώσεις που μου παρείχε σχετικά με την 3D εκτύπωση.

Τέλος, οφείλω την μεγαλύτερη ευγνωμοσύνη, από τα βάθη της καρδιάς μου, στην οικογένειά μου για την καθοριστική βοήθεια άνευ όρων που μου παρείχε μέχρι να πετύχω τον στόχο μου. Μία τεράστια βοήθεια με πολλές συνιστώσες.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία εκπαιδευτικής πλατφόρμας STEM, η οποία αποτελείται από κατάλληλα διαμορφωμένο υλικό και λογισμικό για τη διδασκαλία εννοιών πληροφορικής και υλοποίησης απλών αυτοματισμών. Η πλατφόρμα είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες της Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, με κύρια ηλικιακή στόχευση τις ηλικίες 9-15. Το προτεινόμενο σύστημα βασίστηκε στο Hydra, μια καινοτόμα πλατφόρμα χαμηλού κόστους που έχει δοκιμαστεί με επιτυχία στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η βασική συνεισφορά της παρούσας εργασίας, είναι ο καινοτόμος σχεδιασμός που αποτελεί μια νέα πρόταση συνδεσμολογίας, προσαρμογής και φυσικής αλληλεπίδρασης των δομικών στοιχείων. Ο συγκεκριμένος σχεδιασμός επιτρέπει τη δημιουργία πρωτότυπων ρομποτικών συσκευών και αυτοματισμών, ενθαρρύνοντας τη δημιουργική σκέψη των μαθητών. Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκαν νέα αρθρώματα, πραγματοποιήθηκε μελέτη αντοχής και λειτουργικότητας και αναπτύχθηκαν συγκεκριμένα μαθησιακά σενάρια. Τα αρθρώματα κατασκευάστηκαν με χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης και μελετήθηκε διεξοδικά η λειτουργικότητά τους.

SUMMARY

The aim of this work is to develop a novel platform for STEM based education, to enhance the teaching process of ICT and automation. The target group of the proposed platform is students in ages ranging from 9-15 years old. The proposed system was based on the Hydra platform, a low-cost platform for STEM education, which has been used with encouraging results in the primary education. The main contribution of this work was the novel design which allowed the easy and intuitive assembly of robotic devices and simple automations, encouraging the creativity of the students. New modular components (with and without electronic parts) were developed and thoroughly tested in terms of functionality and robustness. All the aforementioned devices were created using 3D printing techniques.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	4
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	4
2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ STEM.....	4
2.2 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	5
2.3 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ.....	7
2.3.1 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ STEM.....	7
2.3.2 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	13
ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ HYDRA v.1.....	13
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
3.2 HARDWARE ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ HYDRA	14
3.2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ	14
3.2.2 ΑΡΘΡΩΜΑΤΑ ΕΞΟΔΟΥ (Output Modules).....	16
3.2.2.1 Άρθρωμα 4led	16
3.2.2.2 Άρθρωμα RGB led.....	17
3.2.2.3 Άρθρωμα 7segment display.....	17
3.2.2.4 Άρθρωμα DC motor	18
3.2.3 ΑΡΘΡΩΜΑΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (Input Modules)	20
3.2.3.1 Άρθρωμα 4button	20
3.2.3.2 Άρθρωμα sonar sensor.....	20
3.2.3.3 Άρθρωμα potentiometer	22
3.3 SOFTWARE ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ARDUBLOCKLY HYDRA	22
3.3.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ ARDUBLOCKLY HYDRA	22
3.3.2 BLOCKS ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ARDUBLOCKLY HYDRA	24
3.3.2.1 Blocks Εξόδου (Output Blocks).....	26
3.3.2.2 Blocks Εισόδου (Input Blocks).....	28

3.3.2.3 <i>Blocks Ειδικής Λειτουργίας</i>	30
3.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	38
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΚΕΛΥΦΩΝ	38
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	38
4.2 ΠΡΩΤΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	39
4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ ΣΧΗΜΑ ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ	45
4.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΕΛΥΦΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΛΑΚΕΤΕΣ	48
4.5 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ	59
4.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΩΝ.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	70
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ	70
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	70
5.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 - ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΡΘΡΩΜΑΤΩΝ	70
5.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 - Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΙΑΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ	72
5.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3 - ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	80
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	80
6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	80
6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι τεχνολογικές εξελίξεις και προκλήσεις, καθώς και ο αυξανόμενος όγκος διαθέσιμης πληροφορίας έχουν τα τελευταία χρόνια συμβάλει στην έντονη αμφισβήτηση και εν μέρει απαξίωση της δασκαλοκεντρικής μεθόδου διδασκαλίας που επικρατούσε τις τελευταίες δεκαετίες. Η εκπαίδευση στην Ελλάδα, ακόμα και σήμερα, ακολουθεί στις περισσότερες περιπτώσεις μια δασκαλοκεντρική μέθοδο, όπου ο εκπαιδευτικός αποτελεί το σημείο αναφοράς μέσα στη τάξη και οι μαθητές παρακολουθούν, δίχως ουσιαστική αλληλεπίδραση και συμβολή, στη διαμόρφωση της μαθησιακής διαδικασίας. Τη δεκαετία του 90, ο Seymour Papert, συνέβαλλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη της θεωρίας του επικδομητισμού (constructionism learning theory), η οποία είναι εμπνευσμένη από τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (constructivism theory) του Jean Piaget. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι η μάθηση επιτυγχάνεται ευκολότερα μέσα από κατασκευές που κάνει το παιδί (learning by making). Η θεωρία του επικδομητισμού θεωρείται μαθητοκεντρική, σε αντίθεση με τις συμβατικές επικρατούσες μεθόδους διδασκαλίας, όπου τον κεντρικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία έχει ο δάσκαλος. Η θεωρία στηρίζεται σε υπάρχουσες γνώσεις, με απώτερο σκοπό την αναζήτηση και τελικά την απόκτηση περισσότερων. Σε γενικές γραμμές οι μαθητές συμμετέχουν σε έργα/projects, όπου προωθείται η ομαδοσυνεργατική συμπεριφορά, και ο διδάσκων έχει ρόλο καθοδηγητή όπου κρίνεται αναγκαίο. Το γεγονός αυτό έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους μάθησης, οι οποίες στηρίζονται σε διαλέξεις (κυρίως) με συνεχή καθοδήγηση και παρεμβάσεις από την πλευρά του διδάσκοντα.

Με την ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών και τη ταυτόχρονη μείωση του κόστους των ηλεκτρονικών στοιχείων, αλλά και των διαφόρων συσκευών πρωτοτυποποίησης (πχ. εκτυπωτές τριών διαστάσεων), οι δυνατότητες των μαθητών πολλαπλασιάζονται και πρακτικά περιορίζονται από τη φαντασία τους και τις ικανότητες τους πάνω στα νέα εργαλεία. Η προσέγγιση STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) ή ακόμα και STEAM με την εισαγωγή του όρου ART αποτελούν τις πλέον ενδεδειγμένες προσεγγίσεις που μπορούν να υποστηρίξουν μια διαδικασία μάθησης βασισμένη στην

αντιμετώπιση ενός προβλήματος (PBL, **P**roblem-**B**ased **L**earning) [1], όπου οι μαθητές καλούνται να λύσουν προβλήματα που δεν έχουν προκαθορισμένη δομή και στόχο (open-ended), έχοντας σαν οδηγό το διδακτικό υλικό. Η δυναμική της εκπαίδευσης STEM έχει ως κύριο στοιχείο τον εμπλουτισμό της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών βοηθώντας τους να μεταφέρουν τη γνώση τους. Με τη συγκεκριμένη προσέγγιση, οι μαθητές μπορούν να αντιμετωπίσουν νέες προκλήσεις και να επιλύσουν προβλήματα, εξάγοντας συμπεράσματα βασιζόμενοι στις αρχές που εφάρμοσαν μέσω φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών [2]. Η υιοθέτηση της παραπάνω προσέγγισης μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές στο να αναπτύξουν καλύτερη συλλογιστική για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων, να ενθαρρύνει τη καινοτομία και την εφευρετικότητα, τη λογική σκέψη και να οδηγήσει στην ενίσχυση της ικανότητας χρήσης τεχνολογιών αιχμής. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά συνδέονται άμεσα με την 4η βιομηχανική επανάσταση, που έχει ήδη ξεκινήσει και αναμένεται να συμβάλει καθοριστικά στον ευρύτερο τεχνολογικό μετασχηματισμό της κοινωνίας μας [3]. Για τους παραπάνω λόγους έχει αναγνωριστεί η σημασία της υιοθέτησης της προσέγγισης STEM σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης από τους σημαντικότερους οργανισμούς που συμβάλουν στη χάραξη της εκπαιδευτικής πολιτικής [4-5].

Η παρούσα εργασία αφορά την ανάπτυξη μίας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής πλατφόρμας STEM προσαρμοσμένη στις ανάγκες και ιδιαιτερότητες της Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης πλατφόρμας, χρησιμοποιήθηκε ως βάση η πλατφόρμα Hydra [6], μία εκπαιδευτική πλατφόρμα χαμηλού κόστους, η οποία αποτελείται από κατάλληλα διαμορφωμένο υλικό και λογισμικό που μπορεί να μπορεί να αξιοποιηθεί στη διδασκαλία εννοιών πληροφορικής και απλών αυτοματισμών.

Συγκεκριμένα έχοντας ως βάση τα υπάρχοντα ηλεκτρονικά στοιχεία, μελετήθηκαν και σχεδιάστηκαν μια σειρά από κελύφη για τα υπάρχοντα αρθρώματα, που επιτρέπουν τη διασύνδεση των επιμέρους λειτουργικών πρωτοτύπων σε ολοκληρωμένες συσκευές, με στόχο να βοηθήσουν τους χρήστες-μαθητές να κατανοήσουν μια σειρά από έννοιες που σχετίζονται με τους αυτοματισμούς και τη ρομποτική. Τα συγκεκριμένα δομικά στοιχεία, σχεδιάστηκαν και μοντελοποιήθηκαν με χρήση κατάλληλου λογισμικού και στη συνέχεια κατασκευάστηκαν με χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης. Παράλληλα προκειμένου να αποφευχθούν πιθανά προβλήματα κατά τη διασύνδεση των λειτουργικών κομματιών και να μελετηθούν τυχόν αστοχίες, πραγματοποιήθηκε ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία. Τέλος η λειτουργικότητα της προτεινόμενης προσέγγισης, επιδεικνύεται με την παρουσίαση πρωτότυπων λειτουργικών διατάξεων συνοδευόμενων από το σχετικό λογισμικό, συνοδευόμενη από σχετικό εκπαιδευτικό υλικό που επιτρέπει τη δοκιμή της συγκεκριμένης προσέγγισης από μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Σκοπός της εργασίας, είναι να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πακέτο υλικού (hardware) και λογισμικού (software), βασιζόμενο σε ανοικτά εργαλεία και με πολύ χαμηλό κόστος, που θα ενθαρρύνει και θα συμβάλει ουσιαστικά στην υιοθέτηση μεθοδολογιών STEM πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα δύναται να συμβάλει στην επίτευξη ενός συνόλου μαθησιακών αποτελεσμάτων με ευχάριστο, κατανοητό και ιδιαίτερα ενδιαφέρον τρόπο.

Στο κεφάλαιο 2, γίνεται μια σύντομη επισκόπηση των εννοιών που σχετίζονται με το STEM καθώς και με την εκπαιδευτική ρομποτική και παρουσιάζονται κάποια βασικά χαρακτηριστικά της. Παράλληλα παρουσιάζονται συνοπτικά κάποιες βασικές πλατφόρμες που δύναται να χρησιμοποιηθούν σαν πλατφόρμες STEM και εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Στο κεφάλαιο 3, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή της πλατφόρμας Hydra και παρουσιάζονται αναλυτικά κάποια παραδείγματα υλοποίησης απλών λειτουργικών διατάξεων συνοδευόμενων από το αντίστοιχο κώδικα.

Στο κεφάλαιο 4, παρουσιάζονται αναλυτικά τα λειτουργικά κελύφη και συγκεκριμένα ο σχεδιασμός, η κατασκευή τους και η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με πεπερασμένα στοιχεία.

Στο κεφάλαιο 5, παρουσιάζεται μια σειρά λειτουργικών πρωτοτύπων που αναπτύχθηκαν με τη βοήθεια της συγκεκριμένης προσέγγισης συνοδευόμενα και από το σχετικό λογισμικό.

Τέλος στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης εργασίας καθώς και κάποιες σκέψεις για μελλοντικές επεκτάσεις.

Στο παράρτημα της εργασίας παρατίθεται ένα ενδεικτικό φύλλο έργου, για τη χρήση της προτεινόμενης προσέγγισης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ STEM

Τη δεκαετία του '90 οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής προκειμένου να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες απαιτήσεις ενός πιο επιστημονικά και τεχνολογικά επικεντρωμένου κόσμου, έπρεπε να διασφαλίσει ότι το μελλοντικό δυναμικό της θα έχει τα κατάλληλα εφόδια. Με τη βοήθεια του National Science Foundation (NSF) πραγματοποιήθηκε το 1998 η πρώτη προσπάθεια, προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για δημιουργία, διατήρηση και ανάπτυξη των ικανοτήτων που σχετίζονται με τις επιστήμες των μαθηματικών, της μηχανικής και της τεχνολογίας από τους νέους. Έτσι, πρωτοεμφανίστηκε ο όρος SMET, ο οποίος αντικαταστάθηκε από το σημερινό **STEM** (Science, Technology, Engineering, Mathematics) το 2001 από τη βιολόγο διευθύντρια του NSF Judith A. Ramaley [6].

Οι συνιστώσες του STEM οδήγησαν στον όρο STEM Education, ο οποίος αφορά όλο το φάσμα της εκπαίδευσης αποτελώντας για πολλούς μια ολοκληρωμένη προσέγγιση του προγράμματος σπουδών και της διδασκαλίας. Τα οφέλη του STEM σε όλους τους εκπαιδευόμενους παρουσιάζονται με την ίδια επιτυχία, αφού είτε αναφερόμαστε σε μαθητές είτε σε φοιτητές, μέσω της εξερεύνησης, της εφεύρεσης και της υλοποίησης ιδεών αναπτύσσουν:

- Κριτική και ορθολογική σκέψη
- Πολύτιμες νοητικές δεξιότητες
- Ομαδικό πνεύμα - Συνεργασία
- Δημιουργικότητα (σύλληψη ιδέας-πείραμα-υλοποίηση)
- Αυτοπεποίθηση-αυτοεκτίμηση (επιτυχία στόχου μετά από προσπάθειες)
- Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων
- Επαφή με την τεχνολογία

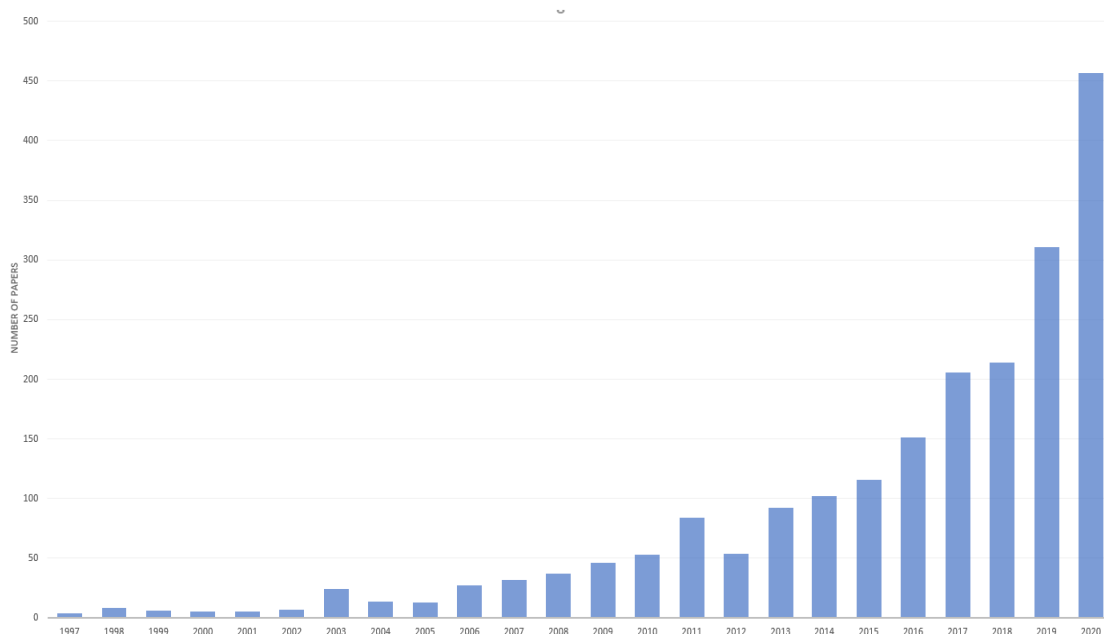
Ωστόσο, βασικός στόχος είναι οι νέοι να λάβουν το απαιτούμενο υπόβαθρο σε γνώσεις επιστήμης, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών έτσι ώστε να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις επαγγελματικές απαιτήσεις των επόμενων ετών [7].

Μία καινούργια έννοια που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια είναι το STEAM κατά την οποία γίνεται μια προσθήκη μεγάλης σημασίας στην προηγούμενη έννοια STEM. Η προσθήκη των τεχνών STE(Arts)M αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο στο επικείμενο είδος εκπαίδευσης αφού η χρήση τη φαντασίας και γενικότερα η καλλιτεχνική έμπνευση μπορεί να «εκτοξεύσει» τη δημιουργικότητα, την καινοτομία και την ελεύθερη (χωρίς περιορισμούς) σκέψη [8], [9].

2.2 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Ένα αναπόσπαστο κομμάτι της προσέγγισης STEM, αποτελεί η εκπαιδευτική ρομποτική, που αποτελεί το αποτέλεσμα της προσπάθειας που ξεκίνησε από τον καθηγητή Seymour Papert του MIT που συνέβαλλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη της θεωρίας του επικδομητισμού (constructionism learning theory) [10], που είναι εμπνευσμένη από τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (constructivism theory) του Jean Piaget. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση η μαθησιακή διαδικασία και το αποτέλεσμα της μπορούν να βελτιστοποιηθούν μέσα από φυσικές κατασκευές που δημιουργεί το παιδί. Το βασικό χαρακτηριστικό της θεωρίας του επικδομητισμού είναι ότι είναι μαθητοκεντρική, σε αντίθεση με τις συμβατικές επικρατούσες μεθόδους διδασκαλίας, όπου τον κεντρικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία έχει ο δάσκαλος [11]. Η προσπάθεια του μαθητή στηρίζεται στη πρότερη γνώση και όχι ως στόχο την αναζήτηση και τελικά την απόκτηση περισσότερων. Το βασικό χαρακτηριστικό της προτεινόμενης προσέγγισης είναι ότι οι μαθητές συμμετέχουν σε projects, όπου προωθείται η ομαδοσυνεργατική, και ο διδάσκων έχει ρόλο καθοδηγητή όπου κρίνεται αναγκαίο [11], μια προσέγγιση που διαφέρει σημαντικά από τις συμβατικές μεθόδους που βασίζονται κυρίως σε διαλέξεις από το διδάσκοντα. Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη προσέγγιση για την υιοθέτηση της παραπάνω προσέγγισης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της μείωσης του κόστους των εργαλείων που σχετίζονται με τους αυτοματισμούς, τους υπολογιστές και τα εργαλεία ανάπτυξης (οικονομικοί αισθητήρες, ανοικτό λογισμικό, χαμηλό κόστος H/Y) καθώς και το όλο αυξανόμενο ενδιαφέρον για ψηφιακές δεξιότητες, η εκπαιδευτική ρομποτική έχει γνωρίσει μια άνθηση που είναι εμφανής και από την εκθετική αύξηση των δημοσιεύσεων της επιστημονικής κοινότητας, όπως παρουσιάζεται από την S. Enripidou *et al.* [12].



Εικόνα 2.1 Δημοσιεύσεις που σχετίζονται με την εκπαιδευτική ρομποτική ανά έτος [12]

Η εκπαιδευτική ρομποτική, σύμφωνα με τον Benitti [13], μπορεί να οδηγήσει σε δύο σημαντικά οφέλη για τους εκπαιδευόμενους που σχετίζονται τόσο με την ανάπτυξη συγκεκριμένων ικανοτήτων, όσο και με τη μάθηση νέων εννοιών. Σύμφωνα με S. Enrripidou *et al.* [12], η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να επιτύχουν πολλαπλά οφέλη σε μια σειρά από μαθησιακά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, έπειτα από μελέτες, μαθητές που συμμετείχαν σε διαδραστικής φύσεως εκπαιδευτική ρομποτική παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην κατανόηση εννοιών επιστημών και μαθηματικών. Τα σημαντικότερα μαθησιακά αποτελέσματα που εντοπίστηκαν και οι έρευνες παρουσιάζονται ως εξής :

1. **Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Problem-solving skills):** Αφορά τις δραστηριότητες, μέσω των οποίων οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες μηχανικής, αναζήτησης λύσεων και χειρισμού καταστάσεων.
2. **Αυτο-αποτελεσματικότητα (Self-efficacy):** Η αυτο-αποτελεσματικότητα σχετίζεται άμεσα με το βαθμό της πίστης του ατόμου στις ικανότητες του , και δεν υποδηλώνει τις πραγματικές ικανότητες που μπορεί να έχει. Οι δραστηριότητες θα πρέπει να σχεδιάζονται με γνώμονα την αύξηση της πίστης των νέων στις ικανότητες τους.
3. **Υπολογιστική σκέψη (Computational thinking):** Η υπολογιστική σκέψη περιγράφει τον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων ενός προβλήματος αλλά και την οργάνωση των βημάτων της επίλυσης του. Η εκπαιδευτική ρομποτική βοηθά σημαντικά στο σχεδιασμό με τρόπο ώστε να καλλιεργούν την υπολογιστική σκέψη.
4. **Δημιουργικότητα (Creativity):** Οι δραστηριότητες, που σχετίζονται με την εκπαιδευτική ρομποτική πρέπει να προωθούν τη δημιουργικότητα των μαθητών

παρακινώντας τους να σκεφτούν νέες λύσεις ή να αναδιατυπώσουν τις υπάρχουσες, χρησιμοποιώντας καινοτόμες μεθόδους και προσεγγίσεις.

5. **Κίνητρα (Motivation):** Κάθε δραστηριότητα πρέπει να παρέχει ισχυρό κίνητρο στους συμμετέχοντες, επιβραβεύοντας παράλληλα όχι μόνο το τελικό αποτέλεσμα αλλά και τη διαδικασία που ακολουθείται για την επίτευξη αυτών.
6. **Συνεργασία (Collaboration):** Η ανάπτυξη πολύπλοκων λειτουργικών συσκευών ενθαρρύνει, λόγω της φύσης των δραστηριοτήτων της εκπαιδευτικής ρομποτικής, την ομαδικότητα και τη συνεργασία.

2.3 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ

2.3.1 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ STEM

Με την αναζήτηση ιδεών για μαθησιακές δραστηριότητες STEM τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί ενδιαφέρουσες πλατφόρμες που εστιάζουν στην γνώση των βασικών εννοιών που αντιπροσωπεύει το STEM, οι οποίες ουσιαστικά προετοιμάζουν τους μαθητές ώστε να μπορέσουν σε μεγαλύτερες τάξεις να κατανοήσουν και να φέρουν εις πέρας μεγαλύτερες προκλήσεις που πρόκειται να αντιμετωπίσουν. Παρακάτω θα αναφέρουμε ορισμένες από αυτές ενδεικτικά.

Η πλατφόρμα Tiny Dancers [14] εστιάζεται στη μελέτη βασικών εννοιών των επιστημών. Συγκεκριμένα, αφορά ένα απλό επιστημονικό πείραμα κατά το οποίο κατασκευάζεται ένας ομοιοπολικός κινητήρας. Είναι μια πολύ καλή εισαγωγή στον ηλεκτρισμό και τον ηλεκτρομαγνητισμό αφού πρόκειται για τον απλούστερο DIY κινητήρα όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.2.



Εικόνα 2.2 Πλατφόρμα Tiny Dancers [14]

Τα Αλεξίπτωτα επίσης, αποτελούν ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα για κατανόηση εννοιών φυσικής και μαθηματικών όπου οι μαθητές κατά την εκτέλεση του "πειράματος" προετοιμάζουν και δημιουργούν μικρής κλίμακας αλεξίπτωτα προς μελέτη με τη βοήθεια

του διδάσκοντα. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα έχει το πλεονέκτημα των πολλών δοκιμών με διάφορες αλλαγές στην παραμέτρους που επηρεάζουν την επιτάχυνση και την ταχύτητα του αλεξίπτωτου κατά την πτώση όπως φαίνεται την Εικόνα 2.3 [15].



Εικόνα 2.3 Παράμετροι που μπορούν να μεταβληθούν κατά τις δοκιμές στα αλεξίπτωτα

Με τον όρο τεχνολογία μπορούμε να καλύψουμε το μεγαλύτερο μέρος του STEM αφού οι περισσότερες, αν όχι όλες, εκπαιδευτικές πλατφόρμες συνδέονται άμεσα με αυτήν, όπως φαίνεται στις άλλες τρεις κατηγορίες που αναλύουμε. Όμως, λόγω της έντονα αναπτυσσόμενης τεχνολογικά περιόδου που διανύουμε, αξίζει να αναφέρουμε την ψηφιακή μορφή της τεχνολογίας που εισέρχεται ολοένα και περισσότερο στην εκπαιδευτική διδασκαλία. Μία τέτοια δημοφιλή πλατφόρμα είναι το Buncee [16].

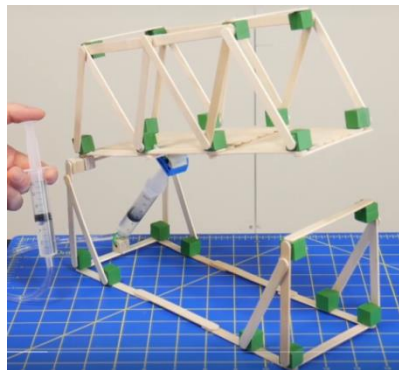
Πρόκειται για ένα εργαλείο μάθησης το οποίο βοηθά τους μαθητές να ενημερωθούν, να συνεργαστούν, να δημιουργήσουν και να εκφραστούν με τη βοήθεια του Η\Υ και του διαδικτύου. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα διαθέτει πολλά εκπαιδευτικά εργαλεία που μπορούν να ενισχύσουν τις γνώσεις των μαθητών σε πολλούς τομείς. Με χρήση μιας ευρείας γκάμας γραφικών και διαισθητικών εργαλείων πολυμέσων επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνήσουν τη δημιουργικότητά τους ενώ διασκεδάζουν. Μια ενδεικτική εικόνα του περιβάλλοντος παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.4.



Εικόνα 2.4 Πλατφόρμα Buncee και περιοχές ενασχόλησης

Παράλληλα με τις παραπάνω λύσεις υπάρχουν και αρκετές προτάσεις που βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν θέματα που σχετίζονται με τη μηχανική.

Η πλατφόρμα Hydraulic Bridge, βοηθά τον χρήστη να αποκτήσει βασικές γνώσεις μηχανικής και όχι μόνο. Κατασκευάζοντας μια κινούμενη γέφυρα, αρχικά διευρύνονται οι γνώσεις αντοχής των υλικών και στην συνέχεια κάνοντας χρήση ενός απλού υδραυλικού συστήματος, με σκοπό την ανύψωση της γέφυρας, πολλές πληροφορίες που ανήκουν στο φάσμα της μηχανικής γίνονται πλέον εύκολα κατανοητές (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.5 Πλατφόρμα Hydraulic Bridge [17]

Μια εναλλακτική προσέγγιση που επικεντρώνεται στη μελέτη των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών είναι το Mousetrap Car [18]. Πρόκειται για τη δημιουργία ενός αμαξιδίου, το οποίο κινείται με τη χρήση ενέργειας μιας ποντικοπαγίδας. Ωστόσο, κατά τη υλοποίηση αναπτύσσονται ισχυρές μαθηματικές γνώσεις τόσο από την κατασκευή όσο και από τα αποτελέσματα που μπορούμε να συλλέξουμε από την τελική κίνηση του αμαξιδίου. Αυτό προκύπτει εφόσον η απόσταση που θα διανύσει εξαρτάται από τα μεγέθη, που επιλέγει ο χρήστης, να έχουν τα υλικά της κατασκευής (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6 Πλατφόρμα Mousetrap Car

2.3.2 ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Οι ρομποτικές πλατφόρμες μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με τη χρήση τους (βιομηχανική, ιατρική, στρατιωτική, εκπαιδευτική κ.α.), την χρηστικότητα και συνδεσμολογία τους (πχ πολυπλοκότητα συναρμολόγησης), την κίνησή τους (ρομποτικά οχήματα, βραχίονες), το κόστος τους κ.α. [19].

Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν εκπαιδευτικά ρομπότ, τα οποία διαθέτουν ενσωματωμένους αισθητήρες και επενεργητές. Δεν απαιτούν κάποια μηχανική συναρμολόγηση. Δίνουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να πραγματοποιήσουν τα πρώτα τους βήματα προγραμματίζοντας εύκολα και διασκεδαστικά. Ενδείκνυνται για ηλικίες έως και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ξεκινώντας θα δούμε ορισμένα απλής μορφής που απευθύνεται σε αρκετά μικρές ηλικίες και επιδιώκουν την ομαλή πρώτη γνωριμία με την έννοια και την λειτουργία του ρομπότ. Μία τέτοια πλατφόρμα είναι και η Kids First Coding & Robotics που διαθέτει ειδικές κάρτες που δημιουργούν ουσιαστικά τη διαδρομή που ακολουθεί το ρομπότ (Εικόνα 2.7α) [20]. Μία ακόμα πλατφόρμα αντίστοιχης δυσκολίας είναι και η BeeBot (ή έξυπνη μέλισσα) της οποίας ο προγραμματισμός γίνεται μέσω των προσαρμοσμένων πλήκτρων που έχει πάνω του το ρομπότ (Εικόνα 2.7β) [21].



(α)



(β)

Εικόνα 2.7 (α) Kids First Coding & Robotics (β) Bee-Bot

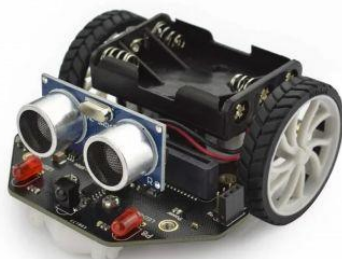
Στη συνέχεια παρουσιάζονται εκπαιδευτικές πλατφόρμες οι οποίες ανήκουν σε μία κατηγορία αυξημένης δυσκολίας σε σχέση με τις δύο προηγούμενες καθώς απαιτούν οπτικό προγραμματισμό. Για παράδειγμα, το *Thymio II* διαθέτει δυνατότητα οπτικού προγραμματισμού ώστε να μπορεί ο μαθητής να προκαλέσει τις δράσεις του ρομπότ αλλά και να ορίσει τη συμπεριφορά του μέσω των προ-προγραμματισμένων ενεργειών επιλέγοντας το κατάλληλο πλήκτρο στο πάνω μέρος της πλατφόρμας. Αντίστοιχα το *Edison robot* παρέχει επίσης τη δυνατότητα παραμετροποίησης του συστήματος ρομποτικής και μπορείς επιπλέον να το διαμορφώσεις προσθέτοντας τουβλάκια Lego.



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνα 2.8 (α)Thymio II [22], (β)Edison robot [23], (γ)Maqueen-Robot Platform [24], (δ)KitiBot 2 WD [24]

Μια άλλη κατηγορία εκπαιδευτικών ρομπότ, αποτελούν αυτά που διαθέτουν αισθητήρες, επενεργητές και συνήθως πολλά τεχνικά στοιχεία που αυξάνουν τις δυνατότητες συναρμολόγησης. Ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει εκτός από το προγραμματιστικό κομμάτι να πραγματοποιήσει αρχικά, την κατασκευή-συναρμολόγηση του ρομποτικού μηχανισμού. Ενδείκνυνται για ηλικίες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Μία τέτοια πλατφόρμα είναι η *Lego Mindstrooms EV3* της γνωστής φιλοσοφίας σύνδεσης και επέκτασης Lego της οποίας η μορφοποίηση περιορίζεται από την φαντασία του μαθητή, πετυχαίνοντας έτσι μία πολύ μεγάλη ποικιλία μορφών (Εικόνα 2.9) [25]. Αντίστοιχη πλατφόρμα αυξημένης δυσκολίας και πολυπλοκότητας είναι η *BioLoid Premium Robot* [26] η οποία, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.10 απαιτεί και αυτή δεξιότητες συναρμολόγησης και φαντασία ώστε να δημιουργήσει ο μαθητής την τελική μορφή που επιθυμεί. Οι συγκεκριμένες πλατφόρμες χαρακτηρίζονται από το ιδιαίτερα υψηλό κόστος αγοράς, το οποίο, ωστόσο, δικαιολογείται εν μέρει από τις αυξημένες δυνατότητές τους.



Εικόνα 2.9 Lego Mindstroms EV3



Εικόνα 2.10 BioLoid Premium Robot

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ HYDRA v.1¹

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική πλατφόρμα χαμηλού κόστους, που είχε ως στόχο να ενταχθεί στο πρόγραμμα της εκπαιδευτικής διδασκαλίας και συγκεκριμένα στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση (12+) [11]. Αποτελείται από κατάλληλο λογισμικό και υλικό ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες για εύρυθμη και αποτελεσματική διδασκαλία εννοιών πληροφορικής και απλών αυτοματισμών.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν την απήχηση και τη λειτουργικότητα της πλατφόρμας Arduino, αλλά και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά την χρήση της, δημιουργήθηκε η ανάγκη για δημιουργία μιας βελτιωμένης πλατφόρμας παρόμοιου τύπου. Ειδικότερα, όπως αναλύεται με λεπτομέρεια στο [11], παρ' όλο που το Arduino αποτελεί αδιαμφισβήτητα ένα εξαιρετικό εκπαιδευτικό εργαλείο, παρατηρήθηκαν ορισμένα μειονεκτήματα. Τα μειονεκτήματα αυτά αφορούσαν κυρίως τη προσέγγιση του προγραμματισμού, διότι συντακτικά λάθη και εσφαλμένη προγραμματιστική δομή οδηγούσαν σε αποθάρρυνση των μαθητών. Επίσης, η δυσκολία που εμφάνιζαν οι μαθητές κατά τη συναρμολόγηση των κυκλωμάτων στην πινακίδα (breadboard) είχαν παρόμοια αποτελέσματα στην ψυχολογία τους και όχι μόνο, καθώς και ο διδακτικός χρόνος που χανόταν ήταν ιδιαίτερα πολύτιμος [11].

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει αναλυτική παρουσίαση της πλατφόρμας, του υλικού και του λογισμικού που χρησιμοποιεί καθώς και του τρόπου λειτουργίας της, προκειμένου να κατανοηθούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της, στη προσέγγιση STEM και να αναγνωριστούν οι βασικές αδυναμίες της, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως πλατφόρμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.

¹ Η πλατφόρμα HYDRA v.1¹, έχει αναπτυχθεί από τον Γ. Τσαλμπούρη στα πλαίσια της μεταπτυχιακής του εργασίας [6].

3.2 HARDWARE ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ HYDRA

Η πλατφόρμα Hydra, αποτελείται από αρθρώματα σχεδιασμένα και κατασκευασμένα έτσι ώστε να ικανοποιούν ορισμένους εκπαιδευτικούς στόχους, αλλά και να είναι εύκολα διαχειρίσιμα από τον χρήστη. Τα συγκεκριμένα αρθρώματα έχουν σχεδιαστεί έχοντας λάβει υπόψη τον περιορισμένο εκπαιδευτικό χρόνο που θα πρέπει να διατεθεί για την γνωριμία και εξοικείωση των μαθητών με το δεδομένο σύστημα, ώστε να δίνεται βαρύτητα στον βασικό εκπαιδευτικό στόχο που σχετίζεται με την κατανόηση βασικών εννοιών, ανάλογα με την ενότητα που μελετάται. Τα αρθρώματα περιγράφονται με λεπτομέρεια στο [11].

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια, η σχεδιαστική φιλοσοφία έχει εστιάσει και σε άλλα σχεδιαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η επεκτασιμότητα, με την οποία δίνεται η ευκαιρία να αναπτυχθεί και να ενισχυθεί το σύστημα, ανά πάσα στιγμή, με νέα modules. Επίσης, η πολυπλοκότητα του συστήματος παρουσιάζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε οι μαθητές δύνανται να δημιουργούν διαφορετικά σενάρια συναρμολογώντας τα αρθρώματα, ενισχύοντας τη δημιουργική τους σκέψη χωρίς να προκαλείται νευρικότητα και κατά συνέπεια η αποθάρρυνση αυτών.

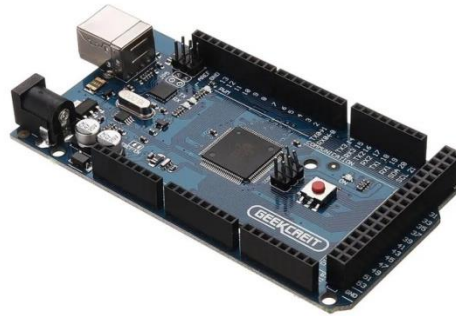
Το προκείμενο σύστημα, απαρτίζεται από 7 αρθρώματα, έναν μικροελεγκτή και την κεντρική πλακέτα πάνω στην οποία προσαρμόζεται ο μικροελεγκτής. Η πολυπλοκότητα του συστήματος ορίζεται από τις επιλογές και τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να συνδέσει τα αρθρώματα της επιλογής του στην κεντρική πλακέτα και κατά συνέπεια στον μικροελεγκτή. Από εκεί και έπειτα, η εκτέλεση του αυτοματισμού που επιδιώκουμε, θα ληφθεί από το λογισμικό που έχουμε εγκατεστημένο στον υπολογιστή, στο οποίο δίνεται ο κώδικας υπό μορφή blocks από τον χρήστη όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη συνέχεια.

3.2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ

Στην κεντρική μονάδα ανήκει ο μικροελεγκτής (μE) με τη κεντρική πλακέτα. Ο ρόλος του μE είναι ίσως ο σημαντικότερος καθώς μπορεί να αλληλεπιδρά δια δραστικά και αμφίδρομα με τον χρήστη. Δέχεται πληροφορίες από τον χρήστη, μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος και επιστρέφει τα ανάλογα αποτελέσματα. Όλες αυτές οι πληροφορίες μεταδίδονται και διαχέονται στα εξαρτήματα μέσω των ακροδεκτών που θα δούμε στη συνέχεια.

Τους ακροδέκτες του μE , που φέρει στην δική μας περίπτωση η πλακέτα Arduino, μπορούμε να τους ομαδοποιήσουμε σε τρεις βασικές κατηγορίες (Εικόνα 3.1): (i) Οι ψηφιακοί (Digital) ακροδέκτες που παρέχουν λειτουργίες εισόδου\εξόδου και μπορούν να λάβουν δύο καταστάσεις με 0 ή 5V, με το χαρακτηρισμό LOW ή HIGH, (ii) Οι αναλογικοί (Analog) μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ως είσοδοι για ανάγνωση αναλογικών τάσεων από 0 έως 5V σε αριθμούς της κλίμακας (0-1023) και (iii) Οι

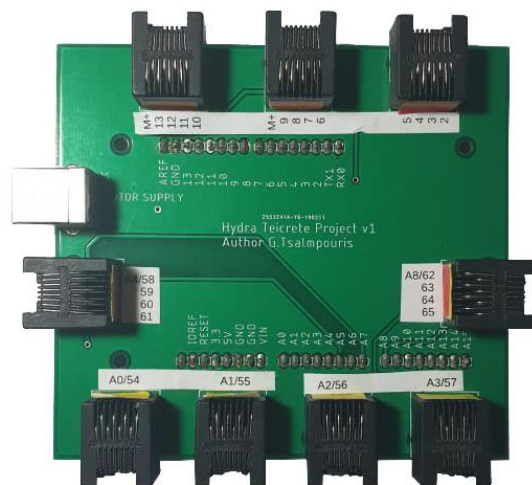
ψευδοαναλογικοί (Pulse Width Modulation) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι για τη δημιουργία τετραγωνικών κυματομορφών μεταβλητού κύκλου εργασίας (duty cycle). Οι συγκεκριμένες κυματομορφές χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα και τον έλεγχο φωτεινότητας των leds [11].



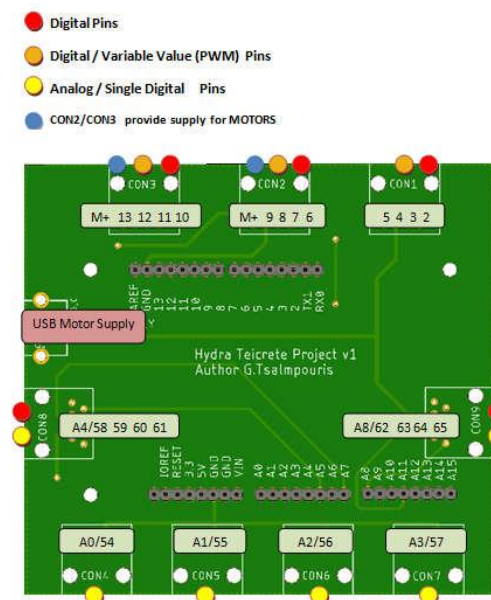
Εικόνα 3.1 Μικροελεγκτής Arduino Mega2560 Rev3 [27]

Η κεντρική πλακέτα, είναι υπεύθυνη για τη σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων με τον Arduino μέσω ειδικών συνδετήρων, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στην Εικόνα 3.2. Συγκεκριμένα, διαθέτει:

1. Εννέα συνδετήρες RJ45, με τους οποίους μπορούμε να συνδέσουμε τα αρθρώματα της πλατφόρμας.
2. Μία θύρα USB τύπου B για να συνδέουμε φορτιστή κινητού, tablet ή υπολογιστή (δεν συνιστάται) με τη κεντρική πλακέτα για την τροφοδοσία των κινητήρων (Εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.2 Άνω όψη κεντρικής πλακέτας



Εικόνα 3.3 Διάγραμμα ακροδεκτών της κεντρικής πλακέτας Hydra

3.2.2 ΑΡΘΡΩΜΑΤΑ ΕΞΟΔΟΥ (Output Modules)

Τα εξαρτήματα του συστήματος, μέσω των οποίων εξάγονται πληροφορίες από τον Η/Υ στον χρήστη είναι :

3.2.2.1 Άρθρωμα 4led

Το συγκεκριμένο άρθρωμα παρέχει τη δυνατότητα αυτόνομου ελέγχου τεσσάρων led. Διαθέτει τέσσερα led κόκκινου χρώματος με αντιστάτες τιμής 330Ω, ώστε να διατηρείται το ρεύμα σε κάθε led σε ασφαλή επίπεδα. Το άρθρωμα 4led (Εικόνα 3.4) μπορεί να συνδεθεί στις :

- Ψηφιακές θύρες 1, 2, 3, 8 και 9 για τον έλεγχο των led στις καταστάσεις (ON-OFF)
- Ψευδοαναλογικές θύρες (PWM) 1,2,3 για έλεγχο της φωτεινότητας.



Εικόνα 3.4 Άρθρωμα 4led

3.2.2.2 Άρθρωμα RGB led

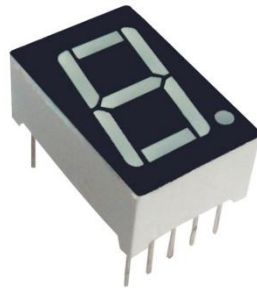
Το άρθρωμα RGB led (Εικόνα 3.5) χρησιμοποιείται για τη παραγωγή χρωμάτων με συνδυασμούς κόκκινου, πράσινου και μπλε. Διαθέτει ένα ledτριών χρωμάτων (κόκκινου, πράσινου και μπλε) και τρεις αντιστάσεις (330Ω) για σωστή ρύθμιση του ρεύματος στο led. Το άρθρωμα RGB led συνδέεται στις ψευδοαναλογικές θύρες (PWM) 1, 2 και 3.



Εικόνα 3.5 Άρθρωμα RGB Led

3.2.2.3 Άρθρωμα 7segment display

Το κύριο μέρος του αρθρώματος 7segment display είναι η οθόνη η οποία αποτελείται από επτά τμήματα διόδων εκπομπής φωτός (LED) και ένα επιπλέον για την ένδειξη κουκίδας και παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.6 [22]. Ο χρήστης επιλέγοντας τη κατάλληλη διάταξη μπορεί να δημιουργεί την απεικόνιση ακέραιων αριθμών από το 0 έως το 9.



Εικόνα 3.6 Οθόνη 7-Segment (Display) [28]

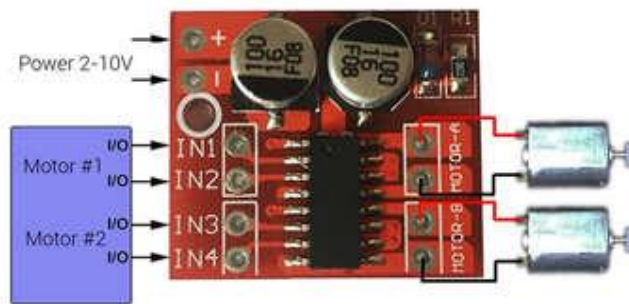
Το παραπάνω άρθρωμα μπορεί να συνδεθεί σε δύο από τις ψηφιακές θύρες 1,2,3,8 ή 9 για τον έλεγχο των led στις καταστάσεις (ON-OFF) (Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7 Άρθρωμα 7-Segment Display

3.2.2.4 Άρθρωμα DC motor

Το άρθρωμα DC motor απαρτίζεται από έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος και μία ηλεκτρονική πλακέτα, που συνιστά γέφυρα (H). Η αναφερθείσα γέφυρα συνιστά ένα κύκλωμα τεσσάρων διακοπών με δυνατότητα ελέγχου της ταχύτητας και φοράς περιστροφής των κινητήρων συνεχούς ρεύματος. Η πλακέτα φέρει τον συνδετήρα RJ45 και τέσσερις οπές για τη σύνδεση με την πλακέτα της γέφυρας (H). Η γέφυρα (H) του αρθρώματος έχει ως βάση το ολοκληρωμένο κύκλωμα MX1508, το οποίο υποστηρίζει ανεξάρτητο έλεγχο μέχρι δύο DC κινητήρων (διπλή γέφυρα H) και παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.8.



Εικόνα 3.8 MX1508 H Bridge Module [29]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η λειτουργία αυτής της πλακέτας, για χρήση ενός κινητήρα όπως και στην παρούσα εργασία (Πίνακας 3.1).

Motor	Mode	IN1	IN2	IN3	IN4
A	Forward	1/PWM	0		
	Reverse	0	1/PWM		
	Freerun	0	0		
	Brake	1	1		
B	Forward			1/PWM	0
	Reverse			0	1/PWM
	Freerun			0	0
	Brake			1	1

Πίνακας 3.1 Λειτουργία MX1508 H Bridge Module [11]

Στην Εικόνα 3.9 παρουσιάζεται ολοκληρωμένο το άρθρωμα DC motor, με τα παρακείμενα μέρη που το αποτελούν.



Εικόνα 3.9 Άρθρωμα κινητήρα συνεχούς ρεύματος (Motor DC)

Ο κινητήρας του αρθρώματος (DC Gear Motor TT - 130 rpm) διαθέτει ονομαστική τάση λειτουργίας 5V και ρεύμα 200 mA εν κενό (Εικόνα 3.10). Για αυτό τον λόγο απαιτείται εξωτερική τροφοδοσία μέσω των θυρών USB από Η/Υ οι οποίες μεταδίδουν ρεύμα ικανής τάσης για τον συγκεκριμένο κινητήρα, ωστόσο προτείνεται η τροφοδοσία από εξωτερική πηγή ρεύματος όπως φορτιστή κινητού τηλεφώνου ή tablet. Τέλος, το άρθρωμα DC motor μπορεί να συνδεθεί στις ψευδοαναλογικές θύρες (PWM) 2 και 3, συνδεδεμένες με εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.



Εικόνα 3.10 Κινητήρας συνεχούς ρεύματος Gear Motor TT-130rpm

3.2.3 ΑΡΘΡΩΜΑΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (Input Modules)

Τα εξαρτήματα εισόδου του συστήματος είναι αυτά, μέσω των οποίων εισάγονται δεδομένα από τον άνθρωπο στον Η/Υ είναι :

3.2.3.1 Άρθρωμα 4button

Αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του αρθρώματος 4button θα συναντήσουμε τέσσερα κουμπιά και τέσσερις αντιστάσεις πρόσδεσης (pull down) τιμής 10KΩ. Δίνεται η δυνατότητα επιλογής των τεσσάρων κουμπιών ανεξαρτήτως, για την δημιουργία εφαρμογών. Η μορφή του αρθρώματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.11, και συνδέεται με τις ψηφιακές θύρες 1,2,3,8 και 9 της κεντρικής πλακέτας.



Εικόνα 3.11 Άρθρωμα 4Button

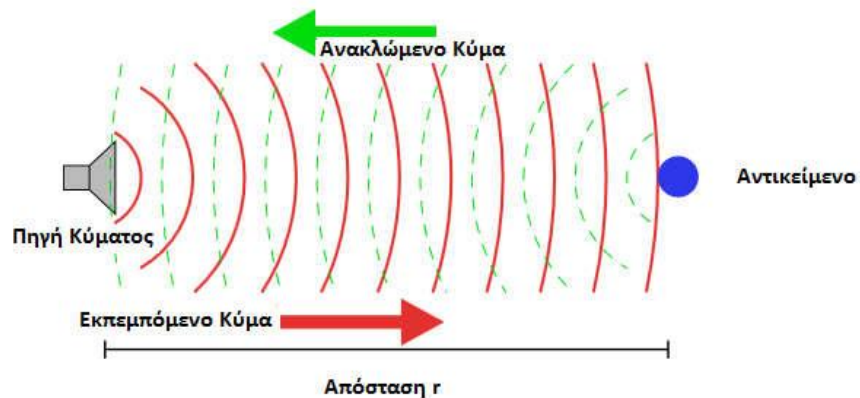
3.2.3.2 Άρθρωμα sonar sensor

Το άρθρωμα sonar sensor (αισθητήρας υπερήχων) αποτελεί το εξάρτημα του συστήματος το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό απόστασης ανάμεσα στον αισθητήρα και τα εμπόδια. Το συγκεκριμένο μοντέλο αισθητήρα είναι το HC-SR04, το οποίο ανήκει στην κατηγορία αισθητήρων που μπορούν να ανιχνεύσουν εμπόδια σε αποστάσεις από 2 έως 400cm με ακρίβεια 1cm (Εικόνα 3.12).



Εικόνα 3.12 Αισθητήρας υπερήχων HC-SR04 [30]

Η λειτουργία χρήσης του αισθητήρα αποδίδεται στην ύπαρξη μίας πηγής και ενός δέκτη υπερήχων. Οι αισθητήρες υπερήχων εκπέμπουν συνεχόμενα ηχητικούς παλμούς υψηλής συχνότητας προς την επιφάνεια του στόχου-εμποδίου και ανακλώνται πίσω στον αισθητήρα και συγκεκριμένα στον δέκτη (Εικόνα 3.13). Η απόσταση ανάμεσα σε εμπόδιο και αισθητήρα υπολογίζεται λαμβάνοντας υπ' όψιν την ταχύτητα του ήχου στον αέρα ($340m/sec$), και σύμφωνα με τον τύπο $d = \frac{\Delta T * 0,034}{2} (cm)$ (ο χρόνος ΔT σε μsec) μετράται η χρονική διαφορά ΔT του ανακλώμενου κύματος.



Εικόνα 3.13 Αρχή λειτουργίας αισθητήρα υπερήχων [31]

Το συγκεκριμένο άρθρωμα *sonar sensor* (Εικόνα 3.14) συνδέεται, σε μια εκ των ψηφιακών θυρών 1, 2, 3, 8 και 9 της κεντρικής πλακέτας.



Εικόνα 3.14 Άρθρωμα αισθητήρα αισθητήρων (Sonar Sensor)

3.2.3.3 Άρθρωμα potentiometer

Με αυτό το άρθρωμα επιτυγχάνεται η ελεγχόμενη ρύθμιση κάποιου φυσικού μεγέθους που επιλέγει ο χρήστης, όπως για παράδειγμα η φωτεινότητα led ή η ταχύτητα κινητήρα. Περιστρέφοντας, ουσιαστικά, τον άξονά του δημιουργείται ένας διαιρέτης τάσης μεταξύ 0 και 5V (Εικόνα 3.14). Τέλος, ο χρήστης μπορεί να συνδέσει αυτό το άρθρωμα με την κεντρική πλακέτα στις αναλογικές θύρες 4, 5, 6, 7, 8, 9 που διαθέτει.



Εικόνα 3.15 Άρθρωμα ποτενσιόμετρον

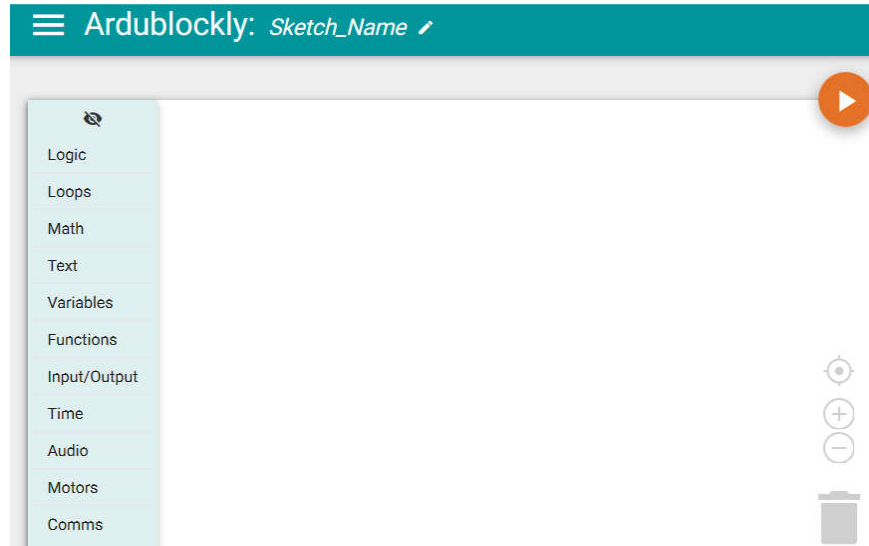
3.3 SOFTWARE ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ HYDRA

3.3.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ HYDRA

Η εφαρμογή Ardublockly² (Εικόνα 3.16), αποτελεί ένα πρόγραμμα επεξεργασίας οπτικού προγραμματισμού που δημιουργήθηκε από τον προγραμματιστή Carlos Pereira Atencio το 2015 [32]. Βασίζεται στο περιβάλλον blockly της Google, και με την χρήση του μπορούμε να παράγουμε κώδικα που μπορεί να εκτελεστεί από Arduino. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

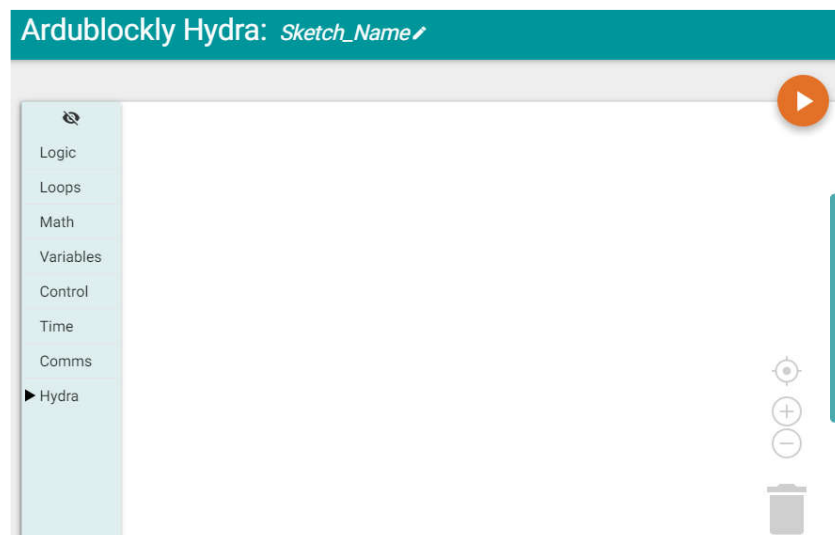
² Λογισμικό διαθέσιμο με άδεια [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/),

1. Δημιουργεί κώδικα Arduino με οπτικά blocks με drag-and-drop από τον χρήστη
2. Μεταφορτώνει τον κώδικα σε ένα Arduino Board
3. Παρέχει χρήσιμες προειδοποιήσεις αποκλεισμού κώδικα
4. Είναι συμβατό με τις περισσότερες αυθεντικές πλακέτες Arduino
5. Λειτουργεί σε Windows, Linux και Mac OS X [32]



Εικόνα 3.16 Αυθεντικό μενού εφαρμογής Ardublockly

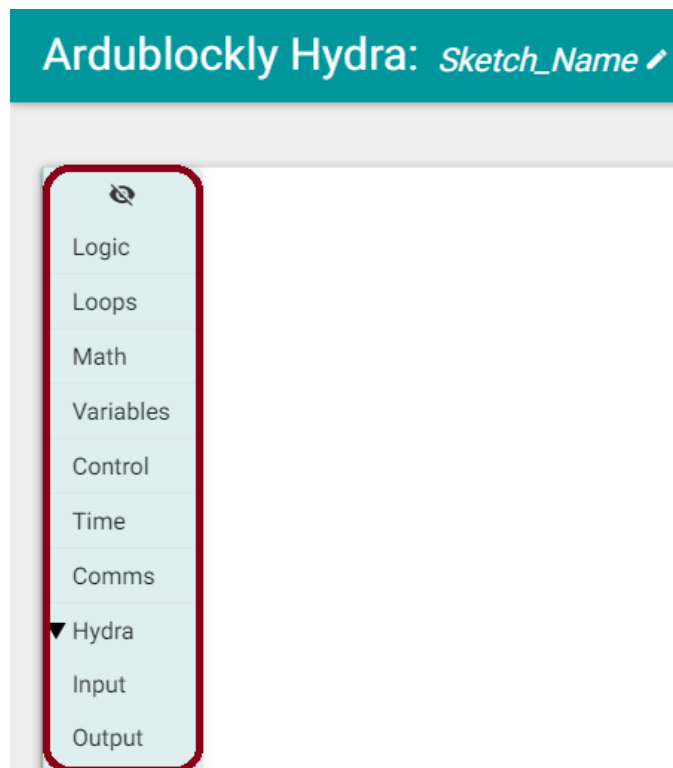
Το λογισμικό Ardublockly Hydra είναι μια επέκταση που έχει πραγματοποιηθεί στο αυθεντικό λογισμικό Ardublockly κατά την οποία έχουν αφαιρεθεί και προστεθεί αρκετά blocks ώστε να εξυπηρετείται το project σύμφωνα με το hardware που έχει αναπτυχθεί [11]. Ταυτόχρονα, έχει τροποποιηθεί και το μενού χειρισμού του χρήστη, απευθυνόμενη στο ηλικιακό φάσμα που ανήκει σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, και εν τέλει έχει διαμορφωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.17.



Εικόνα 3.17 Τροποποιημένο μενού πλατφόρμας Ardublockly Hydra

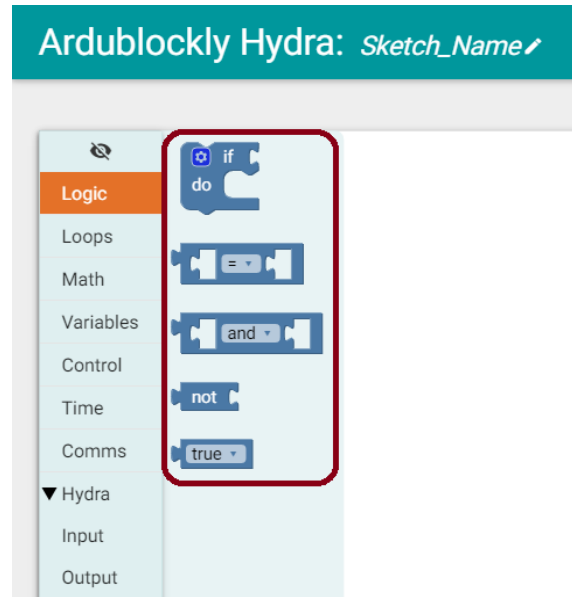
3.3.2 BLOCKS ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΗΣ ARDUBLOCKLY HYDRA

Η κατανόηση της λειτουργίας του λογισμικού από τους μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης θεωρείται απλή και εύκολη, αρκεί να γνωρίσουν με ποιον τρόπο σχετίζονται τα εικονικά blocks του λογισμικού με τα πραγματικά αρθρώματα της πλατφόρμας. Όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, το λογισμικό Ardublockly Hydra είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να διευκολύνει τον χρήστη να πραγματοποιεί σωστές συνδέσεις των φυσικών αρθρωμάτων αλλά και να επιτυγχάνεται σωστή εγγραφή του κώδικα. Από το μενού χειρισμού του χρήστη μπορούμε να επιλέξουμε την κατάλληλη κατηγορία που επιθυμούμε (Εικόνα 3.18).

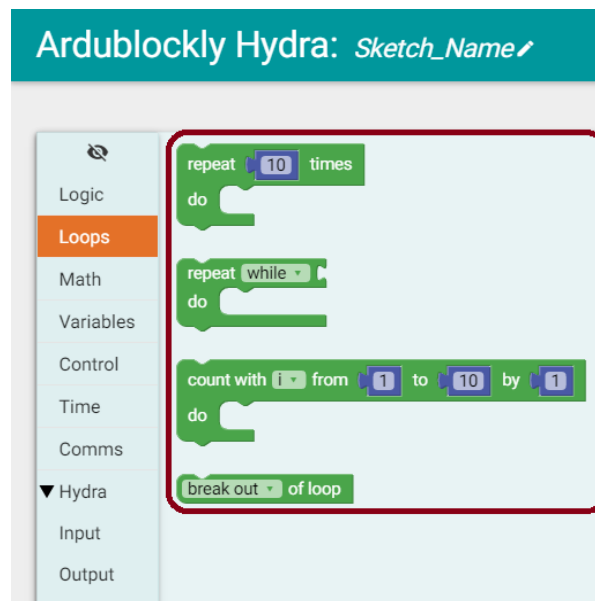


Εικόνα 3.18 Αρχικό μενού χειρισμού

Στη συνέχεια εμφανίζονται ορισμένες επιλογές της κατηγορίας που επιλέξαμε, οι οποίες είναι τα blocks που θα χρησιμοποιήσουμε. Διαθέτουν διάφορα δομικά χαρακτηριστικά για την διευκόλυνση του χρήστη στην επιλογή τους, όπως σχήμα, χρώμα, μέγεθος, κείμενο, υποδοχές (τρόποι συνδεσιμότητας) κ.α., όπως παρουσιάζεται ενδεικτικά στις εικόνες 3.19 και 3.20.



Εικόνα 3.19 Επιλογές της κατηγορίας Logic της πλατφόρμας Hydra

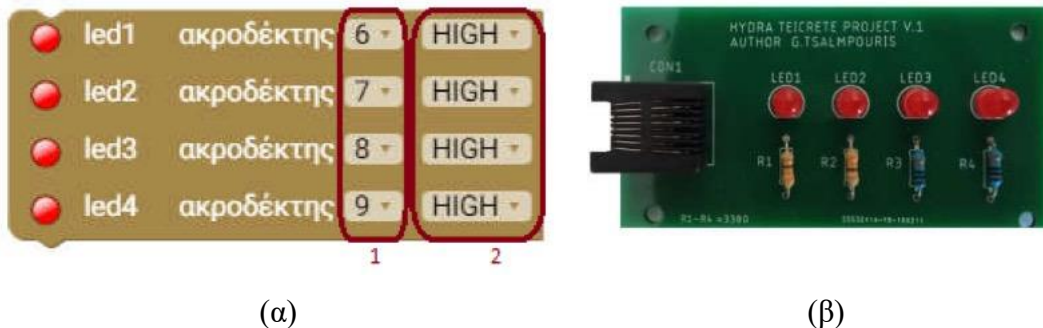


Εικόνα 3.20 Επιλογές της κατηγορίας Loops της εφαρμογής Hydra

Επιλέγοντας τα blocks και σύροντάς τα στο "χώρο εκτέλεσης" μπορούμε να τα συνδέσουμε μεταξύ τους, "χτίζοντας" στη πραγματικότητα των κώδικα προγραμματισμού. Στη συνέχεια θα παραθέσουμε σε εικόνες, τα εικονικά και τα πραγματικά blocks για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε οπτικά τα χαρακτηριστικά τους, ώστε να κατανοήσουμε πως ελέγχουμε τα φυσικά αρθρώματα μέσω του λογισμικού Ardublockly Hydra. Για δική μας διευκόλυνση θα τα διαχωρίσουμε σε τρεις κατηγορίες:

3.3.2.1 Blocks Εξόδου (Output Blocks)

Αρχικά παρουσιάζεται το block 4led στις δύο μορφές του (Εικόνα 3.21). Στην (α) φαίνονται τα τέσσερα εικονικά leds που αντιστοιχούν το κάθε ένα σε ένα από τα πραγματικά leds του αρθρώματος της (β). Ο χρήστης ορίζει τις θέσεις (ακροδέκτες) {1} στις οποίες θα συνδεθεί με την κεντρική πλακέτα μέσω της δυνατότητας drop down menu. Με τον ίδιο τρόπο επιλέγει και την κατάσταση των leds (HIGH-LOW) {2}.



Εικόνα 3.21 (α)Εικονικό block 4led (β)Πραγματικό άρθρωμα 4led

Σε σενάρια που απαιτούν λιγότερα leds μπορεί να χρησιμοποιηθεί το block με ένα led (Εικόνα 3.22) ή εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί το ίδιο block του ενός led περισσότερες φορές (Εικόνα 3.23).



Εικόνα 3.22 Μονό Led



Εικόνα 3.23 Σύνθεση με δύο Leds

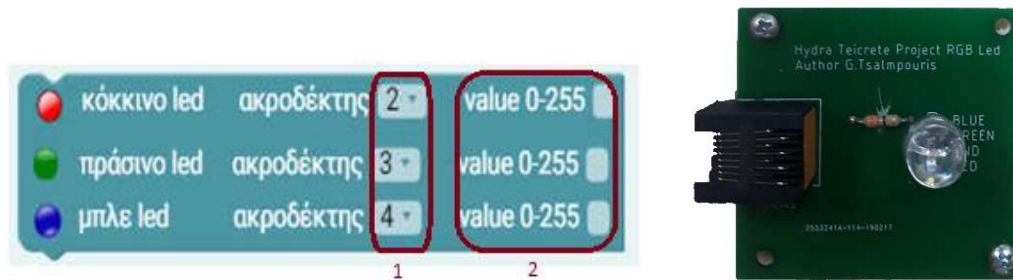
Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της φωτεινότητας των leds κάνοντας χρήση του block variable_led (Εικόνα 3.24).



Εικόνα 3.24 Block Led μεταβλητής φωτεινότητας

Με το block RGB, μπορούμε να ορίσουμε αριθμητικές τιμές εύρους (0-225) ή όνομα αριθμητικής μεταβλητής σε κάθε ένα από τα χρώματα κόκκινου (Red), πράσινου (Green)

και μπλε (Blue) που διαθέτει το άρθρωμα, για να παράγουμε ένα συνδυαστικό τελικό χρώμα (Εικόνα 3.25).

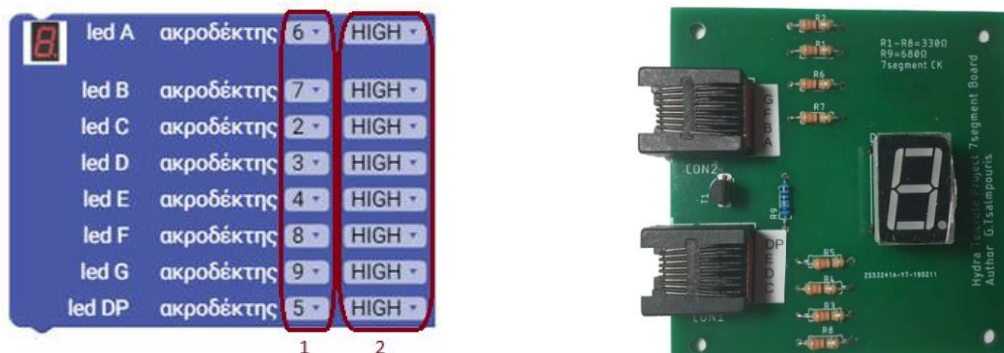


(α)

(β)

Εικόνα 3.25 (α)Εικονικό Block RGB Led (β)Πραγματικό άρθρωμα RGB Led

Το συγκεκριμένο άρθρωμα απαρτίζεται από οκτώ εικονικά φωτεινά τμήματα (7 γραμμές και μια τελεία). Όλα τα τμήματα μπορούμε να τα διαχειριστούμε μέσω των blocks και να σχηματίσουμε τον αριθμό που επιθυμούμε, αφού κάθε led το έχουμε συνδέσει με ένα ακροδέκτη (Εικόνα 3.26α). Αυτό επιτυγχάνεται ορίζοντας την κατάσταση του κάθε τμήματος επιλέγοντας HIGH-LOW (Εικόνα 3.26β).

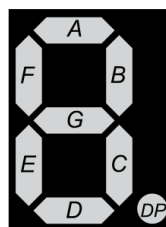


(α)

(β)

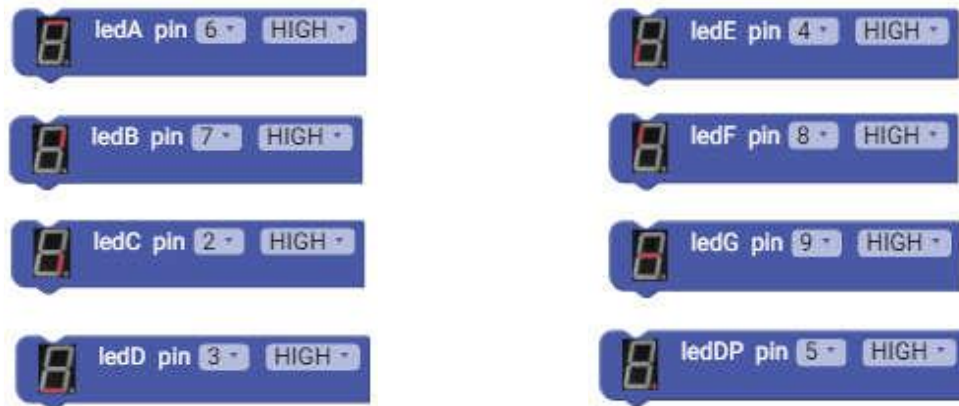
Εικόνα 3.26 (α)Εικονικό Block 7-segment display (β)Πραγματικό άρθρωμα 7-segment display

Για μεγαλύτερη διευκόλυνση του χρήστη, θα πρέπει να λαμβάνουμε υπ' όψιν την διάταξη των led της εικόνας (Εικόνα 3.27).



Εικόνα 3.27 Διάταξη των Led

Τέλος, δίνεται η δυνατότητα χρήσης των μεμονωμένων blocks που αφορούν ξεχωριστά κάθε led, τα οποία μπορεί να συνθέσει ο χρήστης για να αποδώσει το αποτέλεσμα που επιθυμεί (Εικόνα 3.28).



Εικόνα 3.28 Εικονικά Blocks μεμονωμένων Led

Το άρθρωμα DC motor είναι ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος ο οποίος για να εκτελέσει κίνηση (εκτός από τη σύνδεση με τους ακροδέκτες {1}) προϋποθέτει ρύθμιση δύο μεταβλητών, και συγκεκριμένα τη: (i) Φορά περιστροφής στις καταστάσεις Right (δεξιόστροφη) ή Left (αριστερόστροφη) {2} και (ii) Έλεγχο ταχύτητας σε αριθμητικές τιμές από 0 έως 255 {3}. Με το αντίστοιχο block DC motor (Εικόνα 3.29) του λογισμικού παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα ελέγχου τους.



Εικόνα 3.29 Εικονικό Block DC Motor

3.3.2.2 Blocks Εισόδου (Input Blocks)

Ο αισθητήρας υπερήχων, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ εμποδίου και αισθητήρα. Για να ορίσουμε τις θέσεις σύνδεσης με τους ακροδέκτες και την απόσταση που επιθυμούμε να επιστρέφει ως πληροφορία, απαιτείται η χρήση δύο block του λογισμικού. Αυτά είναι το block Sonar Sensor Setup {1} και το block Sonar Sensor Get Distance {2} αντίστοιχα όπως παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.29.

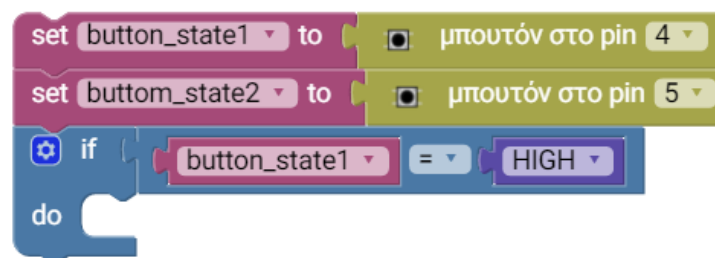


Εικόνα 3.30 Εικονικό Block Sonar Sensor

Για τον έλεγχο του πραγματικού αρθρώματος 4_button (Εικόνα 3.31β) μέσω του λογισμικού, θα πρέπει αρχικά να ορίσουμε και εδώ την θέση των ακροδεκτών όπου θα συνδεθεί το άρθρωμα. Η ιδιαιτερότητα στο συγκεκριμένο block είναι ότι διαθέτει έξοδο για ένα μόνο αποτέλεσμα (Εικόνα 3.31α). Άρα, σε περίπτωση που επιθυμούμε περισσότερα από μια θα πρέπει να ενσωματώσουμε και αντίστοιχες φορές το ίδιο block (με τις κατάλληλες θέσεις ακροδεκτών). Στην συνέχεια, με τη βοήθεια άλλων blocks που υπάρχουν στο μενού χειριστή μπορούμε να καλέσουμε την κατάσταση των buttons όπως στο παράδειγμα της Εικόνα 3.32.



Εικόνα 3.31 (α)Εικονικό Block 4button (β)Πραγματικό άρθρωμα 4button



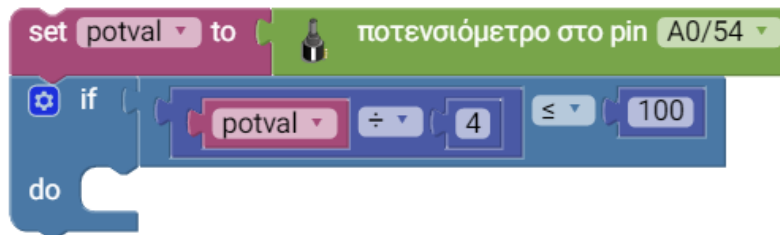
Εικόνα 3.32 Παράδειγμα χρήσης του Block 4button

Το block του ποτενσιόμετρου διαθέτει, όπως όλα τα blocks, δυνατότητα ορισμού θέσεων με τους ακροδέκτες (Εικόνα 3.33α). Επίσης, με παρόμοιο τρόπο με το block 4_button, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε στο πρόγραμμά μας. Με τη βοήθεια δηλαδή άλλων blocks καλούμε την αριθμητική τιμή (εύρους 0-1023) και παίρνουμε την αντίστοιχη

πληροφορία, ανάλογα με την περιστροφή του άξονα του πραγματικού αρθρώματος (Εικόνα 3.33β) όπως στο παράδειγμα της Εικόνα 3.34.



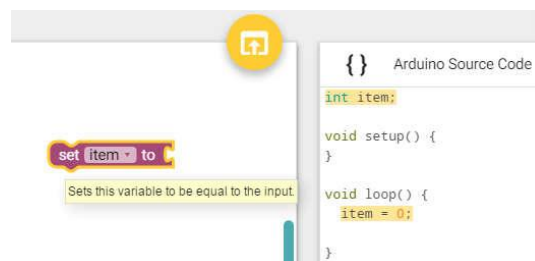
Εικόνα 3.33 (α)Εικονικό Block potentiometer (β)Πραγματικό άρθρωμα potentiometer



Εικόνα 3.34 Παράδειγμα χρήσης του Block potentiometer

3.3.2.3 Blocks Ειδικής Λειτουργίας

Στα blocks ειδικής λειτουργίας ανήκουν οι δύο διαθέσιμες επιλογές που υπάρχουν στην κατηγορία Variables στο μενού χρήστη. Το λογισμικό Ardublockly έχει σχεδιαστεί με χρήση καθολικών μεταβλητών (global variables) και συγκεκριμένα με το block *set item to* (Εικόνα 3.35). Καθολική λέγεται μία μεταβλητή όταν έχει ισχύ σε όλο το πρόγραμμα διατηρώντας το περιεχόμενό της. Λόγω προγραμματιστικών περιορισμών που δημιουργεί η συγκεκριμένη μεταβλητή σχετικά με τη διατήρηση του περιεχομένου της δεν μας εξυπηρετεί. Έτσι λοιπόν, στην εφαρμογή Ardublockly Hydra, υπάρχει η δυνατότητα χρήσης ενός block ίδιας χρήσης, το block *const variable item* (Εικόνα 3.36), το οποίο πληροί όλες τις ιδιαιτερότητες που χρειαζόμαστε για δημιουργία μεταβλητής.



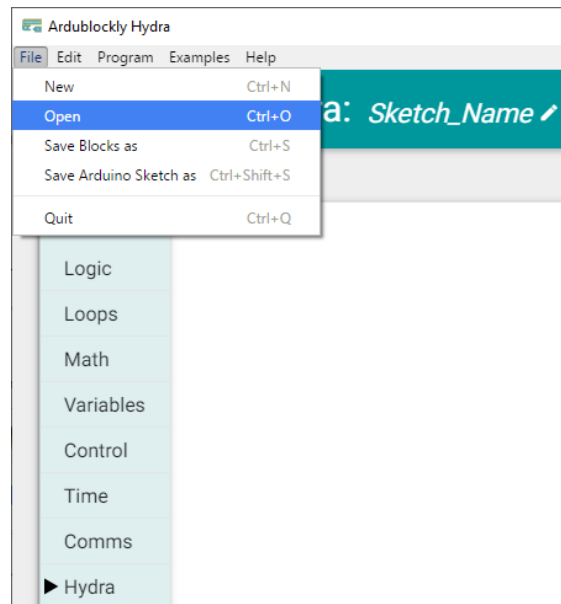
Εικόνα 3.35 Block δημιουργίας μεταβλητής (set item to)



Εικόνα 3.36 Block δημιουργίας σταθερής αριθμητικής μεταβλητής (*const variable item*)

3.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

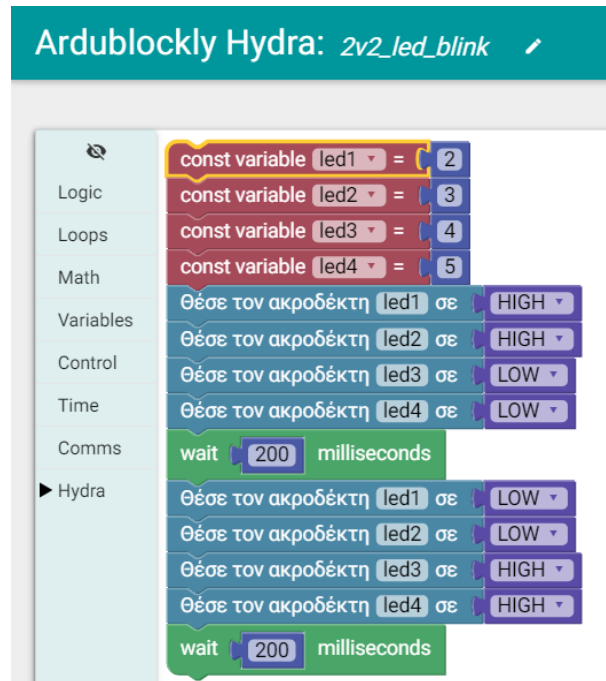
Προκειμένου να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας της πλατφόρμα Hydra, θα παρουσιαστεί μια σειρά παραδειγμάτων. Θα παρουσιαστεί αναλυτικά ο τρόπος αλληλεπίδρασης της πλατφόρμας, με τα άρθρωμα και τα εξαρτήματα που είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους. Προκειμένου να προσπελάσουμε ένα έτοιμο κώδικα, επιλέγουμε το *File-Open* (Εικόνα 3.37).



Εικόνα 3.37 Μενού παραδειγμάτων

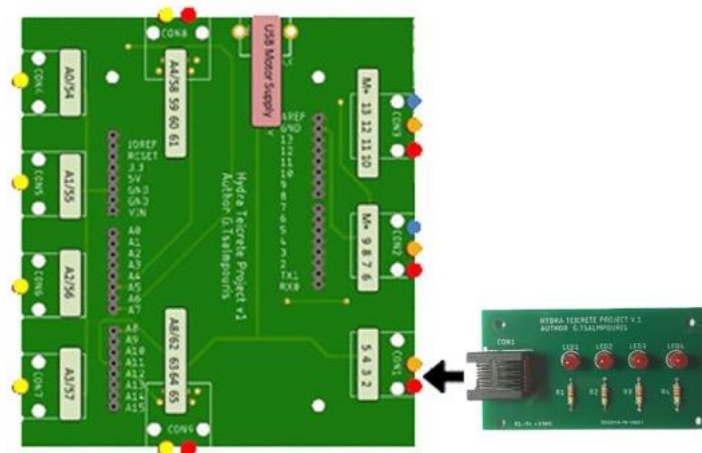
Παράδειγμα 1

Στο πρώτο παράδειγμα θα δούμε ένα απλό σενάριο με μοναδικό άρθρωμα το 4led (Εικόνα 3.38). Αρκεί να συνδέσουμε το άρθρωμα στη σωστή θύρα της κεντρικής πλακέτας (Εικόνα 3.39).



Εικόνα 3.38 Παράδειγμα κώδικα 2v2_led_blink

Μετά την εκτέλεση του προγράμματος θα δούμε ότι αναβοσβήνουν ανά δύο τα leds και εναλλάξ μεταξύ τους.



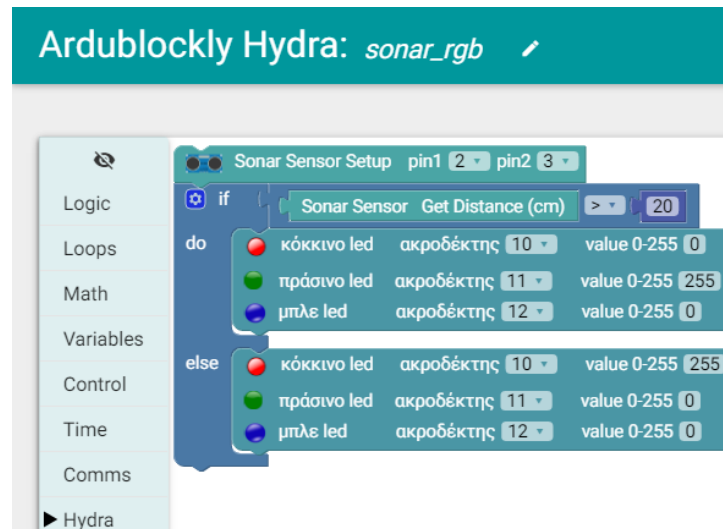
Εικόνα 3.39 Βοηθητική εικονική σύνδεση πραγματικού αρθρώματος σε ακροδέκτες της κεντρικής πλακέτας



Εικόνα 3.40 Σύνδεση του φυσικού αρθρώματος 4led στην κεντρική πλακέτα

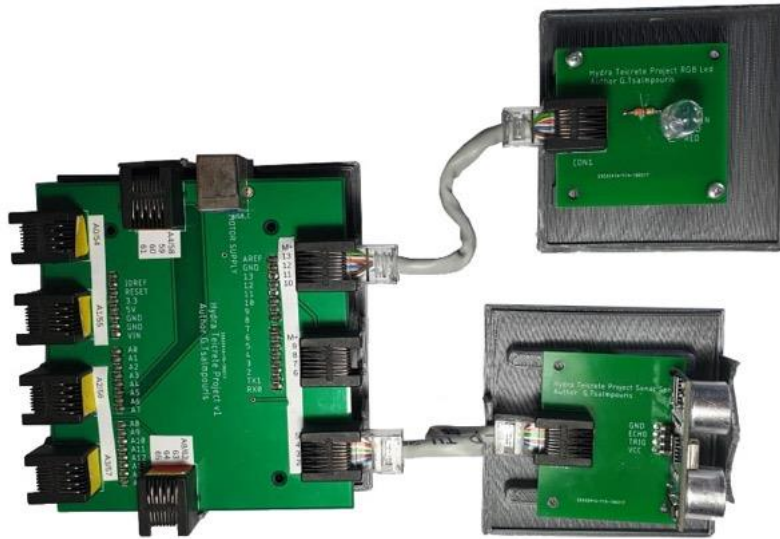
Παράδειγμα 2

Στο δεύτερο παράδειγμα γίνεται χρήση των αρθρώματων *sonar sensor* και *rgb_led*. Αφού γίνει η ορθή επιλογή των ακροδεκτών για σύνδεση των αρθρώματων με την κεντρική πλακέτα μπορούμε να επιλέξουμε τις τιμές που θα πάρουν τα στοιχεία που έχουμε σε αυτό το σενάριο (Εικόνα 3.42). Ο κώδικας του παραδείγματος φαίνεται στην Εικόνα 3.41.



Εικόνα 3.41 Παράδειγμα κώδικα *sonar_rgb*

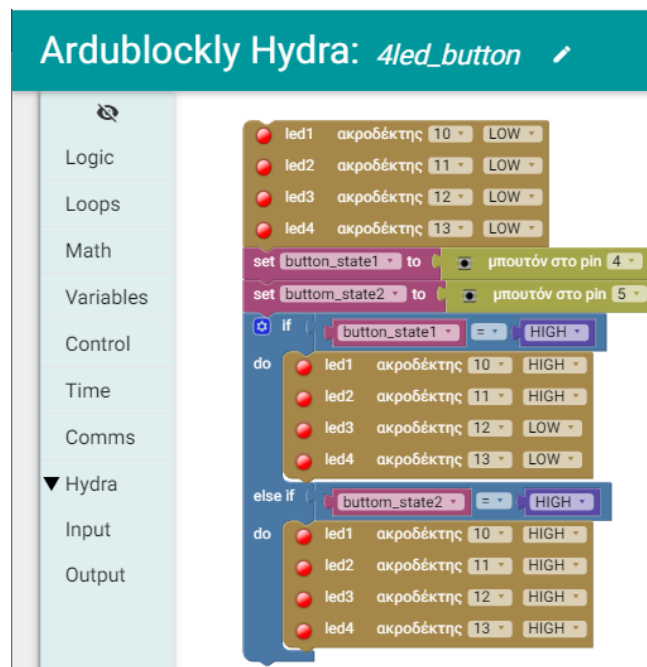
Σε αυτό το σενάριο, έχει ορισθεί το χρώμα του αρθρώματος *rgb_led* που θα ανάβει (κόκκινο, πράσινο ή μπλε)ανάλογα με την απόσταση του εμποδίου που υπολογίζει η αισθητήρας *sonar_sensor* (>20cm ή <20cm).



Εικόνα 3.42 Σύνδεση των φυσικών αρθρώματων *sonar sensor* και *rgb_led* στην κεντρική πλακέτα

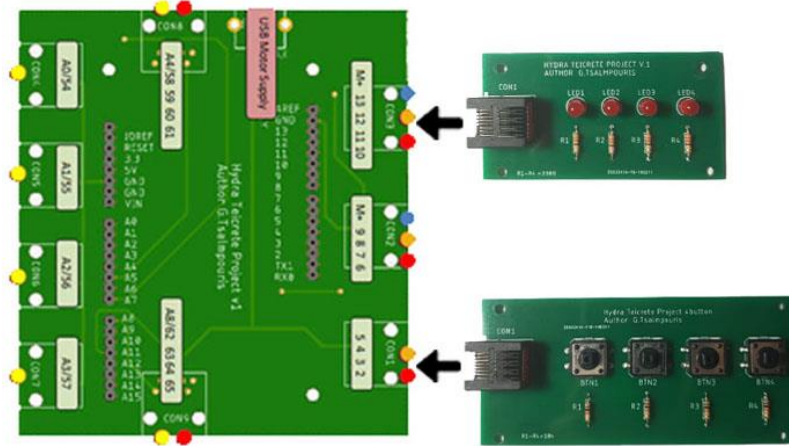
Παράδειγμα 3

Σε αυτό το σενάριο χρησιμοποιούμε τα αρθρώματα *4led* και *button*. Ο χρήστης οφείλει να ορίσει την θέση των ακροδεκτών στο λογισμικό όπως και στα πραγματικά αρθρώματα (Εικόνα 3.44). Στην Εικόνα 3.43 φαίνεται ο κώδικας του σεναρίου.



Εικόνα 3.43 Παράδειγμα κώδικα *4led_button*

Σύμφωνα με τον παραπάνω κώδικα, τα αποτελέσματα που θα λάβει ο χρήστης εκτελώντας τον, θα είναι η φωτεινή ένδειξη των δύο και των τεσσάρων leds πιέζοντας τα κουμπιά (buttons) 3 και 4 αντίστοιχα.



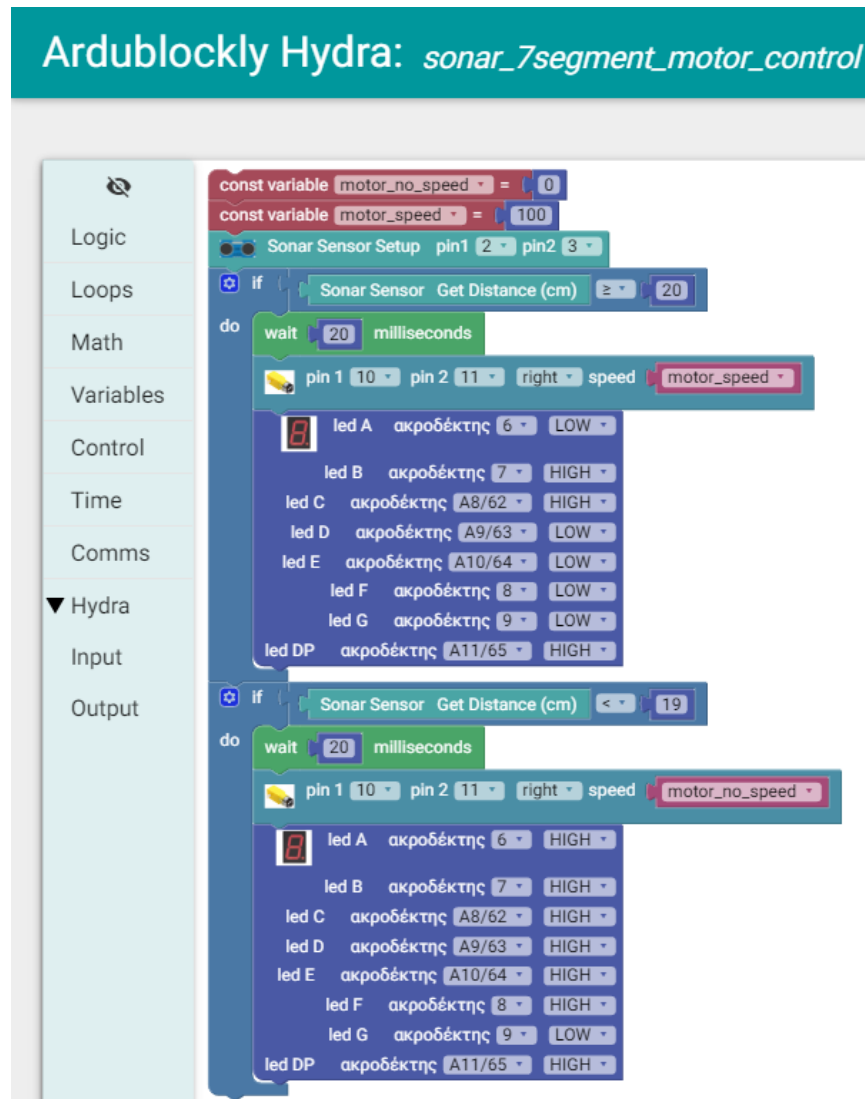
Εικόνα 3.44 Βοηθητική εικονική σύνδεση των φυσικών αρθρωμάτων 4led και 4button σε ακροδέκτες της κεντρικής πλακέτας



Εικόνα 3.45 Σύνδεση των φυσικών αρθρωμάτων 4led και 4button στην κεντρική πλακέτα

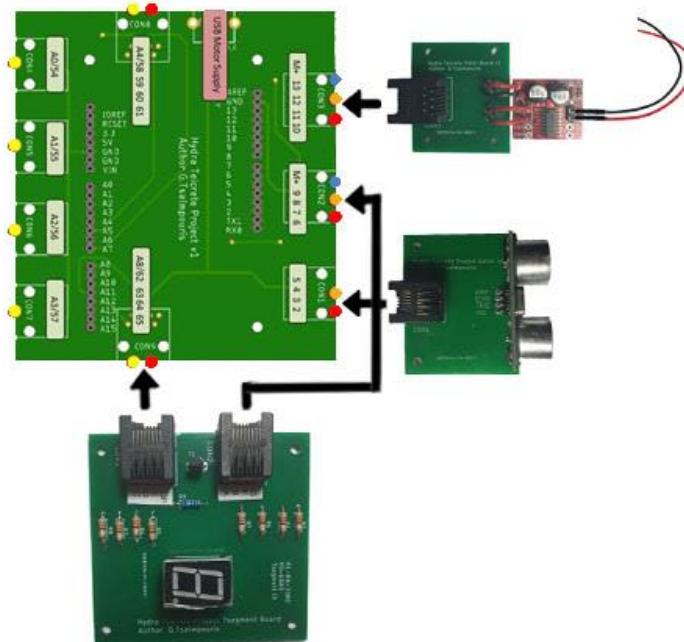
Παράδειγμα 4

Προχωρώντας θα δούμε ένα λίγο πιο σύνθετο σενάριο το οποίο αυτή τη φορά θα απαρτίζεται από τρία αρθρώματα. Αυτά είναι ο αισθητήρας sonar sensor, το άρθρωμα 7segment display και το DC motor. Αφού γίνει η κατάλληλη σύνδεση, επιλέγουμε τις τιμές που χρειάζεται ο κώδικας στα blocks (Εικόνα 3.47).

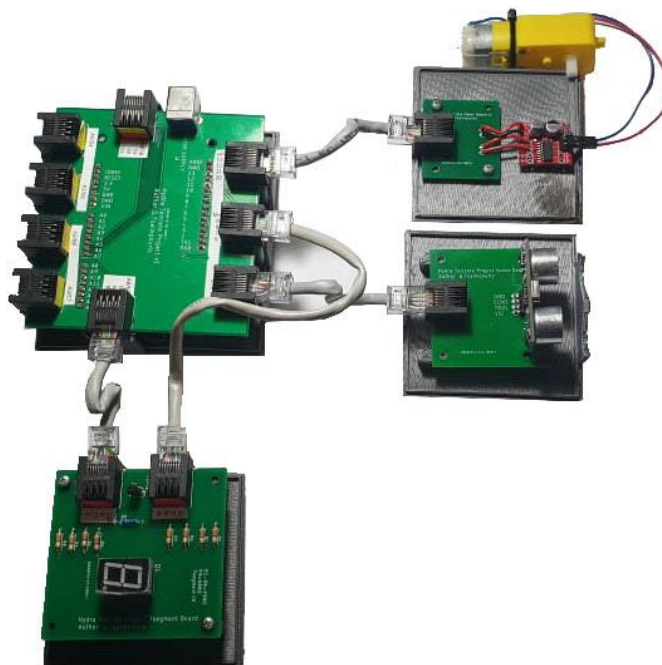


Εικόνα 3.46 Παράδειγμα κώδικα `sonar_7segment_motor_control`

Με την εκτέλεση του προγράμματος θα δούμε ότι ουσιαστικά ελέγχουμε τον κινητήρα, ο οποίος βρίσκεται σε κίνηση μέχρι να πλησιάσει σε κάποιο εμπόδιο (έως 20cm), όπου και σταματάει (Εικόνα 3.46). Παράλληλα, το 7segment display παίρνει τις τιμές 0 και 1 ανάλογα με την λειτουργία του κινητήρα.



(α)



(β)

Εικόνα 3.47 (α) Βοηθητική εικονική σύνδεση των αρθρωμάτων DC motor, sonar sensor και 7_segment_display σε ακροδέκτες της κεντρικής πλακέτας, (β) Σύνδεση των φυσικών αρθρωμάτων στην κεντρική πλακέτα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΚΕΛΥΦΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πλατφόρμα Hydra, όπως παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο αποτελεί μια ιδανική προσέγγιση για την διδασκαλία βασικών εννοιών και θεμάτων που άπτονται των αυτοματισμών καθώς και της λογικής προγραμματισμού ηλεκτρονικών διατάξεων. Υστερεί όμως σημαντικά σε δυνατότητες, που θα της επέτρεπαν να χρησιμοποιηθεί ως πλατφόρμα εκπαιδευτικής ρομποτικής καθώς και στην ανάπτυξη φυσικών διατάξεων με δυνατότητα κίνησης και αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Στα πλαίσια της [11], έγινε μια πρώτη προσέγγιση προκειμένου να επιλυθεί το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Συγκεκριμένα, έχοντας ως διπλό στόχο (i) τη προστασία των πλακετών και εξαρτημάτων αλλά και (ii) επιδιώκοντας μεγαλύτερη χρηστικότητα και πολυπλοκότητα, σχεδιάστηκαν ορισμένα κουτιά-κελύφη τα οποία περικλείουν όλα τα αρθρώματα και εξαρτήματα. Η υλοποίησή τους έγινε με χρήση τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης. Τα κελύφη αυτά έχουν ως βάση την φιλοσοφία σύνδεσης τύπου Lego. Ωστόσο, παρουσιάστηκαν σημαντικά προβλήματα και δεν επιτεύχθηκε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ένα πρώτο βασικό πρόβλημα σχετίζεται με τη δυσκολία της εκτύπωσης με χρήση συμβατικών μεθόδων διατάξεων ανάλογων με αυτές των Lego. Ενδεικτικά δείγματα παρουσιάζονται στις Εικόνες 4.1 και 4.2. Παράλληλα η χρήση τέτοιων διατάξεων παρουσιάζει μειωμένη αντοχή και δυνατότητα συγκράτησης κομματιών, σχετικά μεγάλου βάρους. Τα προβλήματα καθώς και η αδυναμία κατασκευής πολύπλοκων ρομποτικών διατάξεων, έχοντας πάντα ως στόχο τη χρήση από μαθητές δημοτικού, μας οδήγησε στην ανάπτυξη ενός νέου καινοτόμου σχεδιασμού με αυξημένες δυνατότητες. Ο σχεδιασμός αυτός και η χρηστικότητα του μέσω συγκεκριμένων παραδειγμάτων θα παρουσιαστεί αναλυτικά στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.



Εικόνα 4.1 Άνω και κάτω μέρος του κουμπώματος σύνδεσης τύπου Lego



Εικόνα 4.2 Μπροστινή όψη σύνδεσης των αρθρώματων

Σημαντικός παράγοντας στη διαδικασία ανάπτυξης ήταν και η σωστή διαστασιολόγηση και η σχέση μεγέθους που θα έχουν τα modules. Θα πρέπει δηλαδή να υπάρχει μια αναλογία, η οποία δεν θα περιορίζει την πολλαπλή συμβατότητα κατά την σύνδεσή τους. Σε αυτό το σημείο, δεν πρέπει να ξεχάσουμε ότι απευθυνόμαστε σε ηλικίες 9+, που σημαίνει ότι για να είναι χρηστικά σε παιδικά χέρια θα εξυπηρετούσαν ανάλογες διαστάσεις ώστε να μην απαιτείται ιδιαίτερη επιδεξιότητα στην μεταχείριση των κελυφών.

4.2 ΠΡΩΤΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Το πρώτο στάδιο της δημιουργίας των εξωτερικών κελυφών αφορά τόσο τον σχεδιασμό τους, όσο και την υλοποίηση, δηλαδή την τρισδιάστατη εκτύπωσή τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν και άλλες δυνατότητες να κατασκευαστούν τα

προτεινόμενα αρθρώματα βασιζόμενα σε τεχνολογίες όπως είναι η κατεργασία της εξώθησης της χύτευσης ή ακόμα και με κατεργασίες με χρήση εργαλειομηχανής CNC.

Επιλέχθηκε να επικεντρωθούμε στη χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθώς είναι μια τεχνολογία χαμηλού κόστους και συμβατή με τη φιλοσοφία ανοικτής σχεδίασης του προτεινόμενου συστήματος.

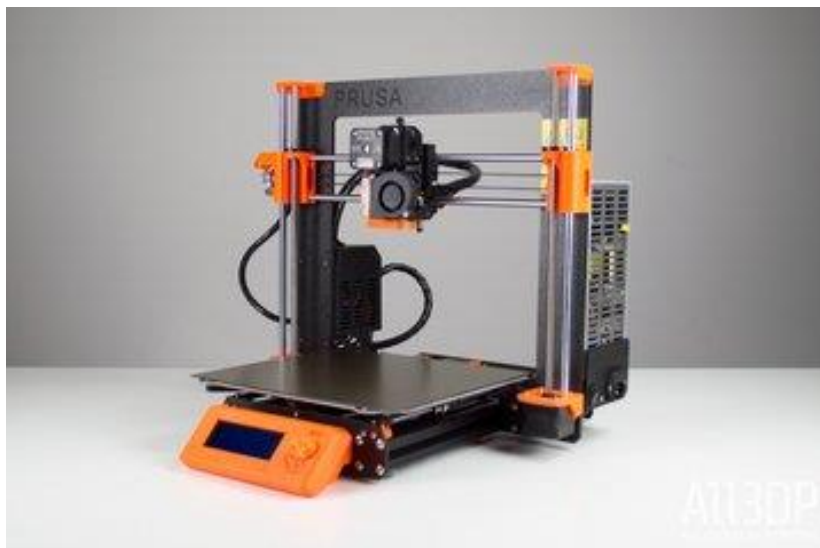
Προτού προχωρήσουμε σε περισσότερες λεπτομέρειες, για καλύτερη κατανόηση θα παρουσιαστεί η διαδικασία που ακολουθήσαμε καθώς και τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν από την δημιουργία των σχεδίων μέχρι να φτάσουμε στο τελικό στάδιο που είναι η εκτύπωση του φυσικού προτύπου. Η διαδικασία ανάπτυξης των κελυφών, αποτελείται από δύο στάδια.

Το αρχικό στάδιο της υλοποίησης των κελυφών αφορά το σχεδιαστικό τους κομμάτι. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό NX Siemens, στην λειτουργία σχεδίασης τρισδιάστατων μοντέλων, αρχικά δημιουργήθηκαν οι πρώτες σχεδιαστικές προσεγγίσεις. Το δεύτερο αφορά το τελικό στάδιο όλης της διεργασίας κατά το οποίο τα ψηφιακά σχέδια αποκτούν υλική υπόσταση, αφού με την μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης δημιουργήθηκαν τα πρωτότυπα. Τα σχέδια από το λογισμικό NX Siemens από αρχεία (.prt) εξήχθησαν ως αρχεία στερεολιθογραφίας (.stl) για να προχωρήσουμε στη διαδικασία της εκτύπωσης.

Στη συνέχεια, με το πρόγραμμα Prusa Slicer τα αρχεία μετατρέπονται σε 3d ψηφιακά σχέδια σε G-code, με σκοπό να εκτελεστούν από τον εκτυπωτή. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα, ουσιαστικά ορίζει λεπτομερώς όλη την διαδικασία της εκτύπωσης. Αρχικά τεμαχίζει σε οριζόντιες "φέτες" το σχέδιο, ορίζει τα σημεία που απαιτείται ενίσχυση του μοντέλου με χρήση υποστηρικτικού υλικού. Στη συνέχεια ελέγχει την πυκνότητα στο εσωτερικό του τεμαχίου, επιλέγει την πορεία που θα εκτελέσει η κεφαλή ώστε να βελτιστοποιείται η εκτύπωση του ομοιώματος και τέλος υπολογίζει την αναγκαία ποσότητα υλικού.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα PronterFace στη πορεία, μπορούμε να ελέγχουμε διαδραστικά τον εκτυπωτή μας και πιο συγκεκριμένα μας επιτρέπει να επικοινωνούμε με το hardware του εκτυπωτή.

Η εκτύπωση των πρωτοτύπων πραγματοποιήθηκε σε προσωπικό οικιακής χρήσης εκτυπωτή της εταιρίας Prusa Research και συγκεκριμένα από το μοντέλο Prusa I3 MK3S (Εικόνα 4.3). Το νήμα που χρησιμοποιήθηκε είναι PLA EVO, χρώματος γκρι σκούρο.

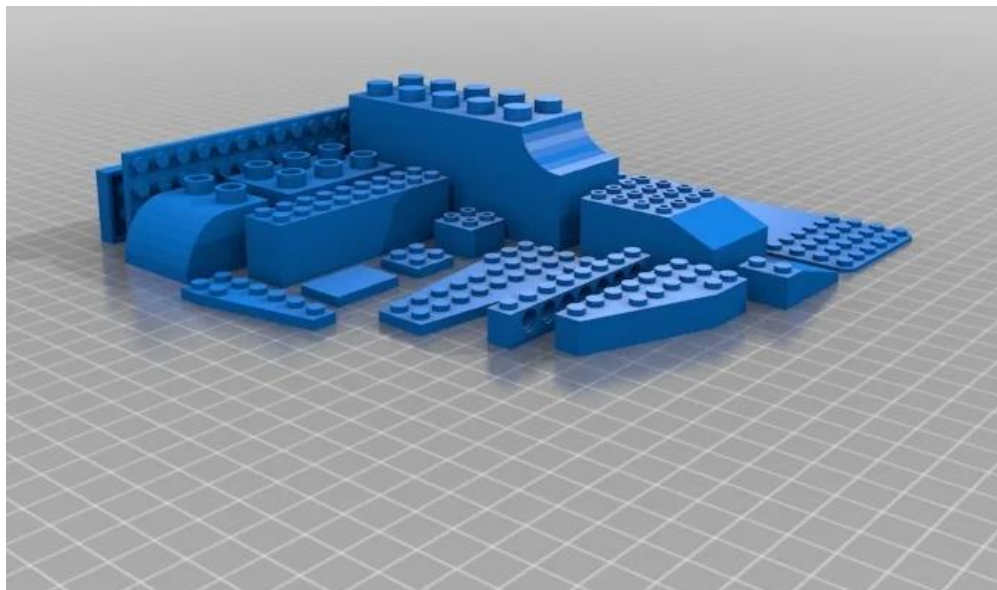


Εικόνα 4.3 Τρισδιάστατος εκτυπωτής (Prusa i3 MK3S) [33]

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη συνέχεια, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των κελυφών έχουν άμεση σχέση μεταξύ τους, καθώς οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες κατά την εκτύπωση τις οποίες οφείλουμε να αντιμετωπίσουμε προσαρμόζοντας σε αυτές τα σχέδια.

Κατά τη φάση της ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκαν τα λεπτομερή κατασκευαστικά σχέδια των ηλεκτρονικών διατάξεων και επαληθεύτηκε η διαστασιολόγηση των πλακετών με τη χρήση συμβατικών οργάνων (παχυμέτρου) για να έχουμε την αποτύπωση των μεγεθών που θέλουμε να "ντύσουμε" με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Παρατηρήθηκε ότι οι διαστάσεις των πλακετών δεν ήταν αναλογικές μεταξύ τους, οπότε τα κελύφη θα έπρεπε να προσαρμοστούν τηρώντας παράλληλα τις ανάγκες των μεγεθών που αναφέραμε στη προηγούμενη ενότητα.

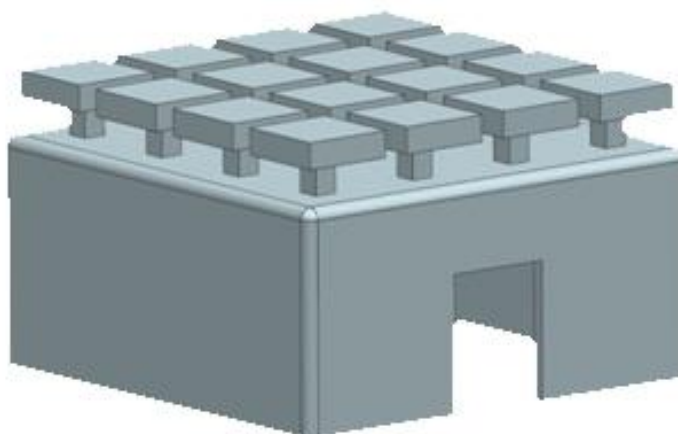
Η πρώτη απόπειρα που πραγματοποιήθηκε είχε ως βασικό σκοπό να διατηρήσει και να εξελίξει την υπάρχουσα ιδέα της συμβατότητας τύπου Lego. Τα οφέλη και οι λόγοι που μας ώθησαν αρχικά στο να επιμείνουμε στα Lego και στην βελτίωση της συγκεκριμένης ιδέας, μεταξύ άλλων είναι ότι τα Lego είναι ήδη οικεία και ελκυστικά στα παιδιά κι έτσι μειώνεται ο χρόνος γνωριμίας με την πλατφόρμα. Επίσης, ενισχύεται η επιλογή εύκολης επεκτασιμότητας σε συνδυασμό με άλλα τουβλάκια Lego που υπάρχουν στο εμπόριο (Εικόνα 4.4).



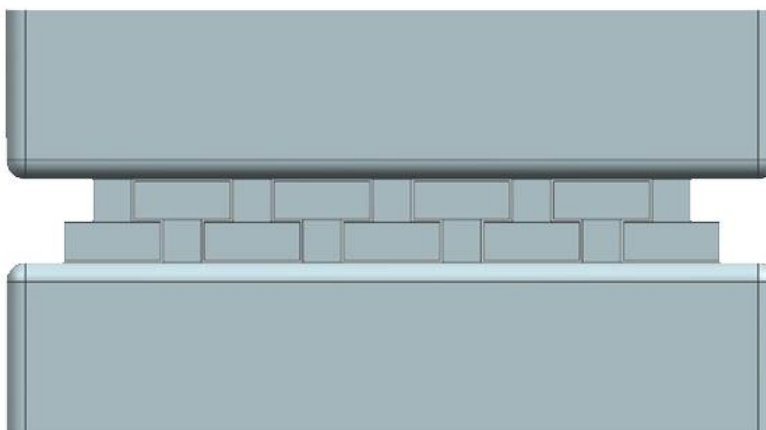
Εικόνα 4.4 Ποικιλία διαφορετικών μορφών αρθρωμάτων Lego [34]

Πραγματοποιήθηκαν ορισμένα δοκιμαστικά σχέδια, αλλά η ιδέα εγκαταλείφθηκε, καθώς παρατηρήθηκε ότι η επιθυμητή ποιότητα με λεία επιφάνεια και τέλειες διαστάσεις ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να επιτευχθεί με χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή οικιακής χρήσης. Τα αυθεντικά τουβλάκια Lego για να κατασκευαστούν υπόκεινται σε κατεργασίες, όπως η χύτευση λαμβάνοντας τα αποτελέσματα που γνωρίζουμε με εξαιρετική ακρίβεια και ποιότητα υλικών. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που βρίσκονται στις πρώτες θέσεις επιλογών των εκπαιδευτικών για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ακόμα, και αν καταφέρναμε να δημιουργήσουμε τουβλάκια συμβατά μέσω οικιακού 3d εκτυπωτή, τα οποία θα ήταν συμβατά μεταξύ τους, θα παρέμενε πιθανότατα ως πρόβλημα η απόλυτη συμβατότητα με τα αυθεντικά Lego που ήταν και το ζητούμενο για μεγιστοποίηση της επεκτασιμότητας της πλατφόρμας στο μέλλον. Παράλληλα, λήφθηκε υπόψη και το σχετικά μεγάλο κόστος των πλατφορμών Lego που πολλές φορές είναι απαγορευτικό και επιλέχθηκε να γίνει διερεύνηση ενός νέου σχεδιασμού.

Η σχεδιαστική φιλοσοφία που υιοθετήθηκε ξεφεύγει λίγο από τα γνωστά κουμπώματα τύπου Lego ή με χρήση κλιπ και πύρους και βασίζεται σε blocks τα οποία θα κουμπώνουν μεταξύ τους συρτά και θα μπλοκάρουν σε συγκεκριμένες θέσεις που θα επιλέγει ο χρήστης. Παράλληλα η βασική ιδέα με τη συγκεκριμένη προσέγγιση είναι ότι θα υπήρχε η δυνατότητα τα κομμάτια να έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης σε διαφορετικές θέσεις. Η πρώτη προσέγγιση βασίστηκε στην υιοθέτηση ενός σχεδιασμού βασιζόμενου σε ένα τρισδιάστατο (T), όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.5. Η συγκεκριμένη προσέγγιση επιτρέπει σε δύο κομμάτια να ενώνονται “συρταρωτά” και να κουμπώνουν ανάμεσα σε δύο ανάποδα (T) όπως φαίνεται στην (Εικόνα 4.6).

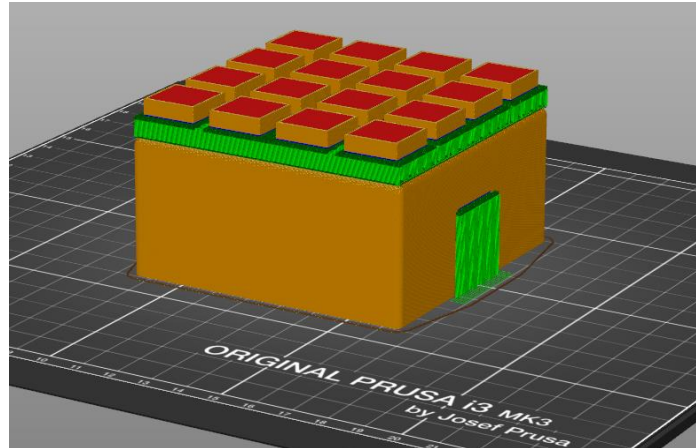


Εικόνα 4.5 Αρχική φιλοσοφία σύνδεσης αρθρωμάτων



Εικόνα 4.6 Μπροστινή όψη σύνδεσης αρθρωμάτων

Η συγκριμένη προσέγγιση, απέτυχε καθώς παρατηρήθηκε μια σειρά προβλημάτων που οφείλονται κυρίως στα προβλήματα που σχετίζονται με την εκτύπωση καθώς, για να εκτυπωθούν προεξοχές μεγαλύτερες των 45 μοιρών ή (στην προκειμένη περίπτωση) παράλληλες στην επιφάνεια "χτισίματος" του εκτυπωτή, απαιτείται η χρήση υποστηρικτικών υλικών (supports). Η συγκεκριμένη προσέγγιση παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.7 όπου με πράσινο χρώμα παρουσιάζεται το υποστηρικτικό υλικό που είναι αναγκαίο, όπως εμφανίζεται στο λογισμικό του σχετικού printer. Τα αποτελέσματα, δίχως την ύπαρξη του υποστηρικτικού υλικού δεν είναι τα επιθυμητά, όπως παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.8.

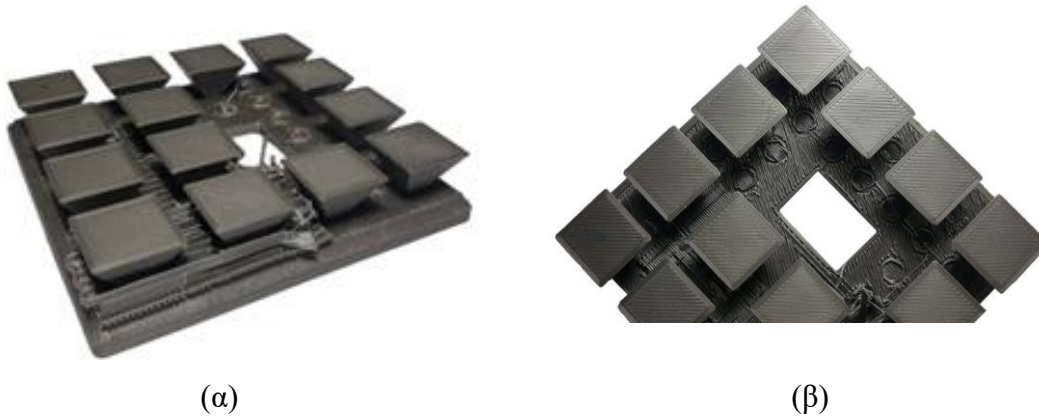


Εικόνα 4.7 Με πράσινο χρώμα φαίνεται το υποστηρικτικό υλικό όπως ορίζεται από το περιβάλλον της εφαρμογής PrusaSlicer



Εικόνα 4.8 Αστοχία τρισδιάστατου εκτυπωτή λόγω έλλειψης υποστηρικτικού υλικού

Σε αυτήν τη περίπτωση, η ζητούμενη επιφάνεια πάνω στην οποία επιδιώκουμε μέγιστη ομαλότητα, αποκτάει τραχύτητα λόγω των supports και καθιστά ανεπιτυχή την ολίσθηση των blocks ώστε να κουμπώσουν, καθώς η αφαίρεση του υποστηρικτικού υλικού αφήνει πάντα υπολείμματα στην επιφάνεια που στηρίζονται. Κατά συνέπεια, απορρίφτηκε και αυτή η προσέγγιση. Αστοχίες του παραπάνω είδους παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.9.

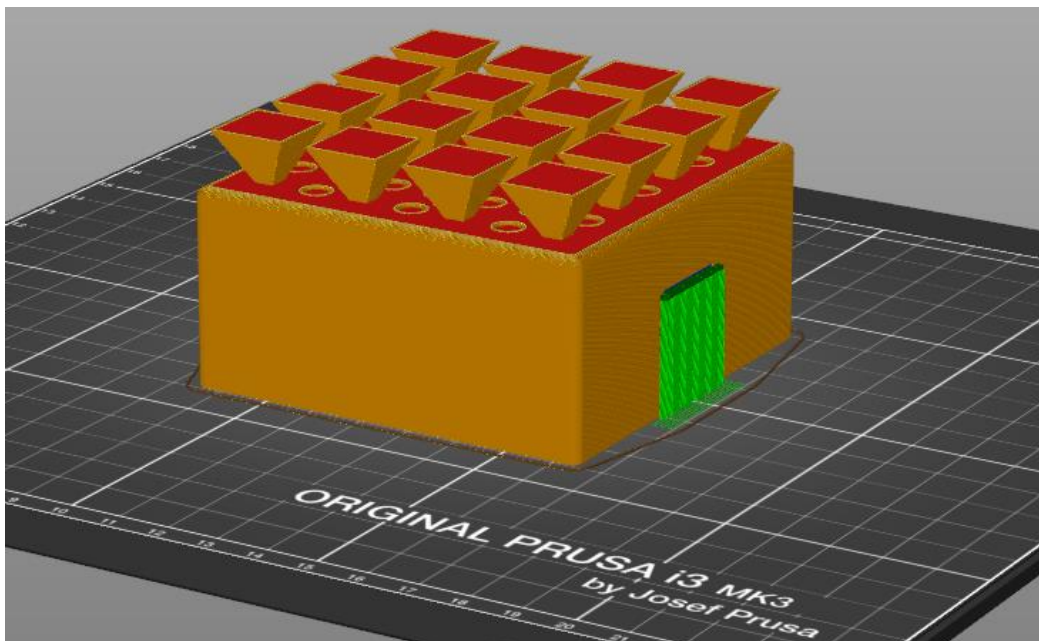


Εικόνα 4.9 (α) Δυσκολία αφαίρεσης υποστηρικτικού υλικού, (β) Κακή ποιότητα επιφάνειας αρθρώματος μετά από αφαίρεση του υποστηρικτικού υλικού

4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ ΣΧΗΜΑ ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ

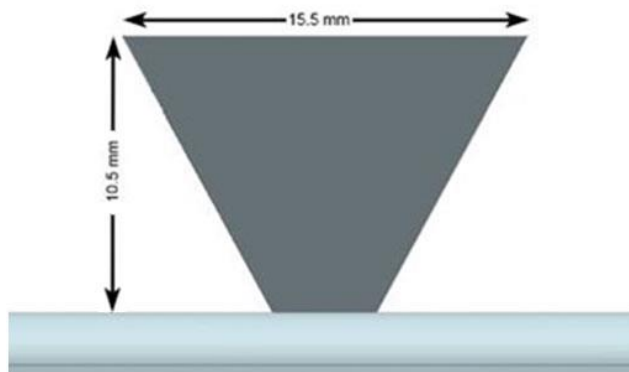
Μετά από τις διαδοχικές αποτυχημένες προσπάθειες και λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις που κάναμε σχετικά, προχωρήσαμε σε μια νέα σχεδίαση, που χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τα τελικά λειτουργικά πρωτότυπα.

Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν ανάλογη με τη προηγούμενη μόνο που επιλέχθηκε ένας γεωμετρικός σχηματισμός αντεστραμμένης πυραμίδας, ξεπερνώντας με αυτόν τον τρόπο το πρόβλημα της ανώμαλης επιφάνειας (Εικόνα 4.10)



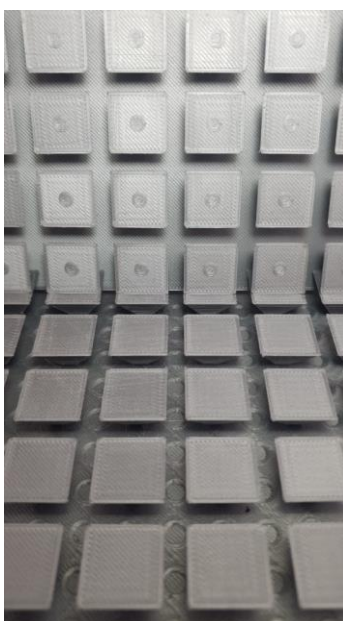
Εικόνα 4.10 Τελική μορφή συνδεσμολογίας αρθρώσεων στο περιβάλλον της εφαρμογής Prusa Slicer

Οι διαστάσεις αυτών των πυραμίδων παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.11.

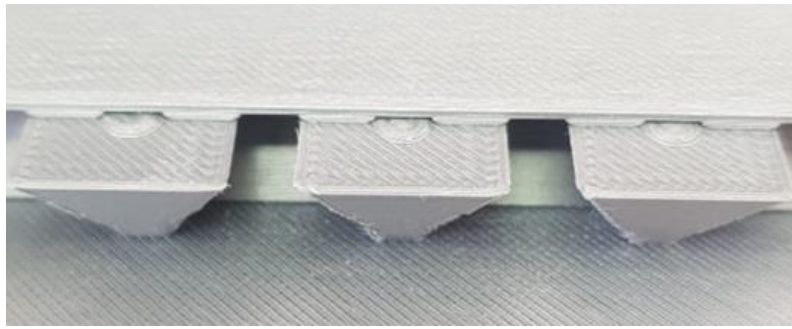


Εικόνα 4.11 Διαστάσεις "πυραμίδας" κουμπώματος

Στην πορεία παρατηρήθηκε πως ενώ η ολίσθηση των αρθρώματων κατά την σύνδεση ολοκληρώθηκε επιτυχώς, είχαμε να αντιμετωπίσουμε ένα νέο "πρόβλημα". Αυτό το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι η ολίσθηση δεν μας επιτρέπει να ορίσουμε μία συγκεκριμένη θέση σύνδεσης στην οποία θα παραμείνει το άρθρωμα που συνδέουμε. Με μία κίνηση τους συστήματος ή με μικρό "ταρακούνημα" από τον χρήστη άλλαζε η θέση του αρθρώματος δημιουργώντας μειονέκτημα σταθερότητας όταν η κατασκευή ήταν περίπλοκη, αποτελούμενη δηλαδή από πολλά modules. Προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η εφαρμογή των κομματιών, προστέθηκαν μικρές υποδοχές και αντίστοιχες προεξοχές, στην λογική του αρσενικού - θηλυκού για βελτίωση της συναρμολόγησης και της σταθερότητας σε διακριτές θέσεις. Οι σχετικές οπές και προεξοχές παρουσιάζονται στις Εικόνες 4.12 και 4.13.

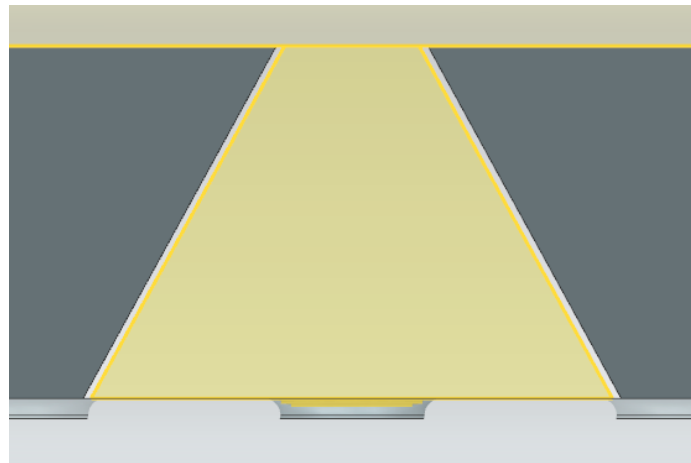


Εικόνα 4.12 Άνω και κάτω μέρος σύνδεσης τύπου πυραμίδας

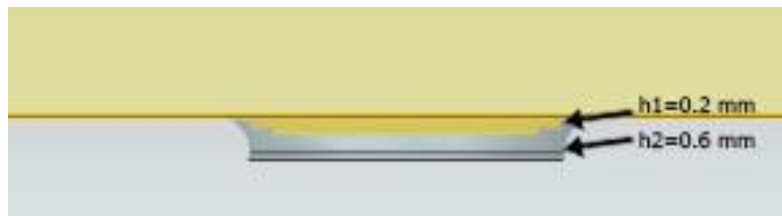


Εικόνα 4.13 Μπροστινή όψη σύνδεσης με τομή του κάτω μέρους αρθρώματος

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η συνδεσμολογία των αντικειμένων και οι διαστάσεις των προεξοχών και υποδοχών σε ψηφιακή μορφή παρουσιάζεται στις Εικόνες 4.14 και 4.15.

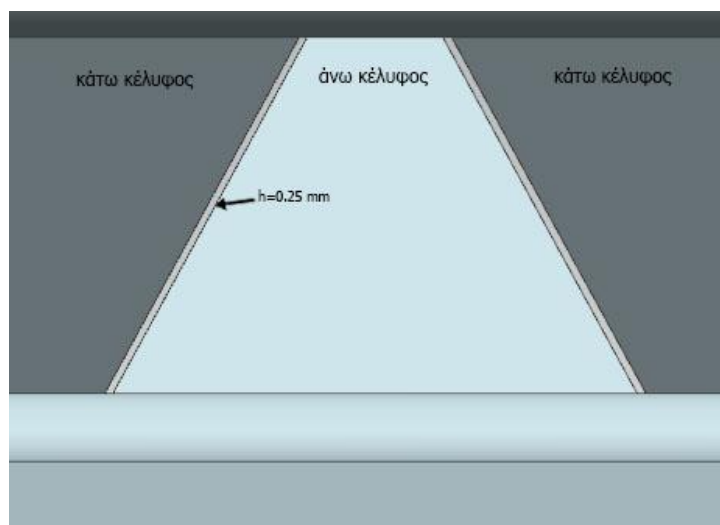


Εικόνα 4.14 Ψηφιακή απεικόνιση του κουμπώματος



Εικόνα 4.15 Ψηφιακή απεικόνιση με διαστάσεις των χαρακτηριστικών του κουμπώματος σε μεγεθυμένη όψη (zoom)

Προκειμένου, να κατανοήσουμε καλύτερα τις συνθήκες κάτω από τις οποίες σύρετε και κουμπώνει το ένα block πάνω στο άλλο, αρκεί να δούμε τις ανοχές που υπάρχουν μεταξύ των πυραμίδων κατά την σύνδεσή τους (0.5mm), όπως αυτές παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.16.



Εικόνα 4.16 Ανοχή μεταξύ πυραμίδων σε σύνδεση

Αξίζει να αναφερθεί πως για την μεγιστοποίηση της ποιότητας της επιφάνειας των κελυφών, μετά την εκτύπωσή τους έχουν υποστεί όλα τα κομμάτια λιμάρισμα με κατάλληλη λίμα τραχύτητας (100-180 grit).

4.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΕΛΥΦΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΛΑΚΕΤΕΣ

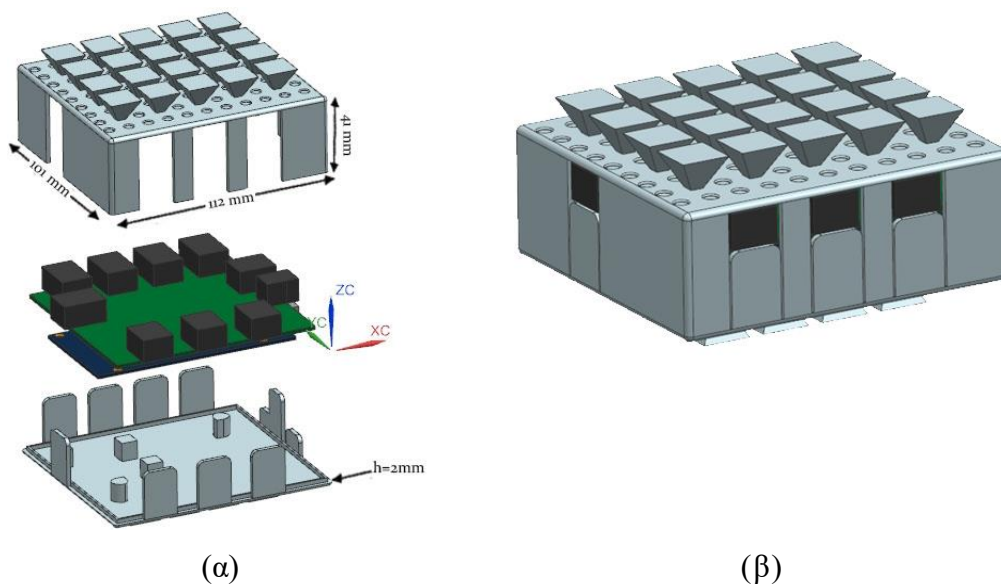
Όπως έχει αναφερθεί, το κάθε άρθρωμα περικλείεται από ένα κέλυφος. Το κάθε κέλυφος απαρτίζεται από δύο κομμάτια, το πάνω και το κάτω, τα οποία αποτελούν στη πραγματικότητα και το θηλυκό-αρσενικό μέρος του κουμπώματος αντίστοιχα. Στην τελική τους μορφή κολλάμε τα δύο μέρη μεταξύ τους, εσωκλείοντας τα ηλεκτρονικά μέρη του συστήματος, που τοποθετούνται με σταθερό τρόπο στο κάτω μέρος.

Για κάθε μια από τις επιμέρους πλακέτες που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο κεφάλαιο 3 σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το αντίστοιχο κέλυφος

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν αναλυτικά για την κάθε μια πλακέτα, ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα την μορφή που θα έχουν τα modules της πλατφόρμας.

Κέλυφος Κεντρικής Μονάδας

Η τρισδιάστατη μορφή που σχεδιάστηκε για τον κέλυφος της κεντρικής πλακέτας με τις αντίστοιχες διαστάσεις φαίνεται στην Εικόνα 4.17α. Μπορούμε να διακρίνουμε στην εσωτερική επιφάνεια του κάτω τμήματος, το πλαίσιο που βοηθάει στην καλύτερη επαφή των δύο κομματιών. Το χαρακτηριστικό αυτό διαθέτουν όλα τα κελύφη των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.



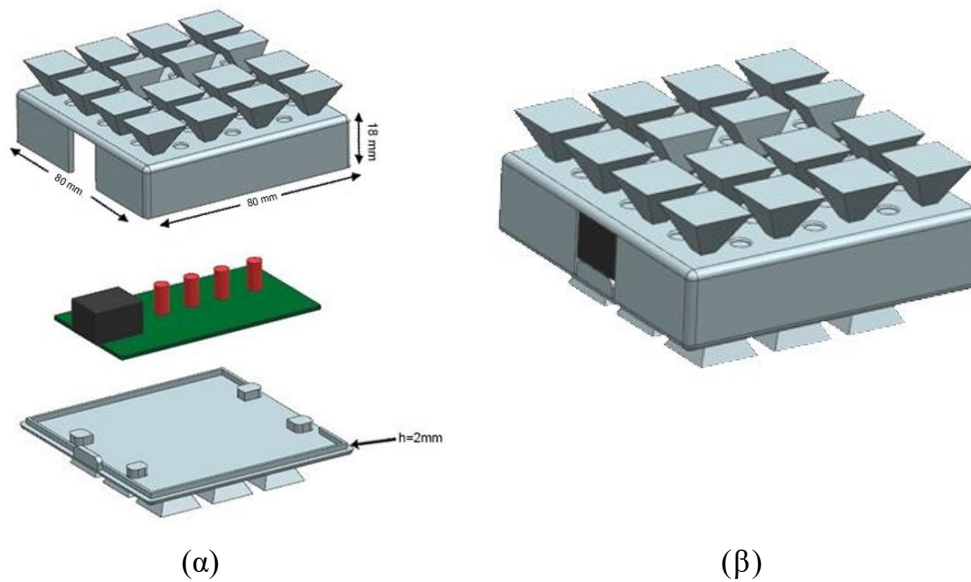
Εικόνα 4.17 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)



Εικόνα 4.18 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος Κεντρικής πλακέτας

Κέλυφος του Αρθρώματος 4led

Το τρισδιάστατο μοντέλο και οι διαστάσεις του κελύφους του αρθρώματος 4led παρουσιάζονται παρακάτω σε εικόνα από ψηφιακή μορφή αρχείου Siemens PF (Εικόνα 4.19α, β) και έπειτα στην τελική μορφή με τρισδιάστατη εκτύπωση (Εικόνα 4.20).

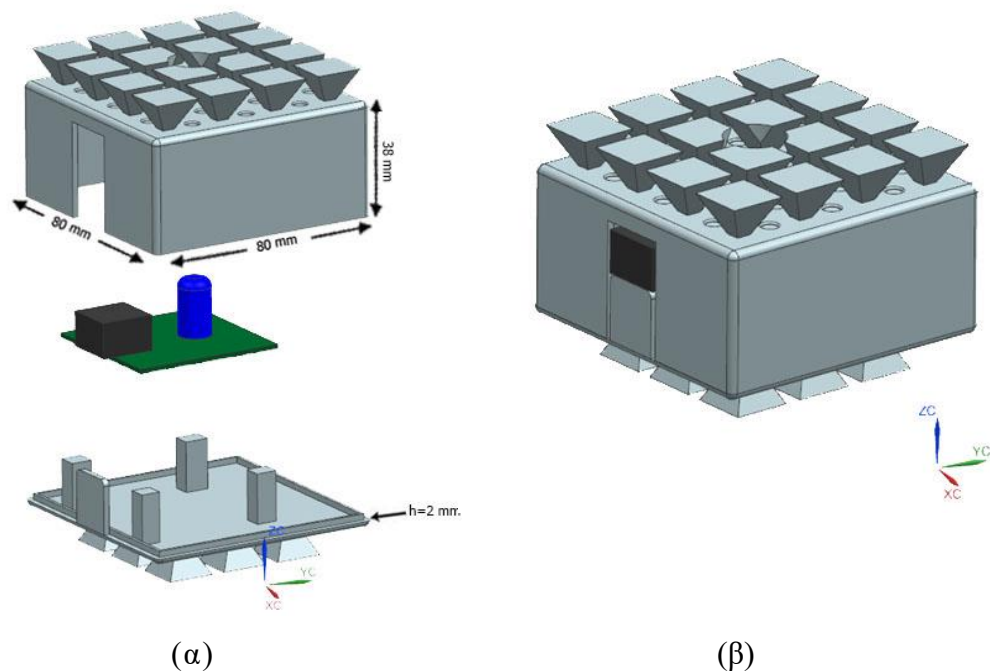


Εικόνα 4.19 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)



Εικόνα 4.20 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος 4led

Κέλυφος του Αρθρώματος RGB led

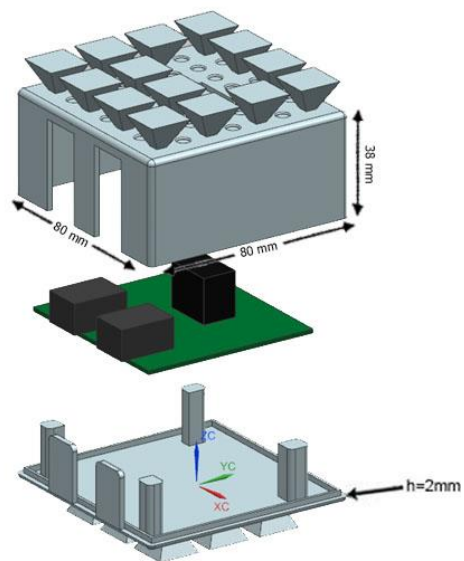


Εικόνα 4.21 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)

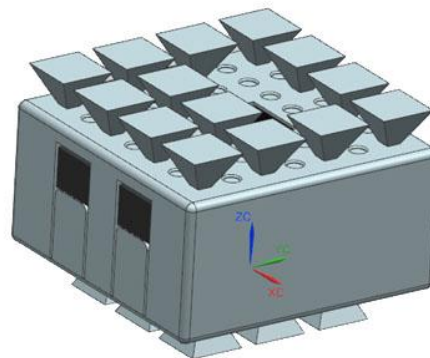


Εικόνα 4.22 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος RGB led

Κέλυφος του αρθρώματος 7segment display

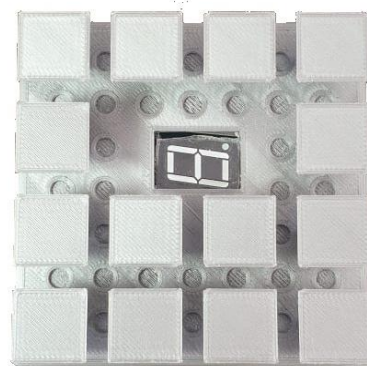


(α)

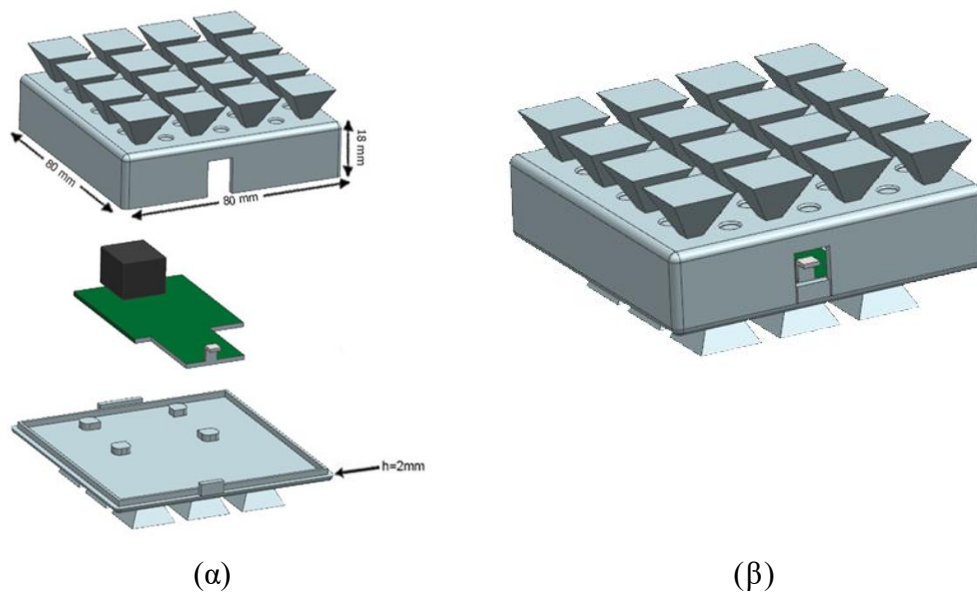


(β)

Εικόνα 4.23 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)



Εικόνα 4.24 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος 7-segment display

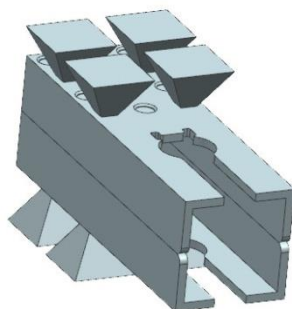
Κέλυφος του Αρθρώμα DC motor

Εικόνα 4.25 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
 (β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)

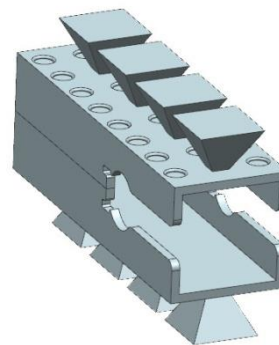


Εικόνα 4.26 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος

Ως επέκταση προηγούμενου αρθρώματος της Εικόνας 4.25 δημιουργήθηκαν και τα κελύφη των κινητήρων (Εικόνα 4.27 (α), (β)).



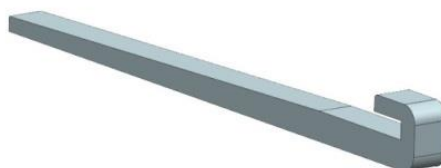
(α)



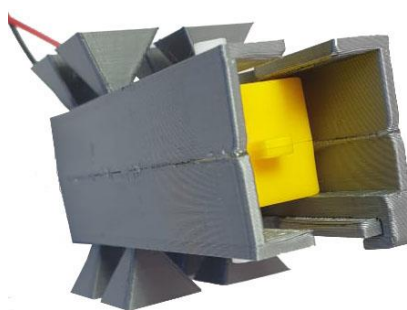
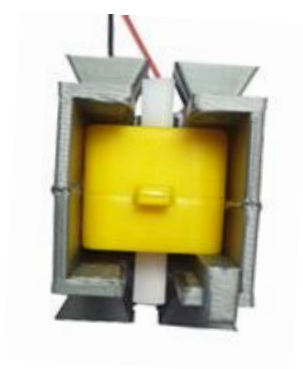
(β)

Εικόνα 4.27 (α) Ψηφιακή απεικόνιση του κελύφους του κινητήρα με περιστροφική κίνηση ως προς τον άξονα-z, (β) Ψηφιακή απεικόνιση του κελύφους του κινητήρα με περιστροφική κίνηση ως προς τον άξονα-y

Τέλος, για την καλύτερη λειτουργία και σταθερότητα των κινητήρων, λόγω του σχήματος που διαθέτουν απαιτήθηκαν ορισμένες "σφήνες" (Εικόνα 4.28).

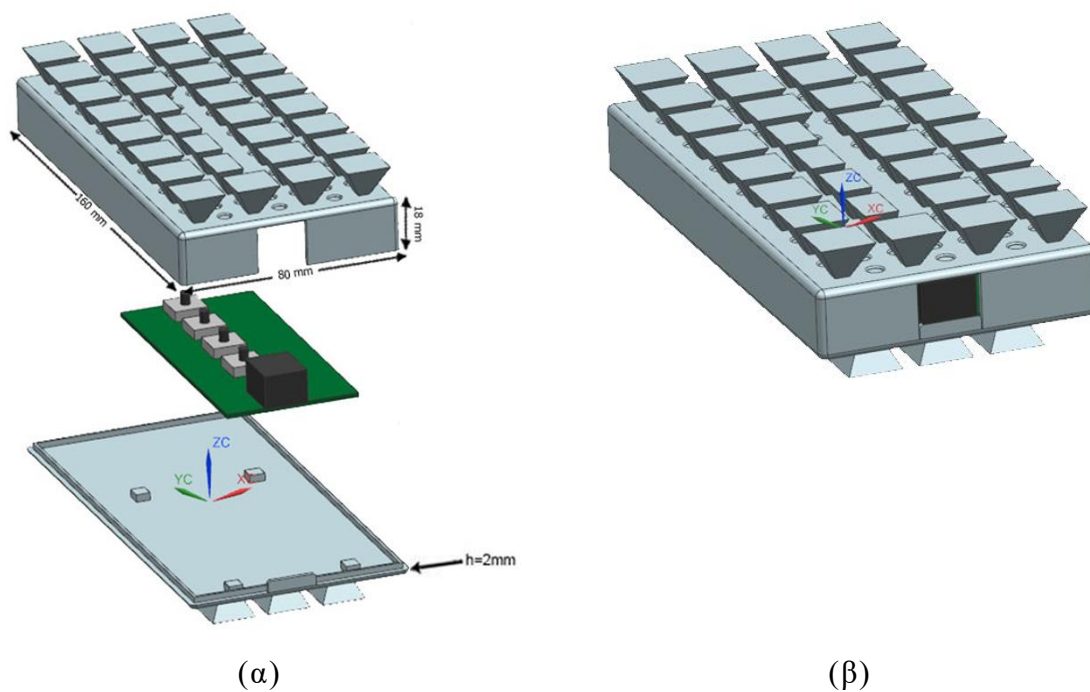


Εικόνα 4.28 Σφήνα του κελύφους του κινητήρα



Εικόνα 4.29 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος του κινητήρα με προσαρμοσμένη την σφήνα

Κέλυφος του Αρθρώματος 4button



Εικόνα 4.30 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)

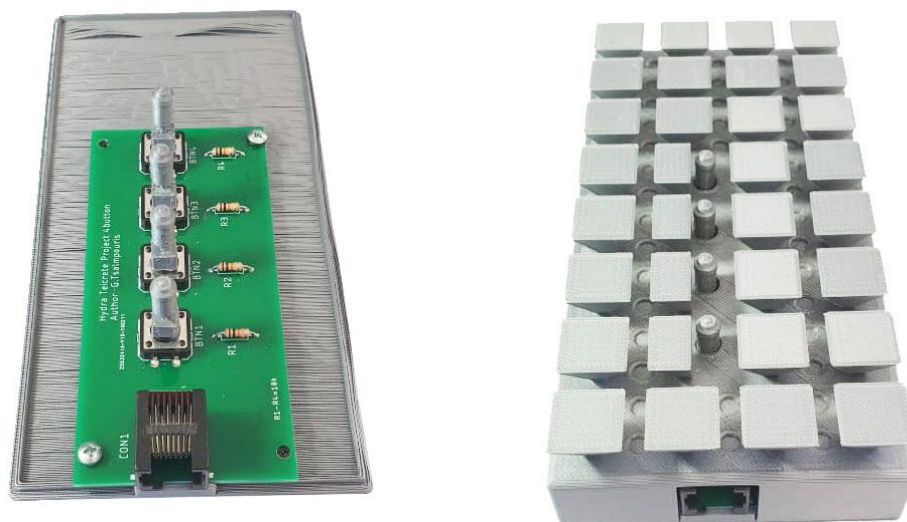


Εικόνα 4.31 Τελική μορφή των φυσικών κελυφών του αρθρώματος 4button

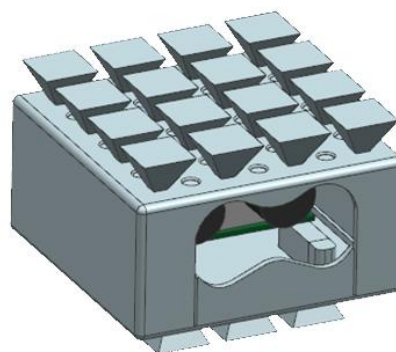
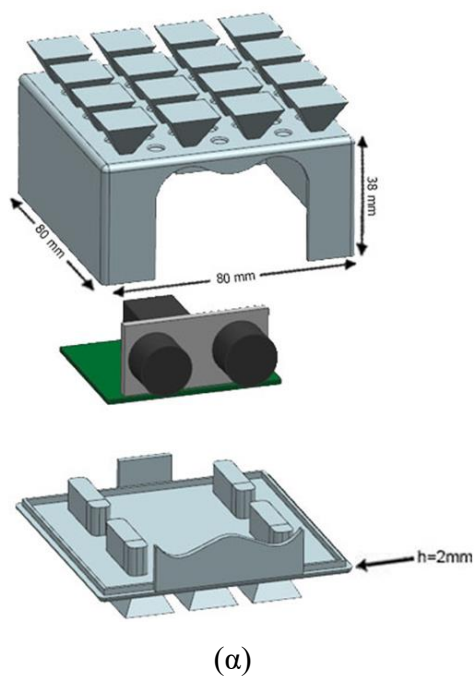
Για την τελική μορφή του συγκεκριμένου κελύφους, προσθέσαμε στα τέσσερα κουμπιά προεκτάσεις, καθιστώντας τη πλακέτα λειτουργική προς τον χρήστη (Εικόνα 4.32).



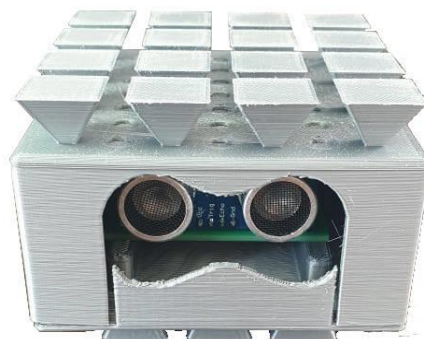
Εικόνα 4.32 Ψηφιακή απεικόνιση των προεκτάσεων των πλήκτρων του αρθρώματος 4button



Εικόνα 4.33 Τελική μορφή του φυσικού αρθρώματος 4button

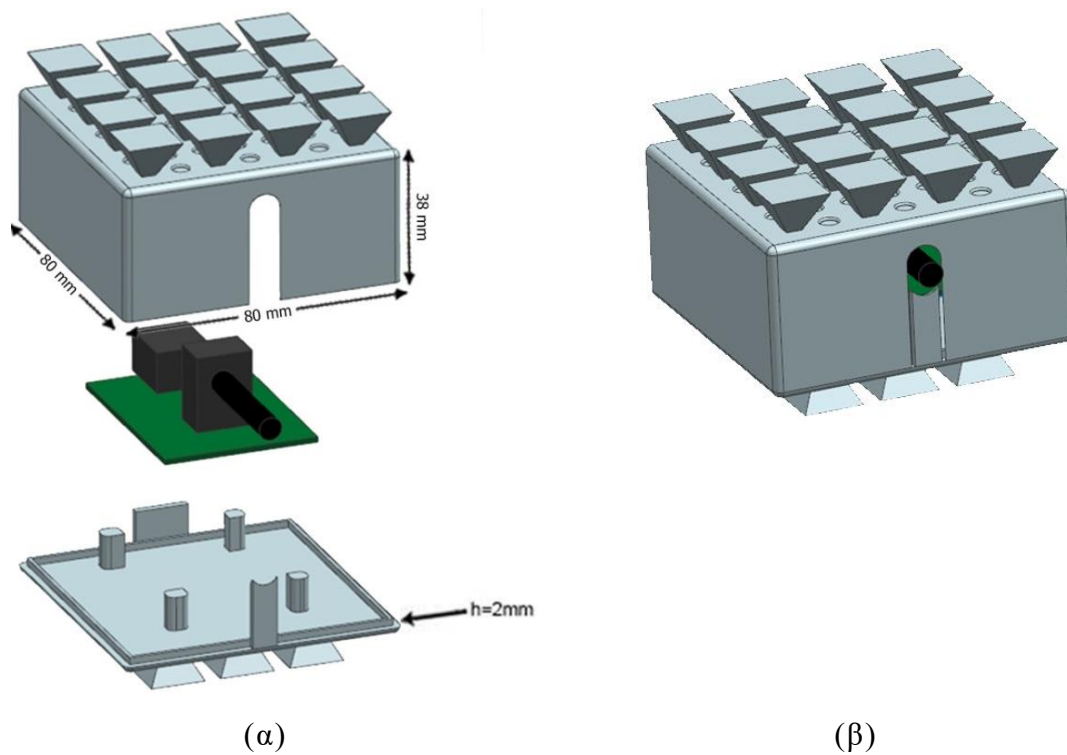
Κέλυφος του Αρθρώματος Sonar Sensor

Εικόνα 4.34 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)



Εικόνα 4.35 Τελική μορφή του αρθρώματος sonar_sensor

Κέλυφος του Αρθρώματος Potentiometer



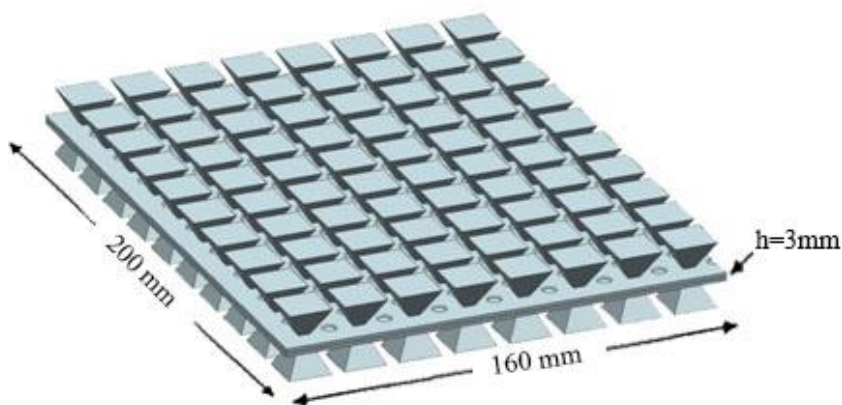
Εικόνα 4.36 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Exploded View)
(β) Συναρμολογημένη όψη αρθρώματος (Assembly)



Εικόνα 4.37 Τελική μορφή του αρθρώματος potentiometer

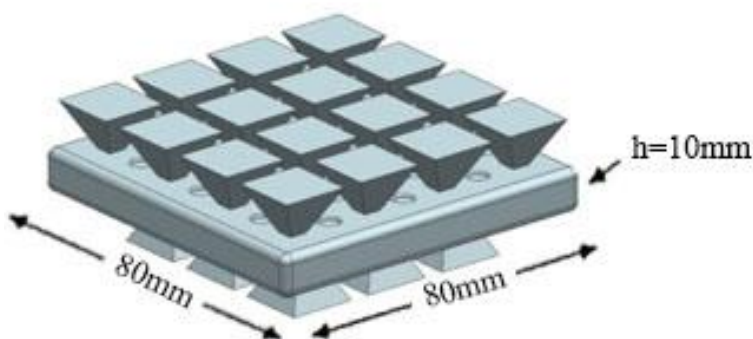
4.5 ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Προκειμένου να είναι δυνατή η περαιτέρω επέκταση των διατάξεων που μπορούν να κατασκευαστούν, δημιουργήθηκαν σύνδεσμοι διαφόρων σχημάτων και μεγεθών επιτυγχάνοντας αύξηση της πολυπλοκότητας. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει διατάξεις χρησιμοποιώντας όποιους συνδέσμους (Links) επιθυμεί. Σε αυτή την κατεύθυνση αναπτύχθηκαν οι σύνδεσμοι στις μορφές που ακολουθούν. Αρχικά, παρουσιάζεται ο κεντρικός σύνδεσμος που αποτελεί το μεγαλύτερο σε διαστάσεις κομμάτι της πλατφόρμας, και παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης σε αυτό πολλών κελυφών και συνδέσμων (Εικόνα 4.38).

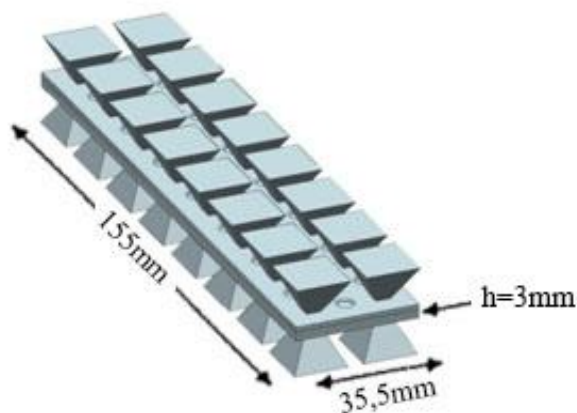


Εικόνα 4.38 Ψηφιακή απεικόνιση του κεντρικού συνδέσμου Link_1

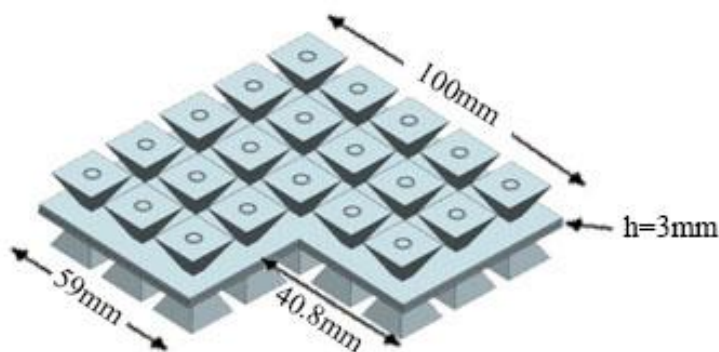
Στη συνέχεια θα δούμε και τις μορφές των τριών μικρότερων συνδέσμων που αναπτύχθηκαν (Εικόνα 4.39, 4.40, 4.41).



Εικόνα 4.39 Ψηφιακή απεικόνιση του συνδέσμου Link_2



Εικόνα 4.40 Ψηφιακή απεικόνιση του συνδέσμου Link_3



Εικόνα 4.41 Ψηφιακή απεικόνιση του συνδέσμου Link_4

4.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΩΝ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η ανάγκη για τη βελτιστοποίηση κατασκευής σε όλα τα επίπεδα εφαρμογών. Η πειραματική διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιούνται δοκιμαστικά σενάρια μέχρι να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, είναι μεν αποτελεσματική αλλά είναι οικονομικά και χρονικά ασύμφορη. Με γνώμονα, λοιπόν, τις ανάγκες αλλά και τους περιορισμούς των κατασκευαστικών εφαρμογών, αναπτύχθηκαν λογισμικά με κατάλληλες υπολογιστικές μεθόδους ελέγχου αντοχών. Αυτά τα λογισμικά μας επιτρέπουν να πραγματοποιούμε αξιολογήσεις και ελέγχους χωρίς την υλοποίηση φυσικού μοντέλου, αφού παρέχουν την δυνατότητα προσομοίωσης σε Η/Υ, ενός μοντέλου συμπεριλαμβανομένων των φορτίσεων που δέχεται. Μία τέτοια υπολογιστική μέθοδος είναι η Ανάλυση με Πεπερασμένα Στοιχεία (Finite Elements Analysis - FEA).

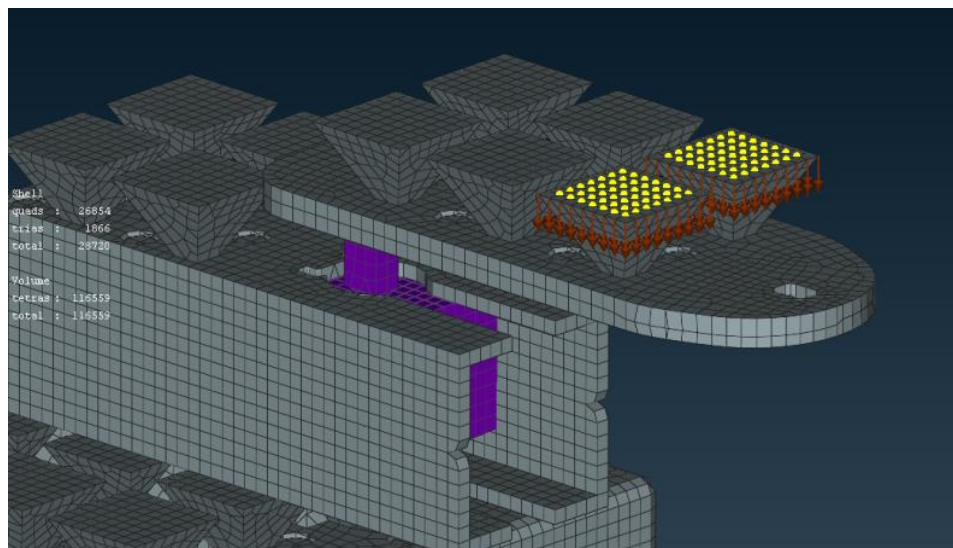
Στη συγκεκριμένη παράγραφο, για να πετύχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και να ολοκληρώσουμε τη μοντελοποίηση των κομματιών, πραγματοποιήσαμε έλεγχο δυνάμεων και αντοχών με ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων χρησιμοποιώντας το λογισμικό ANSA ως προ-επεξεργαστή

(pro-processor), για την προετοιμασία του μοντέλου. Στην συνέχεια, με χρήση του META ως μετα-επεξεργαστή υλοποιήθηκε η ανάλυση και η επεξεργασία των αποτελεσμάτων του επιλυτή (EPILYSIS). Η μελέτη αυτή έχει ως στόχο την ορθή λειτουργία του συστήματος από τους χειριστές-μαθητές αποφεύγοντας πιθανά προβλήματα από αστοχία των τμημάτων.

Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται έλεγχος των δυνάμεων που μπορούν να ασκηθούν σε συγκεκριμένα συναρμολογημένα αρθρώματα, στα οποία κρίναμε πως υπάρχει ευαισθησία λόγω της μορφολογίας (γεωμετρίας) ή της χρήσης για την οποία προορίζονται. Στη συνέχεια, θα δούμε ενδεικτικά την αντίδραση των αρθρώματων όταν υπόκεινται σε συγκεκριμένες δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές στη δική μας περίπτωση οφείλονται στην δύναμη της βαρύτητας αλλά και σε πρόσθετα φορεία, δηλαδή στο βάρος των επιπλέον αρθρώματων που ενδεχομένως θα προσθέσουμε στα σημεία που ασκούνται. Στη συνέχεια, συγκρίνουμε το όριο διαρροής του υλικού με τις τάσεις, λόγω των δυνάμεων και έτσι προκύπτει το τελικό αποτέλεσμα. Το όριο διαρροής του υλικού PLA EVO μετά από τρισδιάστατη εκτύπωση, επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους, όπως είναι η γεωμετρία, το μοτίβο έκχυσης στη περιοχή εκτύπωσης (fill pattern), η πυκνότητα με την οποία ο εκτυπωτής γεμίζει μία περιοχή (fill density), η ταχύτητα εκτύπωσης, η θερμοκρασία, το πάχος γραμμής κ.α. Αυτό σημαίνει πως το πραγματικό και ακριβές όριο διαρροής για τα αρθρώματα που έχουμε μπορεί να βρεθεί μόνο μετά από πειραματική διαδικασία.

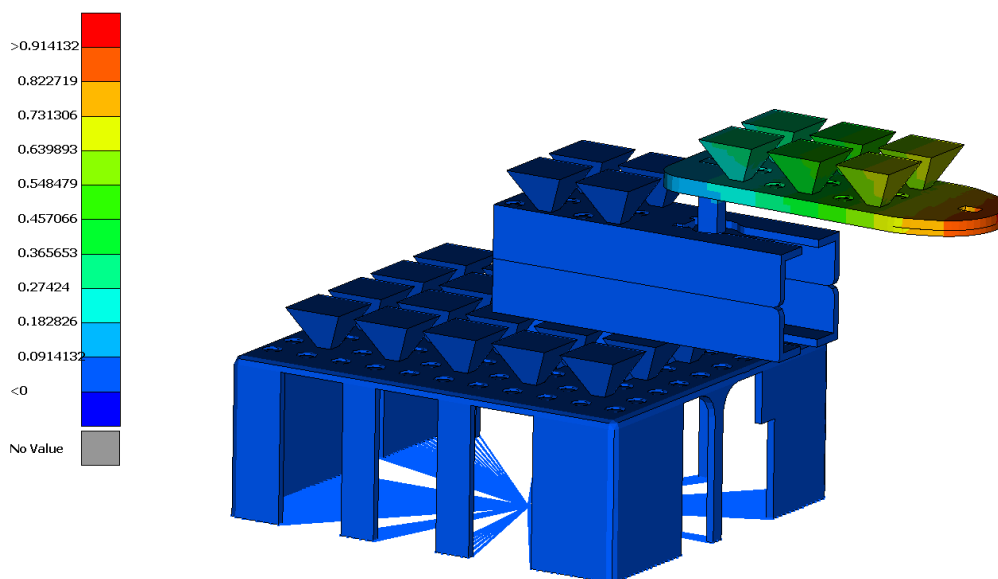
Ωστόσο, προκειμένου να υπάρχει άμεση σύγκριση με τη δικιά μας προσέγγιση θα χρησιμοποιηθεί ως όριο διαρροής το αποτέλεσμα πειραματικής διαδικασίας και μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί με παρόμοια χαρακτηριστικά εκτύπωσης [35]. Στη συγκεκριμένη μελέτη θα λάβουμε ως δεδομένο όριο διαρροής σε κάμψη του υλικού τα 25 MPa.

Η πρώτη ενδεικτική σύνδεση, στην οποία πραγματοποιήθηκε ο σχετικός έλεγχος αποτελείται από την σύνδεση του άνω αρθρώματος της κεντρικής πλακέτας και του αρθρώματος του DC motor στο οποίο έχει προσδεθεί ένας σύνδεσμος (link) σχηματίζοντας μια ρομποτική άρθρωση. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος αντοχής του συστήματος σε διάφορες δυνάμεις σε σημεία του βραχίονα παρατηρώντας την μετατόπιση του υλικού και τις τάσεις που αναπτύσσονται. Ο πρώτος έλεγχος αφορά δύναμη ίση με 4N (400gr) με κατεύθυνση στον άξονα-z, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.42.



Εικόνα 4.42 Με κίτρινο χρώμα παρουσιάζονται οι κόμβοι όπου ασκούνται οι δυνάμεις και με πορτοκαλί η κατεύθυνσή τους

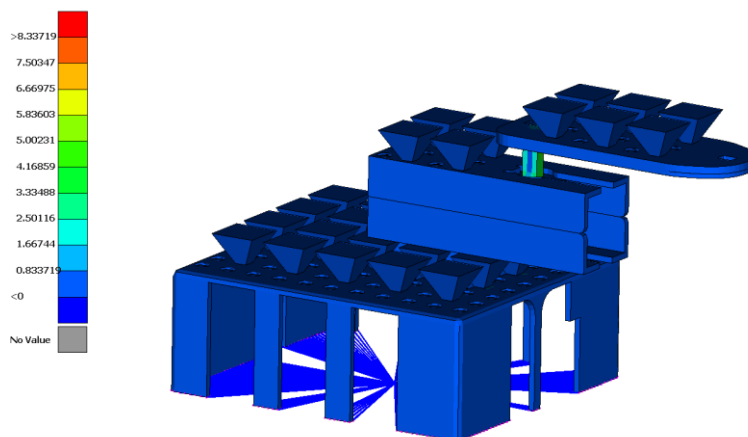
Στην Εικόνα 4.43 αναπαρίστανται αρχικά η μετατόπιση, ενώ οι τάσεις που δέχεται το σύστημα λόγω αυτής της δύναμης παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.44.



Εικόνα 4.43 Μετατόπιση υλικού λόγω άσκησης δύναμης 4N

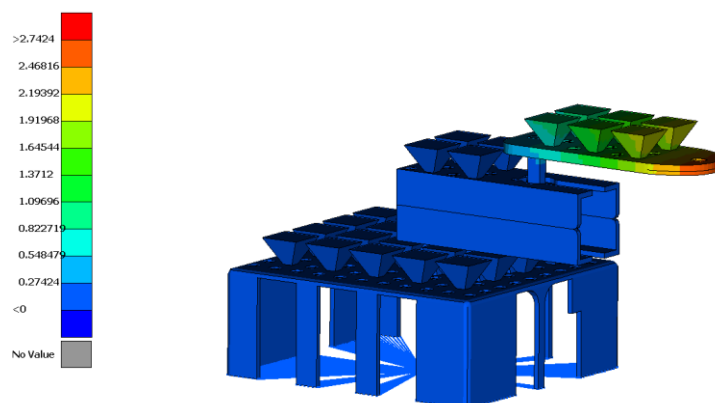
Όπως φαίνεται στα αποτελέσματα του μετα-επεξεργαστή η μετατόπιση του βραχίονα είναι αρκετά μικρή και συγκεκριμένα ίση με 0.91mm.

Στην Εικόνα 4.42 η μέγιστη τάση δημιουργείται στον άξονα του κινητήρα στο σημείο που συνδέεται με τον σύνδεσμο και είναι ίση με 8.3371 MPa. Γνωρίζοντας ότι το όριο αντοχής του υλικού είναι 25 MPa, συμπεραίνουμε ότι το συγκεκριμένο βάρος δεν προκαλεί πρόβλημα στο σύστημα.

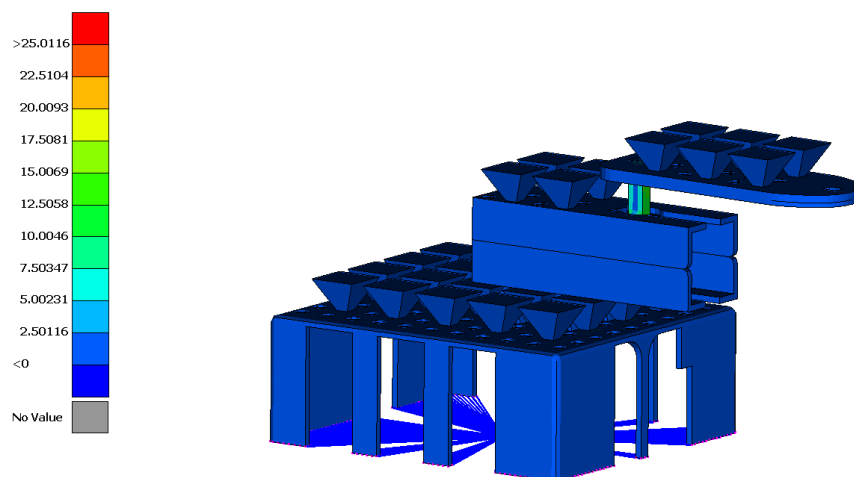


Εικόνα 4.44 Απεικόνιση τάσεων λόγω άσκησης δύναμης 4N

Αν στο ίδιο σημείο ασκηθεί δύναμη ίση με 12N τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις Εικόνες 4.45 και 4.46



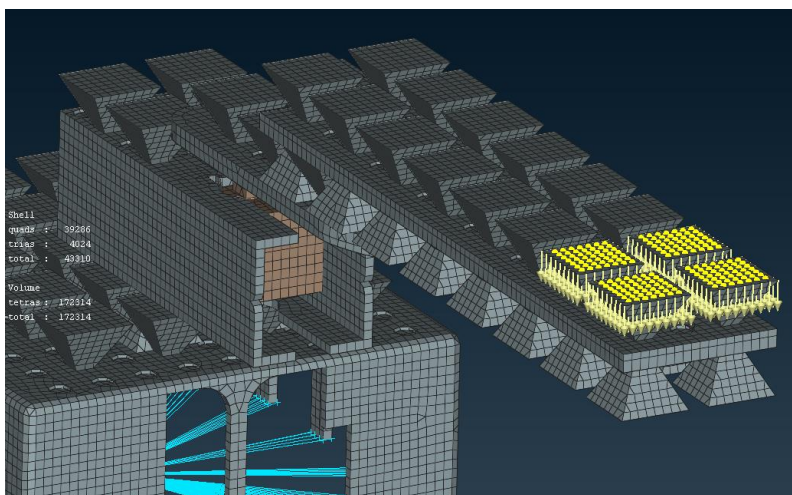
Εικόνα 4.45 Μετατόπιση υλικού λόγω άσκησης δύναμης 12N



Εικόνα 4.46 Απεικόνιση τάσεων λόγω άσκησης δύναμης 12N

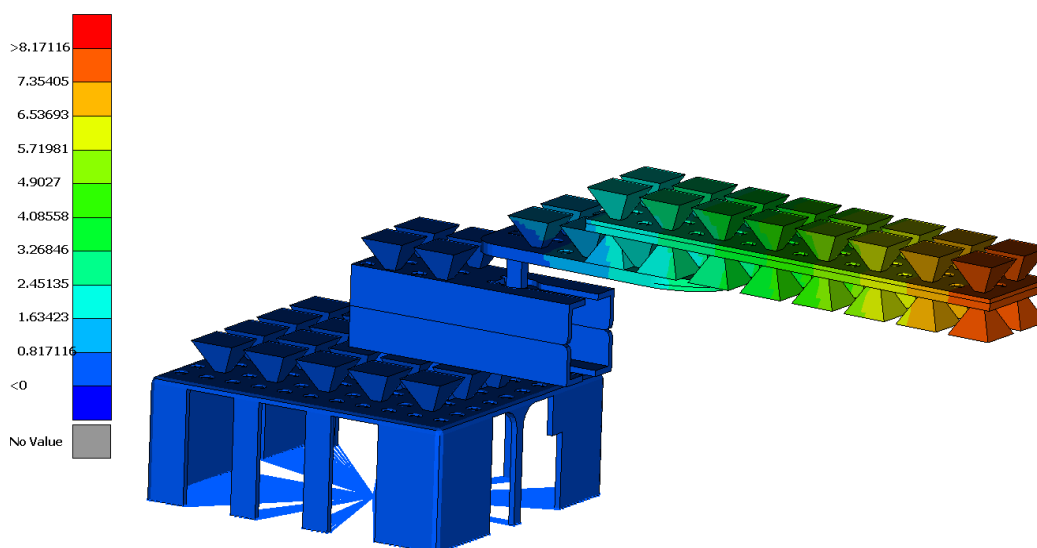
Σε αυτή την περίπτωση, η μέγιστη τάση του συστήματος (25.0136 MPa) είναι περίπου ίση με το όριο διαρροής (25 MPa), οπότε παρ' όλο που στην πλατφόρμα είναι δύσκολο να ασκήθούν δυνάμεις ίσες με 12N (περίπου 1200gr) προσθέτοντας τα διαθέσιμα αρθρώματα, αναγνωρίζεται το όριο θραύσης του υλικού στο σημείο του άξονα. Με βάση το παραπάνω υπολογισμό μπορεί ο εκπαιδευτής να επιστήσει τη προσοχή στους μαθητές, ώστε να μην ασκούν ιδιαίτερη πίεση στο συγκεκριμένο σημείο.

Στη συνέχεια προστίθεται ένας επιπλέον σύνδεσμος στην άκρη του βραχίονα. Στην Εικόνα 4.47 παρουσιάζονται με κίτρινο χρώμα, τα σημεία στα οποία ασκούνται δυνάμεις.



Εικόνα 4.47 Με κίτρινες τελείες φαίνονται τα σημεία όπου ασκούνται οι δυνάμεις και με τα βελάκια η κατεύθυνσή τους

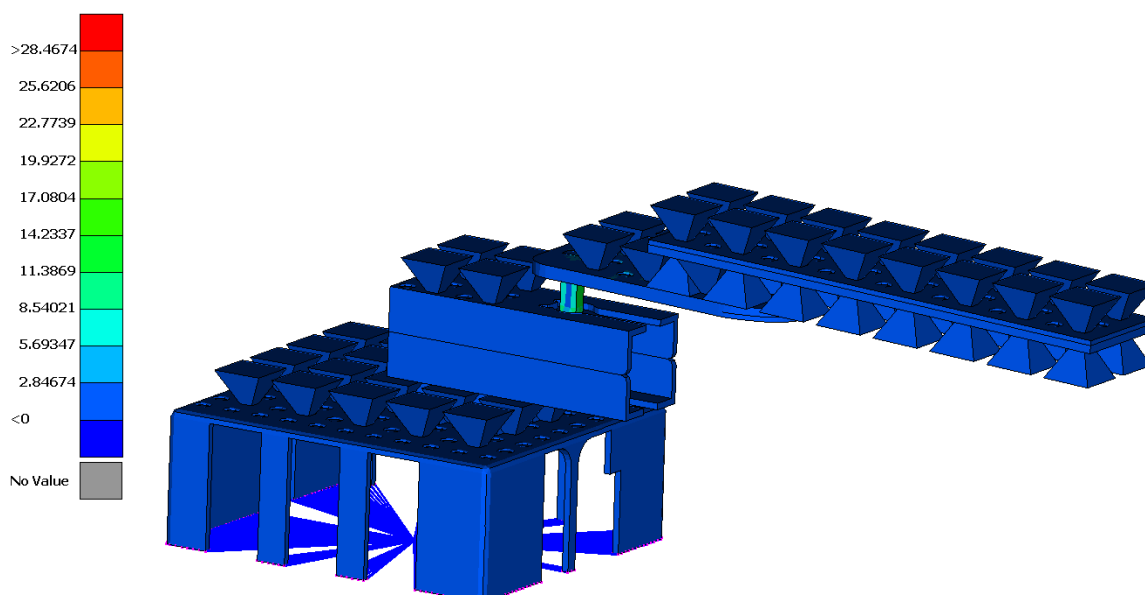
Με ανάλογη διαδικασία αρχικά ασκείται μια δύναμη ίση με 4N κατανεμημένη στα καθορισμένα σημεία.



Εικόνα 4.48 Μετατόπιση υλικού λόγω άσκησης δύναμης 4N

Η μετατόπιση του συνδέσμου παρουσιάζει μέγιστη τιμή ίση με 8.17 mm στα σημεία που φαίνονται με κόκκινο χρώμα.

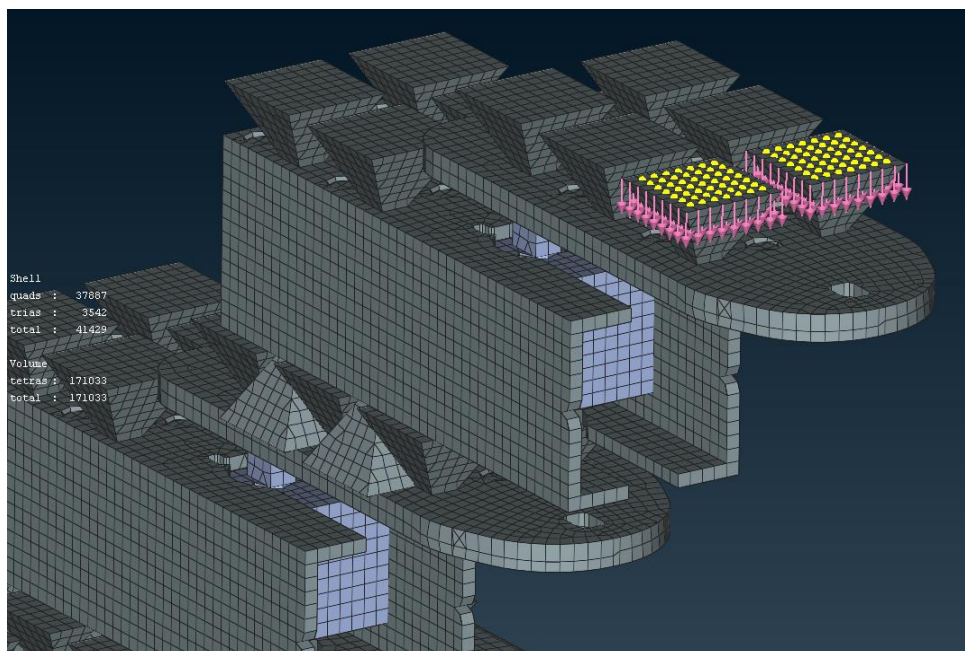
Στην Εικόνα (4.49) παρουσιάζονται οι τάσεις του συστήματος.



Εικόνα 4.49 Απεικόνιση τάσεων λόγω άσκησης δύναμης 4N

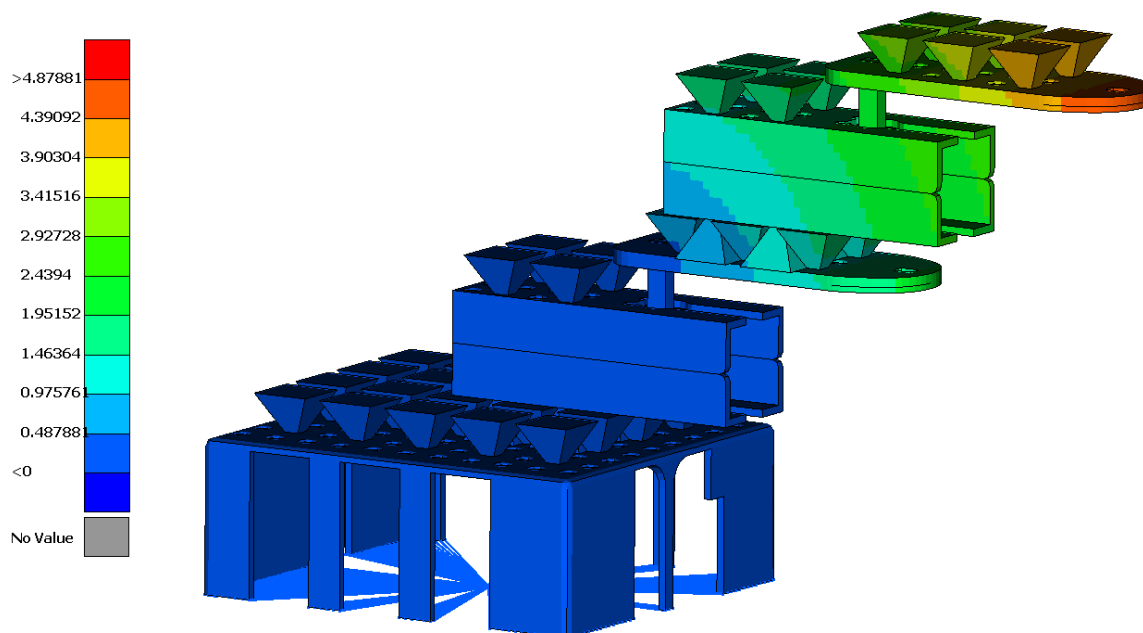
Με μέγιστη τάση 28.46 MPa, μεγαλύτερη του ορίου διαρροής (25 MPa) στο κομμάτι του άξονα, συμπεραίνουμε πως το σύστημα θα υποστεί θραύση. Σε σύγκριση με την προηγούμενη δοκιμή που ασκήσαμε ίδια δύναμη (4N) μπορούμε να δικαιολογήσουμε την διαφορά των τάσεων (8.33 και 28.46 MPa), λόγω της αυξημένης ροπής κάμψης του συστήματος της δεύτερη δοκιμή. Πρακτικά, για τη συγκεκριμένη διάταξη αξίζει να γνωρίζουμε πως μετά από δοκιμές, ασκώντας δύναμη 3.6N στα σημεία που έχουν επιλεγεί, το σύστημα παρουσιάζει τάση 24.81 MPa, καθορίζοντας το μέγιστο βάρος που μας επιτρέπει να του προσθέσουμε, σε περίπου 360gr.

Στη συνέχεια θα αναλυθεί η περίπτωση διαμόρφωσης της προηγούμενης διάταξης σε βραχίονα δευτέρου βαθμού, προσθέτοντας δηλαδή μία ακόμα άρθρωση. Θα ασκηθεί δύναμη 4N όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.50 και μελετηθεί η επίδραση της.



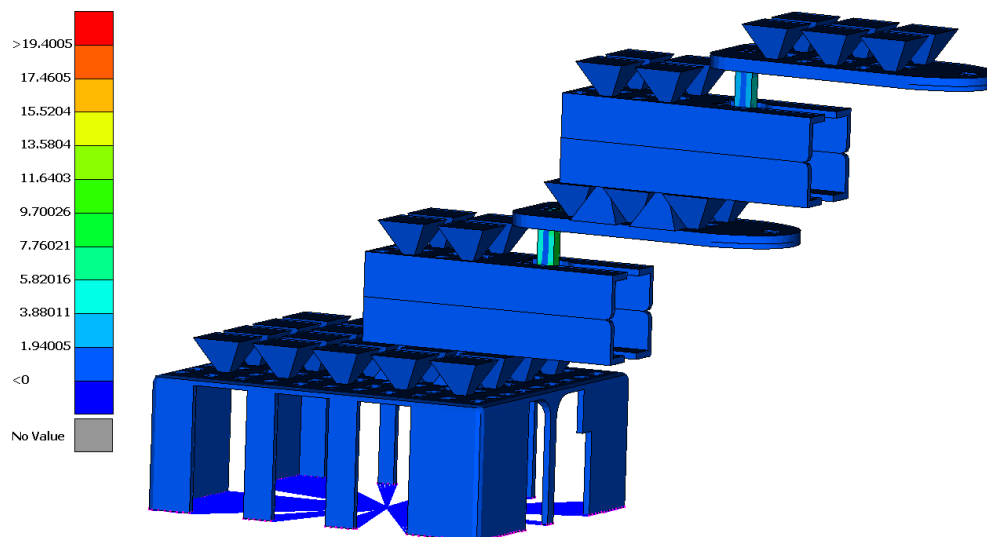
Εικόνα 4.50 Με κίτρινες τελείες παρουσιάζονται τα σημεία όπου ασκούνται οι δυνάμεις και με τα βελάκια η κατεύθυνσή τους

Εκτελώντας τον έλεγχο βλέπουμε πως η μέγιστη μετατόπιση του συστήματος ορίζεται στα 4.87mm και πραγματοποιείται στα σημεία που φαίνονται με κόκκινο χρώμα στην Εικόνα 4.51.



Εικόνα 4.51 Μετατόπιση υλικού λόγω άσκησης δύναμης 4N

Η μέγιστη τάση, αντίστοιχα, ισούται με 19.4MPa που σημαίνει ότι η κατασκευή αντέχει αφού είναι μικρότερη του ορίου διαρροής.

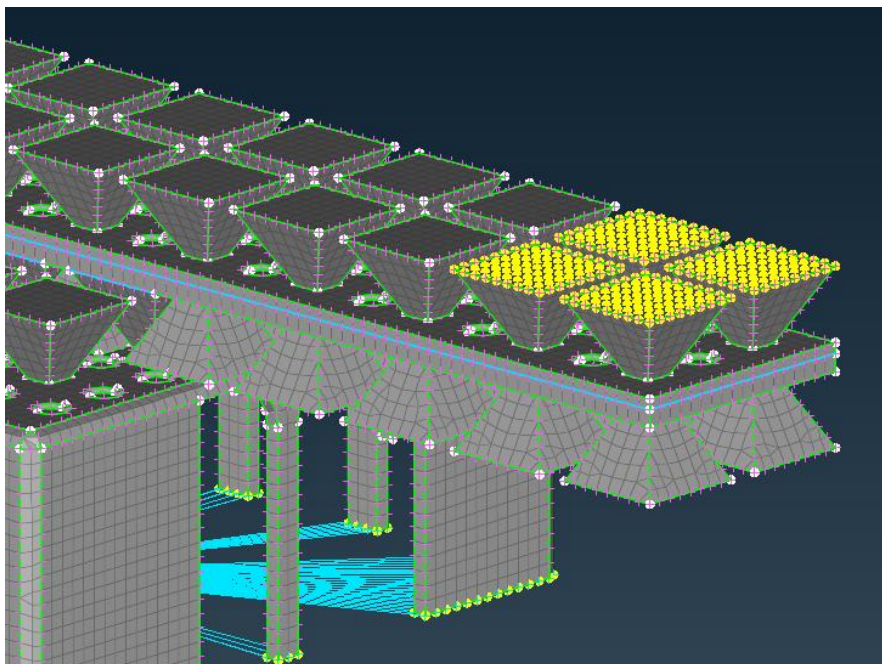


Εικόνα 4.52 Απεικόνιση τάσεων λόγω άσκησης δύναμης 4N

Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί πως το βάρος των δύο συνδέσμων με τα δύο αρθρώματα των κινητήρων και τους δύο κινητήρες αθροιστικά ανέρχεται στα 115gr, δηλαδή σχεδόν 1.2N.

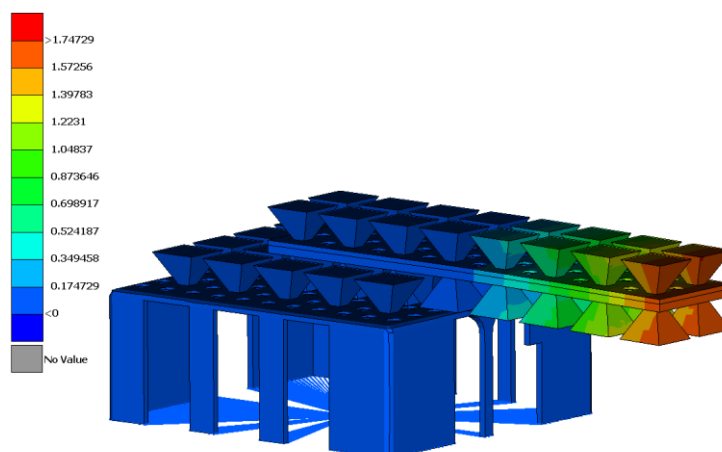
Για να επιβεβαιωθεί η ανθεκτικότητα των πυραμίδων, που αφορούν ουσιαστικά, και το πιο κομβικό κομμάτι του συστήματος πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες αναλύσεις.

Συγκεκριμένα, στο άνω κομμάτι του αρθρώματος της κεντρικής πλακέτας προσαρμόστηκε ο σύνδεσμος 3, στον οποίο ορίστηκε κάθετη δύναμη ίση με 15N (Εικόνα 4.53)



Εικόνα 4.53 Με κίτρινες τελείες παρουσιάζονται τα σημεία που ασκείται η δύναμη 15N

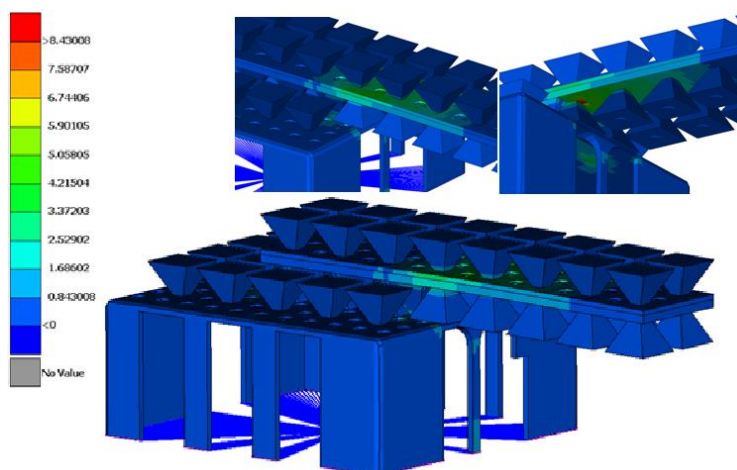
Στην Εικόνα 4.54 παρουσιάζεται η μετατόπιση του υλικού όπως φαίνεται αναλυτικά και στην κλίμακα. Με την άσκηση της δύναμης προκαλείται μετατόπιση έως 1.74mm στην άκρη του συνδέσμου και στο σύστημα αναπτύσσονται τάσεις έως 8.43MPa οι οποίες δεν αρκούν για να προκαλέσουν αστοχία του υλικού.



Εικόνα 4.54 Μετατόπιση υλικού λόγω άσκησης δύναμης 15N

Τα παραπάνω ευρήματα, επιβεβαιώνουν την ανθεκτικότητα της συγκεκριμένης συνδεσμολογίας με πυραμίδες, όταν αυτή δοκιμάζεται σε μεγάλες δυνάμεις. Εάν ασκηθεί δύναμη 15N (περίπου 1500gr) οι τάσεις που δημιουργήθηκαν στις βάσεις των πυραμίδων που πιέζονται περισσότερο είναι 8,43MPa. Η τιμή αυτή είναι αρκετά χαμηλότερη από το όριο διαρροής (25MPa). Ωστόσο, παρατηρώντας καλύτερα τις εικόνες υπό μεγέθυνση (Εικόνα 4.55) αντιλαμβανόμαστε πως η μορφολογία των αρθρωμάτων παίζει σημαντικό

ρόλο, αφού ανάλογα με το σκοπό του κάθε αρθρώματος, υπάρχουν διαφορετικού πάχους τοιχώματα, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διαφορετικές ευαισθησίες και αντοχές σε συγκεκριμένα σημεία.



Εικόνα 4.55 Απεικόνιση τάσεων λόγω άσκησης δύναμης 15N. Στο πάνω μέρος παρουσιάζονται σε μεγέθυνση τα σημεία των τάσεων υπό διαφορετικές όψεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

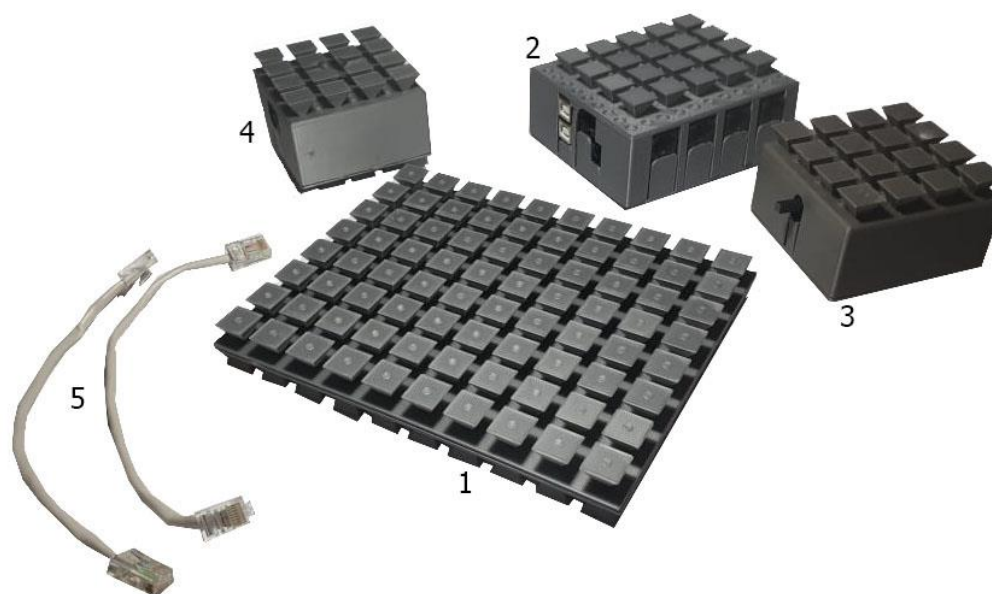
Αφού κατασκευάστηκαν τα κυριότερα κελύφη και συνδέσμους, μελετήθηκε ο σχεδιασμός πιθανών διατάξεων που θα μπορούσαν τα κατασκευάσουν τα παιδιά. Σκοπός ήταν να επιβεβαιωθεί η επιθυμητή πολλαπλότητα και πολυπλοκότητα των κατασκευών αλλά και να οριστούν κάποια projects που θα αποτελούσαν προκλήσεις-στόχους για τους μαθητές.

Όπως παρατηρήθηκε από τις πρώτες δοκιμαστικές διατάξεις, το σημαντικότερο εμπόδιο στις δυνατές κατασκευές είναι η δημιουργική φαντασία του μαθητή. Οι μορφές και οι λειτουργίες που μπορούν να δώσουν στη κατασκευή, ανήκουν σε μια τεράστια ποικιλία επιλογών που δεν περιορίζεται από καμία μεθοδολογία, αλλά παράλληλα μπορεί πολύ εύκολα να προσαρμοστεί κάθε φορά στις ανάγκες των παιδιών και της τάξης. Για παράδειγμα, στα εισαγωγικά μαθήματα γνωριμίας υπάρχει δυνατότητα κατασκευής απλών ή μικρών κατασκευών. Σε επόμενα μαθήματα μπορεί να αυξηθεί η δυσκολία/πολυπλοκότητα των διατάξεων και λειτουργιών χρησιμοποιώντας κατάλληλα εξαρτήματα. Ωστόσο λαμβάνοντας υπόψη, τον περιορισμένο χρόνο θα μπορούσαν να διατηρήσουν την πολυπλοκότητα αλλά με πιο απλή μορφή διάταξης. Όπως είναι αντιληπτό, οι δυνατότητες είναι πολλές και ποικίλουν σε μορφή. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν παραδείγματα διατάξεων που μπορούν να υλοποιηθούν από μαθητές.

5.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 - ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΡΘΡΩΜΑΤΩΝ

Στο πρώτο παράδειγμα (Εικόνα 5.1) δημιουργήθηκε μία κατασκευή με πέντε δομικά στοιχεία και συγκεκριμένα:

1. Κεντρικός σύνδεσμος
2. Άρθρωμα Κεντρικής πλακέτας
3. Άρθρωμα ποτενσιόμετρου
4. Άρθρωμα RGB Led
5. Καλώδια σύνδεσης



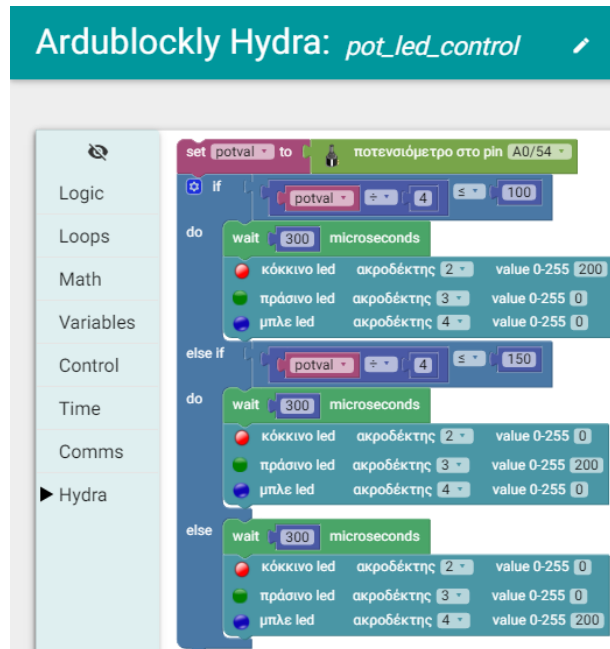
Εικόνα 5.1 Αποσυναρμολογημένη διάταξη πολλαπλών αρθρώσεων

Η τελική διαμόρφωση της συναρμολογημένης διάταξης φαίνεται στην Εικόνα 5.2



Εικόνα 5.2 Απεικόνιση διάταξης με τέσσερα αρθρώματα

Για να καταστεί λειτουργική η διάταξη, δημιουργήθηκε ένας ενδεικτικός κώδικας προγραμματισμού (Εικόνα 5.3). Συγκεκριμένα, προκειμένου να επιδειχθεί η σωστή λειτουργία και η ευκολία συνδεσιμότητας, αναπτύχθηκε ένας κώδικας που επιτρέπει την εναλλαγή του χρώματος του Led, του RGB Led αρθρώματος, ανάλογα με τη περιστροφή του άξονα του ποτενσιόμετρου. Η συγκεκριμένη κατασκευή σε συνδυασμό με τον αντίστοιχο κώδικα αποτελεί μια εφαρμογή εναρμονισμένη με τις ανάγκες για κατανόηση των εννοιών ηλεκτρισμού, μηχανικής, μαθηματικών και προγραμματισμού αναπτύσσοντας τις σχετικές δεξιότητες του μαθητή.



Εικόνα 5.3 Παράδειγμα κώδικα *pot_led_control*

5.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 - Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΙΑΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

Προκειμένου, οι χρήστες να είναι σε θέση να κατανοήσουν βασικές αρχές που σχετίζονται με τη ρομποτική, αποφασίσαμε να μελετηθεί η περίπτωση ενός ρομποτικού βραχίονα. Αρχικά έγινε προσπάθεια να δημιουργηθεί ένας ρομποτικός βραχίονας 2 ή 3 βαθμών ελευθερίας, μια διάταξη που θα επέτρεπε να χρησιμοποιηθούν και να προγραμματιστούν πολλαπλά λειτουργικά αρθρώματα. Ωστόσο, ένας σημαντικός περιορισμός που προκύπτει είναι ότι δεν είναι εφικτό να αυξηθούν οι βαθμοί ελευθερίας, λόγω κατασκευαστικών-τεχνικών περιορισμών αφού τα καλώδια σύνδεσης σε συνδυασμό με τον κινητήρα συνεχούς ρεύματος δημιουργούν προβλήματα κατά της περιστροφή της άρθρωσης. Έτσι, αναπτύχθηκε μια απλή διάταξη, που σε πρώτη φάση θα βοηθούσε να γίνει κατανοητή η λειτουργία μιας περιστροφικής άρθρωσης (Εικόνα 5.4). Για την κατασκευή μίας διάταξης με μορφή ρομποτικού βραχίονα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλούς συνδυασμούς αρθρωμάτων και γενικότερα δομικών στοιχείων.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, επιλέχθηκαν τα εξής :

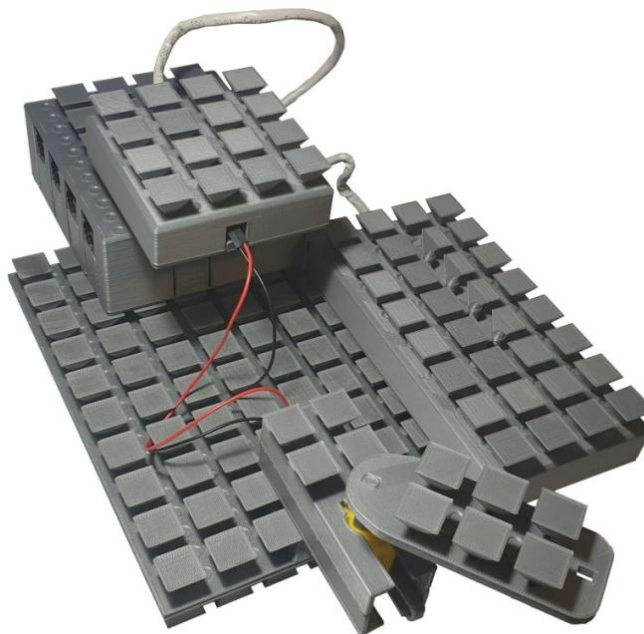
1. Κεντρικός σύνδεσμος (σασί)
2. Άρθρωμα κεντρικής πλακέτας
3. 1 άρθρωμα DC Motor
4. 1 DC κινητήρα (με τον άξονά του)
5. Άρθρωμα 4 Button

6. 1 σύνδεσμο (link 1 της άρθρωσης)
7. Καλώδια σύνδεσης



Εικόνα 5.4 Αποσυναρμολογημένη διάταξη ρομποτικού βραχίονα

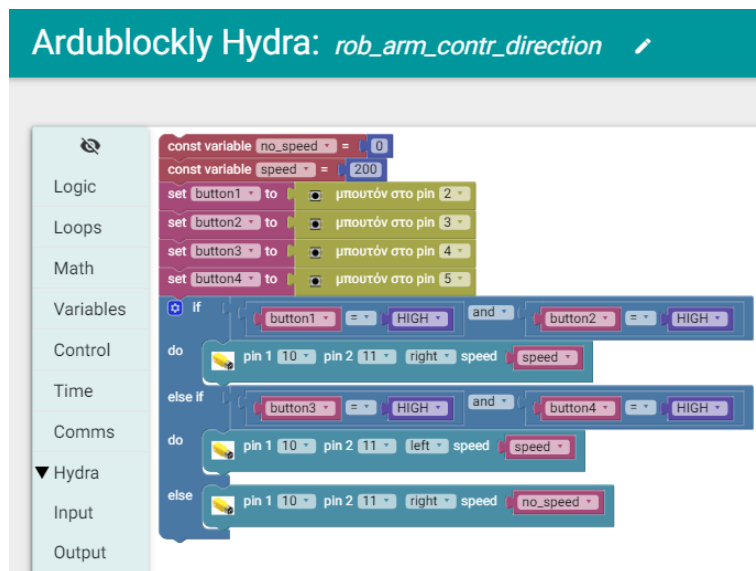
Η τελική διαμόρφωση της συναρμολογημένης διάταξης φαίνεται στην Εικόνα 5.5





Εικόνα 5.5 Απεικόνιση διάταξης ελέγχου μιας περιστροφικής άρθρωσης υπό δύο διαφορετικές όψεις

Στην Εικόνα 5.6 βλέπουμε τον κώδικα που υλοποιήθηκε για τον έλεγχο της παραπάνω διάταξης.



Εικόνα 5.6 Παράδειγμα κώδικα *rob_arm_contr_direction*

Αυτό που μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εκτέλεση του παραπάνω κώδικα, είναι ο έλεγχος τη κατεύθυνσης φοράς της άρθρωσης. Πιέζοντας τα buttons 1 και 2 ταυτόχρονα ξεκινάει η δεξιόστροφη περιστροφή του βραχίονα έως ότου τα ελευθερωθούν. Ενώ πιέζοντας τα buttons 3 και 4 ταυτόχρονα ξεκινάει η αριστερόστροφη περιστροφή του βραχίονα. Ο μαθητής ολοκληρώνοντας το συγκεκριμένο project, επιτυγχάνει μια σειρά μαθησιακών στόχων που σχετίζονται με την κατανόηση των εννοιών της περιστροφικής

ταχύτητας, ελέγχου κατεύθυνσης και φοράς, μηχανικής (λόγω κατασκευής και συναρμολόγησης), μαθηματικών κ.α. Επιπλέον, η συνεργασία μεταξύ των παιδιών για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου αποδίδει σημαντική ενίσχυση της κοινωνικότητας και της αυτοπεποίθησής τους.

5.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3 - ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Στόχος του 3^{ου} παραδείγματος είναι να επιδειχθεί η δυνατότητα κατασκευής ολοκληρωμένων λειτουργικών πρωτοτύπων, με τη βοήθεια της συγκεκριμένης προσέγγισης. Παράλληλα με τη δημιουργία των σχετικών φύλλων έργου που θα παρουσιαστούν αναλυτικά στο παράρτημα δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη (παιδί) να εξοικειωθεί με έννοιες όπως τα ρομποτικά οχήματα, η αυτόνομη πλοήγηση, οι αισθητήρες, ο έλεγχος κ.α.

Για την ανάπτυξη ενός λειτουργικού πρωτοτύπου, έπρεπε να σχεδιαστούν επιπλέον εξαρτήματα, που δεν ανήκαν σε αυτά που είχαν σχεδιαστεί και παρουσιαστεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 4.

Αρχικά, προσθέσαμε ρόδες στις οποίες ενσωματώσαμε ειδικούς άξονες που επιτρέπουν την σύνδεσή του με τους αντίστοιχους άξονες υποδοχής των κινητήρων που διαθέτουμε. Τις συγκεκριμένες ρόδες προμηθευτήκαμε από την αγορά (Εικόνα 5.7, 5.8).



Εικόνα 5.7 Εξάρτημα ρόδας



Εικόνα 5.8 (α) Αποσυναρμολογημένη όψη της σύνδεσης του κινητήρα με την ρόδα (β) Συναρμολογημένη όψη του κινητήρα με την ρόδα

Παράλληλα, προστέθηκαν κατάλληλες μπίλιες οι οποίες διευκολύνουν τη κίνηση του ρομποτικού οχήματος (Εικόνα 5.9). Για να τις εντάξουμε στην φιλοσοφία της πλατφόρμας αρχικά κατασκευάστηκε το κατάλληλο module της μπίλιας (ball caster) έτσι ώστε να προσαρμόζεται από τον χρήστη στο επιθυμητό σημείο της διάταξης (Εικόνα 5.10).



Εικόνα 5.9 Εξάρτημα μπίλιας



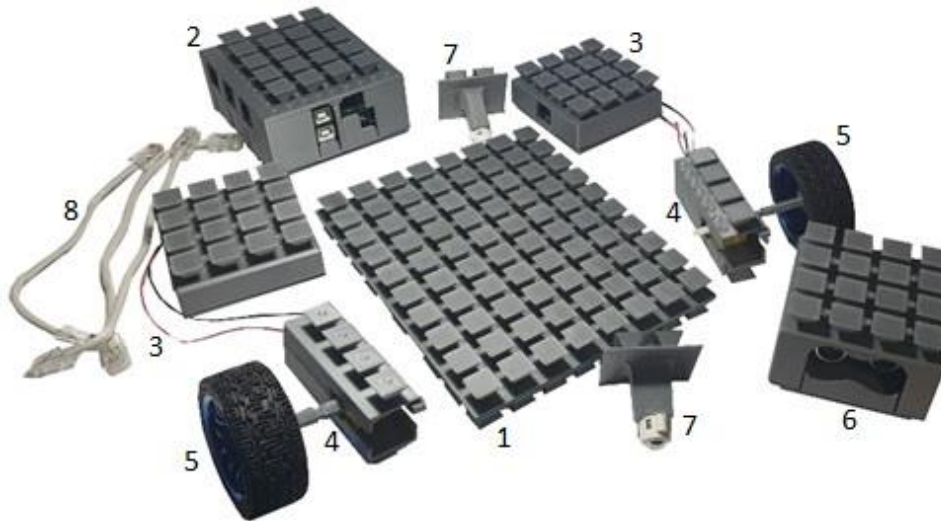
Εικόνα 5.10 Άρθρωμα μπίλιας

Τα παραπάνω υλικά μαζί με αυτά που περιεγράφηκαν στο κεφάλαιο 4, χρησιμοποιήθηκαν στη κατασκευή του ρομποτικού οχήματος. Η σχετική κατασκευή, διαθέτει σημαντικό βαθμό δυσκολίας, καθώς απαιτείται εξοικείωση τόσο με το

λογισμικό όσο και με το hardware της πλατφόρμας. Στη διάταξη και στο προγραμματιστικό κομμάτι μπορούν να γίνουν πολλές αλλαγές και διαμορφώσεις χρησιμοποιώντας ακριβώς τα ίδια αρθρώματα και εξαρτήματα οδηγώντας σε διαφορετικά αποτελέσματα.

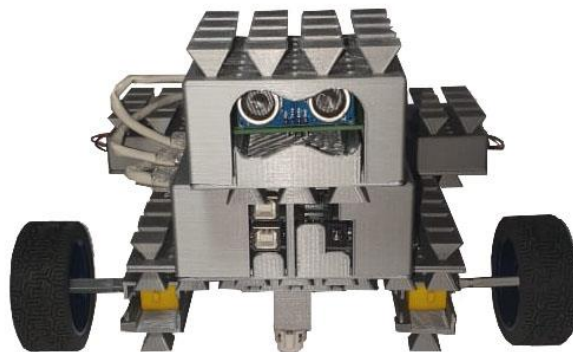
Τα δομικά στοιχεία που θα χρησιμοποιήσουμε είναι τα εξής :

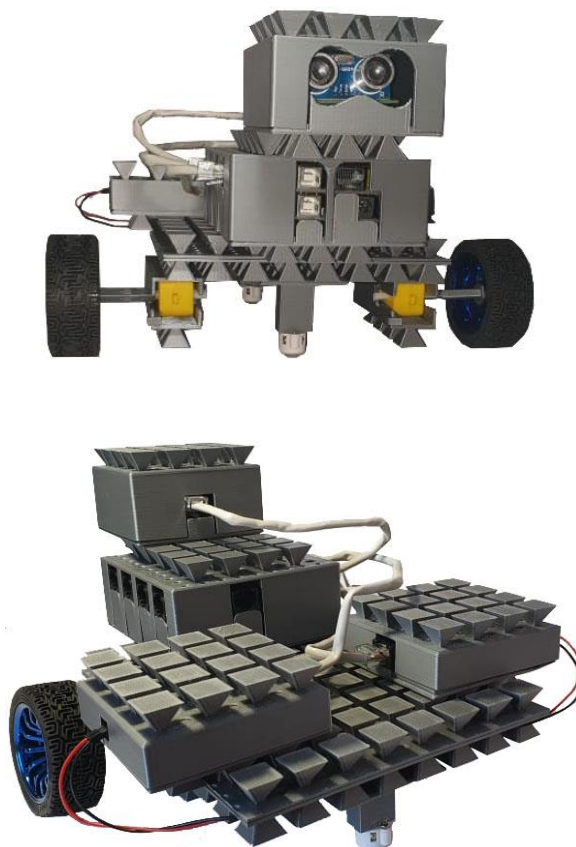
1. Κεντρικός σύνδεσμος (σασί)
2. Άρθρωμα Κεντρικής πλακέτας
3. 2 αρθρώματα *DC Motor*
4. 2 DC κινητήρες (με τους άξονές τους)
5. 2 τροχούς
6. Άρθρωμα αισθητήρα *Sonar Sensor*
7. 2 αρθρώματα μπίλιας
8. Καλώδια σύνδεσης



Εικόνα 5.11 Αποσυναρμολογημένη διάταξη ρομποτικού οχήματος

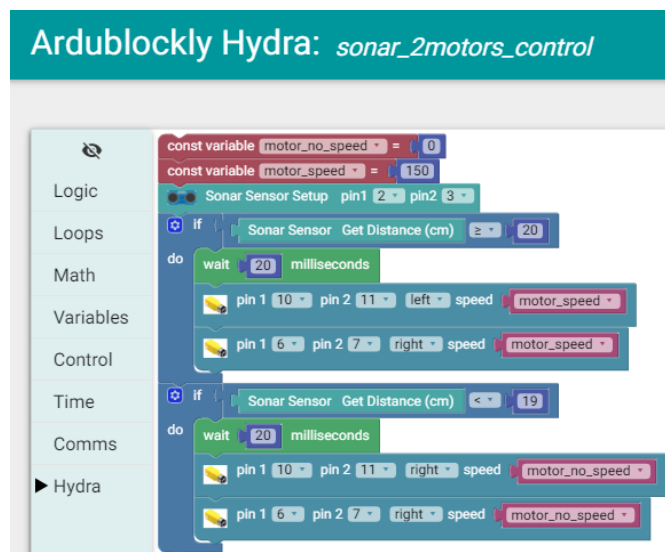
Μια ενδεικτική διαμόρφωση παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.12.





Εικόνα 5.12 Απεικόνιση διάταξης υπό διαφορετικές όψεις

Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται Εικόνα 5.13.



Εικόνα 5.13 Παράδειγμα κώδικα sonar_2motors_control

Με την εκτέλεση του παραπάνω κώδικα (sonar_2motors-control), είναι δυνατός ο έλεγχος της κίνησης του ρομποτικού οχήματος. Συγκεκριμένα το όχημα κινείται στο χώρο και σταματάει μόνο όταν ανιχνεύσει εμπόδιο σε προκαθορισμένη απόσταση (μικρότερη των 20cm). Στο πρώτο σκέλος του κώδικα γίνεται η αρχικοποίηση των μεταβλητών `motor_no_speed` και `motor_speed`, που καλούνται για να οριστεί σταμάτημα ή η έναρξη της κίνησης των κινητήρων με τιμές 0 και 150 αντίστοιχα. Στη συνέχεια, κάνοντας χρήση των blocks του αισθητήρα που βρίσκονται στη κατηγορία των αρθρωμάτων εισόδου (input), αρχικά προσδιορίζονται οι θέσεις των ακροδεκτών και έπειτα με τη βοήθεια των κατάλληλων δομικών blocks, όπως το `if_do` και το block αριθμητικής ανισότητας\ισότητας, επιλέγεται η απόσταση που θα επιστρέφει ο αισθητήρας σε cm.

Τέλος, με χρήση των blocks των κινητήρων από τη κατηγορία αρθρωμάτων εξόδου (output), διαμορφώνονται οι επιλογές των ακροδεκτών και καλούνται οι μεταβλητές που ορίζονται στην αρχή για να δοθεί εντολή κίνησης στους κινητήρες. Το συγκεκριμένο block διαθέτει και την επιλογή για προσδιορισμό φοράς κατεύθυνσης του κινητήρα (left/right), ώστε να γίνει ορθή κίνηση του οχήματος σύμφωνα με το ζητούμενο αποτέλεσμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση του οχήματος οι κινητήρες βρίσκονται σε αντίθετη κατεύθυνση, οπότε η φορά περιστροφής τους θα είναι κι αυτή αντίθετη.

Με την ολοκλήρωση του project που αναλύθηκε, τα οφέλη για του μαθητές είναι πολλαπλά καθώς για την κατασκευή χρειάζεται φαντασία και ορθή σκέψη και εκτέλεση ώστε να επιτευχθεί ο σκοπός. Το σημαντικότερο, ίσως, που αποκτά ένας μαθητής με την σωστή διεκπεραίωση του project, αλλά και άλλων αντίστοιχων πολυπλοκότερων, εκτός από τις τεχνολογικές γνώσεις, είναι το αίσθημα αυτοπεποίθησης αφού το πιθανότερο είναι να έχουν προηγηθεί αρκετές προσπάθειες βελτίωσης και πειράματα για να φτάσει στο επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη παρούσα εργασία, έγινε μια προσπάθεια ανάπτυξης μιας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής πλατφόρμας STEM προσαρμοσμένης στις ανάγκες και ιδιαιτερότητες της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης πλατφόρμας, χρησιμοποιήθηκε ως βάση η πλατφόρμα Hydra, μία εκπαιδευτική πλατφόρμα χαμηλού κόστους, η οποία αποτελείται από κατάλληλα διαμορφωμένο υλικό και λογισμικό που μπορεί να μπορεί να αξιοποιηθεί στη διδασκαλία εννοιών πληροφορικής και απλών αυτοματισμών.

Συγκεκριμένα έχοντας ως βάση τα υπάρχοντα ηλεκτρονικά στοιχεία, μελετήθηκαν και σχεδιάστηκαν μια σειρά από κελύφη για τα υπάρχοντα αρθρώματα, που επιτρέπουν τη διασύνδεση των επιμέρους λειτουργικών πρωτοτύπων σε ολοκληρωμένες συσκευές, με στόχο να βοηθήσουν τους χρήστες-μαθητές να κατανοήσουν μια σειρά από έννοιες που σχετίζονται με τους αυτοματισμούς και τη ρομποτική. Τα συγκεκριμένα δομικά στοιχεία, σχεδιάστηκαν και μοντελοποιήθηκαν με χρήση κατάλληλου λογισμικού και στη συνέχεια κατασκευάστηκαν με χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης. Παράλληλα προκειμένου να αποφευχθούν πιθανά προβλήματα κατά τη διασύνδεση των λειτουργικών κομματιών και να μελετηθούν τυχόν αστοχίες, πραγματοποιήθηκε ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία. Τέλος η λειτουργικότητα της προτεινόμενης προσέγγισης, έγινε με την παρουσίαση πρωτότυπων λειτουργικών διατάξεων συνοδευόμενων από το σχετικό λογισμικό, συνοδευόμενη από σχετικό εκπαιδευτικό υλικό που επιτρέπει τη δοκιμή της συγκεκριμένης προσέγγισης από μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Η συγκεκριμένη προσέγγιση χαρακτηρίζεται από ευκολία στη χρήση καθώς και από μεγάλες δυνατότητες επέκτασης και προσαρμογής στις ανάγκες των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτών. Μέσω της χρήσης της, οι μαθητές είναι σε θέση να κατακτήσουν μια σειρά από μαθησιακά αποτελέσματα αλλά και να ενισχύσουν τις γνώσεις τους σε θέματα πληροφορικής, μαθηματικών και μηχανικής. Η χρήση της συγκεκριμένης πλατφόρμας

ενισχύει την ανάπτυξη ομαδικότητας, συνεργασίας αλλά και ταυτόχρονα ενισχύει τη δημιουργικότητα των παιδιών.

6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η λειτουργικότητα της πλατφόρμας Hydra έχει αναβαθμιστεί σημαντικά με τα κελύφη διαφορετικών τύπων που αναπτύχθηκαν για τα υπάρχοντα αρθρώματα. Προκειμένου όμως να είναι δυνατή η υιοθέτηση της συγκεκριμένης προσέγγισης μαζικά στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι αναγκαία να πραγματοποιηθούν κάποια επιπλέον βήματα που σχετίζονται τόσο με την αναβάθμιση των ηλεκτρονικών στοιχείων με επιπλέον συσκευές όσο και με κατάλληλα μεθοδολογικά εργαλεία.

Συγκεκριμένα προτείνεται η περαιτέρω ανάπτυξη με προσθήκη επιπλέον αισθητήρων καθώς και βηματικών κινητήρων που θα προσφέρουν μια πληθώρα νέων δυνατοτήτων. Για να προστεθούν τα συγκεκριμένα στοιχεία θα πρέπει να γίνει ένας σχεδιασμός των κατάλληλων πλακετών, καθώς και η προσθήκη νέων modules στο σχετικό λογισμικό. Παράλληλα αξίζει να μελετηθεί η δυνατότητα επανασχεδιασμού των ηλεκτρονικών πλακετών σε ένα μικρότερο μέγεθος και με άλλου τύπου συνδεσιμότητας.

Παράλληλα, η ενσωμάτωση στην εκπαιδευτική διαδικασία θα ήταν σημαντικά ευκολότερη και περισσότερο στοχευμένη, εάν αναπτυχθεί ένα μεθοδολογικό πλαίσιο που θα μπορεί να βοηθήσει των διδασκόντα να κατευθύνει και παράλληλα να παρακολουθεί τη μαθησιακή διαδικασία, δίχως όμως να περιορίζει τη δημιουργικότητα των μαθητών.

Τέλος αξίζει να μελετηθεί και η ενσωμάτωση τεχνολογιών εικονικής ή/και επαυξημένης πραγματικότητας προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο καινοτόμο εργαλείο εκπαίδευσης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] C. E. Hmelo-Silver, “Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?,” *Educational Psychology Review*, vol. 16., no.3, pp. 235-266, 2004.
- [2] A. Roberts, “A Justification for STEM Education,” *Technology and Engineering teacher*, 2012.
- [3] L. D. English, “Advancing elementary and middle school STEM education,” *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 15, pp. 5-24, May 2017.
- [4] The Royal Society Science Policy Centre, “Vision for science and mathematics education,” London, United Kingdom: The Royal Society, 2014
- [5] Directorate-general for Internal Policies, “Encouraging STEM Studies for the Labour Market: Study for the EMPL Committee,” *European Parliament Report*, 2015.
- [6] Ιστοσελίδα STEM education. Ανακτήθηκε από [link](#) (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [7] Ανακτήθηκε από <https://stem-arts.gr/el/blog/228-stem> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [8] Αναστασία Ζωή Σουλιώτου, “Η σημασία της προσθήκης των τεχνών στην εκπαίδευση STEM,” *Πανελλήνιο Συνέδριο Innovating STEM Education*, Αθήνα 2016.
- [9] Ιστοσελίδα Διεπιστημονική Προσέγγιση της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών – STEM στην Εκπαίδευση, Ανακτήθηκε από [link](#) (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [10] Seymour Papert, Idit Harel, Constructionism, Norwood, N.J., Ablex Pub. Corp., 1991.
- [11] Γ. Τσαλμπούρης, “Σχεδιασμός, ανάπτυξη και υλοποίηση εκπαιδευτικής πλατφόρμας STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) για τις ανάγκες της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης,” Μεταπτυχιακή Εργασία, Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Προηγμένων Συστημάτων Παραγωγής, Αυτοματισμού και Ρομποτικής, ΤΕΙ Κρήτης, 2019
- [12] S. Evripidou, K. Georgiou, L. Doitsidis, A. A. Amanatiadis, Z. Zinonos and S. A. Chatzichristofis, “Educational Robotics: Platforms, Competitions and Expected Learning Outcomes,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 219534-219562, 2020.
- [13] F. B. V. Benitti, “Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review,” *Comput. Edu.*, vol. 58, no. 3, pp. 978–988, Apr. 2012.

- [14] Ανακτήθηκε από <https://babbledabbledo.com/steam-project-tiny-dancers-homopolar-motor/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [15] “Ρομποτική και STEM για μικρά παιδιά και δημοτικά σχολεία,” Τεχνική έκθεση, ERASMUS+ 2017-1-ES01-KA201-038204.
- [16] Ιστοσελίδα του Buncsee App. Ανακτήθηκε από [link](#) (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [17] Ιστοσελίδα του Hydraulic bridge STEM Project. Ανακτήθηκε από [link](#) (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [18] Ιστοσελίδα του Mousetrap Car Project. Ανακτήθηκε από [link](#) (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [19] Η επανάσταση των ρομπότ, Ιστοσελίδα Capital, Ανακτήθηκε από [link](#) (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [20] Ανακτήθηκε από <https://stem-toys.gr/product/kids-first-coding-robotics/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [21] Ανακτήθηκε από <https://www.why.gr/productcategory/%ce%b5%ce%ba%cf%80%ce%b1%ce%b9%ce%b4%ce%b5%cf%85%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%cf%81%ce%bf%ce%bc%cf%80%ce%bf%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%ae/beebot/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [22] Ανακτήθηκε από <http://www.thymio.gr/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [23] Ανακτήθηκε από <https://www.why.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1/%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE/code-your-bot/edison-robot/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [24] Ανακτήθηκε από <https://grobotronics.com/robotics/robot-kits/robotic-platforms/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [25] Ανακτήθηκε από <https://robokids.co.uk/lego/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021)
- [26] Ανακτήθηκε από <https://www.generationrobots.com/en/401066-bioloid-premium-kit-robotis.html> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [27] Ανακτήθηκε από <https://www.snapdeal.com/product/geekcreit-mega-2560-r3-atmega256016au/639613453527> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [28] Ανακτήθηκε από <https://www.elprocus.com/types-of-7-segment-displays-and-controlling-ways/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).

- [29] Ανακτήθηκε από <https://www.aliexpress.com/i/32973027142.html> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [30] Ανακτήθηκε από <https://www.walmart.com/ip/Ultrasonic-Sensor-Module-HC-SR04-Distance-Measuring-Sensor-for-arduino-Control-SR04/425524732> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [31] Ανακτήθηκε από <https://www.dwrean.net/2015/01/30-arduino-uno.html> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [32] Ανακτήθηκε από <https://github.com/carlosperate/ardublockly> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [33] Ανακτήθηκε από <https://all3dp.com/1/original-prusa-i3-mk3-review-3d-printer/> (τελευταία πρόσβαση 09/03/2021).
- [34] Ανακτήθηκε από <https://www.chrisfinke.com/2015/01/27/3d-printed-lego-compatible-bricks/> (τελευταία πρόσβαση 09\03\2021)
- [35] Adi Pandžić, Damir Hodzic, Aleksa Milovanović, “Effects of infill type on tensile properties of PLA material from FDM process,” *in proceedings of the 30th DAAAM international symposium of intelligent manufacturing and automation*, pp.0545-0554, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734- 22-8, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

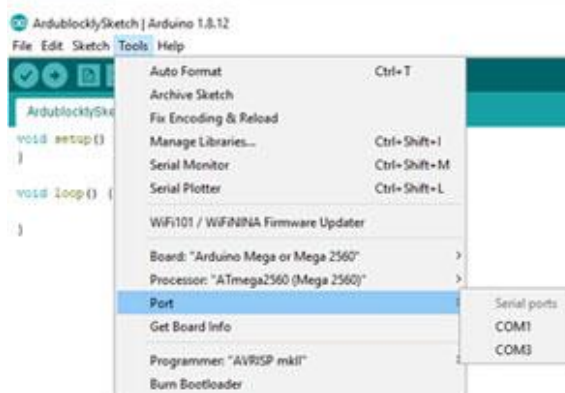
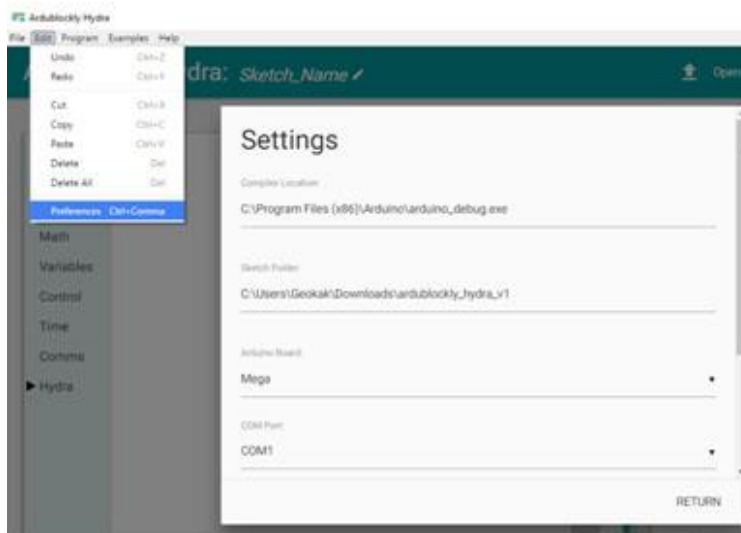
Παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό φύλλο έργου που μπορεί να δοθεί σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, προκειμένου να υλοποιήσουν ένα ρομποτικό όχημα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΟΥ 1

ΑΡΧΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ



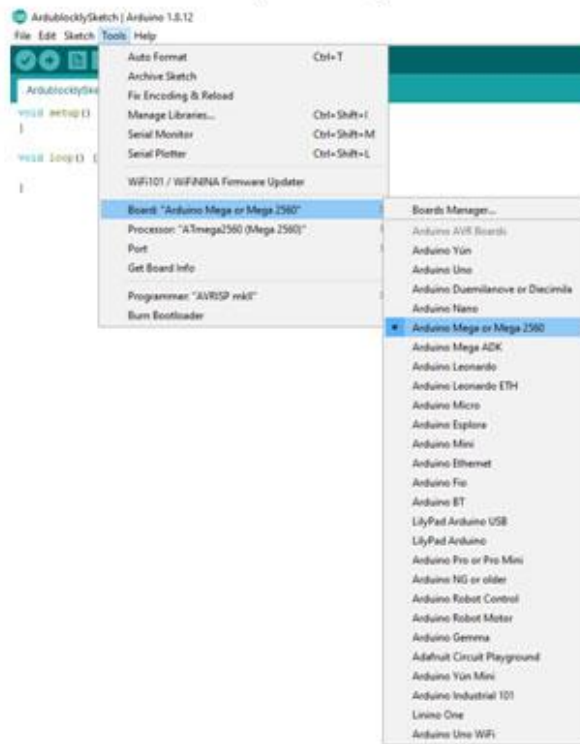
Καθώς ανοίγουμε για πρώτη φορά το πρόγραμμά θα πρέπει να ορίσουμε τη σωστή διαδρομή που είναι εγκατεστημένη η εφαρμογή Arduino IDE και τη διαδρομή που είναι αποθηκευμένα τα προγράμματα. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να οριστεί το είδος του Board (Mega) και η σειριακή θύρα επικοινωνίας (COM Port) στο περιβάλλον του Ardublockly Hydra.



Για να επιβεβαιώσουμε ότι έχουμε ορίσει την σωστή επιλογή COM πιέζουμε το κίτρινο κουμπί **Open Sketch in IDE-Tools-Port** και επιλέγουμε τη θύρα, αν δεν είναι ήδη επιλεγμένη.



Επίσης, ελέγχουμε αν είναι επιλεγμένο το σωστό είδος Board στην εφαρμογή Arduino και σε περίπτωση που δεν είναι, το επιλέγουμε.



ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες (συνίσταται) των 3 ατόμων και ο καθένας αναλαμβάνει τον ρόλο του. Οι ρόλοι - ευθύνες που θα μοιραστούν είναι:

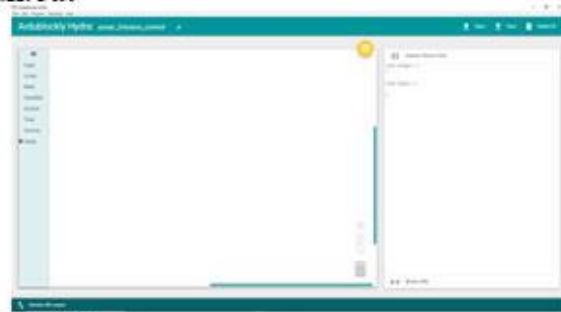
1. Προγραμματισμός κώδικα στον Η/Υ
2. Σύνδεση των αρθρωμάτων
3. Καταγραφή παρατηρήσεων και αποτελεσμάτων για μελλοντική διόρθωση και βελτίωση




Σε όλη τη διάρκεια της εργασίας οι μαθητές ανά ομάδες θα πρέπει να συνεργάζονται ανταλλάσσοντας απόψεις και ιδέες, ακόμα και αν δεν είναι αποκλειστικά στον χώρο ευθύνης τους. Για παράδειγμα, εξ' αρχής θα γίνει μία συζήτηση στην οποία θα οριστούν από κοινού από τους μαθητές τα αρθρώματα και τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή. Επίσης οι ρόλοι θα αλλάζουν κυκλικά ανά διδακτική ενότητα.




ΞΕΚΙΝΩΝΤΑΣ

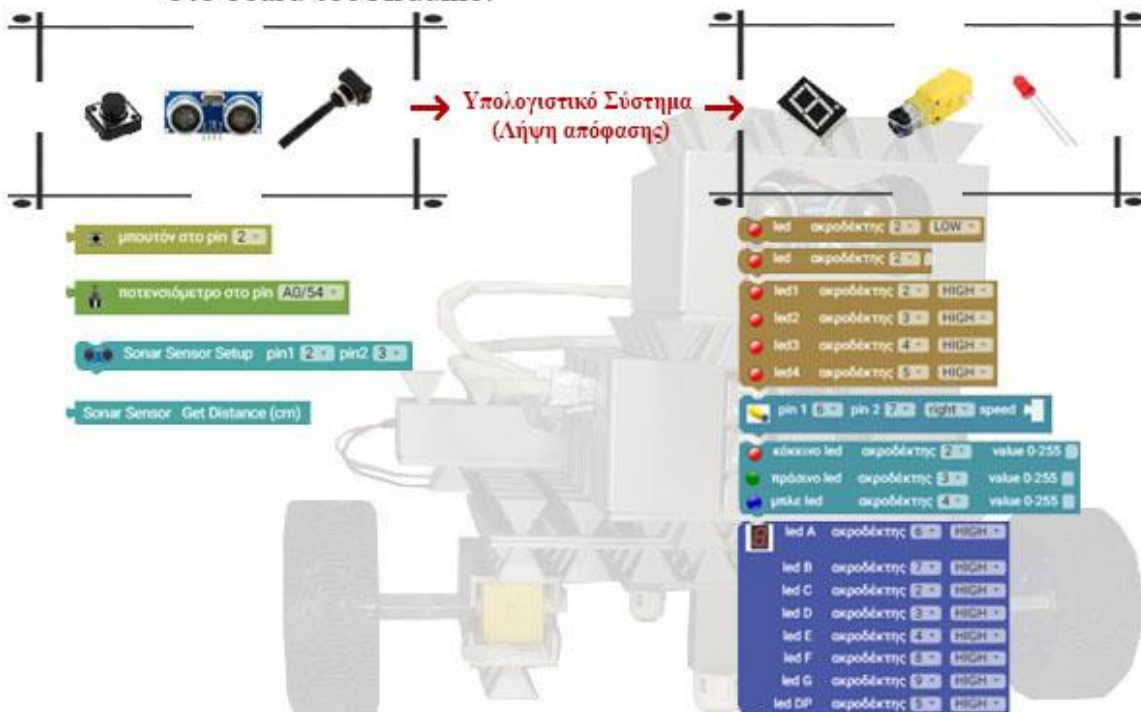
Επιλέγοντας το αρχείο `ardublockly_run.bat` θα ανοίξει το λογισμικό Ardublockly Hydra. Στο παράθυρο που θα ανοίξει στην οθόνη μας βλέπουμε στην αριστερή πλευρά το μενού εντολών προγραμματισμού ανά κατηγορία υπό μορφή blocks και στη δεξιά πλευρά τον πραγματικό κώδικα που θα παράγεται αυτόματα (Arduino Source Code).



Αγγίζοντας το πλήκτρο  (Open Sketch in IDE) εμφανίζονται άλλα δύο



-  Επιλέγοντας το **κίτρινο πλήκτρο** ανοίγουμε το περιβάλλον Arduino IDE.
-  Επιλέγοντας το **γαλάζιο πλήκτρο** μπορούμε να επιβεβαιώσουμε την ορθότητα του κώδικα.
-  Επιλέγοντας το **πορτοκαλί πλήκτρο** φορτώνουμε τον κώδικά μας στο board του Arduino.



ΕΦΑΡΜΟΓΗ 1: 2V2 ΑΝΑΜΜΑ-ΣΒΗΣΙΜΟ LED ΕΝΑΛΛΑΞ

Σε αυτή την εφαρμογή το άρθρωμα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το 4led το οποίο διαθέτει τέσσερα κόκκινα Leds που μπορούν να ανάβουν και να σβήνουν, σύμφωνα με τον κώδικα προγραμματισμού που φτιάχνουμε κάθε φορά.



Τι είναι το **LED** ;



Απάντηση : Το **LED** (**L**ight **E**mitting **D**iode) είναι ένας ημιαγωγός που όταν τροφοδοτηθεί με ηλεκτρική ενέργεια με κατάλληλο τρόπο εκπέμπει φως.

1

- Αρχικά συνδέουμε την **κεντρική πλακέτα** με τον υπολογιστή με το ειδικό **μπλε καλώδιο** που διαθετούμε.



2

- Στη συνέχεια συνδέστε το φυσικό άρθρωμα 4led στη θέση 1 (Ακροδέκτες 2 3 4 5).



ΕΦΑΡΜΟΓΗ 1: 2V2 ΑΝΑΜΜΑ-ΣΒΗΣΙΜΟ LED ΕΝΑΛΛΑΞ

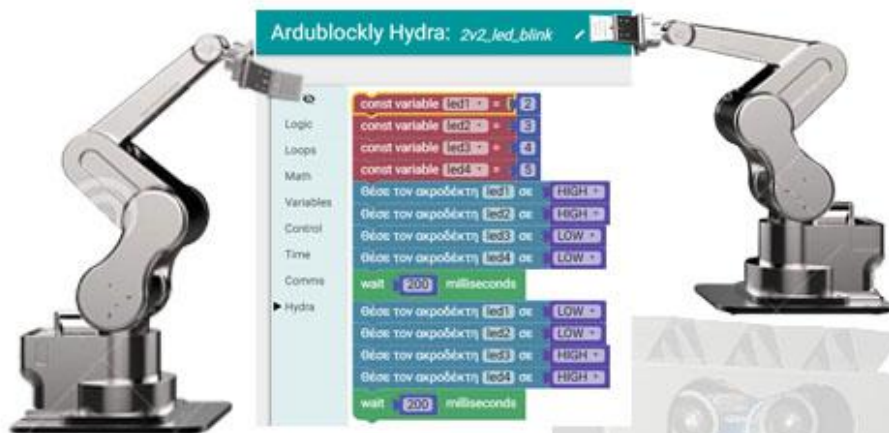


Σε ποιες υποδοχές μπορεί να συνδεθεί το συγκεκριμένο block (4led) και γιατί ;

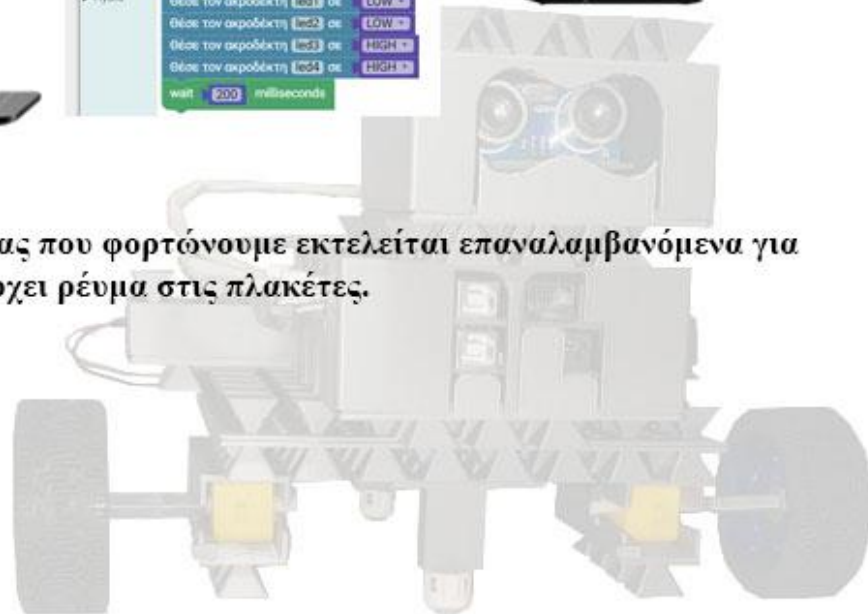
Απάντηση: Μπορεί να συνδεθεί στις υποδοχές που έχουν **κόκκινο χρώμα** στο αυτοκόλλητο (θέση 1, θέση 2, θέση 3, θέση 8 και θέση 9), διότι αυτοί είναι οι ψηφιακοί ακροδέκτες που παρέχουν λειτουργίες εισόδου/εξόδου λαμβάνοντας δύο καταστάσεις (0 ή 5V) με το χαρακτηρισμό LOW-HIGH.



Υλοποιήστε το παρακάτω σενάριο, και αφού πραγματοποιήσετε έλεγχο ορθότητας του κώδικα μπορείτε ,στη συνέχεια, φορτώσετε τον κώδικα στο Board.



Ο κώδικας που φορτώνουμε εκτελείται επαναλαμβανόμενα για όσο υπάρχει ρεύμα στις πλακέτες.





Ερωτήσεις κατανόησης και παρατηρήσεις

1

Τι λειτουργία επιτελεί το συγκεκριμένο πρόγραμμα ;

2

Τροποποιήστε την τιμή μέσα στο **block** *wait* [] *milliseconds* από 200 σε 2000.

Τι παρατηρείται κατά την εκτέλεση του νέου κώδικα ;

3

Τροποποιήστε την τιμή μέσα στο **block** *wait* [] *milliseconds* από 2000 σε 20.

Τι παρατηρείται κατά την εκτέλεση του νέου κώδικα ;

4

Διαμορφώστε τα κατάλληλα blocks του αρχικού κώδικα ώστε να ανάβουν και να σβήνουν όλα τα Leds ταυτόχρονα ανά 1000 *milliseconds*.



Πόσα *sec* είναι τα 1000 *msec* ;



Χρησιμοποιώντας το **block** με το **μονό led** πάνω από μία φορές, μπορείτε να συνθέσετε ακριβώς όσα Leds απαιτεί η κάθε εφαρμογή.



Εξάσκηση

Υλοποιήστε κώδικα κατά τον οποίο θα αναβοσβήνουν τα Leds 2 και 4 ταυτόχρονα ενώ όλα τα υπόλοιπα παραμένουν σβηστά.

