

Τ.Ε.Ι ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

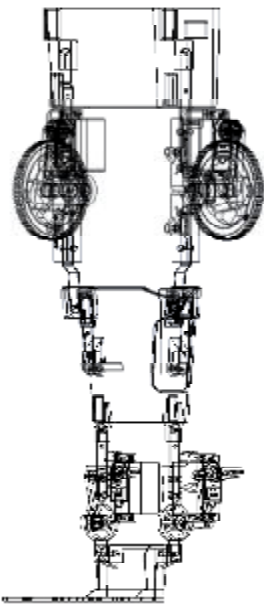
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΣ ΜΗΡΟΚΝΗΜΟΠΟΔΙΚΟΣ ΚΗΔΕΜΟΝΑΣ ΕΣΩ ΥΠΟΔΗΜΑΤΟΣ



ΔΕΛΗΠΑΡΑΣΧΟΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΑΡΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, Λέκτορας

ΠΑΤΡΑ 2018

©2018 – All Rights Reserved

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας. Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία δεν αποτελεί αντίγραφο, υπάρχουσας κατατεθειμένης πτυχιακής εργασίας. Κίνητρο ήταν η πάθηση του πατέρα μου και γενικά η άνθρωποι που πάσχουν από αναπηρία (συγκεκριμένα κάτω άκρων), ώστε να βοηθηθούν από αυτήν και να διαφοροποιηθεί η ζωή τους, σημαντικότερο στοιχείο βέβαια είναι η εξέλιξη της επιστήμης του κλάδου της υγείας. Σκοπός της παρών πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη, η σχεδίαση, η υλοποίηση της κατασκευής μέσω 3D – Printer και ο προγραμματισμός, μέσω πλατφόρμας Arduino, του ρομποτικού μηροκνημοποδικού κηδεμόνα έσω υποδήματος **KD-1**, 2 βαθμών ελευθερίας. Η εργασία περιλαμβάνει την μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή του **KD-1**, συγκεκριμένα γίνεται εκλογή υλικού ανάλογα με της συνθήκες λειτουργίας, καθώς και εύρεση των διαστάσεων για συγκεκριμένο σωματότυπο ανθρώπου (ύψος – βάρος). Γίνεται υπολογισμός του κόστους των επιμέρους μερών της κατασκευής, ακολούθως πραγματοποιείται ο προγραμματισμός του **KD-1** με την χρήση της πλατφόρμας Arduino και συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας το Arduino UNO R3. Ταυτόχρονα θα γίνει ανάλυση των εντολών του προγραμματισμού ώστε να γίνει κατανοητή η φιλοσοφία του προγράμματος που συντάχθηκε.

Να θεωρείς μεγάλη μόνωση εκείνη,
που θα σου δώσει την ικανότητα
να υποφέρεις την αμορφωσιά
<<ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ>>

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την μητέρα μου Εντερλίνα και τον πατέρα μου Ευάγγελο για την μεγάλη βοήθεια και δύναμη που μου έδωσαν και μου δίνουν καθώς και την τεράστια υπομονή - επιμονή που έδειξαν ώστε να τελειοποιηθεί η κατασκευή αυτή.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής
(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη στον σχεδιασμό και την κατασκευή του ρομποτικού μηροκνημοποδικού κηδεμόνα έσω υποδήματος (**KD-1**) για ανθρώπους που πάσχουν με αναπηρία κάτω άκρου, το οποίο δύναται να φορεθεί πάνω από το παθόν άκρο εντός υποδήματος. Ο **KD-1** ενεργοποιείται όταν το πόδι τεθεί σε κίνηση δηλαδή όταν ακουμπήσει στο έδαφος, μέσω δύο αισθητήρων που βρίσκονται εμφυτευμένα στο παπούτσι, ένας στο εμπρόσθιο τμήμα και ένας στο οπίσθιο τμήμα, και τελικά τίθενται σε λειτουργία η σερβομηχανισμοί κίνησης των επιμέρους αρθρώσεων. Συνεπώς ο στόχος του **KD-1** είναι ενδυνάμωση του παθόντα άκρου για την επιτυχή και σταθεροποιημένη βάδιση. Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε οκτώ κεφάλαια.

Στο πρώτο Κεφάλαιο «Εισαγωγή» γίνεται αναφορά στους αυτοματισμούς, την ιστορική αναδρομή των ρομπότ, αναφέρονται τα είδη των ρομπότ, η επίδραση τους στη κοινωνία καθώς και τα πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα τους.

Στο δεύτερο Κεφάλαιο αναφέρονται τα διάφορα είδη παθήσεων, όπως παραλύσεις, αναπηρίες καθώς και έλλειψη πλήρους ελέγχου κάτω άκρων.

Στο τρίτο Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις αρχές Ορθοτικής, γίνεται ανάλυση της Εμβιομηχανική της όρθωσης καθώς και την ανάδειξη των νόμων Bowker, τέλος γίνεται ανάλυση βηματισμού.

Στο τέταρτο Κεφάλαιο αναλύεται η ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού Arduino που βασίζεται σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό. Συγκεκριμένα αναλύεται η πλατφόρμα Arduino UNO R3 ATmega328P Board, όπου και με την βοήθεια αυτής λειτουργεί ο **KD-1**, τέλος αναλύεται η βασική δομή της γλώσσας Wiring.

Στο πέμπτο Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές, η αρχή λειτουργίας τους, καθώς και οι τρόποι χρήσης τους.

Στο έκτο Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή του ρομποτικού μηροκνημοποδικού κηδεμόνα έσω υποδήματος **KD-1**. Στο κεφάλαιο αυτό αναδεικνύονται κάποια βασικά προγράμματα, που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό, παραγωγή και κατασκευή του **KD-1** αναλυτικά στάδια. Συγκεκριμένα για τον σχεδιασμό και την ανάλυση του: SolidWorks, Mechanical APDL (Ansys) και Cura14.12.Ενώ για την παραγωγή του χρησιμοποιήθηκε 3D-Printer WANHAO Duplicator i3 και τέλος φρέζα Dremel Work Station 4000 για τα μεταλλικά του μέρη.

Στο έβδομο Κεφάλαιο παρουσιάζεται ο κώδικας που χρησιμοποιεί ο **KD-1**, όπου επεξηγείται βήμα - βήμα ο τρόπος λειτουργίας του καθώς και της βελτιώσεις που μπορεί να δεχθεί.

Στο όγδοο Κεφάλαιο συνοψίζονται τα τελικά συμπεράσματα, το τελικό κόστος της κατασκευής καθώς και μερικά σχόλια.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι η κύρια πρωτοτυπία της Εργασίας αυτής είναι αυτοματοποίηση των είδη υπαρχόντων ναρθήκων με σερβομηχανισμούς, για την καταπολέμηση αναπηριών κάτω άκρων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	iii
---------------	-----

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
---------------	---

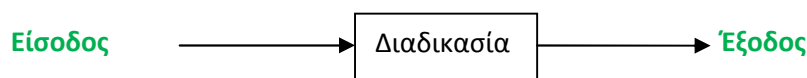
1. Εισαγωγή	
1.1 Συστήματα Αυτομάτου Έλεγχου (ΣΑΕ).....	1
1.2 Ιστορική Ανασκόπηση.....	2
1.3 Αυτοματισμοί – PLC.....	4
1.4 Όρος Ρομπότ - Ιστορική Αναδρομή.....	6
1.5 Ρομποτική.....	7
1.6 Τα είδη των Ρομπότ.....	11
1.7 Μέρη Ρομπότ – Εφαρμογές.....	13
1.8 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα.....	22
2. Αναπηρία Κάτω Άκρων	
2.1 Όρος Αναπηρία.....	23
2.2 Αιτίες Κινητικής Αναπηρίας – Εγκεφαλική Παράλυση.....	24
3. Ορθοτική – Προσθετικά Βοηθήματα	
3.1 Βασικές Αρχές Ορθοτικής.....	25
3.2 Εμβιομηχανική της όρθωσης – Νόμοι Bowker.....	27
3.3 Το όριο μεταξύ της όρθωσης και του ασθενούς – Υλικά Κατασκευής.....	30
3.4 Ορθοτικά του άκρου πόδα και ειδικά παπούτσια.....	34
3.5 Παπούτσια – Τροποποίηση Παπουτσιών.....	36
3.6 Ορθοτικά του κάτω Άκρου – Ανάλυση Βηματισμού.....	40
4. Πλατφόρμα Arduino	
4.1 Μικροελεγκτής και περιβάλλοντα προγραμματισμού Arduino UNO R3.....	50
4.2 Ρεύμα λειτουργίας.....	53
4.3 Θύρες εισόδου/εξόδου (Pins).....	54
4.4 Προγραμματισμός – Γλώσσα Wiring - Βασικές λειτουργίες.....	55
4.5 Σερβομηχανισμοί (Servo).....	57
4.6 Βασική Συνδεσμολογία για Σέρβο (Servos).....	59
4.7 Ασπίδες –Shields.....	61
4.8 Arduino UNO R3 ATmega328PBoard.....	62
4.9 Sensor Shield V5 0.5V Module for Arduino UNO R3.....	64

5. 3D – Print	
5.1 Εισαγωγή στην Τρισδιάστατη Εκτύπωση.....	66
5.2 Πως δουλεύει ο 3D-Print.....	67
5.3 Χρήση.....	69
6. Μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή μηροκνημοποδικού κηδεμόνα έσω υποδήματος KD-1	
6.1 Σχεδιασμός του KD-1 με χρήση προγράμματος <i>SolidWorks</i>	71
6.2 Εκλογή Υλικών.....	92
6.3 Αντοχή των Υλικών με χρήση προγράμματος <i>Mechanical APDL</i>	95
6.4 Προμήθεια απαραίτητων υλικών.....	107
6.5 Παραγωγή Εξαρτημάτων με χρήση 3D – Printer <i>WANHAO Duplicator i3</i>	109
6.6 Τελικό Προϊόν.....	120
6.7 Σχεδιασμός Κυκλώματος.....	121
7. Προγραμματισμός - Κώδικας του KD- 1.....	125
8. Μελλοντική Εργασία – Βελτίωση KD-1.....	126
Βιβλιογραφία.....	127

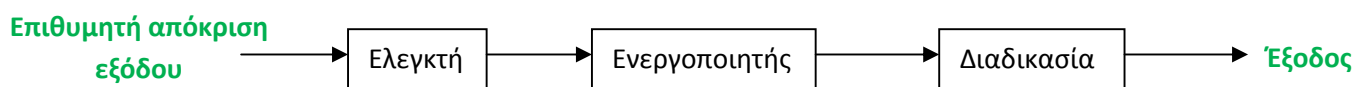
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΣΑΕ)

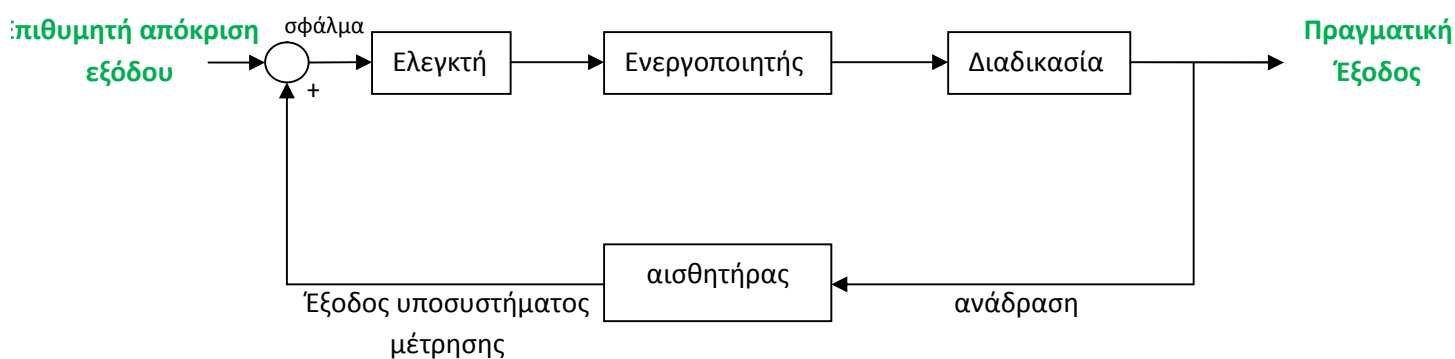
Σύστημα αυτόματου ελέγχου είναι ένα σύνολο διασυνδεδεμένων στοιχείων από το οποίο προκύπτει μία συγκεκριμένη διαμόρφωση (του συστήματος), που με τη σειρά της εξασφαλίζει την επιθυμητή του απόκριση. Η ανάλυση συστημάτων απορρέει, κατά βάση, από τη θεμελίωση της θεωρίας γραμμικών συστημάτων η οποία διέπεται από την αρχή της αιτιώδους συνάφειας (αλληλεξάρτησης) μεταξύ των συνιστωσών ενός συστήματος. Έτσι, μία συνιστώσα ή μία διαδικασία που πρόκειται να υποβληθεί σε έλεγχο, μπορεί να αναπαρασταθεί ως μία δομική μονάδα του συστήματος, όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 1.1.1**. Στο πλαίσιο μιας διεργασίας, η σχέση εισόδου-εξόδου είναι μία σχέση αιτίου-αιτιατού (αποτελέσματος). Η εν λόγω διεργασία απαρτίζεται από ένα σύνολο διαδικασιών επεξεργασίας του συστήματος εισόδου που στοχεύουν στην παραγωγή μιας μεταβλητής εξόδου η οποία, συχνά, είναι ενισχυμένη κατά κάποιον παράγοντα. Ένα σύστημα ελέγχου ανοιχτού βρόγχου, για να παράγει την επιθυμητή απόκριση του συστήματος, χρησιμοποιεί έναν ενεργοποιητή (actuator) και έναν ελεγκτή, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 1.1.2**. Τα συστήματα ελέγχου ανοιχτού βρόγχου δεν διαθέτουν κλάδο ανάδρασης (feedback). Τα συστήματα ανοιχτού βρόγχου δεν χρησιμοποιούμε να ανάδραση. Αντί αυτού του, αξιοποιούν μία ενεργό διάταξη (ενεργοποιητή) για τον άμεσο έλεγχο μιας διαδικασίας.



Σχήμα 1.1.1 Αναπαράσταση μιας ελεγχόμενης διαδικασίας.



Σχήμα 1.1.2 Συστήματα ανοικτού βρόχου (χωρίς ανάδραση).



Σχήμα 1.1.3 Σύστημα κλειστού βρόχου (με ανάδραση).

Σε αντίθεση με τα συστήματα ανοιχτού βρόγχου, ένα σύστημα κλειστού βρόγχου αξιοποιεί μία επιπρόσθετη μέτρηση της πραγματικής εξόδου την οποία συγκρίνει με την επιθυμητή απόκριση στην έξοδο. Το σήμα που παράγεται από αυτήν τη μέτρηση καλείται σήμα ανάδρασης (feedback signal). Στο **Σχήμα 1.1.3** παρουσιάζεται ένα σύστημα ελέγχου κλειστού βρόγχου με ανάδραση (σύστημα αυτόματου ελέγχου κλειστού βρόγχου). Ένα τέτοιο σύστημα έχει την τάση να διατηρεί, δυναμικά, μία προκαθορισμένη σταθερή σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Για να επιτύχει κάτι τέτοιο, συγκρίνει τιμές αυτών των μεταβλητών (ή συναρτήσεων τους) και χρησιμοποιεί τις προκύπτουσες διαφορές για τη διαμόρφωση ενός σήματος ελέγχου. Η χρήση αξιόπιστων αισθητήρων εξασφαλίζει ότι από τη διαδικασία μέτρησης προκύπτει μία καλή προσέγγιση της πραγματικής εξόδου του συστήματος. Ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου κλειστού βρόγχου αξιοποιεί μία συγκεκριμένη ποσότητα του συστήματος εξόδου και ένα σήμα αναφοράς στην είσοδο, για τον έλεγχο της διαδικασίας συνήθως η διαφορά μεταξύ της εξόδου της ελεγχόμενης διαδικασίας και του σήματος αναφοράς ενισχύεται και χρησιμοποιείται με τέτοιον τρόπο ώστε βαθμιαία με ελαττώνεται. Γενικά, η διαφορά που λαμβάνεται μεταξύ πραγματικής και επιθυμεί της εξόδου ισούται προς το σφάλμα το οποίο στη συνέχεια ρυθμίζεται κατάλληλα από τον ελεγκτή. Σε ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου κλειστού βρόγχου χρησιμοποιείται ένα σήμα που προέρχεται από τη μέτρηση της πραγματικής εξόδου. Το σήμα αυτό επιστρέφει μέσω της ανάδρασης στην είσοδο του συστήματος και συγκρίνεται με ένα σήμα αναφοράς που αντιστοιχεί στην επιθυμητή έξοδο.

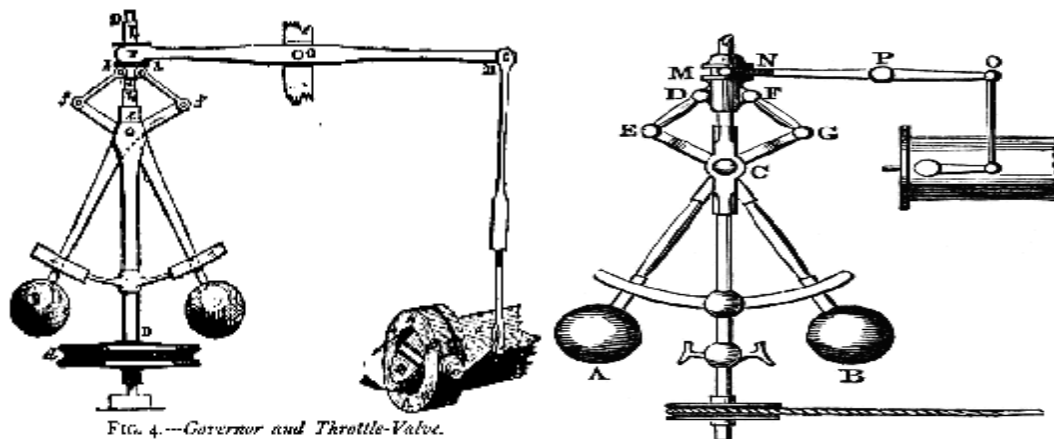
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η πρώτη σημαντική εργασία στο πεδίο του αυτόματου ελέγχου αναφέρεται στον **James Watt** (18ος αιώνας), ο οποίος κατασκεύασε το φυγοκεντρικό ρυθμιστή για τον έλεγχο της ταχύτητας της ατμομηχανής.



Εικόνα 1.2.1 James Watt {19 Ιανουαρίου 1736 - 25 Αυγούστου 1819}, (Πηγή Ε1).

Γεννήθηκε στο Γκρήνοκ της Σκωτίας στις 19 Ιανουαρίου το 1736 και πέθανε στο Χάντσουορθ του Μπέρμινγκχαμ στις 19 Αυγούστου το 1819. Από νεαρή ηλικία έδειξε μεγάλη κλίση στα μαθηματικά και στη μηχανική. Το 1755 πήγε στο Λονδίνο και εργάστηκε κοντά σε ένα διαπρεπή κατασκευαστή μαθηματικών οργάνων και ένα χρόνο αργότερα εγκαταστάθηκε για λογαριασμό του στη Γλασκώβη, όπου και προσλήφθηκε ως μηχανικός στο εκεί Πανεπιστήμιο.



Βασικά Στοιχεία

- Ø Είσοδος: Ατμός
- Ø Σύστημα προς έλεγχο: Ατμομηχανή (ταχύτητα περιστροφής)
- Ø Έξοδος: Γωνιακή ταχύτητα περιστροφής ατμομηχανής
- Ø Ρυθμιστής / Ελεγκτής: Φυγοκεντρικό σύστημα, μάζες m , βαλβίδα

Σχήμα 1.2.3-1.2.4 Διάταξη ελέγχου κινούμενης σφαίρας του **Watt**, (Πηγή E2,E3).

Από τότε δεκάδες επιστήμονες έχουν προσφέρει σημαντικό έργο στον τομέα αυτό, όπως ο **Minorsky**, ο **Hazeu** και ο **Nyquist**.



Nicolas Minorsky

Harry Nyquist

Εικόνα 1.2.4-1.2.5 Nicolas Minorsky {23 Σεπτεμβρίου 1885 – 31 Ιουλίου 1970} - Harry Nyquist {7 Φεβρουαρίου 1889 – 4 Απριλίου 1976},(Πηγή E1,E1).

Το 1922 ο **Minorsky** διαμόρφωσε τη θεωρία για τους αυτομάτως ρυθμιστές των πηδαλίων των πλοίων και έδειξε ότι ευστάθεια του συστήματος μπορεί να προσδιοριστεί από τις διάφορες εξισώσεις της δυναμικής του. Το 1932 ο **Nyquist** ανέπτυξε τη θεωρία της Ευσταθίας ενός κλειστού κυκλώματος ελέγχου στηριζόμενος στα στοιχεία λειτουργίας του αντίστοιχου συστήματος ανοικτού κυκλώματος, δηλαδή χωρίς την ανάδραση του συστήματος. Το 1934, ο **Hazeu** καθιέρωσε τον όρο <<σερβομηχανισμός>> για τα συστήματα ελέγχου θέσεως. Στη δεκαετία του 40 χρησιμοποιήθηκε πολύ η μέθοδος σχεδιασμού διαμέσου της αντιδράσεως του συστήματος στη συχνότητα. στο τέλος της

δεκαετίας του 40 και στις αρχές της δεκαετίας του 50 αναπτύχθηκε ή μέθοδος του γεωμετρικού τόπου των ριζών. οι δύο αυτές μέθοδοι αποτελούν και σήμερα τη βάση της κλασικής θεωρίας του αυτομάτου ελέγχου και οδηγούν σε κριτήρια ευστάθειας του σχεδιασμού συστήματος. το επόμενο βήμα έγινε με την εφαρμογή των Συστημάτων αυτόματου ελέγχου σε συστήματα με πολλές εισόδους και πολλές εξόδους. Εδώ, η κλασική θεωρία δεν μπορεί να δώσει απαντήσεις στα αναφερόμενα προβλήματα. Έτσι αναπτύχθηκαν άλλες θεωρίες οι οποίες, ανάμεσα στα άλλα λαμβάνουν υπόψη τους την στατική κατανομή των εισόδων. Η εξέλιξη της επιστήμης των ηλεκτρονικών και των ψηφιακών κυκλωμάτων, καθώς και των ηλεκτρονικών υπολογιστών, έδωσε μία τεράστια ώθηση στην έρευνα της θεωρίας των συστημάτων αυτόματου ελέγχου σήμερα έχουμε φτάσει σε τέτοιο σημείο προόδου, ώστε ο έλεγχος της παραγωγής μιας βιομηχανικής εγκατάστασης να εκτελείται ολοκληρωτικά μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η σύγχρονη εξέλιξη των μικρο-ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και μικρο-ελεγκτών είναι αλματώδης, έτσι ώστε αυτή τη στιγμή να μην μπορούμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές εξελίξεις, που πηγάζουν από την ικανότητα και εφευρετικότητα των σχεδιαστών στο πεδίο εφαρμογών των μικρο-υπολογιστών. έτσι καθημερινά εμφανίζονται νέα συστήματα με συνεχώς αυξανόμενες δυνατότητες, όπως π.χ. αυτόματα συστήματα ναυσιπλοΐας μέσω δορυφόρων, αυτόματα μηχανοστάσια, αυτόματη διακίνηση εμπορευμάτων, αυτόματες τηλεφωνικές συσκευές θυμούνται μέχρι 100 ή περισσότερους αριθμούς τηλεφώνων και πολλές άλλες εφαρμογές.

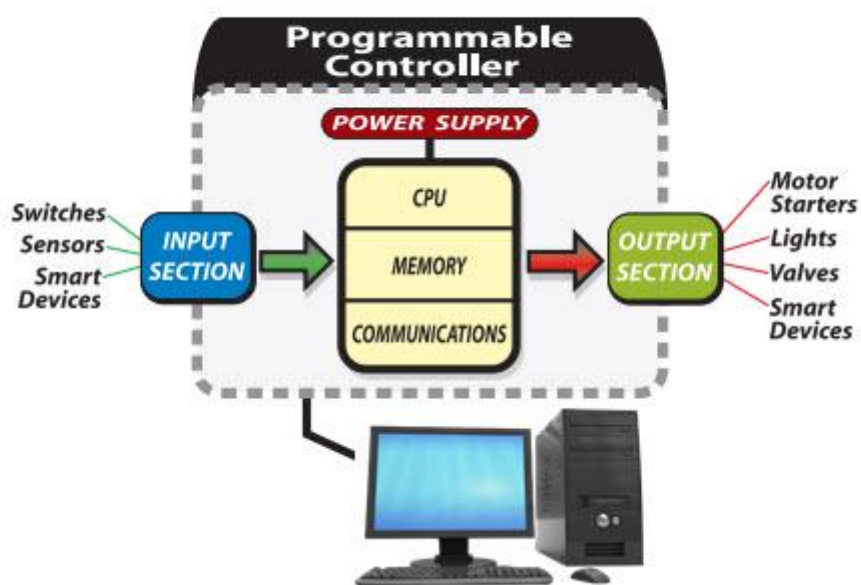
1.3 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ - PLC

Ο αυτοματισμός ή ο αυτοματισμός είναι ο τομέας της επιστήμης και της τεχνολογίας που ασχολείται με την εφαρμογή της επιθυμητής συμπεριφοράς στα φαινόμενα και την κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων καθορίζεται η λειτουργία ενός φαινομένου. Ο αυτοματισμός ονομάζεται επίσης <Επιστήμη Ελέγχου>. Αφορά δύο έννοιες που δεν σχετίζονται μεταξύ τους. Αρχικά, σημαίνει την τυποποίηση μιας διαδικασίας με την εξεύρεση σαφώς καθορισμένων οδηγιών που πρέπει να ακολουθηθούν για την επίτευξη ενός επιθυμητού αποτελέσματος. Έτσι, η αυτοματοποίηση δεν είναι τίποτα περισσότερο από την εξεύρεση αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος ή την κατασκευή ενός αυτόνομου μηχανισμού που εκτελεί αυτόν τον αλγόριθμο για είσοδο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Επίσης, ο έλεγχος μιας αυτοματοποιημένης βιομηχανικής διαδικασίας (διαδικασία κατασκευής, διαδικασία μαζικής παραγωγής, κλπ.) Αποκαλείται συχνά αυτοματοποίηση. Ο αυτοματισμός ανασχηματίστηκε μέσω της μηχανικής και της ηλεκτροτεχνικής μηχανικής στον 20ο αιώνα ως τομέας μηχανικού επιστήμονα που ασχολείται με τον έλεγχο και τη συντήρηση της διαδικασίας σε μια καθορισμένη κατάσταση. Ο αυτοματισμός, για παράδειγμα, στοχεύει στη σταθερή διατήρηση της θερμοκρασίας ενός θερμοστάτη, του αεροπλάνου, της ταχύτητας ενός αυτοκινήτου κλπ. Ο αυτοματισμός βασίζεται εννοιολογικά στη θεωρία των ελέγχων και στους μηχανισμούς ανάδρασης, οπότε ήταν ένα σημαντικό σημείο εκκίνησης για την κυβέρνηση. Σε αντίθεση με την τελευταία όμως, ο αυτοματισμός έχει έναν αυστηρά εφαρμοσμένο χαρακτήρα και στην πράξη αξιοποιεί ποικιλία εξειδικευμένων προϊόντων ηλεκτρονικής και τεχνολογίας πληροφοριών (π.χ. μικρο-ελεγκτές, συστήματα πραγματικού χρόνου, τεχνολογίες CAx). Η σημασία του αυτοματισμού είναι μεγάλη στη βιομηχανία, όπου μειώνει σημαντικά την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση (π.χ. σε τηλεμετρίες, αυτόματο έλεγχο γραμμών παραγωγής κλπ). Οι αυτοματισμοί είναι διαδομένη μεταξύ άλλων στις χημικές βιομηχανίες, στις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, στη βιομηχανία παραγωγής χαρτιού, αυτοκινήτων και κατεργασίας χάλυβα. Η έννοια του αυτοματισμού κατέχει κυρίαρχο ρόλο στη βιομηχανική μας κοινωνία.



Εικόνα 1.3.1 Βιομηχανικά Ρομπότ σε αυτοκινητοβιομηχανία. Στάδιο συγκόλλησης κύριου σώματος, (Πηγή E4).

Για να αυξηθεί η παραγωγή ενός εργοστασίου ανά εργαζόμενο, χρησιμοποιούνται αυτόματες μηχανές. Η χρήση τους εξασφαλίζει, επιπλέον, τη μετατόπιση του κόστους που ανακύπτει από την αύξηση των μισθών και τις πληθωριστικές πιέσεις. Κύριο μέλημα των βιομηχανιών είναι η εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγικότητας ανά εργαζόμενο. Ως παραγωγικότητα ορίζουμε το λόγο της φυσικής εξόδου (παραγόμενο προϊόν εκτιμώμενο σε χρηματικές μονάδες) προς τη φυσική είσοδο του συστήματος (στη γενική περίπτωση, ενέργεια, πρώτες ύλες, εργατοώρες κλπ, σε χρηματικές μονάδες). Εξειδικευμένοι υπολογιστές υψηλής αντοχής, οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC), χρησιμοποιούνται για να συγχρονίσουν τη ροή εισόδων από φυσικούς αισθητήρες με τη ροή εντολών προς συσκευές εξόδου (π.χ. βραχίονες). Η **αναδραστική** και **ντετερμινιστική** λειτουργία του συστήματος οδηγεί σε αυστηρά ελεγχόμενες διεργασίες, κατάλληλες για χρήση σε βιομηχανικές μονάδες. Η εργασία του αυτοματιστή στο προηγούμενο παράδειγμα συνίσταται στον κατάλληλο προγραμματισμό του PLC (συνήθως σε συμβολική γλώσσα).



Σχήμα 1.3.2 Διαδικασία λειτουργίας PLC, (Πηγή E5).

Βασικές λειτουργίες PLC

- Ø Έλεγχος εισόδου - Εντοπίζει την κατάσταση όλων των συσκευών εισόδου που είναι συνδεδεμένες στο PLC
- Ø Σάρωση προγράμματος - Εκτελεί τη λογική του προγράμματος που έχει δημιουργήσει ο χρήστης
- Ø Σάρωση εξόδου - Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί όλες τις συσκευές εξόδου που είναι συνδεδεμένες στο PLC
- Ø Housekeeping - Περιλαμβάνει επικοινωνία με συσκευές προγραμματισμού και εκτέλεση εσωτερικών διαγνωστικών



Εικόνα 1.3.3 PLC της εταιρίας Siemens που χρησιμοποιήθηκε στο Skills USA Robotic and Automation Technology (RAT) competition, (Πηγή E6).



Εικόνα 1.3.4 Arduino PLC για βιομηχανική χρήση, (Πηγή E7).

1.4ΟΡΟΣ ΡΟΜΠΟΤ

Η λέξη ρομπότ προέρχεται από την τσέχικη λέξη, Robota που σημαίνει καταναγκαστική εργασία, ή αλλιώς σκλάβος του ανθρώπου. Ρομπότ (Robot) ονομάζεται οποιαδήποτε μηχανική συσκευή που μπορεί να υποκαθιστά τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες. Επίσης, σύμφωνα με τον ορισμό του Ινστιτούτο ρομπότ των ΗΠΑ, ορίζεται ως ένα προγραμματιζόμενο και πολυλειτουργικό μηχανήμα σχεδιασμένο για να μετακινεί υλικά, εργαλεία ή συσκευές με προγραμματισμένες κινήσεις και να πραγματοποιεί μία ποικιλία εργασιών. Ένα ρομπότ μπορεί να δράσει κάτω από τον απευθείας έλεγχο ενός ανθρώπου ή αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός προγραμματισμένου υπολογιστή. Τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να κάνουν εργασίες, οι οποίες είτε είναι δύσκολες είτε επικίνδυνες για να γίνουν απευθείας από έναν άνθρωπο. Σε άλλες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν εργασίες ταχύτερα ή φθηνότερα απ' ότι ο άνθρωπος. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αυτόματη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κάποιου προϊόντος και με χαμηλότερο κόστος.



Εικόνα 1.4.1 Μελλοντικός εργάτης ρομπότ, (Πηγή Ε11).

Βασικά χαρακτηριστικά ενός ρομπότ

- Ένα ρομπότ πρέπει να είναι *ευπροσάρμοστο*
- Ένα ρομπότ πρέπει να *αντιλαμβάνεται* και να προσαρμόζεται στο περιβάλλον του

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η Ιστορία των Ρομπότ, οι πρώτοι μύθοι. Πολλές μυθολογίες, θρησκείες και κουλτούρες από όλο τον κόσμο αναφέρουν κάποιου είδους ανδρείκελου με τεχνητή νοημοσύνη ή μηχανικούς υπηρέτες. η πρώτη παραβολή σε τέτοιου είδους ανδρείκελου γίνεται στην ελληνική μυθολογία με τον Τάλως. Υπάρχουν διαφορετικές εκδοχές σχετικά με την προσέλευση του. Ο Τάλως ήταν μυθικός χάλκινος γίγαντας, το πρώτο ρομπότ στην ιστορία, που προστάτευε την μινωική Κρήτη από κάθε επίδοξο εισβολέα. Ο Τάλως είναι από τις πιο αγαπητές μυθικές προσωπικότητες του αρχαίου κόσμου και ένας από τους πιο σημαντικούς ελληνικούς μύθους.



Εικόνα 1.4.2 Ο Ιάσωνας και η Αργοναυτές αντιμετωπίζουν με τον Τάλω στη Κρήτη, (Πηγή Ε8).

Ο Τάλως δεν γεννήθηκε αλλά φτιάχτηκε είτε από τον ίδιο το Δία ή σύμφωνα με άλλες παραλλαγές του μύθου με την εντολή του Δία από τον πολυτεχνίτη Δαίδαλο ή τον Ήφαιστο, θεό της φωτιάς και του σιδήρου. Ο Τάλως, ένας χρυσός σκύλος που δεν του ξέφευγε κανένα θήραμα και μία φαρέτρα με βέλη που δεν έχαναν ποτέ τον στόχο τους. ήταν τα τρία δώρα του Μέγιστου των θεών, Δία, προς την αγαπημένη του Ευρώπη που του χάρισε τρεις γιούς, το Μίνωα, μυθικό βασιλιά της Κνωσού, τον Ραδάμανθυ και τον Σαρπηδόνα. Σε νόμισμα που βρέθηκε στο μινωικό ανάκτορο της Φαιστού, ο Τάλως απεικονίζεται νέος, γυμνός και με φτερά στους ώμους.



Εικόνα 1.4.3 Δίδραχμο της Φαιστού, 280 π.χ. Ο φτερωτός Τάλως οπλισμένος με πέτρα, (Πηγή Ε9).

Πιθανώς τα φτερά εξηγούν τη μεγάλη του ταχύτητα αφού μπορούσε τρεις φορές τη μέρα να γυρίσει ολόκληρη την Κρήτη. Εξωτερικά ο Τάλως έμοιαζε με θεόρατο άντρα που το σώμα του ήταν φτιαγμένο από χαλκό. Είχε μία και μόνη φλέβα που του έδινε ζωή. Αυτή ξεκινούσε από τον αυχένα και κατέληγε στους αστραγάλους ενώ αντί για αίμα έτρεχε μέσα της λιωμένο μέταλλο. Στους αστραγάλους του υπήρχε σφηνωμένο ένα χάλκινο καρφί που δεν άφηνε να χυθεί το υγρό που τον κρατούσε στη ζωή.

Ήδη λοιπόν από την Ελληνιστική Εποχή αναφέρονται κατασκευές, οι οποίες έχουν αυτοματισμό και μηχανικό προγραμματισμό. Μολαταύτα, οι πρώτη πραγματική αρχή των ρομπότ τοποθετείται στο 17^ο και στον 18^ο αιώνα. Τότε άρχισαν να κατασκευάζονται τα Αυτόματα. Μα, πριν να πάμε σε αυτά, ας δούμε τι είχαν πετύχει οι αλεξανδρινοί μας πρόγονοι και μετά από αυτούς οι Βυζαντινοί. Ο αρχαιότερος γνωστός αυτοματισμός είναι, φυσικά, ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων.



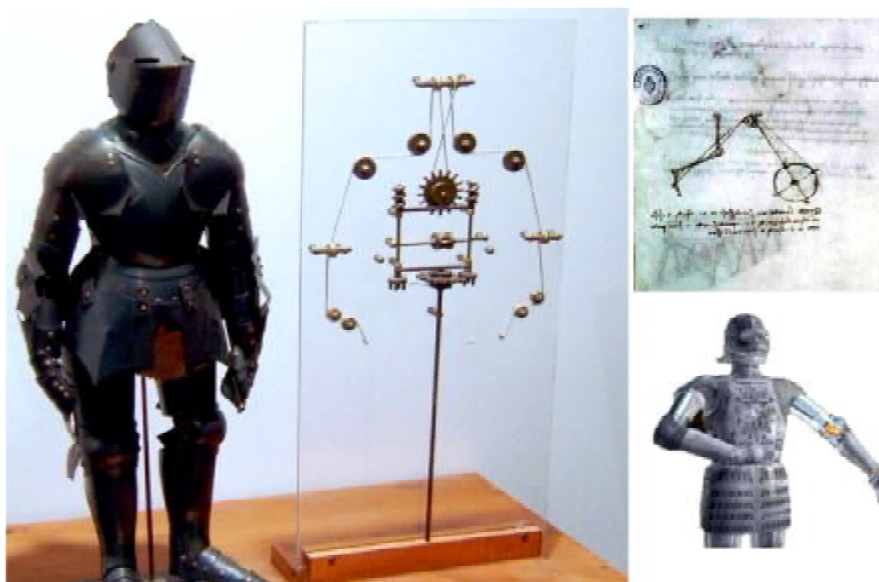
Εικόνα 1.4.4 Μηχανισμός Αντικυθήρων, (Πηγή Ε12).

Ο Αρχύτας από τον Τάραντα, που συγκαταλέγεται στους πρώτους οραματιστές του κλάδου, κατασκεύασε (μέσα 4ου π.χ. αιώνα) μια ιπτάμενη «περιστερά», που ήταν ατμοωθούμενη και η οποία κατάφερε να πετάξει μέχρι και 200 μέτρα, σύμφωνα με τις πηγές. Ο Ήρωνας ο Αλεξανδρέας κατασκεύασε και το πρώτο προγραμματιζόμενο αυτόματο, που ήταν ένα αυτοκινούμενο τρίκυκλο. Στη θεωρία του αυτοματισμού συνεισέφερε με το κορυφαίο σύγγραμμα της αρχαίας μηχανικής, με τον ενδεικτικό τίτλο «Αυτοματοποιητική». Ο Ήρων έζησε το 1^ο μ.χ. αιώνα. Καθώς τελείωνε η Αρχαιότητα και η Ευρώπη έμπαινε στον Μεσαίωνα, δεν ξεχάστηκαν και δε χάθηκαν ούτε τα επιτεύγματα των Ελλήνων, ούτε το όραμα τους αλλά ούτε και η διάθεση των Ρωμαίων (μετέπειτα Βυζαντινών) να επινοήσουν και να κατασκευάσουν αυτόματα. Έτσι σε όλη την αυτοκρατορία υπήρχαν διάσπαρτα αυτά τα υπέροχα δείγματα της μηχανικής και του αυτοματισμού. Το υδραυλικό ρολόι της Γάζας (6ος μ.χ. αιώνας). Σε αυτό ένας μηχανικός Ηρακλής ήταν προγραμματισμένος να σημαίνει τις ώρες με το ροπαλό του. Περιώνυμος ήταν ο μηχανικός θρόνος του αυτοκράτορα Θεοφίλου από χρυσό (9ος μ.χ. αιώνας). Τον είχε κατασκευάσει ο Λέων ο μαθηματικός, ο μεγαλύτερος ίσως μαθηματικός και μηχανικός του Μεσαίωνα. Ο θρόνος είχε στη βάση του μηχανικά λιοντάρια που «βρυχούνταν» και μηχανικά πουλιά, στα ψεύτικα κλαδιά ενός τεχνητού πλατάνου, και τα οποία «κελαηδούσαν». Το κάθισμα μαζί με τον αυτοκράτορα, με κάποιο σύστημα, ανυψωνόταν πάνω από τα κεφάλια όλων. Οι Άραβες ως γνωστόν μετέφρασαν και διέδωσαν σε όλον τον αραβικό κόσμο τα συγγράμματα του Αρχύτα του Ταραντίνου και του Ήωνα του Αλεξανδρέα. Πολύ γνωστό είναι πως επιδίδονταν και στην κατασκευή αυτομάτων. Ο Αλ Γιαζάρι κατασκεύασε το πρώτο ανθρωποειδές αυτόματο του Μεσαίωνα, έναν τυμπανιστή. Στον παρόν άρθρο γίνεται εκτενής αναφορά στα αυτόματα, μια και είναι ένα πάρα πολύ μεγάλο και σημαντικό κεφάλαιο στην Ιστορία των Ρομπότ. Η εξέλιξη των αυτομάτων καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντελήφθη και διαμόρφωσε τη διαδικασία με την οποία προγραμματίζεται ένα μηχανισμός, δημιουργώντας την ψευδαίσθηση πραγματικής ανθρώπινης αντίδρασης και κίνησης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνάρμοση και την κατασκευή συνδέσεων και μηχανικών αλληλουχιών κίνησης, οι οποίες αποτελούνται από απλούς στροφάλους, σχοινιά, γρανάζια, τροχαλίες, πλήκτρα, ελάσματα, κλειδιά και ελατήρια. Αποτέλεσμα είναι ένα λειτουργικό σύνολο – μηχανισμός, ο οποίος καταφέρνει να «χορογραφεί» τα «άκρα» του, τα «μάτια» του, ακόμη και τα «φρύδια» του!



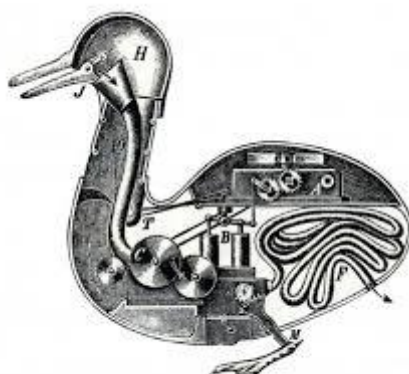
Εικόνα 1.4.5 Μηχανική κλειδοκυμβαλίστρια, 18ος αιώνας. Είναι προγραμματισμένη να παίζει ολόκληρα μουσικά κομμάτια. Μουσείο Paul-Dupuy, (Πηγή E10).

Πέραν όλων των παραπάνω κατασκευάστηκαν και πιο περίπλοκα αυτόματα, τα οποία μπορούσαν να παίζουν μουσικά όργανα, να σχεδιάζουν, να χειρίζονται τόξο και βέλη, να παίζουν σκάκι. Όχι και τόσο μακρινοί συγγενείς των αυτομάτων είναι τα κουρδιστά ρολόγια καθώς και οι λατέρνες και οι ρομβίες. Επίσης, το παλαιότερο σωζόμενο σχέδιο ανθρωποειδούς Αυτόματου είναι αυτό ενός πολεμιστή με πανοπλία. Τα σχέδια ανήκουν στον πνευματικό γίγαντα της Αναγέννησης Λεονάρντο Ντα Βίντσι (Leonardo Da Vinci). Το συγκεκριμένο Αυτόματο μπορούσε να ανασηκώνεται και να κινεί τα χέρια του και το κεφάλι του με περιορισμένες όμως κινήσεις. Ο Λεονάρντο το σχεδίασε για μάχη, όπως και πολλές από τις μηχανές του.



Εικόνα 1.4.6 Το Αυτόματο του Λεονάρντο Ντα Βίντσι και ο εσωτερικός του μηχανισμός, όπως εκτίθενται, (Πηγή Ε10).

Θα αναφερθούμε ακόμη και στον Γάλλο Ζακ Ντε Βωκανσόν (Jacques De Vaucanson), που κατασκεύασε μία πάπια – Αυτόματο. Η πάπια μπορούσε να «τρώει» σπόρους και να κουνάει τα φτερά της. Στην εποχή της έκανε τεράστια εντύπωση.



Εικόνα 1.4.7 Το Αυτόματο-πάπια του Ζακ Ντε Βωκανσόν, (Πηγή Ε10).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως αυτόματα δεν έφτιαχναν μόνο οι Ευρωπαίοι, το 19^ο αιώνα ο Ιάπωνας *Χισασίγκε Τανάκα* (Hisashige Tanaka) δημιούργησε ρομποτικούς μηχανισμούς που είχαν την «ικανότητα» γραφής ιαπωνικών ιδεογραμμάτων ή σερβιρίσματος τσαγιού.



Εικόνα 1.4.8 Αυτόματα που σερβίρουν τσάι. Κατασκευαστής *Χισασίγκε Τανάκα*, (Πηγή E10).

1.5 ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Η Ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης που μελετά τις μηχανές εκείνες που μπορούν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο στην εκτέλεση μιας εργασίας, η οποία συνδυάζει τη φυσική δραστηριότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ο ορισμός αυτός αντανάκλα την τρέχουσα χρήση των ρομπότ στη βιομηχανία, η οποία αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο και ώριμο τομέα εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας και των προϊόντων της. Τυπικές εφαρμογές τους στη βιομηχανία περιλαμβάνουν τη φόρτωση - εκφόρτωση προϊόντων τη βαφή την κοπή κ.τ.λ. Άλλοι τομείς εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας είναι η εξερεύνηση του διαστήματος, η ιατρική, οι αγροτικές εφαρμογές, η έρευνα και διάσωση κ.τ.λ. Η ρομποτική τεχνολογία στους τομείς αυτούς, παρά την ύπαρξη πρωτοτύπων, είναι ακόμη σε πρωταρχικό στάδιο. Τα αίτια για το γεγονός αυτό μπορούν να αναζητηθούν στην έλλειψη βαθύτερης κατανόησης των μηχανισμών ελέγχου που επιτρέπουν στον άνθρωπο να χειρίζεται επιδέξια μια ποικιλία αντικειμένων στην καθημερινότητά του. Για παράδειγμα, ο επιτυχής χειρισμός ενός ποτηριού αποτελεί μια καθημερινή ενέργεια ενός ανθρώπου, χωρίς ο ίδιος να είναι σε θέση να εξηγήσει τις λεπτομέρειες και την αλληλουχία των ενεργειών που είχαν ως αποτέλεσμα την επιτυχή έκβαση της δράσης του. Η ερευνητική δραστηριότητα για την προαγωγή της επιστήμης και της τεχνολογίας σ αυτόν τον τομέα είναι, επομένως, ιδιαίτερα έντονη. Τα έργα επιστημονικής φαντασίας έχουν επηρεάσει τους περισσότερους στον τρόπο με τον οποίο φαντάζονται τα ρομπότ. Από τα βιβλία του Ρώσου συγγραφέα *Ισαάκ Ασίμωφ* τη δεκαετία του 1940 έως τα κινηματογραφικά έργα, όπως ο πόλεμος των άστρων, τα ρομπότ παρουσιάζονται σαν ανθρωποειδή τα οποία μπορούν να περπατούν, να μιλούν, να βλέπουν, να ακούνε και, σε μερικές περιπτώσεις, να είναι προικισμένα με αισθήματα. Στην επιστημονική κοινότητα, ρομπότ θεωρούνται οι μηχανές αυτές, οι οποίες ανεξάρτητα από την εμφάνισή τους, είναι ικανές να αλλάξουν το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν, μέσα από δράσεις που ακολουθούν κάποιους εγγενείς κανόνες και με βάση δεδομένα για το ίδιο το

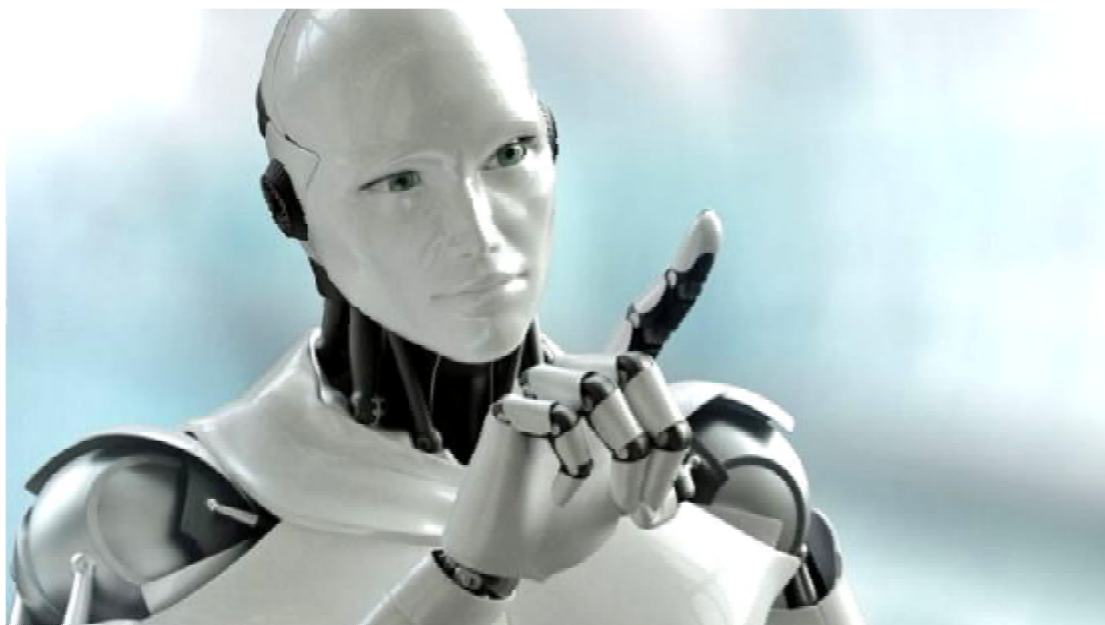
ρομπότ και για το περιβάλλον του, που αποκτώνται από τα αισθητήρια με τα οποία είναι εφοδιασμένο.



Εικόνα 1.5.1 Isaak Asimov {2 Ιανουαρίου 1920 – 6 Απριλίου 1992}, (Πηγή E13).

✓ Οι 3 νόμοι του Isaak Asimov

1. Το ρομπότ δε θα κάνει κακό σε άνθρωπο, ούτε με την αδράνειά του θα επιτρέψει να προκληθεί βλάβη σε ανθρώπινο ον.
2. Το ρομπότ πρέπει να υπακούει τις διαταγές που του δίνουν οι άνθρωποι, εκτός αν αυτές οι διαταγές έρχονται σε αντίθεση με τον πρώτο νόμο.
3. Το ρομπότ οφείλει να προστατεύει την ύπαρξή του, εφόσον αυτό δεν συγκρούεται με τον πρώτο και τον δεύτερο νόμο



Εικόνα 1.5.2 Ανθρωποειδής Ρομπότ, (Πηγή E14).

1.6 ΕΙΔΗ ΡΟΜΠΟΤ

- Βιομηχανικά ρομπότ
- Ρομποτικοί Χειριστές
- Αυτοκινούμενα
- Τηλεχειριζόμενα
- Νανορομπότ
- Πολύ – ρομποτικά συστήματα
- Ανθρωποειδή και βιο - μιμητικά

Βιομηχανικά Ρομπότ

Ένα βιομηχανικό ρομπότ καθορίζεται από το πρότυπο ISO ως ένας αυτόματα ελεγχόμενος, επαναπρογραμματιζόμενος, πολλαπλός βραχίονας κατασκευασμένος με τρεις ή περισσότερους άξονες. Το πεδίο της ρομποτικής μπορεί να χαρακτηριστεί πιο ουσιαστικά ως η μελέτη, ο σχεδιασμός και η χρήση robot για την δημιουργία κατασκευών (ένας top-level ορισμός στηρίζεται στον εκ των προτέρων καθορισμό των ρομπότ). Τυπικές εφαρμογές της ρομποτικής είναι η συγκόλληση, οι βαφές, η συναρμολόγηση, η τοποθέτηση (όπως συσκευασίες, παλετοποιήσεις και SMT), ο έλεγχος προϊόντων, και οι δοκιμές. Και όλα αυτά με υψηλή αντοχή, ταχύτητα και ακρίβεια.

Είδη Βιομηχανικών ρομπότ

Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα ρομπότ είναι τα αρθρωτά, τα SCARA και τα ρομπότ που χρησιμοποιούν τις καρτεσιανές συντεταγμένες (γνωστά και ως ρομπότ πίνακα ή ρομπότ X Y Z). Στο πλαίσιο της γενικής ρομποτικής, τα περισσότερα είδη ρομπότ εμπίπτουν στην κατηγορία των ρομποτικών βραχιόνων, συνυφασμένο με τη χρήση της λέξης βραχίονας στο προαναφερθέν πρότυπο (ISO). **Τα ρομπότ εμφανίζουν διαφορετικό βαθμό αυτονομίας:**

- Ø Μερικά ρομπότ προγραμματίζονται για την πιστή εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών ξανά και ξανά (επαναλαμβανόμενες πράξεις) χωρίς μεταβολές και με υψηλό βαθμό ακρίβειας. Οι δράσεις αυτές καθορίζονται από προγραμματισμένες ρουτίνες που καθορίζουν την κατεύθυνση, την επιτάχυνση, την ταχύτητα, την επιβράδυνση, και την απόσταση από μια σειρά συντονισμένων κινήσεων.
- Ø Άλλα ρομπότ είναι πολύ πιο ευέλικτα ως προς τον προσανατολισμό του αντικειμένου το οποίο λειτουργούν, ή ακόμα και την εργασία που πρέπει να εκτελεστεί στο ίδιο το αντικείμενο, το οποίο μπορεί ακόμα να χρειαστεί να προσδιοριστεί από το ίδιο το ρομπότ. Για παράδειγμα, για πιο ακριβή καθοδήγηση, τα ρομπότ συχνά περιέχουν υποσυστήματα μηχανικής όρασης που ενεργούν ως "μάτια". Συνδεδεμένα με ισχυρούς υπολογιστές ή ελεγκτές (controllers). Η τεχνητή νοημοσύνη, ή ότι μοιάζει με αυτή, γίνεται όλο και πιο σημαντικός παράγοντας στα σύγχρονα βιομηχανικά ρομπότ.



Εικόνα 1.6.1 Αρθρωτό βιομηχανικό ρομπότ που λειτουργεί σε χυτήριο, (Πηγή Ε15).

Ρομποτικοί Χειριστές

Ένας χειριστής ρομπότ ή ένας βραχίονας είναι ένας τύπος μηχανικού βραχίονα, συνήθως προγραμματιζόμενος, με λειτουργίες παρόμοιες με έναν ανθρώπινο βραχίονα. Ο βραχίονας μπορεί να είναι το άθροισμα του μηχανισμού ή μέρος ενός πιο σύνθετου ρομπότ. Οι αρθρώσεις ενός τέτοιου χειριστή συνδέονται με συνδέσεις που επιτρέπουν είτε μια περιστροφική κίνηση (όπως ένα αρθρωτό ρομπότ) είτε μια μετατόπιση (γραμμική). Οι συνδέσεις του χειριστή μπορούν να θεωρηθούν ως κινηματική αλυσίδα. Το τέλος της κινηματικής αλυσίδας του χειριστή ονομάζεται χειριστής τερματισμού και αντιστοιχεί στο ανθρώπινο χέρι.

Είδη ρομποτικών χειριστών

- **Καρτεσιανό ρομπότ / Ρομπότ γερανού :** Χρησιμοποιείται για εργασίες συλλογής και τοποθέτησης , εφαρμογή στεγανοποιητικού υλικού, εργασίες συναρμολόγησης, χειρισμός εργαλειομηχανών και συγκόλληση τόξου. Είναι ένα ρομπότ του οποίου το χέρι έχει τρεις πρισματικές αρθρώσεις, των οποίων οι άξονες συμπίπτουν με έναν καρτεσιανό συντονιστή.
- **Κυλινδρικό ρομπότ :** Χρησιμοποιείται για εργασίες συναρμολόγησης, χειρισμού σε εργαλειομηχανές, συγκόλληση σημείων και χειρισμό σε μηχανές μορφοποίησης. Είναι ένα ρομπότ των οποίων οι άξονες σχηματίζουν ένα κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων.
- **Σφαιρικό ρομπότ / Πολικό ρομπότ:** Χρησιμοποιείται για χειρισμό εργαλειομηχανών, συγκόλληση σημείων, εκτόξευση, φτεράματα, συγκόλληση αερίου και συγκόλληση τόξου. Είναι ένα ρομπότ των οποίων οι άξονες σχηματίζουν ένα πολικό σύστημα συντεταγμένων.
- **SCARA ρομπότ :** Χρησιμοποιείται για την επιλογή και τοποθέτηση των εργασιών, την εφαρμογή στεγανωτικού, τις εργασίες συναρμολόγησης και τα εργαλεία χειρισμού. Αυτό το ρομπότ διαθέτει δύο παράλληλες περιστροφικές αρθρώσεις για να παρέχει συμμόρφωση σε ένα επίπεδο.
- **Αρθρωτό ρομπότ :** Χρησιμοποιείται για εργασίες συναρμολόγησης, χύτευση με έλαση, φούσκωμα μηχανών, συγκόλληση αερίου, συγκόλληση τόξου και βαφή με

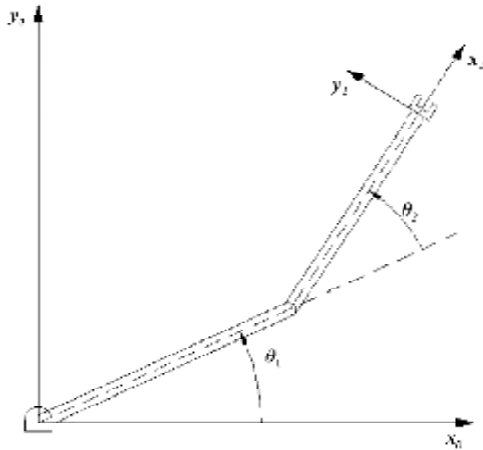
ψεκασμό. Είναι ένα ρομπότ του οποίου ο βραχίονας έχει τουλάχιστον τρεις περιστροφικές αρθρώσεις.

- **Παράλληλο ρομπότ :** Μία χρήση είναι μια φορητή πλατφόρμα προσομοίωσης πτήσης πιλοτηρίου. Είναι ένα ρομπότ των οποίων τα χέρια έχουν ταυτόχρονες πρισματικές ή περιστροφικές αρθρώσεις.
- **Ανθρωπομορφικό ρομπότ :** Είναι διαμορφωμένο κατά τρόπο που μοιάζει με ανθρώπινο χέρι, δηλαδή με ανεξάρτητα δάχτυλα και αντίχειρες.



Εικόνα 1.6.2 Βιομηχανικοί ρομποτικοί βραχίονες, (Πηγή E16-E17).

Ορθή Κινηματική Ανάλυση



Ορίζουμε ένα **σύστημα συντεταγμένων Βάσης**. Οι συντεταγμένες του ρομποτικού βραχίονα εκφράζονται ως προς το σύστημα βάσης ως:

$$x = a_1 \cos(q_1) + a_2 \cos(q_1 + q_2)$$

$$y = a_1 \sin(q_1) + a_2 \sin(q_1 + q_2)$$

Σχήμα 1.6.3 Σύστημα συντεταγμένων βάσης (**base or world frame**), (Πηγή E20).

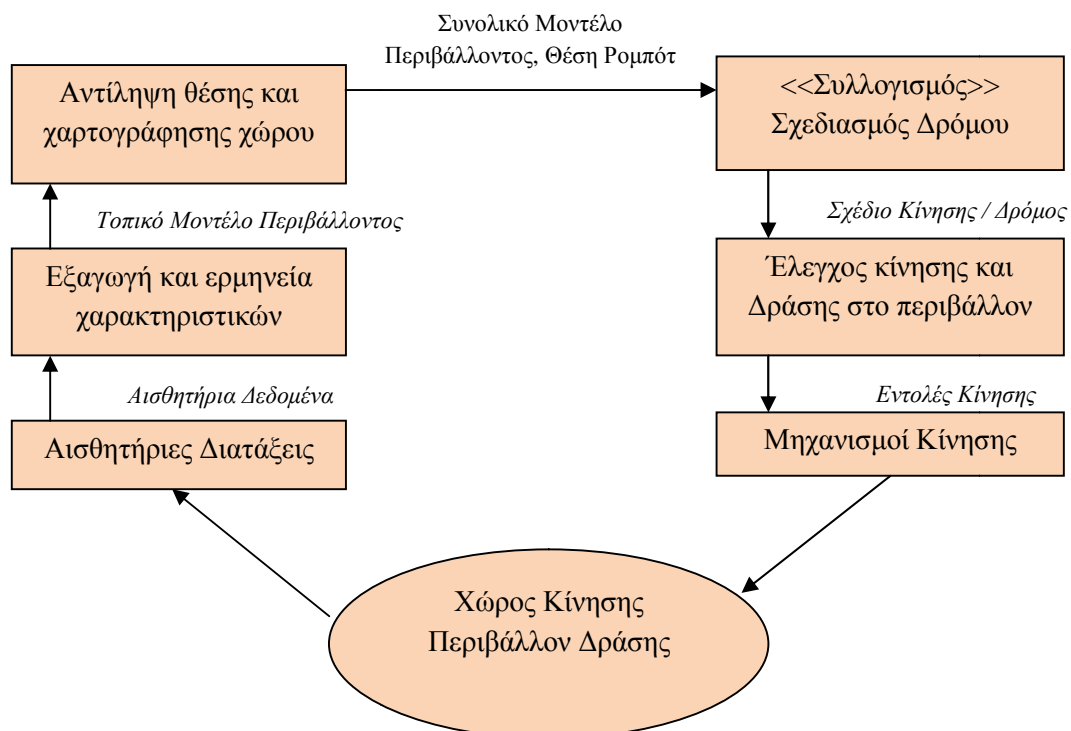
Αυτοκινούμενα

Τα κινούμενα ρομπότ έχουν την δυνατότητα μεταφοράς στο χώρο εργασίας, με αυτόνομη (ή τηλεχειριζόμενη) κίνηση.

- § Αυτόνομη κίνηση: δυνατότητες χαρτογράφησης και αντίληψης θέσης στο χώρο, καθώς και σχεδιασμού δρόμου
- § Εργασία σε «μη φιλικό» προς τον άνθρωπο περιβάλλον, ή αλληλεπίδραση με τον άνθρωπο στο περιβάλλον εργασίας
- § Μηχανισμοί δημιουργίας κίνησης και αισθητήριες διατάξεις

Βασική Δομή Ελέγχου

Βάση Γνώσης Περιγραφή Αποστολής



Εικόνα 1.6.4 Αυτοκινούμενο ρομπότ delivery, (Πηγή E19).

Τηλεχειριζόμενα

Τα τηλεχειριζόμενα ή τηλερομπότ συνδυάζουν τηλεχειρισμό από τον άνθρωπο και αυτονομία και μπορούν να λειτουργήσουν τόσο σε ημιδομημένα όσο και σε πλήρως αδόμητα περιβάλλοντα. Μπορούν να εκτελούν μη επαναλαμβανόμενες εργασίες χωρίς να έχουν τέλεια γνώση του χώρου εργασίας τους. Το μεγαλύτερο πρόβλημά τους είναι οι μεταβαλλόμενες χρονικές καθυστερήσεις ανάμεσα στο ρομπότ και το χειριστή, που οφείλονται κυρίως στα συστήματα επικοινωνίας. Οι κυριότερες εφαρμογές τους είναι οι ιατρικές, οι υποθαλάσσιες και οι διαστημικές εφαρμογές.



Εικόνα 1.6.5-1.6.6 Εφαρμογή ρομπότ στο κλάδο υγείας, (Πηγή E20-E21).

Νανορομπότ

Το Nanorobium είναι ένας αναδυόμενος τεχνολογικός τομέας που παράγει μηχανήματα ή ρομπότ τα συστατικά του οποίου βρίσκονται στην περιοχή ενός νανόμετρου (10⁻⁹ μέτρα) ή κοντά σε αυτά. Συγκεκριμένα, τα νανοσωματίδια (σε αντιδιαστολή με τα μικροβιοβόλα) αναφέρονται στη νανοτεχνολογική πειθαρχία του σχεδιασμού και της κατασκευής νανορρόβιων, με συσκευές που κυμαίνονται από 0,1 έως 10 μικρόμετρα και κατασκευάζονται από νανοκλίμακα ή μοριακά συστατικά.



Εικόνα 1.6.7 Ολοκληρωμένο ρομπότ, (Πηγή E22).

Οι όροι nanobot , nanoid, νανοί , νανομηχανές ή νανομάτες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν τέτοιες συσκευές που βρίσκονται σήμερα υπό έρευνα και ανάπτυξη. Οι νανομηχανές βρίσκονται σε μεγάλο βαθμό στη φάση έρευνας και ανάπτυξης, αλλά έχουν δοκιμαστεί μερικά πρωτόγονα μοριακά μηχανήματα και νανοκινητήρες. Ένα παράδειγμα είναι ένας αισθητήρας που έχει διακόπτη περίπου 1,5 νανόμετρα, ικανό να μετρήσει συγκεκριμένα μόρια σε ένα χημικό δείγμα. Οι πρώτες χρήσιμες εφαρμογές των νανομηχανών μπορεί να είναι στη νανοϊατρική. Για παράδειγμα, βιολογικά μηχανήματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό και την καταστροφή των καρκινικών κυττάρων. Μια άλλη πιθανή εφαρμογή είναι η ανίχνευση τοξικών χημικών ουσιών και η μέτρηση των συγκεντρώσεών τους στο περιβάλλον. Το Πανεπιστήμιο Ράις έχει επιδείξει ένα μονοκινητήριο αυτοκίνητο που αναπτύχθηκε από μια χημική διαδικασία και περιλαμβάνει Buckminsterfullerenes (buckyballs) για τροχούς. Ενεργοποιείται με τον έλεγχο της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και τοποθετώντας μια άκρη μικροσκοπίου σήραγγας σάρωσης . Ένας άλλος ορισμός είναι ένα ρομπότ που επιτρέπει ακριβείς αλληλεπιδράσεις με αντικείμενα νανοκλίμακας ή μπορεί να χειριστεί με ανάλυση της νανοκλίμακας. Τέτοιες συσκευές σχετίζονται περισσότερο με τη μικροσκοπία ή τη μικροσκοπία ανίχνευσης σάρωσης , αντί για την περιγραφή των nanorobots ως μοριακής μηχανής . Χρησιμοποιώντας τον ορισμό της μικροσκοπίας, ακόμη και μια μεγάλη συσκευή, όπως ένα μικροσκόπιο ατομικής δύναμης, μπορεί να θεωρηθεί ως νανοροβωτικό όργανο όταν διαμορφώνεται για να εκτελέσει nanomania. Για το σκοπό αυτό, τα ρομπότ μακροσκοπικής κλίμακας ή οι μικροκυκλοφορείς που μπορούν να κινούνται με ακρίβεια νανοκλίμακας μπορούν επίσης να θεωρηθούν νανοκορπισμένα.

Ανθρωποειδή και βιο - μιμητικά

Ένα ανθρωποειδές ρομπότ είναι ένα ρομπότ με το σχήμα του σώματός του να είναι παρόμοιο με το ανθρώπινο σώμα . Ο σχεδιασμός μπορεί να είναι για λειτουργικούς σκοπούς, όπως η αλληλεπίδραση με ανθρώπινα εργαλεία και περιβάλλοντα, για πειραματικούς σκοπούς, όπως η μελέτη της μετακίνησης ή για άλλους σκοπούς. Γενικά, τα ανθρωποειδή ρομπότ έχουν έναν κορμό, ένα κεφάλι, δύο βραχίονες και δύο πόδια, αν και ορισμένες μορφές ανθρωποειδών ρομπότ μπορεί να μοντελοποιούν μόνο ένα μέρος του σώματος, για παράδειγμα, από τη μέση. Ορισμένα ανθρωποειδή ρομπότ έχουν επίσης κεφαλές σχεδιασμένες να αναπαράγουν ανθρώπινα χαρακτηριστικά του προσώπου, όπως μάτια και στόμα. Τα ανδροειδή είναι ανθρωποειδή ρομπότ που χτίζονται για να μοιάζουν αισθητικά με τον άνθρωπο.

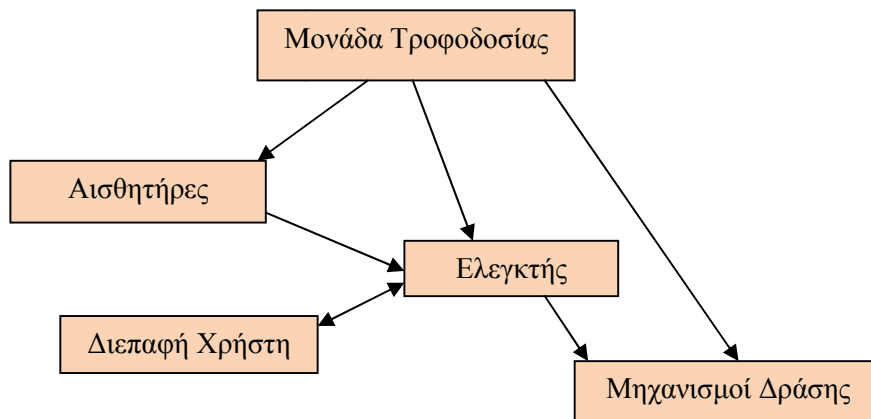


Εικόνα 1.6.8 Ρομπότ ASIMO από την εταιρία Honda, (Πηγή E23).



Εικόνα 1.6.9 Ρομπότ ATLAS από την εταιρία Boston Dynamics, (Πηγή E24).

1.7 ΜΕΡΗ ΡΟΜΠΟΤ

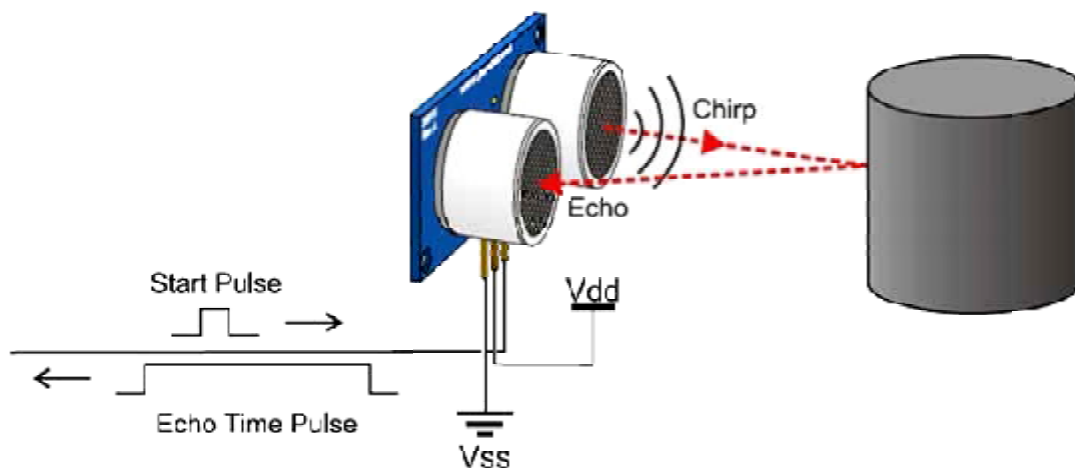


Μονάδα Τροφοδοσίας (μπαταρία, ηλιακό πάνελ κ.α.)



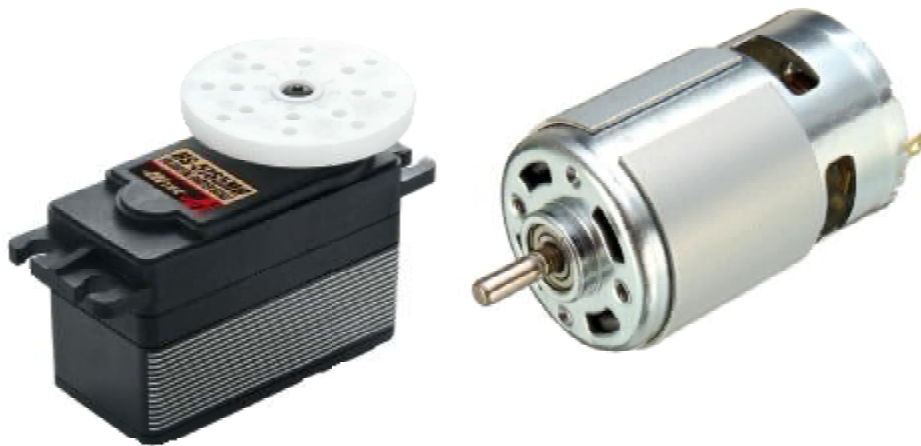
Εικόνα 1.7.1-1.7.2 Battery 2700mAh – Solar Panel, (Πηγή E25-E26).

Αισθητήρες (υπερήχων, χρώματος κ.α.)



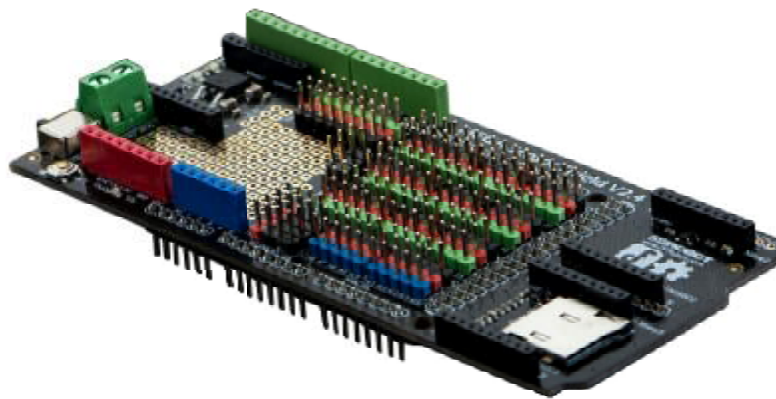
Εικόνα 1.7.3 Ultrasonic Sensor, (ΠηγήE27).

Μηχανισμοί Δράσης (σερβομηχανισμοί, κινητήρες κ.α.)



Εικόνα 1.7.4-1.7.5 Servo – Motor(Πηγή Ε28-Ε29).

Ελεγκτής (προγραμματίζεται, λειτουργεί το ρομπότ)



Εικόνα 1.7.6 Sensor Shield, (ΠηγήΕ30).

Διεπαφή Χρήστη(για διαχείριση του ρομπότ)



Εικόνα 1.7.7 iRobot 110,(Πηγή Ε31).

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η ρομποτική σήμερα έχει εφαρμογές στην πλειονότητα των βιομηχανιών και βιοτεχνιών, όπως στις βιομηχανίες τσιμέντου, τις βιομηχανίες αυτοκινήτων, βιοτεχνίες μεταλλικών κατασκευών, αυτοκινητοβιομηχανία, βιοτεχνίες ενδυμάτων, κλπ.). Ενδεικτικά αναφέρονται οι ακόλουθες εφαρμογές: μεταφορά υλικών, ταξινόμηση αποθηκών, συναρμολόγηση συσκευών και μηχανισμών, συγκόλληση μεταλλικών κατασκευών, συγκόλληση ηλεκτρικών στοιχείων, βαφή, εκσκαφή, υποθαλάσσιες εργασίες, εργασίες σε ραδιενεργό και γενικά επικίνδυνο περιβάλλον, μικροχειρουργική, ιατρική κτλ. Όσον αφορά την σχέση ρομπότ και βιομηχανίας, τα ρομπότ αποτελούν το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα συσκευής αυτοματισμού ευρείας χρήσης. Το κύριο πλεονέκτημα του ρομπότ είναι η ευελιξία του. Μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορα προϊόντα στην ίδια γραμμή παραγωγής, όπως απαιτούν οι αλλαγές της αγοράς και να επαναπρογραμματισθεί έτσι ώστε να είναι κατάλληλο για μικρές ή μεγάλες μεταβολές του παραγόμενου προϊόντος. Έτσι προσφέρει στη βιομηχανία μαζικής παραγωγής ένα τρόπο να αντιμετωπίζει τις μεταβολές της απαιτούμενης ποσότητας ή του τύπου του προϊόντος που παράγεται. Στη βιομηχανία μικρής κλίμακας προσφέρει την ευκαιρία ή τη δυνατότητα ενός μεγάλου άλματος στην παραγωγικότητα, ενώ συνεχίζει να παράγει σε μικρές ποσότητες, έτσι ώστε να μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να ανταγωνιστεί μεγαλύτερες βιομηχανίες. Οι εργαλειομηχανές με CNC (Computer Numerical Control) αποτελούν ειδικές μορφές ρομποτικών συστημάτων. Ο αριθμός των ρομπότ που χρησιμοποιούνται σε παραγωγικές μονάδες παγκοσμίως αυξάνεται εκθετικά. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτά είναι βιομηχανικά ρομπότ. Ένα μικρότερο αλλά σημαντικό τμήμα καταλαμβάνουν τα ρομπότ για στρατιωτικές εφαρμογές και τα κινητά ή κινούμενα ρομπότ (mobile robots) τα οποία ολοένα και αυξάνουν τη διείσδυση τους σε κάθε μορφής εργοτάξια.

Πεδία εφαρμογών της ρομποτικής:

- Διάστημα
- Στρατό
- Έρευνα / Διάσωση
- Σπίτι
- Ιατρική
- Εκπαίδευση
- Κατασκευές
- Παραγωγή Προϊόντων
- Διασκέδαση
- Μεταφορές

1.8 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πλεονεκτήματα

Τα **πλεονεκτήματα** των ρομπότ, στα οποία οφείλεται η ευρεία χρήση τους, είναι η ακρίβεια και η επαναληψιμότητα δηλαδή η ικανότητα να επαναλαμβάνουν μια σκληρή δουλειά για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ταυτόχρονα είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η απόδοση των ρομπότ είναι γενικά ανεξάρτητη από τον αριθμό των επαναλήψεων εκτέλεσης μιας εργασίας. Επιπλέον, οι εφαρμογές της ρομποτικής απαλλάσσουν τον άνθρωπο από πολλές επικίνδυνες και ανθυγιεινές εργασίες. Οι εφαρμογές της ρομποτικής συνεισφέρουν στη μείωση του κόστους, την αύξηση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Συγκεκριμένα τα βιομηχανικά ρομπότ προσφέρουν:

Ποιότητα: τα βιομηχανικά αυτοματοποιημένα ρομπότ έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν δραματικά την ποιότητα του προϊόντος.

Παραγωγή: Με την χρήση ρομπότ, οι ταχύτητες αυξάνονται, έτσι επηρεάζεται άμεσα η παραγωγή.

Ασφάλεια: Ρομπότ αυξήσει την ασφάλεια στο χώρο εργασίας.

Χρήματα: Βελτιωμένη ασφάλεια των εργαζομένων οδηγεί σε εξοικονόμηση πόρων.

Τέλος ένα ρομπότ δεν μπορεί να τραυματίσει ή μέσω της αδράνειάς του να βλάψει ένα ανθρώπινο πλάσμα.

Μειονεκτήματα

Υπάρχουν πολλά **μειονεκτήματα** για τα ρομπότ. Η κυριότερη είναι ότι τα ρομπότ είναι ακριβά για να χτιστούν και να διατηρηθούν. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι έχουν περιορισμένα καθήκοντα που θα κάνουν μόνο ότι έχει προγραμματιστεί και δεν μπορεί να σκεφτεί για τον εαυτό του. Ένα ρομπότ μπορεί να έχει προβλήματα και να μην είναι σε θέση να διορθώσει αυτό το πρόβλημα, δεδομένου ότι δεν είναι προγραμματισμένο να το κάνει αυτό. Η αρχική επένδυση για την ολοκληρωμένη αυτοματοποιημένη ρομποτική σε μια επιχείρησή είναι σημαντική, ειδικά όταν οι ιδιοκτήτες επιχειρήσεων που περιορίζουν τις αγορές τους σε νέο ρομποτικό εξοπλισμό. Οι εργαζόμενοι θα περάσουν από ένα πρόγραμμα κατάρτισης για να αλληλεπιδρούν με το νέο ρομποτικό εξοπλισμό, το ρομπότ μπορεί να προστατεύσει τους εργαζόμενους από ορισμένους κινδύνους, αλλά εν τω μεταξύ, η ίδια η παρουσία τους μπορεί να δημιουργήσει άλλα προβλήματα ασφαλείας. Τέλος τα ρομπότ δημιουργούν τεράστιες απώλειες θέσεων εργασίας και συνήθως απαιτούν περισσότερο χώρο και συνεχώς αυξανόμενο κόστος της τεχνολογίας για αναβαθμίσεις.

2. ΑΝΑΠΗΡΙΑ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ

2.1 ΟΡΟΣ ΑΝΑΠΗΡΙΑ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ), Άτομα με Ειδικές Ανάγκες θεωρούνται όλα τα άτομα που εμφανίζουν σοβαρή μειονεξία που προκύπτει από φυσική ή διανοητική βλάβη. Σχετικά με αυτή τη θεώρηση υιοθετήθηκε η παρακάτω ταξινόμηση.

- ✓ «Ο Π.Ο.Υ. ορίζει ως **μειονέκτημα** «κάθε απώλεια ουσίας ή αλλοίωσης μιας δομής ή μιας ψυχολογικής, φυσιολογικής ή ανατομικής λειτουργίας»
- ✓ Η **ανικανότητα** αντιστοιχεί «σε κάθε μερική ή ολική ελάττωση (αποτέλεσμα του μειονεκτήματος) της ικανότητας να επιλέγουμε μια δραστηριότητα με ένα συγκεκριμένο τρόπο ή μέσα στα όρια που θεωρούνται ως φυσιολογικά για ένα ανθρώπινο ον»
- ✓ Το **ελάττωμα** ορίζεται ως «αποτέλεσμα μιας ανεπάρκειας ή μιας ανικανότητας που περιορίζει ή απαγορεύει την εκπλήρωση ενός φυσιολογικού ρόλου που είναι ομαλός (ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, τους κοινωνικούς και πολιτιστικούς παράγοντες) για το άτομο αυτό»

Το Συμβούλιο των Υπουργών της Ε.Ο.Κ. προτείνει ως ορισμό της Αναπηρίας τον εξής: «ο όρος 'άτομα με ειδικές ανάγκες' περιλαμβάνει τα άτομα με σοβαρές ανεπάρκειες ή μειονεξίες που οφείλονται σε σωματικές βλάβες, συμπεριλαμβανομένων των βλαβών των αισθήσεων, ή σε διανοητικές ή ψυχικές βλάβες, οι οποίες περιορίζουν ή αποκλείουν την εκτέλεση δραστηριότητας ή λειτουργίας, η οποία θεωρείται κανονική για έναν άνθρωπο».

Συνεπώς:

- Η αναπηρία είτε είναι εκ γενετής είτε επίκτητη.
- Είναι μια λειτουργική βλάβη που κάνει τη ζωή του ανάπηρου ατόμου ιδιαίτερα δύσκολη.
- Η κατάσταση αυτή μπορεί να προέλθει από παραμορφώσεις, από βλάβη της ανάπτυξης ή από τραυματισμούς στο σύστημα κίνησης. Ο ανάπηρος, με τη μορφή του, προκαλεί τα αρνητικά σχόλια των ανθρώπων γύρω του.



Εικόνα 2.1.1 Διεθνές Σύμβολο Αναπηρίας, (Πηγή E32).

2.2 ΑΙΤΙΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΗΡΙΑΣ

Ο άνθρωπος βαδίζει, μετακινείται, αλλάζει θέση στο χώρο και με αυτό τον τρόπο χαίρεται τις χαρές της ζωής και εκπληρώνει τις επαγγελματικές υποχρεώσεις του. Η δομή και η ανάπτυξη του μυοσκελετικού συστήματος του ανθρώπου παρουσιάζει μία μοναδικότητα σε όλες τις ηλικίες και πολλές ιδιαιτερότητες στην παιδική ηλικία. Το παιδί δεν είναι μικρός ενήλικας γιατί παρουσιάζει το φαινόμενο της ανάπτυξης-αύξησης και της συνεχούς μεταβολής πολλών παραμέτρων σχετικά με το μυοσκελετικό σύστημα. Οι παθήσεις που προκαλούν κινητική αναπηρία άλλοτε είναι εμφανείς με την γέννηση και άλλοτε αναπτύσσονται αργότερα.

Οι κυριότερες είναι:

- Συγγενείς παθήσεις
- Κληρονομικές παθήσεις
- Έλλειψη μελών ή τμημάτων αυτών
- Υποπλασίες και ατροφίες αυτών
- Ημιμελικές δυσπλασίες
- Νευρομυϊκές παθήσεις
- Μεταβολικά νοσήματα
- Φλεγμονώδη νοσήματα
- Αρθρίτιδες
- Αρθρογρύπωση
- Ατελής οστεογένεση
- Αιμοφιλία
- Διάφορα σύνδρομα με εκδηλώσεις και από το κινητικό σύστημα
- Εγκεφαλική παράλυση
- Κακώσεις – κατάγματα

ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

Με τον όρο "*εγκεφαλική παράλυση*" αναφερόμαστε σε μια ομάδα ανθρώπων με ποικίλα και διαφορετικά χαρακτηριστικά, τόσο από πλευράς κινητικότητας όσο και από πλευράς νοητικών και άλλων λειτουργιών.

Η ταξινόμησή τους σε ομοιογενείς ομάδες γίνεται: **α)** με βάση την ανατομική θέση και **β)** το είδος της νευρομυϊκής διαταραχής ως εξής:

1) Με βάση την ανατομική θέση:

- **Ημιπληγία:** Όταν έχει προσβληθεί η μία μόνο πλευρά του σώματος (δεξιά ή αριστερή). Είναι σπαστικού κυρίως τύπου.
- **Παραπληγία:** Προσβολή των κάτω κυρίως άκρων. Δεν παρατηρείται συχνά στην εγκεφαλική παράλυση.
- **Μονοπληγία:** Προσβολή ενός μέλους (ενός κάτω άκρου συνήθως). Συμβαίνει σπάνια και εξελίσσεται σε ημιπληγία.
- **Τριπληγία:** Προσβολή τριών άκρων (των δύο κάτω και ενός εκ των άνω). Συμβαίνει σπάνια.
- **Τετραπληγία:** Όταν έχει προσβληθεί όλο το σώμα. Σε σπαστικές μορφές τα άνω άκρα έχουν προσβληθεί εξίσου με τα κάτω, ενώ στις αθετωσικές ο κορμός και τα άνω άκρα προσβάλλονται περισσότερο.
- **Διπληγία:** Προσβολή άνω και κάτω άκρων αλλά πιο έντονα στα κάτω.
- **Διπλή ημιπληγία:** Προσβολή των άνω και κάτω άκρων αλλά εντονότερα των άνω.

2) Με βάση το είδος της νευρομυϊκής διαταραχής (διαταραχής μυϊκού τόνου).

3. ΟΡΘΟΤΙΚΗ – ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΑ ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ

3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΟΡΘΟΤΙΚΗΣ

Μια όρθωση (στη βιβλιογραφία το συναντάμε και ως “ορθοτικό”, αλλά στο κείμενο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε τον όρο όρθωση), σύμφωνα με την οργάνωση διεθνών προτύπων, είναι ένας εξωτερικός μηχανισμός που εφαρμόζεται για να τροποποιήσει τα δομικά ή λειτουργικά χαρακτηριστικά του νευρομυοσκελετικού συστήματος. Η λέξη όρθωση (ορθοτικό) προέρχεται από το ελληνικό “όρθω” που σημαίνει ευθεία, όρθια, ή σωστή. Οι ορθώσεις ονομάζονται σύμφωνα με τις αρθρώσεις ή τα νωτιαία τμήματα που καλύπτουν. Ένας καθορισμός της τεχνολογίας αποκατάστασης απαιτείται επίσης. Ο όρος είναι πιο πρόσφατος από αυτόν της ορθοτικής, αλλά τώρα γίνεται ευρέως κατανοητός για να σημαίνει εκείνες τις συσκευές και τον εξοπλισμό που, αντίθετα από τις ορθώσεις, δεν επικαλύπτουν στενά σημεία του σώματος. Επομένως, οι αναπηρικές καρέκλες, οι ανυψωτικές συσκευές, και ο βοηθητικός εξοπλισμός για την βελτίωση της αυτοεξυπηρέτησης, και τις προσαρμοστικές τροποποιήσεις του εξοπλισμού για την αύξηση της ανεξαρτησίας ή συντήρηση της ενέργειας είναι όλες οι μορφές τεχνολογίας αποκατάστασης. Η έννοια περιλαμβάνει τις δομικές αλλαγές για να αυξήσει τη λειτουργικότητα ατόμων με ειδικές ανάγκες, σε ένα προσαρμοσμένο περιβάλλον. Αυτή η εργασία αφορά την τεχνολογία που απαιτείται για να αποκαταστήσει τα πρόσωπα που έχουν νευρολογικά ή ορθοπεδικά προβλήματα επιτυχώς στο σπίτι ή το εργασιακό περιβάλλον. Είναι ευρύτατα κατανοητό από τους ειδικούς στον τομέα της υγείας, αλλά και στο κοινό πόσο χρήσιμη είναι η ορθοτική και η τεχνολογία αποκατάστασης. Η ζήτηση για μμεγαλύτερη παροχή εξοπλισμού και βοηθητικής τεχνολογίας συνεχίζει να αυξάνεται με γρήγορο ρυθμό. Αυτό είναι εν μέρει λόγω του αυξανόμενου ποσοστού των ηλικιωμένων στον πληθυσμό. Ένας άλλος παράγοντας μπορεί να είναι ότι περισσότεροι άνθρωποι επιζούν ύστερα από σοβαρές επιπλοκές, όπως ο τραυματισμός στο κεφάλι, ο τραυματισμός νωτιαίου μυελού και οι εγκεφαλοαγγειακές ασθένειες. Η αποζημίωση για τις συνεχείς αυξανόμενες δαπάνες της ιατρικής φροντίδας έχει γίνει ένα από τα πρώτιστα προβλήματα για την υγειονομική περίθαλψη. Η αποκατάσταση, αν και αποδεδειγμένα αποτελεσματική, όσον αφορά την επιστροφή στην απασχόληση, είναι μια ακριβή διαδικασία. Επειδή, λοιπόν, η ορθοτική και η βοηθητική τεχνολογία είναι αρκετά δαπανηρές για το ευρύ κοινό, η αποκατάσταση πρέπει να δοθεί με έναν πιο οικονομικό και αποδοτικό τρόπο.

ΟΡΘΟΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στην παροχή των ορθώσεων ή του βοηθητικού εξοπλισμού, τέσσερις σημαντικές ομάδες εμπλέκονται :

1. Καταναλωτές:

Οι καταναλωτές μπορούν να είναι πολύ απαιτητικοί και μπορούν να μην έχουν ρεαλιστικές προσδοκίες για τη χρήση των ορθώσεων ή του βοηθητικού εξοπλισμού. Είναι σημαντικό να διδάσκεται και να κατανοείται σε κάθε άτομο, για το πώς η αποκατάσταση επηρεάζει την ζωή του. Οι ασθενείς θέλουν συνήθως τα φάρμακα ή επέμβαση - όχι τις ασκήσεις, τον εξοπλισμό, ή "τα στηρίγματα" - για να λύσουν τα προβλήματα τους. Οι ορθώσεις δεν μπορούν να θεωρηθούν ως αποτελεσματικό αντικατάστατο για τη χειρουργική επέμβαση. Εντούτοις, συχνά η δοκιμή μιας

όρθωσης πριν από τη χειρουργική επέμβαση θα δώσει στον ασθενή κάποια ιδέα των χειρουργικών προσδοκιών. Επιπλέον, μια όρθωση μπορεί να πρέπει να φορεθεί προσωρινά μετά από τη χειρουργική επέμβαση και σε μερικές περιπτώσεις για πάντα. Οι ορθώσεις δεν μπορούν ποτέ να αντικαταστήσουν την ενεργητική κινητοποίηση ή τις ειδικές ασκήσεις ενδυνάμωσης.

2. Αυτοί που δίνουν τα παραπεμπτικά:

Με βάση τα κλινικά συμπεράσματα, ο νοσοκομειακός γιατρός πρέπει να έχει μια καλή κατανόηση της ισχύς των μυών, του εύρους της κίνησης, της κατάστασης της επιδερμίδας και όλων των ενδείξεων και των προσδοκιών. Τελικά, το κλειδί για τη χρησιμοποίηση μιας όρθωσης βρίσκεται στο εάν βελτιώνει τη λειτουργία και είναι ασφαλές να χρησιμοποιήσει, λαμβάνοντας υπόψη τη δύναμη των μυών του ασθενή και την αισθητηριακή ολοκλήρωση. Επίσης πρέπει να κάνει κατανοητό στην οικογένεια του ασθενή πόσο σημαντικό είναι να εφαρμόζεται η όρθωση, όχι μόνο στην περίοδο της ανάρρωσης, αλλά και σε όλη την υπόλοιπη ζωή του.

3. Ο Ορθοτικός - Κλινική Ομάδα:

Λόγω της πολυπλοκότητας πολλών περιπτώσεων που απαιτούν οι ορθώσεις ή η τεχνολογία αποκατάστασης, γίνεται συχνά παραπομπή σε μια ορθοτική ομάδα κλινικών. Ο ασθενής, φυσικά, είναι το αρχικό μέλος και ο συνεισφέρων στην ομάδα. Ο παθολόγος, η νοσοκόμα, ο ορθοτικός, ο ειδικός εξοπλισμού, ο φυσιοθεραπευτής, ο εργοθεραπευτής και ο κοινωνικός λειτουργός μπορούν όλοι να είναι μέλη. Οι κλινικές Ορθοτικές για τα παιδιά είναι ιδιαίτερα σημαντικές λόγω των αλλαγών στην αύξηση και της ανάπτυξης. Ο ορθοτικός είναι διπλωματούχος και ειδικός στο να εφαρμόζει μια όρθωση. Πρέπει να έχει βασική γνώση της ανατομίας, της φυσιολογίας, της εμβιομηχανικής, και των λειτουργικών χαρακτηριστικών των φυσικών καταστάσεων που έχουν επιπτώσεις στο νευρομυϊκό σύστημα. Ο ορθοτικός όχι μόνο πρέπει να έχει πλήρη γνώση των χρησιμοποιούμενων υλικών, αλλά πρέπει να καταλάβει τα ψυχολογικά και κοινωνικά αποτελέσματα της δυσλειτουργίας. Μπορεί επίσης να εκπαιδεύσει τους ασθενείς στη χρήση του εξοπλισμού και πρέπει να προβλέψει τα προβλήματα που ενδέχεται να εμφανιστούν. Ο ορθοτικός πρέπει να επιτηρήσει τη συναρμολόγηση για να εξασφαλίσει ότι οι δυνάμεις και οι πιέσεις που εφαρμόζονται από την όρθωση είναι στις σωστές θέσεις και όχι υπερβολικές.

4. Κατασκευαστές και προμηθευτές του εξοπλισμού:

Οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές της τεχνολογίας αποκατάστασης αντιπροσωπεύουν την τέταρτη ομάδα. Αυτή περιλαμβάνει εκείνους που παρέχουν το υλικό και τους κατασκευαστές των προκατασκευασμένων συσκευών. Οι προμηθευτές πρέπει να είναι προετοιμασμένοι για να βελτιώνουν συνεχώς τις μεθόδους παραγωγής και του ποιοτικού ελέγχου του υλικού. Ο προμηθευτής στον καταναλωτή πρέπει να είναι αρκετά πεπειραμένος για να τον κάνει να κατανοήσει τη λειτουργία της αποκατάστασης εξοπλισμού και για να εξηγήσει στον αγοραστή τους περιορισμούς, τις δαπάνες και τη συντήρησή του. Ο ασθενής πρέπει να προειδοποιηθεί για οποιαδήποτε προβλήματα θα εμφανιστούν με τον εξοπλισμό.

3.2 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΟΡΘΟΣΗΣ

Ο αρχικός σκοπός μιας όρθωσης είναι να βελτιώσει την λειτουργία από τις εφαρμόσιμες ή τις αφαιρούμενες δυνάμεις σε σώμα και με έναν ελεγχόμενο τρόπο να προστατεύσει ένα μέρος του σώματος, περιορίζοντας ή αλλάζοντας κίνηση για να διορθώσει μια παραμόρφωση και αντισταθμίζοντας την παραμόρφωση ή την αδυναμία. Επειδή ο γενικός στόχος μιας όρθωσης είναι να ασκηθεί η δύναμη σε ένα μέρος του σώματος για να περιορίσει ή να ελέγξει την ανεπιθύμητη κίνηση, μια βασική κατανόηση της εμβιομηχανικής είναι απαραίτητη κατά τον ορισμό των ορθώσεων. Το ανθρώπινο σώμα υπόκειται πάντα σε ένα σύστημα εξωτερικών δυνάμεων και ροπών.

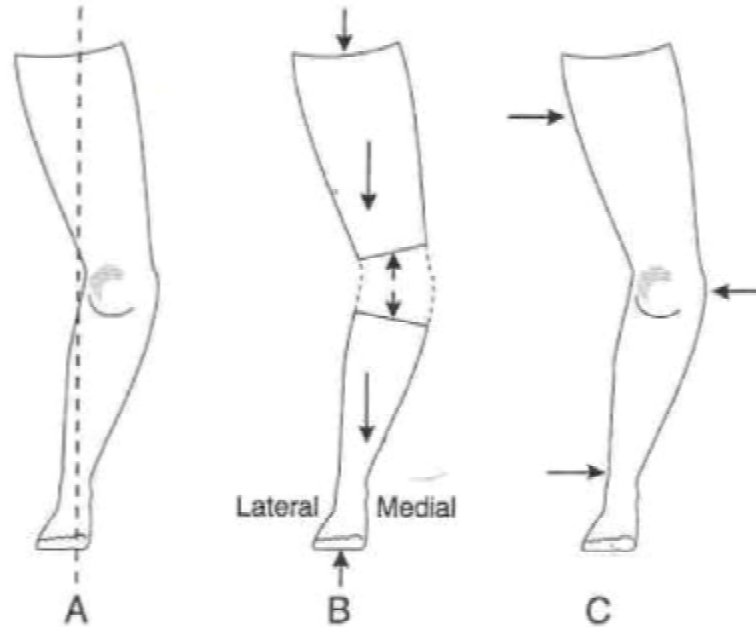
ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ

Μια άρθρωση είναι σε ισορροπία ή σταθερότητα όταν η ροπή σε ένα μέρος του σώματος, στην μία πλευρά του άξονα της άρθρωσης είναι ίση σε μέγεθος προς την άλλη εγγενών δυνάμεων. Εάν αυτές οι εσωτερικές δυνάμεις αποτυγχάνουν λόγω συνδεσμικής ή μυϊκής ανεπάρκειας, μια όρθωση μπορεί να παρασχεθεί για να βελτιώσει τη σταθερότητα. Η έννοια πίσω από μια τέτοια όρθωση είναι να παρασχεθεί η στατική ισορροπία από ένα τριών σημείων σύστημα δυνάμεων. Η εξωτερική συσκευή δημιουργεί μια ισορροπία των ροπών μέσω των δυνάμεων που εφαρμόζονται στα βασικά σημεία μέσω του πλαστικού υλικού. Σε ένα χαρακτηριστικό ορθωτικό σύστημα με σκοπό να σταθεροποιήσει μια άρθρωση, η ροπή του βραχίονα πρέπει να είναι καθ' όσο είναι δυνατό όπως και η δύναμη ενάντια στο δέρμα και πρέπει να διασκορπίζεται. Αυτό θα ελαχιστοποιήσει την πίεση στο δέρμα όπου η όρθωση κάνει την επαφή με το σώμα. Στην περίπτωση που οι δυνάμεις παράγουν περιστροφή, μερικές φορές δημιουργείται μεταφραστική κίνηση, ή κίνηση στο ίδιο επίπεδο με την εφαρμοσμένη δύναμη. Ο Μπόουκερ (**Bowker**) όρισε μαθηματικούς ορισμούς για το πώς οι αρθρώσεις μπορούν να τροποποιήσουν τα συστήματα των εξωτερικών δυνάμεων και των ροπών που εφαρμόζονται στην άρθρωση σε 4 διαφορετικές κατευθύνσεις :

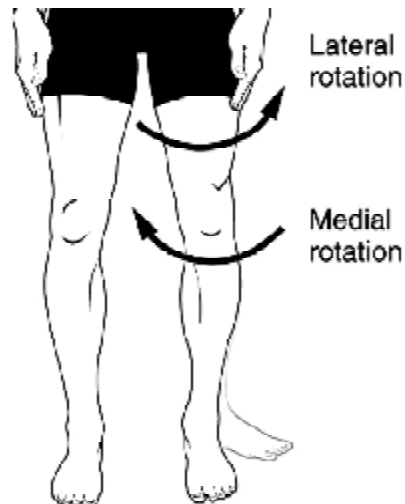
1. Περιορισμός περιστροφής
2. Μείωση διατμητικής τάσης - δύναμης
3. Μείωση της αξονικής μετατόπισης
4. Έλεγχος της γραμμής της δύναμης, ασκούμενης από το έδαφος

1. Περιορισμός Περιστροφής

Πρώτον, μια άρθρωση πρέπει να περιορίζει την αρθρική περιστροφή τροποποιώντας την ροπή χρησιμοποιώντας ένα 3-σημείων σύστημα δυνάμεων (Εικόνα 3.2.1). Το σύστημα αυτό θα περιορίζει την κίνηση γύρω ένα ή περισσότερους άξονες της άρθρωσης γύρω από την οποία πραγματοποιείται η περιστροφή.



Εικόνα 3.2.1 (Πηγή E33).



Εικόνα 3.2.2 (Πηγή E34).

2. Διατμητικές τάσεις - Δυνάμεις

Δεύτερον, μια όρθωση μπορεί να περιορίσει τη μεταφερόμενη κίνηση που παράγεται από τις διατμητικές δυνάμεις στις αρθρώσεις. Αυτό είναι πάντα μια ανεπιθύμητη κίνηση που μπορεί να αυξηθεί γύρω από την άρθρωση με την ανακριβή ευθυγράμμιση ενός ορθοτικού κοινού άξονα. Γενικά, η μεταφερόμενη κίνηση εμφανίζεται όταν οι συνδεσμικές κατασκευές είναι υπερβολικά χαλαρές. Η χαλαρότητα ελέγχεται από μια όρθωση που σχεδιάζεται με ένα άκαμπτο πλαίσιο.

3. Αξονικές δυνάμεις – Μετατοπίσεις

Τρίτον, μια όρθωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τις αξονικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στις αρθρώσεις. Στις κανονικές αρθρώσεις, η αξονική φόρτωση κατά μήκος του άκρου ή της σπονδυλικής στήλης δημιουργείται από μία βαρυντική έλξη του σώματος που αντιτίθεται στην δύναμη επίγειας αντίδρασης. Αυτό το φορτίο φέρεται μέσω των οστεωδών δομών και των αρθρωτικών χόνδρων. Όταν αυτοί οι ιστοί είναι άθικτοι, η φόρτωση είναι ανώδυνη αλλά εάν αυτό διαταραχθεί, όπως σε θλάσεις ή τις εκφυλιστικές αναταραχές χόνδρου, υπερβολική παραμόρφωση μπορεί να εμφανιστεί. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στον πόνο και την εξασθετισμένη κινητικότητα. Οι πιέσεις στο δέρμα ως αποτέλεσμα της τριβής των δυνάμεων ανέχονται καλύτερα εάν η μεταφορά του αξονικού φορτίου μπορεί να είναι μέσω μιας οστεώδους προεξοχής.

4. Δυνάμεις αντίδρασης εδάφους

Ένα τέταρτο παράδειγμα της χρήσης των βιοχημικών αρχών στις ορθώσεις εφαρμόζεται αποκλειστικά στα κάτω άκρα. Περιλαμβάνει ουσιαστικά τον έλεγχο της γραμμής δράσης της δύναμης της επίγειας αντίδρασης. Αυτή η δύναμη εμφανίζεται όταν έρχεται σε επαφή με το πάτωμα το πόδι και διευκρινίζεται ως γραμμή που προβάλλεται επάνω μέσω του σώματος από το πάτωμα προς το κέντρο της μάζας. Αυτή η δύναμη επίγειας αντίδρασης έχει επιπτώσεις και στα τρία κύρια επίπεδα του σώματος, το οβελιαίο, το μετωπιαίο και το εγκάρσιο. Το σημείο της εφαρμογής στο πέλμα του ποδιού αυτής της δύναμης επίγειας αντίδρασης κινείται προς εμπρός σταδιακά. Η δύναμη η οποία είναι πολύ μεγάλη - γενικά ίση ή μεγαλύτερη από το βάρος του σώματος - σε οποιοδήποτε σημείο, θα δημιουργήσει ροπή σε κάθε μια από τις αρθρώσεις. Αυτό είναι επειδή η δύναμη μετατοπίζει συνεχώς τη θέση της σε σχέση με τα κέντρα της κοινής περιστροφής κατά τη διάρκεια του βηματισμού. Επομένως, εφαρμόζοντας μια όρθωση που θα ευθυγραμμίσει εκ νέου τη δύναμη επίγειας αντίδρασης μπορεί να αλλάξει την ροπή στις αρθρώσεις των κάτω άκρων.

3.3ΤΟ ΟΡΙΟ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΟΡΘΟΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

Εάν μια όρθωση μπορεί να ανεχτεί από τον ασθενή εξαρτάται από τις επαφές της με τους μαλακούς ιστούς του σώματος. Στην επαφή ασθενή - όρθωσης, η σταθερότητα και η άνεση επιτυγχάνονται από τη εξάπλωση της δύναμης με μαξιλάρια, δερμάτινων - καλυμμένων μανσετών μετάλλων, των φορμαρισμένων πλαστικών και των ομοίων. Η δύναμη από μια όρθωση πρέπει να είναι ίση με το βάρος ή τη δύναμη που παράγεται από το εσωκλειώμενο σώμα σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα της κίνησης (νόμος δράσης – αντίδρασης). Οι ιστοί σώματος θα υποστηρίξουν τα υψηλά επίπεδα υδροστατικής πίεσης εάν η δύναμη διανέμεται εξίσου σε όλες τις κατευθύνσεις. Οι υδροστατικές ορθώσεις πρέπει να αναπτυχθούν και θα ήταν ιδανικές, επειδή διανέμουν ομοιόμορφα την πίεση και προκαλούν τη λιγότερη διαστρέβλωση ιστού, αλλά δεν είναι πρακτικές.

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

Δύο άλλοι παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στη επαφή ασθενούς - όρθωσης είναι οι διατμητικές τάσεις και το τοπικό περιβάλλον της επιδερμίδας. Η διατμητική τάση διαμορφώνεται από τις εξωτερικά εφαρμοσμένες δυνάμεις που παραμορφώνουν τον ιστό. Η διατμητική τάση που δημιουργείται κάτω από μια επιφάνεια, έχει όχι μόνο επιπτώσεις στον επιφανειακό ιστό της επιδερμίδας αλλά θα παραγάγει κίνηση μεταξύ των εν τω βάθει μυών ή των περιτονίων και των οστών. Αυτές οι δυνάμεις μπορούν να περιορίσουν το αίμα και τη ροή της λέμφου και να βλάψουν τον υποδόριο ιστό. Αυτό είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευθεί. Η ανεπιθύμητη διατμητική τάση σε μια όρθωση των άκρων παράγεται συνήθως με τη φτωχή χάραξη περιγράμματος της ορθοτικής επιφάνειας ή της κακής αρθρικής σύνταξης. Ο ασθενής πρέπει να γνωρίζει συνεχώς την ανάπτυξη της αδικαιολόγητης ερυθρότητας της επιδερμίδας επειδή αυτή είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα των αποτελεσμάτων αυτών των ανεπιθύμητων δυνάμεων.

ΤΟΠΙΚΗ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ

Το τοπικό περιβάλλον της επιδερμίδας έχει μια βαθιά επιρροή στην ακεραιότητα της. Η υπερβολική θερμότητα τείνει να αυξήσει τον ιδρώτα και να προκαλέσει την εφίδρωση της επιδερμίδας, το οποίο προωθεί τη βακτηριακή και μυκητιακή αύξηση. Η ακράτεια μπορεί επίσης να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο στην πρόκληση της ζημίας ιστού, ιδιαίτερα γύρω από τις επιφάνειες διατάξεων θέσεων.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των ορθώσεων έχουν αλλάξει εμφανώς τα τελευταία χρόνια. Οι ορθώσεις πρέπει να συνδυάσουν τη δύναμη με την ακαμψία για να μην επιτρέψουν καμία κάμψη και να υπερνικήσουν τις μεγάλες δυνάμεις στα χαμηλότερα άκρα και τη σπονδυλική στήλη. Ο χάλυβας και το αλουμίνιο είναι τα παραδοσιακά υλικά. Ωστόσο η εφαρμογή των μεταλλικών ορθώσεων ανήκει στο παρελθόν. Η μεγάλες δυνάμεις και η ακαμψία μπορούν να αναπτυχθούν από τα νεώτερα πλαστικά. Είναι ελαφρύτερα και πιο ελκυστικά από άποψη καλλωπισμού από τις ορθώσεις μετάλλων.

ΜΕΤΑΛΛΟ

Επειδή οι ρυθμίσεις μπορούν να ενσωματωθούν ευκολότερα, το μέταλλο χρησιμοποιείται ακόμα ευρέως στις αρθρώσεις αντί του πλαστικού. Οι αρθρώσεις μπορούν να χωριστούν σε τρεις βασικούς τύπους για να επιτύχουν τα εξής:

1. **Να επιτρέψουν την ελεύθερη δράση σε ένα επίπεδο, αλλά να την τροποποιούν σε ένα άλλο.**
2. **Να περιορίζουν το εύρος κίνησης.**
3. **Και να αντιτίθενται ή να βοηθούν την κίνηση σε μια ιδιαίτερη κατεύθυνση.**

Προφανώς, η επιλογή μιας ορθωσης σε μια ιδιαίτερη άρθρωση εξαρτάται από τη λειτουργική απαίτηση. Από μια βιομηχανική σκοπιά, τα ελεγχόμενα χαρακτηριστικά στην ένωση μπορούν να αντιπροσωπευθούν γραφικά με την γραφική παράσταση της αντίστασης στην κίνηση που ασκείται από την άρθρωση ενάντια στην κατάλληλη κοινή γωνία. Το κύριο μειονέκτημα του μετάλλου έναντι του πλαστικού είναι ο μεγαλύτερος όγκος, το βάρος, και η δυσκολία σύνδεσης του με το σώμα. Επιπλέον, το καλό ταίριασμα μιας πλαστικής ορθωσης επιτρέπει στις πιέσεις να κατανεμηθούν καλύτερα σε μια ευρύτερη περιοχή του δέρματος.



Εικόνα 3.3.1 Νάρθηκας μεταλλικός οστεοαρθρίτιδας γονάτου "Spartan", (Πηγή E35).

ΠΛΑΣΤΙΚΟ

Μια πλαστική όρθωση είναι αισθητικά πιο ελκυστική, φαίνεται καλύτερη και στερείται ήχων που συνδέονται με μερικάμεταλλικά τμήματα. Οι πλαστικές ορθώσεις είναι εύκολο να καθαριστούν και είναι ανθεκτικές στην διάβρωση. Έχουν αποδειχθεί λιγότερο κουραστικές, με καλή δυνατότητα να αντέχεται η συχνή φόρτωση. Οι αρθρώσεις δεν μπορούν να απαιτηθούν, επειδή η ευελιξία μπορεί να ρυθμιστεί με την αλλαγή του πάχους του πλαστικού ή με την αύξηση ή τη μείωση του πλάτους της στις βασικές περιοχές. Εάν απαιτείται μεγαλύτερη ακαμψία, τα ειδικά από γραφίτη συστατικά κομμάτια ή τα σύνθετα κομμάτια μπορούν να ενσωματωθούν στο πλαστικό για την ενίσχυση. Αυτό γίνεται πολύ συχνά στον αστράγαλο. Τα πλαστικά για τις ορθώσεις μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο σημαντικούς τύπους, τα θερμοπλαστικά και τα πλαστικά που έχουν κατασκευαστεί έπειτα από θερμική επεξεργασία. Τα θερμοπλαστικά μαλακώνουν όταν θερμαίνονται και σκληραίνουν όταν δροσιζονται, έτσι αυτά μπορεί να φορμαριστούν με τη θέρμανση εκ νέου. Μπορούν να διαιρεθούν σε τύπους χαμηλής - θερμοκρασία και υψηλής θερμοκρασίας. Η χαμηλής θερμοκρασίας θερμοπλαστική απαιτεί λιγότερος από 80°C (180°F) για να γίνει εφαρμόσιμο, κατά συνέπεια μπορούν να διαμορφωθούν άμεσα στο σώμα. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά όπου η υψηλή πίεση εμφανίζεται, έτσι χρησιμοποιούνται κατά ένα μεγάλο μέρος στις προσωρινές βοηθητικές ή προστατευτικές ορθώσεις, κυρίως στα άνω άκρα. Σε αντίθεση με χαμηλής θερμοκρασίας, η υψηλής θερμοκρασίας θερμοπλαστική πρέπει να διαμορφωθεί πέρα από ένα απόρριμμα ή ένα πρότυπο. Είναι ανθεκτικότεροι στον ερπυσμό, δηλαδή μεταμορφωμένοι με τη συνεχείς πίεση και τη θερμότητα. Σχεδόν όλες οι επί παραγγελία ορθώσεις δημιουργούνται σε πρότυπα χρησιμοποιώντας υψηλής θερμοκρασίας, και τα περισσότερα "από το ράφι" ή τα πλαστικά στοιχεία αποθεμάτων είναι αυτού του τύπου. Τα υψηλής θερμοκρασίας θερμοπλαστικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στα ορθωτικά είναι από πλαστικό ολεφινών, πολυπροπυλένιο. Εφαρμόζονται στα πάχη 3,4,5, και 6 χιλιοστά, ανάλογα με την ακαμψία που απαιτείται. Έχουν την υψηλή διαφάνεια, η οποία τους καθιστά αισθητικά ελκυστικά και παρέχουν την καλή αντίσταση στη θραύση. Το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και οι σχετικές ενώσεις είναι ελαφρύτερες και είναι διαθέσιμες και με της χαμηλής και με της υψηλής θερμοκρασίας θερμοπλαστικές μορφές. Αυτά τα παρασκευάσματα που εκτείνονται από πολύ εύκαμπτα έως εξαιρετικά άκαμπτα και χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την παραγωγή των ορθωτικών κομματιών, την επένδυση των ορθώσεων με μέταλλο ή με ύφασμα, στην κατασκευή παπουτσιών, και την παροχή του υφάσματος που καλύπτει στις αναπηρικές καρέκλες. Τα πλαστικά που έχουν κατασκευαστεί έπειτα από θερμική επεξεργασία, αποτελούνται από το υγρό πλαστικό ρητίνη, όπως ο πολυεστέρας, ο οποίος στερεοποιείται σε θερμοκρασία δωματίου. Τα πλαστικά αυτά είναι πολύ άκαμπτα και ισχυρά όταν τίθενται, αλλά αντίθετα από τη θερμοπλαστική, δεν μπορούν να θερμάνουν εκ νέου. Επειδή τα πλαστικά που έχουν κατασκευαστεί έπειτα από θερμική επεξεργασία είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν και είναι κάπως ακριβότερα, έχουν αντικατασταθεί στις περισσότερες επί παραγγελία εφαρμογές από την υψηλής θερμοκρασίας θερμοπλαστική. Αυτά τα πλαστικά χρησιμοποιούν ύφασμα φίμπεργκλας και έχουν τη δύναμη σε αναλογίες συγκρίσιμες με το χάλυβα. Όταν απαιτείται μεγάλη αντίσταση δύναμης τα πλαστικά που έχουν κατασκευαστεί έπειτα από θερμική επεξεργασία είναι ιδανικά. Επίσης, χρησιμοποιούνται ευρέως και στην προσθετική.



Εικόνα 3.3.2 Πλαστικός Μηροκνημικός νάρθηκας οστεοαρθρίτιδος αποφόρτισης μεσαθρίου διαστήματος 'UNLOADER SPIRIT', (Πηγή E36).

ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑ

Τα υφάσματα και το δέρμα χρησιμοποιούνται ευρέως στην ορθοτική για τη στερέωση ή για τις λιγότερο άκαμπτες υποστηρίξεις όπως οι κορσέδες, οι ζώνες, και οι γυναικείες κάλτσες. Τα υφάσματα μαζί με τα υλικά πλαστικού αφρού χρησιμοποιούνται ευρέως για μαξιλαράκια. Όταν ένα ύφασμα πρέπει να εγκατασταθεί σε μαλακή μορφή, οι πλεκτές μορφές προτιμώνται.

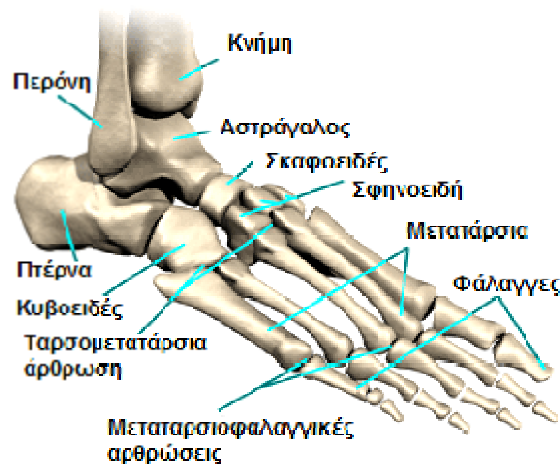
3.4 ΟΡΘΩΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΑ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΑ ΠΑΠΟΥΤΣΙΑ

Το πόδι είναι ένα βασικό στοιχείο στην ευθυγράμμιση των αρθρώσεων του κάτω άκρου για να επιτύχει έναν κανονικό βηματισμό. Τα παπούτσια και οι ορθώσεις ποδιών μπορούν να έχουν επιπτώσεις σε πολλές πτυχές του βηματισμού, όπως το σχήδιο της πελματικής φόρτωσης βάρους, του μήκους διασκελισμού, της κάμψης γονάτων, και του βαθμού της οσφυϊκής λόρδωσης. Τα παπούτσια και οι ορθώσεις ποδιών επομένως διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο με την τροποποίηση ή τη διόρθωση των παθολογικών καταστάσεων των ποδιών που μπορούν να έχουν επιπτώσεις στο βηματισμό. Οι διαταραχές των κάτω άκρων μπορούν να έχουν επιπτώσεις σε όλες τις κεντρικότερες αρθρώσεις αυτού. Αντίθετα από τις ορθώσεις που εφαρμόζουν τις δυνάμεις και ροπές άμεσα στις κεντρικές αρθρώσεις, τα διορθωτικά παπούτσια και οι ορθώσεις ποδιών λειτουργούν με την επανευθυγράμμιση της δύναμης επίγειας αντίδρασης. Εάν ο ασθενής έχει ένα κινητικό πόδι με κακή σύνταξη ή τη διορθώσιμη παραμόρφωση, το πόδι πρέπει να τοποθετηθεί στη βέλτιστη λειτουργούσα θέση του. Αυτή η αρχή εφαρμόζεται κυρίως στα υποδήματα των παιδιών. Αντίθετα, ένα άκαμπτο πόδι με σταθερές παραμορφώσεις απαιτεί την επανευθυγράμμιση της πελματικής επιφάνειας ενός παπουτσιού για να επιτύχουμε μια αποτελεσματική ανάταξη του ποδιού κατά τη διάρκεια της θέσης. Ένας πρόσθετος στόχος με το άκαμπτο πόδι πρέπει να είναι να φορμαριστεί το παπούτσι και η όρθωση για να επιτρέψουν την παραμόρφωση, για να ανακαταλείψει την πελματική πίεση, και για να ανακουφίσει τη ραχιαία πίεση. Οι διαταραχές των ποδιών είναι γενικά ανεπαρκώς κατανοητές από τους ιατρούς. Συχνά μόνο από τη δοκιμή και το λάθος κάνει το άτομο που πάσχει από μια αναταραχή ποδιών φθάνει σε μια εύλογα ικανοποιητική λύση. Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να βελτιωθεί η συνταγογράφηση των παπουτσιών και των ορθώσεων ποδιών. Πρώτα συνοψίζουμε τις πληροφορίες για τη βιομηχανική του ποδιού. Αυτό ακολουθείται από μια περιγραφή των παπουτσιών και των ορθώσεων ποδιών σε κοινή χρήση.

ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ

Η εμβιομηχανική ποδιών ορίζεται ως η μελέτη των δυνάμεων που ενεργούν στις διάφορες ανατομικές δομές του ποδιού, συμπεριλαμβανομένων των οστών, των αρθρώσεων, των συνδέσμων, των τενόντων, και των μυών και των αποτελεσμάτων αυτών των δυνάμεων. Τα ανατομικά συστατικά του ποδιού πρέπει να ενεργήσουν με έναν συντονισμένο τρόπο επειδή το πόδι είναι ο αρχικός άμεσος μηχανισμός του σώματος για, την απορρόφηση κλονισμού, και την προώθηση. Επιπλέον, το πόδι παρέχει την έλξη κατά τη διάρκεια της μετακίνησης, προσαρμόζεται στις ανώμαλες επιφάνειες, και βοηθά να διατηρήσει την ισορροπία. Βιομηχανικά, ένα κανονικό πόδι πρέπει να διανείμει και να απορροφάει επαρκώς τις πολλαπλάσιες δυνάμεις στη στάση και κατά τη διάρκεια της θέσης φάσης του βηματισμού. Η γνώση της βασικής ανατομίας του ποδιού είναι μια προϋπόθεση προτού κάποιος μπορέσει να καταλάβει τη βιομηχανική του ποδιού στη στάση και κατά τη διάρκεια του βηματισμού. Ανατομικά και λειτουργικά, το πόδι διαιρείται σε **τρία μέρη**:

1. Το οπίσθιο μέρος του άκρο ποδός , που αποτελείται από τον αστράγαλο και την πτέρνα, και η κύρια λειτουργία του είναι να μετατρέπει τις περιστροφικές δυνάμεις του κατώτερου κάτω άκρου.
2. Το μέσο τμήμα του άκρο ποδός ,που αποτελείται από το κυβοειδές, το σκαφοειδές και τα τρία σφηνοειδή οστά.
3. Το πρόσθιο τμήμα του άκρο ποδός, που αποτελείται από τα μετατάρσια και τις φάλαγγες .



Εικόνα 3.4.1 Ανατομία Ποδιού, (Πηγή E37).

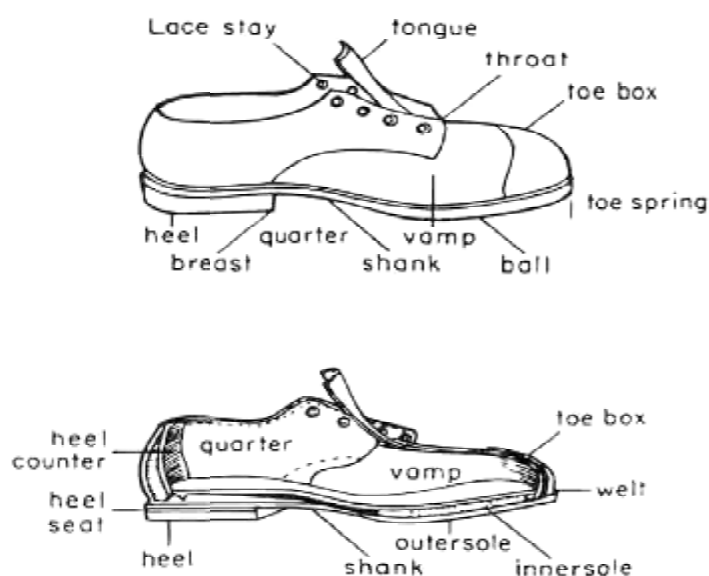
Στην αρχή της φάσης του κύκλου βάρδισης, η κνήμη περιστρέφεται εσωτερικά, το οποίο προκαλεί αναστροφή του οπίσθιου τμήματος του άκρου ποδός, και πρηνισμό αυτού. Ο πρηνισμός είναι μια σύνθετη τριών επιπέδων κίνηση του ποδιού που αποτελείται από την απαγωγή (στο εγκάρσιο επίπεδο), την οπίσθια κάμψη (στο οβελιαίο επίπεδο), και την αναστροφή (στο μετωπικό επίπεδο) με τη μετατροπή της δύναμης που εμφανίζεται στη υπαστραγαλική άρθρωση του μέσου τμήματος του άκρου ποδός. Ο πρηνισμός της υπαστραγαλικής άρθρωσης δίνει ευελιξία στο πόδι. Έτσι, αυτή η ευελιξία του ποδιού κατά τη διάρκεια της πρόωρης φάσης της στάσης του σώματος επιτρέπει την απορρόφηση κλονισμού, τη μετατροπή ροπής, και τη διατήρηση της ισορροπίας. Κατά τη διάρκεια του τέλους της φάσης της στάσης όταν περιστρέφεται εξωτερικά η κνήμη, η αντιστροφή του οπίσθιου τμήματος του άκρου ποδός με υπτιασμό, εμφανίζεται. Ο υπτιασμός του ποδιού στην υπαστραγαλική άρθρωση επιτρέπει τη λειτουργία του ποδιού ως άκαμπτο μοχλό στο τέλος της φάσης της στάσης, όταν τα δάκτυλα του άκρου ποδός απομακρύνονται από το έδαφος. Αυτή η άκαμπτη λειτουργία μοχλών, αποκαλούμενη επίσης επίδραση "βαρούλκων", δημιουργείται από την πελματιαία περιτονία ,επειδή οι ίνες κολλαγόνου μέσα στην πελματιαία περιτονία τείνουν να αντιστέκονται στις εκτατικές δυνάμεις και σταδιακά γίνονται πιο έντονες με τα αυξανόμενα φορτία. Εν περίληψη, η υπαστραγαλική άρθρωση διαβιβάζει τις περιστροφικές δυνάμεις από το χαμηλότερο πόδι προς τα επάνω, με το πόδι να είναι εύκαμπτο στην αρχή αυτής της φάσης αλλά να μετατρέπεται σε άκαμπτο κοντά στο τέλος της θέσης. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της βιομηχανικής ποδιών κατά τη διάρκεια της βάρδισης, είναι ότι το μέσο τμήμα του άκρου ποδός κινείται ουσιαστικά ως μια μμονάδα, και οι περιστροφικές κινήσεις του επιτρέπουν στο πρόσθιο τμήμα του άκρου ποδός για να περιστραφούν στο στο οπίσθιο. Στο πρόσθιο τμήμα του άκρου ποδός κατά τη διάρκεια της βάρδισης, η κανονική κίνηση και σταθερότητα εξαρτώνται από την καλή κινητικότητα των μεταταρσοφαλαγγικών και των μεταφαλαγγικών αρθρώσεων και σταθερά μετατάρσια. Μια κατανόηση των ανωτέρω βασικών αρχών της βιομηχανικής ποδιών είναι απαραίτητη κατά την εξέταση των διάφορων τύπων παπουτσιών και ορθώσεων ποδιών. Οι αρχικές έννοιες πίσω από την συνταγογράφηση των ορθοτικών των ποδιών είναι ότι τα άκαμπτα πόδια χρειάζονται το λιγότερο έλεγχο αλλά περισσότερα υλικά απορρόφησης κραδασμών, ενώ

πόδια που είναι σχετικά εύκαμπτα υλικά ανάγκης που παρέχουν τον πιο άκαμπτο έλεγχο για να βελτιώσουν τη σταθερότητα και τη λειτουργία.

3.5 ΠΑΠΟΥΤΣΙΑ

ΤΜΗΜΑΤΑ ΠΑΠΟΥΤΣΙΩΝ

Το πάνω τμήμα του παπουτσιού διαιρείται στο μέρος που τοποθετούνται τα δάκτυλα των ποδιών, το ψίδι (το μέρος του άνω τμήματος που καλύπτει τον ταρσό), τον λαιμό και τον μετρητή. Το μέρος που τοποθετούνται τα δάκτυλα των ποδιών πρέπει να παρέχει τον ικανοποιητικό χώρο για τις κεφαλές των μεταταρσίων και τα δάκτυλα. Το ψίδι είναι το μέρος του παπουτσιού που καλύπτει τον ταρσό. Πρέπει να είναι αρκετά υψηλό να προσαρμόσει την άνω επιφάνεια του άκρο ποδός χωρίς πίεση αλλά αρκετά σφιχτά να κρατήσει το παπούτσι επάνω. Ο λαιμός είναι η περιοχή, στην οποία τελειώνουν οι υποδοχείς των κορδονιών. Τα πέλματα είναι βασικά δύο τύπων: τα σφηνοειδή ή με ένα χωριστό τακούνι. Για να διατηρηθεί η μορφή του παπουτσιού, τα παπούτσια με τα χωριστά τακούνια έχουν συνήθως μια κνήμη χάλυβα που τοποθετείται μεταξύ του πέλματος και του ανώτερου παπουτσιού και επεκτείνονται από το τακούνι έως την μέση καμάρα (**Εικόνα 3.5.1**).



Εικόνα 3.5.1 Ανατομία Παπουτσιού, (Πηγή E33).

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΠΟΥΤΣΙΩΝ

Παραδοσιακά, οι δερμάτινες σόλες με λαστιχένια τακούνια έχουν χρησιμοποιηθεί για την ένωση των μεταλλικών ορθώσεων. Πολλοί άλλοι τύποι παπουτσιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν, εντούτοις, καλύτερα είναι εάν το παπούτσι τροποποιείται με την προσθήκη ενός σκέλους χάλυβα (είτε κανονικός είτε εκτεταμένος) και ενός πρόσθετου στρώματος του πέλματος (**Εικόνα 3.5.2**).



Εικόνα 3.5.2 Επιπρόσθετο Στρώμα Πέλματος, (**Πηγή E38**).

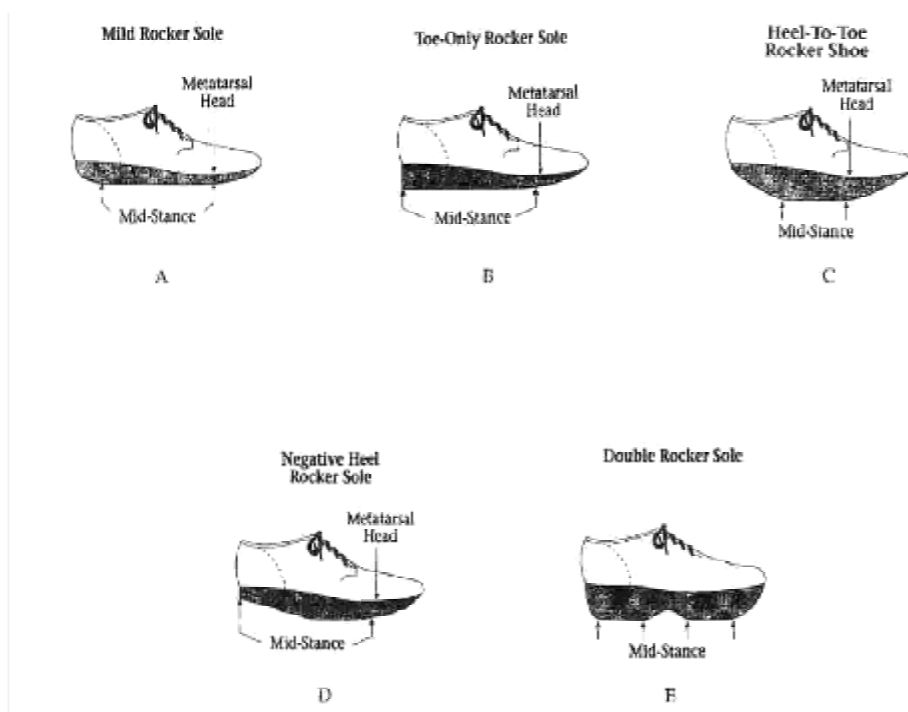
ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΑ ΣΚΕΛΗ ΧΑΛΥΒΑ

Ένα εκτεταμένο σκέλος χάλυβα είναι μια λουρίδα χάλυβα που τοποθετείται μεταξύ των στρωμάτων του πέλματος σε όλο το μήκος από το τακούνι έως τα δάκτυλα. Τα εκτεταμένα σκέλη χάλυβα χρησιμοποιούνται για να αποτρέψουν το παπούτσι από την κάμψη, για να περιορίσουν τα δάκτυλα και το μέσο τμήμα του άκρο ποδός από την κίνηση, και για να ενισχύσουν το πέλμα. Συγκεκριμένες ενδείξεις για τα εκτεταμένα σκέλη χάλυβα μπορούν να περιλάβουν το επίπονο μεγάλο δάκτυλο ή την επώδυνη καμπτική παραμόρφωση του μεγάλου δακτύλου, με περιορισμό της κινητικότητας στη μεταρσιοφαλαγγική άρθρωση, την περιορισμένη κίνηση αστραγάλων, και την αρθρίτιδα του μέσου τμήματος του άκρο ποδός. Ένα εκτεταμένο σκέλος χάλυβα χρησιμοποιείται συνήθως με ένα καμπυλωτής βάσης πέλμα όταν επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθεί η κίνηση στις ενώσεις του ποδιού.

ΚΑΜΠΥΛΩΤΗ ΒΑΣΗ ΠΕΛΜΑΤΑ – ΣΟΛΕΣ

Η καμπυλωτής βάσης σόλα είναι η συνηθέστερα εξωτερική τροποποίηση παπουτσιών. Η βασική λειτουργία της είναι να κουνήσει το πόδι από το τακούνι έως τα νύχια χωρίς κάμψη του παπουτσιού. Εάν η κίνηση χάνεται στο πόδι ή / και τον αστράγαλο από την ακαμψία, την παραμόρφωση, ή τον πόνο, ένα τέτοιο πέλμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει βιομηχανικά ή να αποκαταστήσει λειτουργικά τη χαμένη κίνηση. Καμπυλωτής βάσης πέλματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν να ανακουφιστεί η πελματική πίεση σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Η μορφή των πελμάτων / σολών πρέπει να εξατομικευτεί στις ανάγκες του ασθενή. Οι τύποι καμπυλωτής βάσης πελμάτων περιλαμβάνουν το ήπιο, το μόνο δακτύλων, από το τακούνι έως τα δάκτυλα, το αρνητικό τακούνι και το διπλό. Το ευρύτερα χρησιμοποιημένο καμπυλωτής βάσης πέλμα είναι το ήπιο,

χρησιμοποιούμενο στο τακούνι και στα δάκτυλά και χρησιμοποιείται συχνά στα αθλητικά παπούτσια. Το ήπιο πέλμα μπορεί να ανακουφίσει την μεταταρσική πίεση και μπορεί να βοηθήσει το βηματισμό με την αύξηση της προώθησης και με τη μείωση της δαπάνης ενέργειας. Παρακάτω θα αναλύσουμε, δίνοντας τους ορισμούς και την λειτουργία, των σπουδαιότερων καμπυλωτής βάσης πελμάτων.



Εικόνα 3.5.3 Τύποι καμπυλωτής βάσης, (Πηγή E33).

Ανάλυση των τύπων καμπυλωτής βάσης

A) Καμπυλωτής βάσης πέλματα ήπιας μορφής σόλας (Βλέπε Εικόνα 3.5.3 A).

Αυτός ο τύπος καμπυλωτής βάσης πέλμα έχει μικρή καμπύλη στο τακούνι και στα δάκτυλα.

B) Καμπυλωτής βάσης πέλματα μόνο δακτύλων (Βλέπε Εικόνα 3.5.3 B).

Αυτός ο τύπος καμπυλωτής βάσης πέλμα έχει ελάχιστη καμπύλη στο τακούνι αλλά μια πολύ σημαντική στα δάκτυλα. Κατά τη στάση, ο ασθενής έχει μια πολύ ευρεία σταθερή βάση. Χρησιμοποιείται για να ανακουφίσει τις μετατάρσιες κεφαλές, αρθρώσεις και τα δάκτυλα.

C) Καμπυλωτής βάσης πέλμα από το τακούνι έως τα δάκτυλα (Βλέπε Εικόνα 3.5.3C).

Αυτός ο τύπος καμπυλωτής βάσης πέλμα έχει μία πολύ σημαντική καμπύλη και στο τακούνι και στα δάκτυλα. Παρέχει έναν πολύ σταθερό βηματισμό, ενισχύοντας την προώθηση, και αντικαθιστά την χαμένη ή την επώδυνη κίνηση.

D) Καμπυλωτής βάσης αρνητικό τακούνι (Βλέπε Εικόνα 3.5.3D).

Αυτός ο τύπος καμπυλωτής βάσης πέλμα έχει ένα μειωμένο ύψος τακουνιού ή καθόλου τακούνι. Μερικές φορές μπορεί ακόμη και να υπάρξει λιγότερο πάχος κάτω από το τακούνι. Συνήθως, η καμπύλη είναι σημαντικότερη στα δάκτυλα και ελάχιστη στο τακούνι. Πολύ αποτελεσματικός για την ανακούφιση των μεταταρσίων καθώς επίσης και ακραία

ανακούφιση πίεσης στα δάκτυλα. Είναι επίσης χρήσιμο όταν ο ασθενής αισθάνεται ασταθής λόγω του ύψους που προστίθεται στο παπούτσι με τους άλλους τύπους καμπυλών.

Ε) Καμπυλωτής βάσης διπλό πέλμα (Βλέπε [Εικόνα 3.5.3Ε](#)).

Αυτός ο τύπος καμπυλωτής βάσης πέλμα έχει μία μέτρια καμπύλη στο τακούνι και στα δάκτυλα, αλλά αντίθετα από άλλους, αυτή η τροποποίηση έχει δύο καμπύλες περιφερικά και κεντρικά, δημιουργώντας έναν τύπο ανακούφισης στο μέσο τμήμα του άκρο ποδός. Αυτό το καμπυλωτής βάσης πέλμα είναι χρήσιμο στην ανακούφιση της πίεσης στις προεξοχές του μέσου τμήματος του άκρο ποδός, παρέχοντας έναν ομαλό άνετο βηματισμό.

ΣΦΗΝΕΣ

Μια σφήνα είναι μια λουρίδα δέρματος ή άλλου υλικού παχύτερο σε μια πλευρά από την άλλη. Μπορεί είτε να παρεμβληθεί μεταξύ του τακουνιού ή του πέλματος και του παπουτσιού ή να συνδεθεί εξωτερικά στο παπούτσι. Οι σφήνες χρησιμοποιούνται για να ανακατανεύμουν το βάρος ή την αλλαγή της ευθυγράμμισης.



Εικόνα 3.5.4 Σφήνα ανύψωσης <Game Changer 2 inch shoe lift>, ([Πηγή E39](#)).

3.6 ΟΡΘΟΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

Οι ορθώσεις του κάτω άκρου είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιημένες και ορθώσεις στην κλινική πρακτική. Ο σκοπός μας είναι να αποστήσουμε την ικανότητα διαβάζοντας τη διάγνωση ενός ασθενή για να καταλάβουμε καλύτερα ποια όρθωση είναι κατάλληλη για τον κάθε ασθενή. Το να γνωρίζουμε τις δυνατότητες του ασθενή, τις λειτουργίες, και τους περιορισμούς του, είναι ένα κρίσιμο μέρος της επιλογής ή /και του σχεδιασμού μιας κατάλληλης όρθωσης για έναν ασθενή. Η όρθωση που θα επιλέξουμε πρέπει να αντικαθιστά αποτελεσματικά τους αδύναμους μυς, ή των ελλιπή νευρικό έλεγχο των μυών, και οποιασδήποτε άλλης λειτουργικής ανεπάρκειας. Συγχρόνως, η όρθωση πρέπει να ελαχιστοποιήσει οποιοδήποτε περιορισμό και να είναι χρήσιμη στην υπόλοιπη λειτουργία. Επειδή μια διάγνωση, δεν φανερώνει πάντα τα ίδια λειτουργικά ελλείμματα, είναι σημαντικό, ότι η επιλογή μιας όρθωσης βασίζεται σε μια λεπτομερή αξιολόγηση των συγκεκριμένων αναγκών του ασθενή, καθώς επίσης και τις επιπτώσεις της διάγνωσης. Ένα σημαντικό μέρος της συμβολής του ορθοτικού στην φροντίδα του ασθενή είναι σε προσδιορίζει την αποτελεσματικότερη όρθωση για έναν ασθενή δεδομένων των εφαρμόσιμων παραμέτρων: ηλικία, φύλο, ύψος και βάρος, δύναμη μυών, και σειρά της κίνησης των αρθρώσεων. Το επίπεδο δραστηριότητας, η υπολογιζόμενη διάρκεια ζωής, η κοινωνική θέση, η ψυχολογική κατάσταση, καθώς επίσης και η οικονομική κατάσταση, πρέπει να ληφθούν υπόψη. Το κύριο ζήτημα εντούτοις, πρέπει να είναι ο στόχος της όρθωσης. Οι στόχοι των ορθώσεων του κάτω άκρου είναι να επιτευχθούν ένα ή περισσότερα από τα εξής:

- Ü Η ανακούφιση του πόνου, με τη μείωση των δυνάμεων γύρω από τις αρθρώσεις
- Ü Να βοηθήσουν την κινητικότητα
- Ü Να διατηρήσουν το μέλος σε σωστή θέση όταν υπάρχει μία παραμόρφωση ή μετά από μία χειρουργική επέμβαση σε μία άρθρωση
- Ü Να επηρεάσουν τον μυϊκό τόνο

Είναι σημαντικό μια όρθωση να μην επηρεάζει πέρα από την περιοχή του σώματος που εφαρμόζεται. Οι ορθώσεις των κάτω άκρων είναι αποτελεσματικές επειδή εφαρμόζουν δυνάμεις, οι οποίες επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο το άκρο, τα κόκαλα, οι μύες, ο μαλακός ιστός, και τα νεύρα λειτουργούν. Δεν υπάρχει κανένας άμεσος συσχετισμός ανάμεσα σε μια ιατρική διάγνωση και μια συγκεκριμένη όρθωση, αν και, υπήρξε η ορολογία όπως το "στήριγμα πολιομυελίτιδας". Οι ορθώσεις είναι μηχανικές συσκευές που εφαρμόζουν δυνάμεις στο κάτω άκρο σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής. Ένα τριών σημείων σύστημα πίεσης ορίζεται σαν δύο δυνάμεις που εφαρμόζονται σε ένα μέρος του σώματος εν αντιθέσει σε μία τρίτη δύναμη που εφαρμόζεται ανάμεσα στις δύο πρώτες. Τουλάχιστον ένα τριών σημείων σύστημα δύναμης απαιτείται για να σταθεροποιηθεί μια άρθρωση, αν και στην πλειοψηφία των ορθώσεων, τα πολλαπλά τριών σημείων συστήματα δυνάμεων λειτουργούν σε συνδυασμό για να παρέχουν τη σταθερότητα σε μια ή περισσότερες αρθρώσεις, σε ένα ή περισσότερα επίπεδα κίνησης, κατά την διάρκεια του κύκλου βάδισης. Οι δυνάμεις που ασκούνται από την όρθωση πρέπει να διανεμηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο ασθενής μπορεί να ανεχτεί την πίεση.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΒΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι λειτουργίες της κίνησης είναι οι ακόλουθες :

- Ø Παράγεται μια δύναμη προώθησης
- Ø Διατήρηση της όρθιας θέσης
- Ø Η απορρόφηση των κραδασμών από το βάρος του σώματος, κάθε φορά που το τακούνι του παπουτσιού ακουμπάει στο πάτωμα
- Ø Να περπατάει με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας

Προτού αρχίσουμε να αναγνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά μιας ανεπαρκούς βάρδισης, πρέπει πρώτα να αναγνωρίζουμε τον φυσιολογικό κύκλο βάρδισης, την επαναλαμβανόμενη ακολουθία κίνησης των ποδιών, των χεριών, και του κορμού, ο οποίος προωθεί το σώμα διατηρώντας τη θέση του σταθερή. Ο κανονικός κύκλος βηματισμού έχει δύο μέρη, την φάση της στάσης, η οποία αρχίζει όταν η πτέρνα έρχεται σε επαφή με το έδαφος και συνεχίζεται έως ότου τα δάκτυλα εκείνου του ποδιού αφήσουν το έδαφος, για να αρχίσει η φάση αιώρησης. Ένας κύκλος βάρδισης είναι ισοδύναμος με έναν διασκελισμό, αποτελείται από τα γεγονότα που εμφανίζονται από τη στιγμή που η πτέρνα του ενός ποδιού έρχεται σε επαφή με το έδαφος έως την δεύτερη φορά που η ίδια πτέρνα ξανά ακουμπάει στο έδαφος. Οι οκτώ διαφορετικές υποφάσεις του κύκλου βηματισμού περιγράφονται συχνά από το ποσοστό του χρόνου που εμφανίζονται αποτελεί το 60 τοις εκατό του κύκλου και η φάση ταλάντευσης, το 40 τοις εκατό. Κατά συνέπεια, υπάρχει μια περίοδος που είναι και τα δύο πόδια ταυτόχρονα σε επαφή με το έδαφος, και αποτελεί το 20 τοις εκατό του χρόνου. Αυτό καλείται διπλή θέση.

Οι υποφάσεις της φάσης της στάσης του κύκλου βάρδισης είναι οι ακόλουθες:

- Ø Η αρχική επαφή-όταν η πτέρνα ακουμπάει στο έδαφος.
- Ø Η αντίδραση φόρτισης.
- Ø Η μέση θέση της στάσης.
- Ø Τελική θέση - όταν η πτέρνα σηκώνεται.
- Ø Η φάση λίγο πριν την αιώρηση.

Οι υποφάσεις της φάσης της αιώρησης του κύκλου βάρδισης είναι οι ακόλουθες:

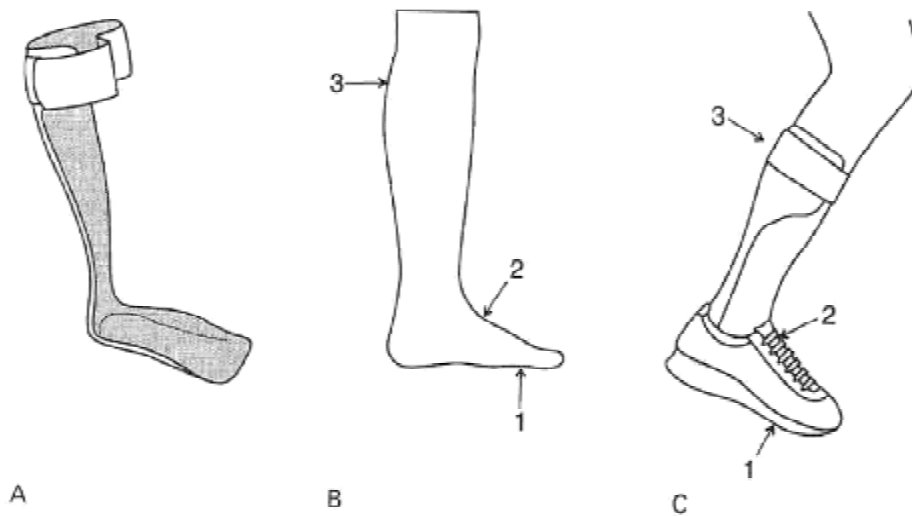
- Ø Η αρχική αιώρηση (ταλάντευση).
- Ø Η μεσαία αιώρηση (ταλάντευση).
- Ø Τελική αιώρηση (ταλάντευση).

Ανάλυση ορθώσεων του κάτω άκρου

Όρθωση αστραγάλου – άκρου πόδα (Βλέπε [Εικόνα 3.6.1](#)).

Περιορίζει την πτώση του άκρου ποδός και την φάση αιώρησης του κύκλου βάρδισης, που αποτρέπει το σύρσιμο των δακτύλων. Υπάρχει ένα τριών σημείων σύστημα δύναμης στη φάση αιώρησης :

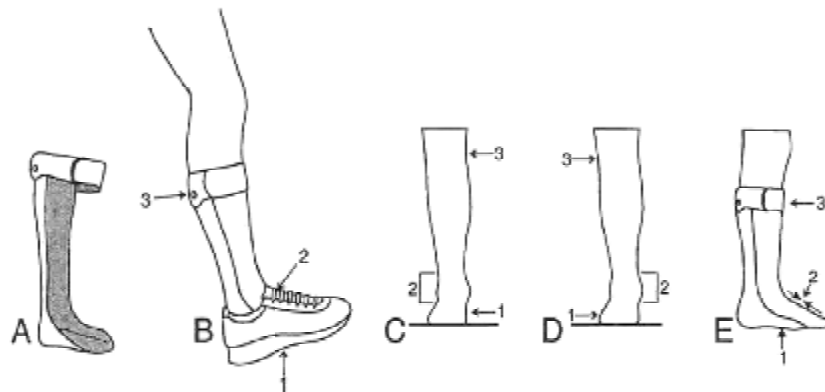
1. Μια προς τα επάνω κατευθυνόμενη δύναμη στο πέλμα του ποδιού.
2. Μια προς τα πίσω κατευθυνόμενη δύναμη στη ραχιαία επιφάνεια του ποδιού. Ο μηχανισμός κλεισίματος του παπουτσιού είναι συνήθως τα κορδόνια .
3. Μια προς τα εμπρός κατευθυνόμενη δύναμη στο πίσω μέρος του γαστροκνημίου .



Εικόνα 3.6.1 Όρθωση αστραγάλου – άκρου πόδα, (Πηγή E33).

✚ **Πλαστική όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός, με σταθερό σχεδιασμό (Βλέπε Εικόνα 3.6.2).** Περιορισμός της πτώσης του άκρου ποδός Ελέγχει την αντιστροφή ή την αναστροφή του ποδιού, καθώς επίσης και την ραχιαία κάμψη της άρθρωσης του αστραγάλου στη φάση στάσης του κύκλου βάρδισης. Υπάρχουν τέσσερα συστήματα δυνάμεων :

1. Σύστημα δύναμης ελέγχει την πελματική κάμψη.
2. Ελέγχει ραιβοποδία / αντιστροφή.
 - Μια πλάγια κατευθυνόμενη δύναμη στη μέση πλευρά του άκρο ποδός.
 - Μια προς τα έσω κατευθυνόμενη δύναμη περιφερικά στην περόνη και στην πτέρνα.
 - Μια πλάγια κατευθυνόμενη δύναμη, κεντρικά στην κνήμη.
3. Ελέγχει την βλαιοποδία.
 - Μια προς τα έσω κατευθυνόμενη δύναμη στην πλάγια επιφάνεια του άκρο πόδα.
 - Μια πλάγια κατευθυνόμενη δύναμη στο μέσο της κνήμης και στην πτέρνα.
 - Μια προς τα έσω κατευθυνόμενη δύναμη στην πλάγια πλευρά της πλάγιας επιφάνειας της περόνης, περιφερικά του περονιαίου νεύρου.
4. Σύστημα δύναμης ελέγχει την ραχιαία κάμψη στη φάση στάσης του κύκλου βάρδισης.
 - Μια προς τα επάνω κατευθυνόμενη δύναμη στο πέλμα του ποδιού .
 - Μια δύναμη συμπίεσης στο πλαστικό στην άρθρωση του αστραγάλου.
 - Μία προς τα πίσω κατευθυνόμενη δύναμη στην κνήμη .



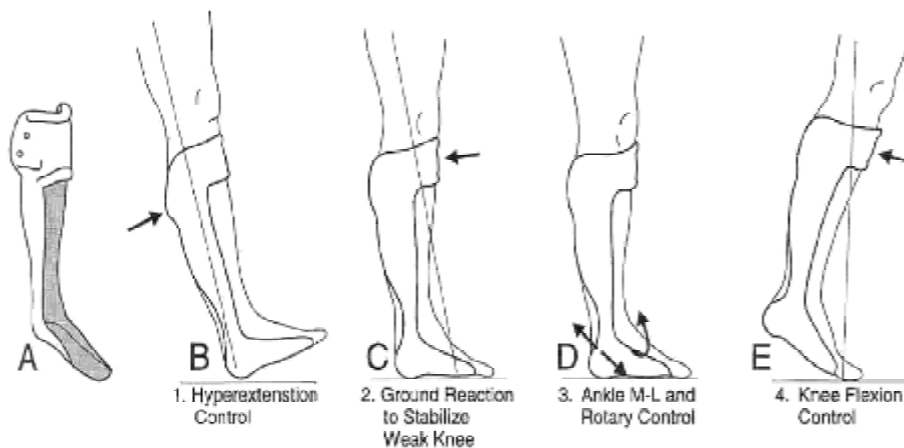
Εικόνα 3.6.2 Πλαστική όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός, με σταθερό σχεδιασμό, (Πηγή E33).

Σχόλιο

Η αποτελεσματικότητα αυτών των συστημάτων δύναμης εξαρτάται από διάφορες μεταβλητές συμπεριλαμβανομένου του τύπου και του πάχους του πλαστικού και των γραμμών ισορροπίας. Αυτή η όρθωση μπορεί να είναι επί παραγγελία συναρμολογούμενη ή επί παραγγελία κατασκευασμένη, αλλά το πρώτο είναι σπάνια αποτελεσματικό. Η ανικανότητα να ελεγχθεί η μορφή, ο τύπος, και το πάχος του πλαστικού σε μία επί παραγγελία συναρμολογούμενη όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός, την καθιστά λιγότερο κατάλληλη να ικανοποιήσει τις ανάγκες ενός ασθενή, από μία επί παραγγελία κατασκευασμένη όρθωση. Η ρευματοειδή αρθρίτιδα, στον αστράγαλο και στις υπαστραγαλικές αρθρώσεις μπορούν να οδηγήσουν στη μείωση της ταχύτητας περπατήματος και του ενιαίου χρόνου υποστήριξης άκρων. Η εφαρμογή των άκαμπτων ορθώσεων για αυτές τις περιπτώσεις γίνεται για να μειώσει τον πόνο και να επιτρέψει τη μεγαλύτερη ταχύτητα περπατήματος. Επίσης, η χρήση, μιας επί παραγγελία κατασκευασμένης όρθωσης είναι χρήσιμη σε μια διαδικασία αξιολόγησης εάν η χειρουργική επέμβαση εξετάζεται.

✚ **Επί παραγγελία φορμαρισμένη πλαστική όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός, αντίδρασης εδάφους (Βλέπε [Εικόνα 3.6.3](#)).** Συχνά χρησιμοποιείτε για να δημιουργήσει μια εκτατική ροπή στην άρθρωση του γόνατος, μπλοκάροντας την πελματιαία κάμψη στην άρθρωση του αστραγάλου. Έχει επίσης παρόμοιες λειτουργίες με την προηγούμενη όρθωση.

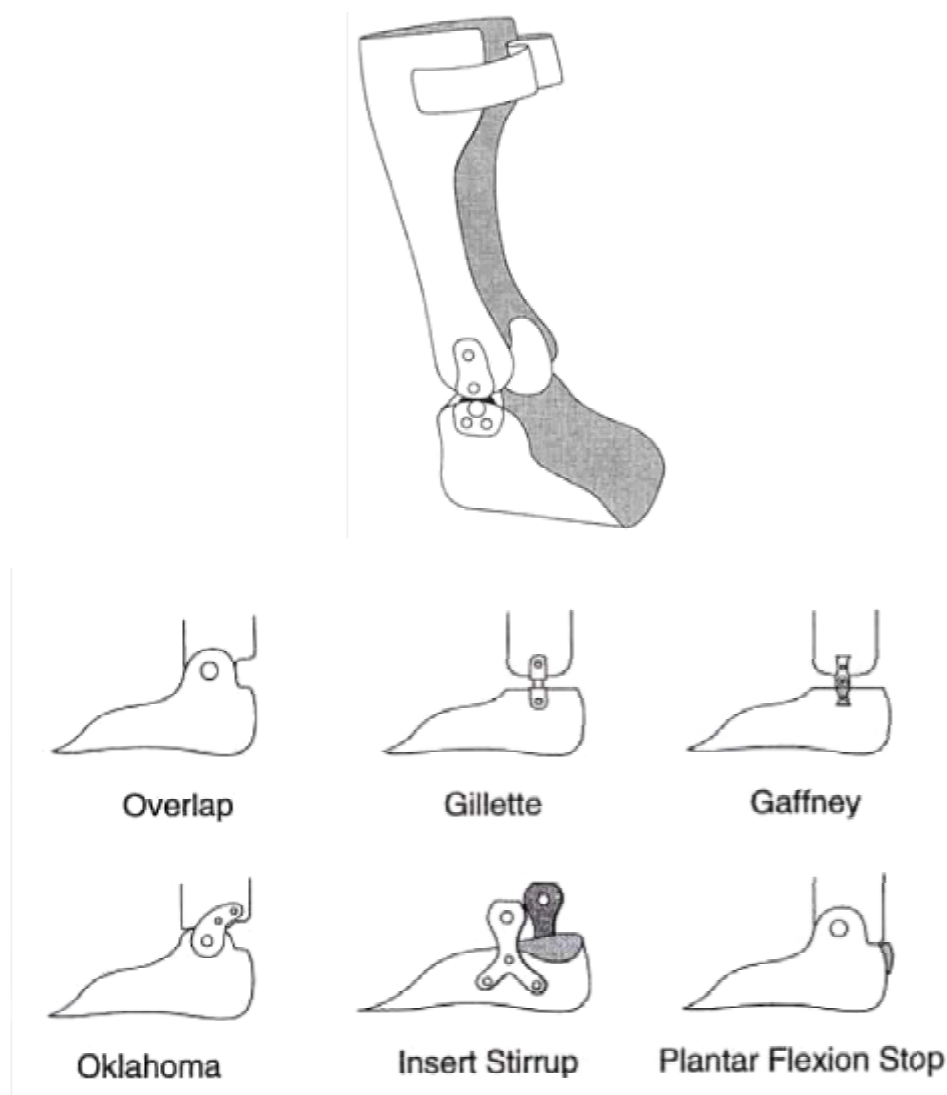
1. Σύστημα δύναμης ελέγχει την πελματιαία κάμψη.
2. Σύστημα δύναμης ελέγχει την ραιβοποδία.
3. Σύστημα δύναμης ελέγχει την βλαισοποδία .
4. Σύστημα δύναμης ελέγχει την πελματιαία κάμψη.
 - Μια προς τα πίσω κατευθυνόμενη δύναμη στην μέση γραμμή της κνήμης ή κατά προτίμηση στον επιγονατιδικό τένοντα.
 - Μια δύναμη συμπίεσης στο πλαστικό που εντοπίζεται στην αστραγαλική άρθρωση.
 - Μια προς τα επάνω κατευθυνόμενη δύναμη στο πέλμα του ποδιού.



Εικόνα 3.6.3 Επί παραγγελία φορμαρισμένη πλαστική όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός, αντίδρασης εδάφους, ([Πηγή E33](#)).

✚ **Πλαστική όρθωση αστραγάλου - άκρο ποδός με άρθρωση στον αστράγαλο (Βλέπε Εικόνα 3.6.4-5).** Εξαρτάται από τον τύπο της άρθρωσης στον αστράγαλο και το πώς εφαρμόζεται, συχνότερα χρησιμοποιημένη είναι η όρθωση που μπλοκάρει την πελματιαία κάμψη. Οι τύποι των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων αρθρώσεων είναι η επικαλυπτόμενη (**Overlap**), **Ζιλέτ (Gillette)**, **Γκάφνευ (Gaffney)**, **Οκλαχόμα (Oklahoma)**, και αυτή που μπλοκάρει την πελματιαία κάμψη.

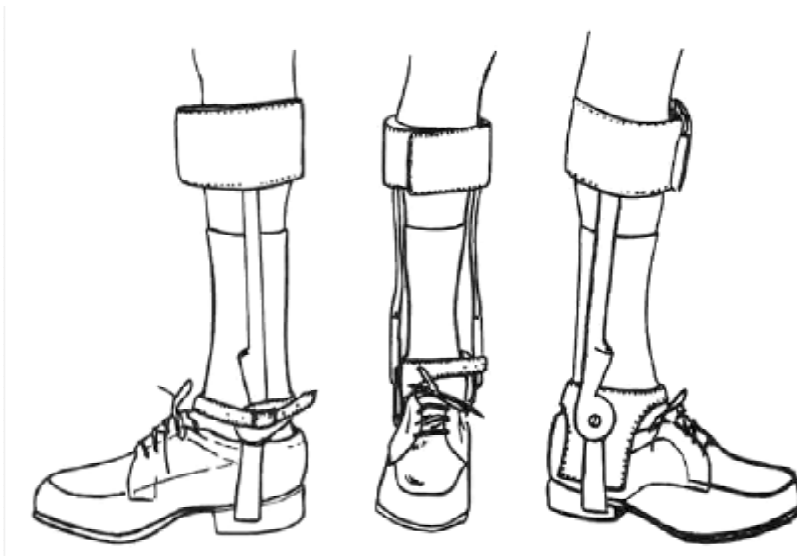
1. Σύστημα δύναμης ελέγχει την πελματιαία κάμψη.
2. Σύστημα δύναμης ελέγχει την ραιβοποδία.
3. Σύστημα δύναμης ελέγχει την βλαισοποδία.
4. Σύστημα δύναμης περιορίζει την ραχιαία κάμψη.



Εικόνα 3.6.4-5 Τύποι Αρθρώσεων, (Πηγή E33).

✚ **Διπλή μεταλλική, ευθεία όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός (Βλέπε [Εικόνα 3.6.6](#)).** Η λειτουργία αυτής της όρθωσης είναι να ελέγχει την πτώση του άκρο ποδός και / ή βλαισοποδία / ραιβοποδία. Τα δύο μεταλλικά στηρίγματα την καθιστούν πιο άκαμπτη και δίνουν στην όρθωση μια πρόσθετη δύναμη, η οποία την καθιστά αποτελεσματικότερη στην εφαρμογή των δυνάμεων στο πόδι και στο κάτω άκρο. Για τους ορθοστάτες χρησιμοποιούμε συνήθεστερα αλουμίνιο, αλλά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και χάλυβα για την αυξήσουμε την δύναμη και την ανθεκτικότητα.

1. Σύστημα δύναμης ελέγχει την πελματιαία κάμψη.
2. Σύστημα δυνάμεων ελέγχει την ραιβοποδία.
3. Σύστημα δύναμης ελέγχει την βλαισοποδία.
4. Σύστημα δύναμης δημιουργείται όταν εμποδίζεται η ραχιαία κάμψη στη φάση στάσης του κύκλου βάδισης και μια εκτατική ροπή δημιουργείται στην άρθρωση του γόνατος.



Εικόνα 3.6.6 Διπλή μεταλλική, ευθεία όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός, (Πηγή E33).

Σχόλιο

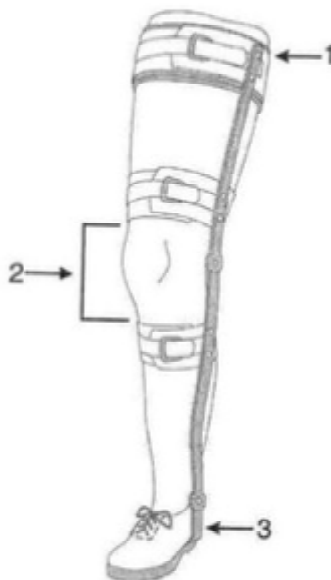
Η διπλή μεταλλική, ευθεία όρθωση αστραγάλου – άκρο ποδός συνήθως αντικαθιστάτε από μια ελαφρύτερη, κατασκευασμένη από πλαστικό. Η μεταλλική όρθωση χρησιμοποιείτε όταν:

- ü Ο όγκος του ποδιού ποικίλλει αρκετά, συνήθως ως αποτέλεσμα ενός οιδήματος.
- ü Ο ασθενής θεωρεί το πλαστικό αρκετά καυτό για να φορέσει.

✚ **Όρθωση γονάτου – αστραγάλου – άκρου ποδός με μονό ορθοστάτη, με ελεύθερη κίνηση στις αρθρώσεις του γόνατος και του αστραγάλου. Ο ορθοστάτης μπορεί να είναι στην πλάγια ή στην κεντρική πλευρά του ποδιού, ανάλογα με την δυσμορφία (Βλέπε **Εικόνα 3.6.7**). Αυτή η όρθωση χρησιμοποιείται συχνά για τον έλεγχο την βλαισότητας και της ραιβότητας του γόνατου. Το πρώτο σύστημα δύναμης ελέγχει την βλαισότητα του γόνατος και αποτελείται από τα εξής :**

- Μια προς το μέσον κατευθυνόμενη δύναμη στην πλάγια επιφάνεια του μηρού, στο ύψος της κεφαλής του.
- Μια πλάγια κατευθυνόμενη δύναμη στην άρθρωση του γόνατος, από τους μηριαίους έως του κνημιαίους κονδύλους.
- Μια προς το μέσον κατευθυνόμενη δύναμη στην πλάγια επιφάνεια της πτέρνας.

Το σύστημα δύναμης που ελέγχει την ραιβότητα του γόνατος, είναι ακριβώς το αντίθετο από αυτό που μόλις περιγράψαμε.

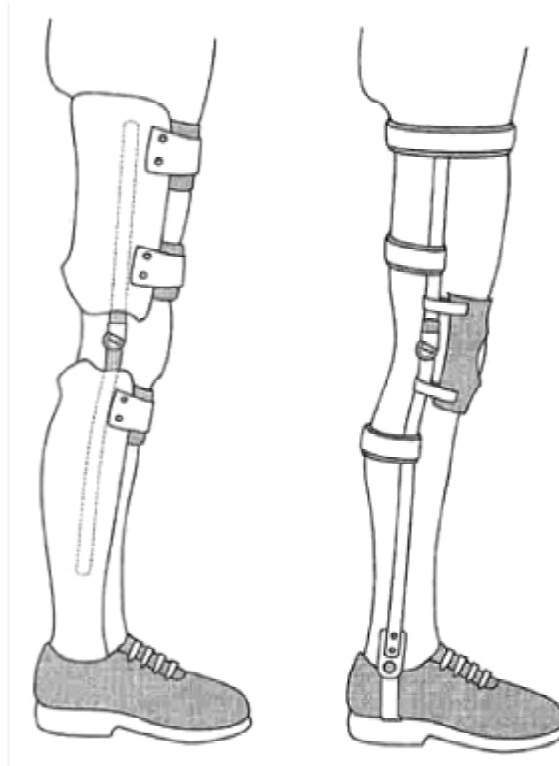


Εικόνα 3.6.7 Όρθωση γονάτου – αστραγάλου – άκρου ποδός με μονό ορθοστάτη, (Πηγή **E33**).

Σχόλιο

Αυτή η όρθωση χρησιμοποιείται σπάνια λόγω της έλλειψης ακαμψίας ως αποτέλεσμα της κατοχής μόνο ενός ορθοστάτη. Μπορεί να είναι χρήσιμη, εντούτοις, στη συνεργασία με τα παιδιά και τους ηλικιωμένους ασθενείς, των οποίων η μάζα και οι δυνάμεις είναι μικρότερες.

- ✚ Πλήρες πλαστική όρθωση γόνατος – αστραγάλου – άκρο πόδα, με διπλούς ορθοστάτες, κυκλικά μπλοκαρισμένο γόνατο και τις στερεές ενώσεις αστραγάλων, που φορμάρονται στο πρότυπο του ασθενή (Βλέπε **Εικόνα 3.6.8**). Διπλή όρθια όρθωση γόνατος – αστραγάλου – άκρο πόδα, με γόνατο κυκλικά μπλοκαρισμένο, μαξιλαράκι επιγονατίδας και με διπλές ρυθμιζόμενες προσθήκες στην περιοχή των αρθρώσεων των αστραγάλων. Αυτή η όρθωση ελέγχει την βλαισότητα ή την ραιβότητα του γόνατος ή και την υπερέκταση του. Με τροποποιήσεις στην περιοχή της άρθρωσης του γόνατος, μπορούμε να ελέγξουμε και την κάμψη αυτού. Η ραχιαία και η πελματιαία κάμψη είναι ελεύθερες, εκτός αν μια τροποποιημένη άρθρωση αστραγάλου εγκατασταθεί.



Εικόνα 3.6.8 Πλήρες πλαστική όρθωση γόνατος – αστραγάλου – άκρο πόδα, (**Πηγή E33**).

Σχόλιο

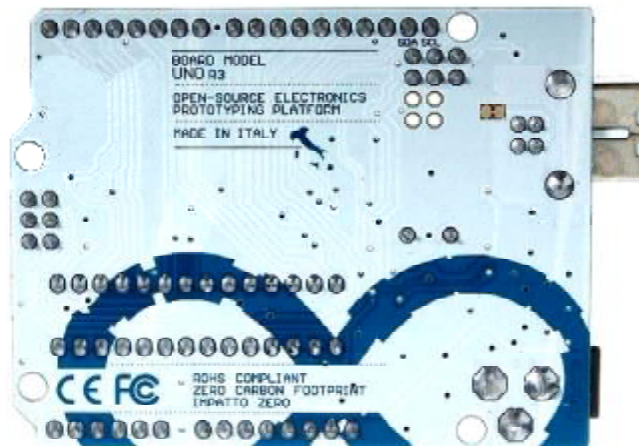
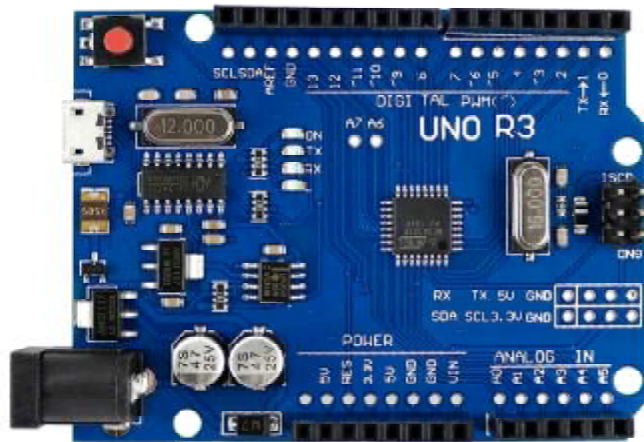
Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα πλαστικά για αυτή την όρθωση, είναι τα θερμοπλαστικά όπως το πολυπροπυλένιο και τα πολυαρίθμα παράγωγά του. Σημαντικά πλεονεκτήματα είναι ότι προσδίδουν μια πιο αποδεκτή εμφάνιση στους περισσότερους ασθενείς έχουν λιγότερο βάρος στο περιφερικό άκρο επειδή ο χαλύβδινος αναβολέας δεν απαιτείται για τη σύνδεση παπουτσιών και η όρθωση μπορεί να καθαριστεί εύκολα. Πλαστικά έπειτα από θερμική κατεργασία χρησιμοποιούνται επίσης, και αν και είναι ακριβότερα, παρέχουν αυξανόμενη ακαμψία κατά μήκος του ποδιού για να ελέγξουν τις περιστροφικές δυνάμεις που εμφανίζονται συνήθως στις παθολογίες των άκρων ποδών. Είναι επίσης βαρύτεροι από τα απλά πλαστικά.

Τρεις είναι οι κυριότερες βλάβες για τις οποίες αυτή η όρθωση είναι υποδειγμένη:

1. Αδυναμία των μυών που ελέγχουν τις κινήσεις στην άρθρωση του γόνατος.
2. Τραύματα των ανώτερων κινητικών νευρώνων με συνέπεια την υπερτονία στα κάτω άκρα.
3. Απώλεια δομικής ακεραιότητας της άρθρωσης του ισχίου ή του γόνατος.

4. ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ARDUINO

4.1 ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ARDUINO UNO R3

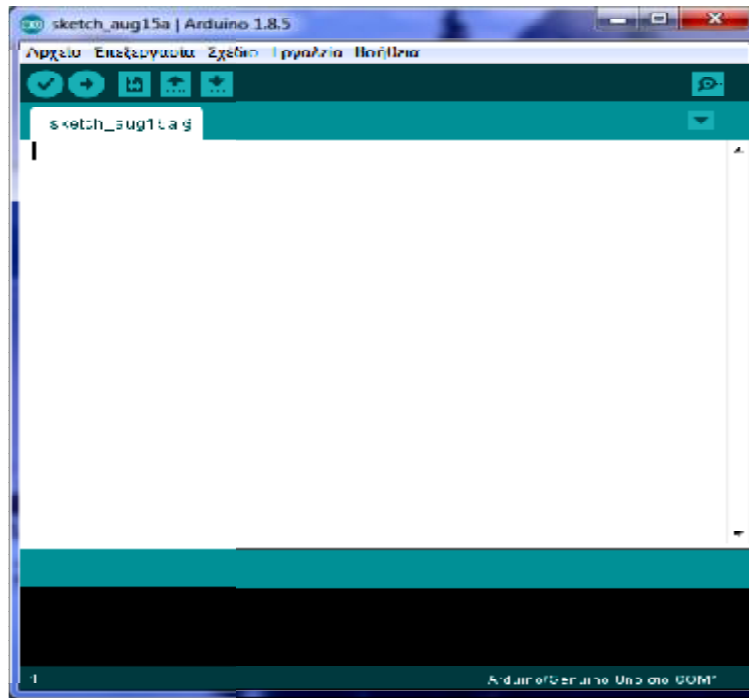


Εικόνα 4.1.1 Arduino UNO R3, (Πηγή E40-E41).

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού, που βασίζεται σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό. Πρόκειται για μία πλατφόρμα ανάπτυξης Ανοικτού κώδικα. Δηλαδή, μία μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία προγραμματίζεται με τη γλώσσα Wiring. Η γλώσσα Wiring ουσιαστικά είναι μία απλοποιημένη μορφή της γλώσσας προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο βιβλιοθηκών, επίσης βασισμένων στην C++. Η χρήση της συγκεκριμένης γλώσσας προσφέρει ευκολία και ταχύτητα στην ανάπτυξη εφαρμογών. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας Arduino σε σχέση με άλλες πλατφόρμες είναι:

- Το χαμηλό κόστος: Οι πλακέτες Arduino είναι σχετικά φθηνές, σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Μπορούμε επίσης να συναρμολογήσουμε μία πλακέτα Arduino, αφού ο το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα μειώνοντας ακόμα περισσότερο το κόστος.
- Το απλό και σαφές περιβάλλον προγραμματισμού: το λογισμικό Arduino (IDE) είναι εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αρκετά ευέλικτο όμως για να επωφεληθούν και οι γνώστες του αντικειμένου.
- Υψηλή συμβατότητα: το λογισμικό Arduino (IDE) λειτουργεί σε λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh OSX και Linux. Ενώ, τα περισσότερα λογισμικά σύστημα των μικροελεγκτών λειτουργούν σε ένα μόνο λειτουργικό σύστημα.
- Ο ανοικτός κώδικας: ο καθένας μπορεί να βρει ένα κώδικα στο διαδίκτυο και να το προσαρμόσει ανάλογα με την εφαρμογή, να δημιουργήσει δικαίως του βιβλιοθήκες ακόμα και να επεξεργαστεί το περιβάλλον ανάπτυξης.

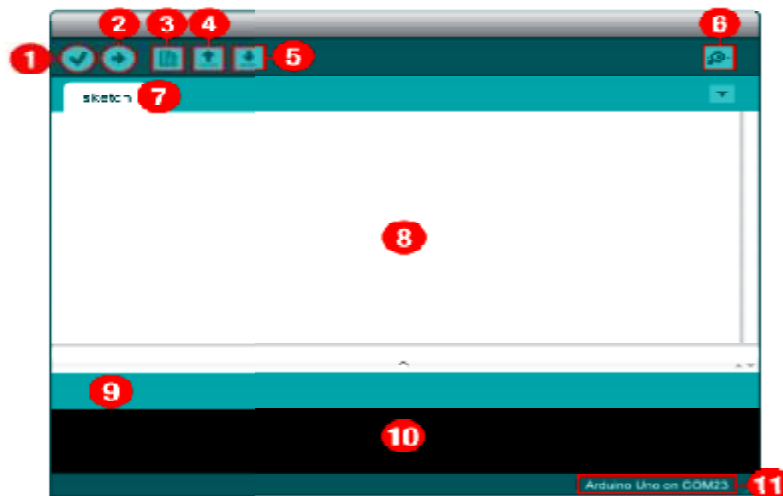
Προορίζεται για καλλιτέχνες, σχεδιαστές, υλοποίηση χόμπι και δραστηριοτήτων, και γενικότερα για οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να δημιουργήσει αλληλεπιδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Για να μιλήσουμε λίγο πιο τεχνικά, υπάρχει ένα κύκλωμα που χρησιμοποιεί μικροελεγκτή, το οποίο μας δίνει ένα αριθμό πυλών οι οποίες μπορεί να λειτουργήσουν είτε ως εισοδοί είτε ως εξοδοί στα κυκλώματά μας. Αυτές τις εισόδους ή εξόδους μπορούμε να τις διαχειριστούμε γράφοντας κώδικα στο περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE που έχει βασιστεί στη γλώσσα C/C++. Στην επίσημη σελίδα του Arduino (<http://arduino.cc/>) μπορείτε να βρείτε πολλές πληροφορίες για αυτό, και να κατεβάσετε το περιβάλλον προγραμματισμού από την αντίστοιχη σελίδα (<http://arduino.cc/en/Main/Software>). Εκτός από τη βασική έκδοση του περιβάλλοντος Arduino IDE, υπάρχει και μια παραλλαγμένη έκδοση του Scratch, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γράψουμε προγράμματα για το Arduino, η <<**S4A - Scratch For Arduino**>>, η οποία επίσης είναι ανοικτού κώδικα και δωρεάν. Το πλεονέκτημα της έκδοσης αυτής είναι ο οπτικός προγραμματισμός (blocks όπως στο Scratch) σε σχέση με το γράψιμο εντολών στο κλασικό περιβάλλον. Παρόμοιας λογικής είναι και το <<**ArduBlock**>>, το οποίο επίσης χρησιμοποιεί οπτικό προγραμματισμό μέσω έτοιμων blocks για τον προγραμματισμό του. Ακόμα, υπάρχουν οπτικές εκδόσεις στο διαδίκτυο (web περιβάλλοντα), όπως το <<**BlocklyDuino**>> ή το <<**ArduinoMio**>> .



Εικόνα 4.1.2 Περιβάλλον Arduino IDE.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ARDUINO IDE

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino IDE, παρέχεται δωρεάν από την επίσημη ιστοσελίδα του Arduino. Είναι μία εφαρμογή για πολλά λειτουργικά συστήματα όπως (Windows, Linux, macOS) και είναι δομημένο με τη γλώσσα προγραμματισμού Java. Ενώ, ο προγραμματισμός γίνεται μέσω της γλώσσας Wiring. περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα με δυνατότητες όπως κοπή και επικόλληση κειμένου, αναζήτηση και αντικατάσταση κειμένου, αυτόματη εσοχή, αντιστοίχιση αγκυλών και επισήμανση κειμένου. Επίσης, με ευκολία μπορεί να μεταγλωττίσει (compile) και να μεταμορφώσει (upload) προγράμματα, σε μία πλακέτα Arduino. Περιέχει μία περιοχή μηνυμάτων, μία κονσόλα και μενού και μία γραμμή εργαλείων για βασικές λειτουργίες.

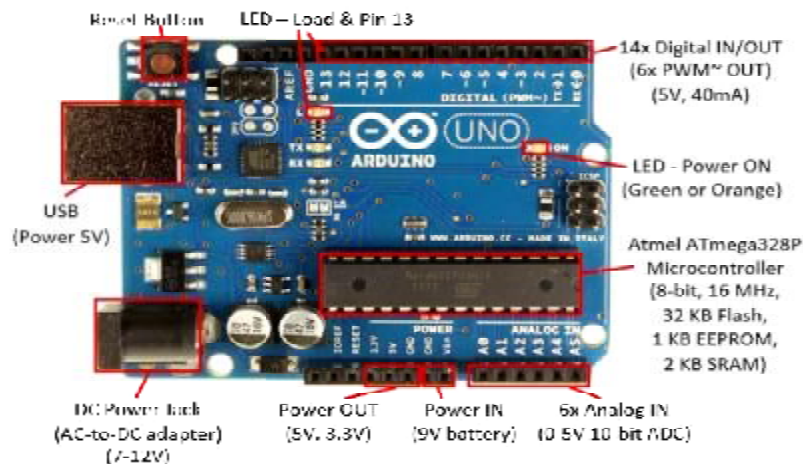


Εικόνα 4.1.3 Γραφικό Περιβάλλον Arduino IDE, (Πηγή E43).

1. **Επαλήθευση:** Εξετάζει και εγκρίνει τον κώδικα. Εντοπίζεις σφάλματα σε σύνταξη (όπως έλλειψη ερωτηματικών ή παρενθέσεων).
2. **Μεταμόρφωση:** στέλνει τον κώδικα στην πλακέτα που είναι συνδεδεμένη.
3. **Νέο:** Ανοίγει μία νέα καρτέλα κώδικα.
4. **Άνοιγμα:** μεταμορφώνει έναν υπάρχον κώδικα.
5. **Αποθήκευση:** αποθηκεύει τον κώδικα που είναι ενεργός.
6. **Σειριακό παράθυρο:** Άνοιγμα παραθύρου που εμφανίζει τυχόν συριακές πληροφορίες που μεταδίδει η πλακέτα. Χρήσιμο για τον εντοπισμό σφαλμάτων.
7. **Όνομα κώδικα:** Δείχνει το όνομα του κώδικα που είναι ενεργός.
8. **Περιοχή κώδικα:** Η περιοχή όπου γίνεται η σύνθεση του κώδικα.
9. **Περιοχή μηνυμάτων:** Ο τόπος όπου το IDE ενημερώνει για τυχόν σφάλματα στον κώδικα.
10. **Κονσόλα κειμένου:** Η κονσόλα κείμενο εμφανίζει πλήρη μηνύματα σφάλματος.
11. **Πλακέτα και σειριακή θύρα:** Παρουσιάζει την πλακέτα που είναι συνδεδεμένη για την σειριακή θύρα που γίνεται η σύνδεση.

4.2 ΡΕΥΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το Arduino μπορεί να δουλέψει με ρεύμα από τη USB θύρα του υπολογιστή σας ή με αυτόνομη παροχή ρεύματος από μπαταρία. Η μονάδα παρέχει σταθερά τάση 5V στις εξόδους της. Για παροχή ρεύματος στη μονάδα από εξωτερική πηγή δέχεται τροφοδοσία από εξωτερικό βύσμα - συνιστώμενη παρεχόμενη τάση λειτουργίας είναι στα 7V έως 12V, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει και να δώσει σταθερά τα 5V στην έξοδο (**βλ. <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>**). Μπορείτε να συνδέσετε την παροχή ρεύματος απευθείας στα pins που προορίζονται για αυτό το σκοπό: (+) στο Pin VCC IN και (-) στο Gnd δίπλα του. Στην περίπτωση που είναι συνδεδεμένη η μονάδα σας μόνιμα με θύρα USB τότε δουλεύει χωρίς πρόβλημα με τα 5V που παρέχει η USB θύρα.



Εικόνα 4.2.1 Ανάλυση επιμέρους εξαρτημάτων Arduino UNO R3, (Πηγή E44).

4.3 ΘΥΡΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ / ΕΞΟΔΟΥ (PINS)

Το Arduino Uno R3 έχει 14 ψηφιακές θύρες εισόδου ή εξόδου (digital input/output pins) και έξι αναλογικές εισόδους (analog input pins). Οι 14 ψηφιακές θύρες ονομάζονται με νούμερα από το 0 έως το 13, ενώ οι έξι αναλογικές με το γράμμα A ακολουθούμενο από ένα νούμερο από 0 μέχρι το 5 (π.χ. A3). Στην έξοδο τα pins μπορούν να δώσουν 0 έως και 5V τάση. Από τις 14 ψηφιακές θύρες οι έξι, και ειδικότερα οι 3, 5, 6, 9, 10, 11, είναι και PWM θύρες (Pulse Width Modulation), δηλαδή μπορούν να προσομοιάσουν αναλογικές εξόδους. **(Βλέπε Εικόνα 4.2.1)**

Έτσι, συνοπτικά για την είσοδο και έξοδο έχουμε:

- Για ψηφιακή είσοδο, χρησιμοποιούμε τις 14 ψηφιακές 0..13. Όταν δουλεύουν ψηφιακά, η είσοδος μπορεί να είναι ή 0 ή 5V, με τον χαρακτηρισμό LOW ή HIGH όπως θα δούμε παρακάτω.
- Για ψηφιακή έξοδο, χρησιμοποιούμε τις 14 ψηφιακές 0..13. Όταν δουλεύουν ψηφιακά, η έξοδος μπορεί να είναι 0 ή 5V, με τον χαρακτηρισμό LOW ή HIGH όπως θα δούμε παρακάτω.
- Για αναλογική είσοδο, δηλαδή να διαβάσουμε τιμές ρεύματος στο διάστημα 0 έως 5V, χρησιμοποιούμε τις έξι αναλογικές θύρες A0..A5.
- Για αναλογική έξοδο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις έξι PWM ψηφιακές θύρες (3, 5, 6, 9, 10, 11), οι οποίες θα μας δώσουν ρεύμα εξόδου όποιας τιμή θέλουμε στο διάστημα από 0 έως 5V.

Γράφοντας κώδικα θα πρέπει να αρχικοποιήσουμε τις θύρες που χρησιμοποιούμε με τη συνάρτηση `pinMode()`, δηλαδή να δίνουμε την πληροφορία για όποιες χρησιμοποιήσουμε αν θα είναι για είσοδο ή για έξοδο. Η συνάρτηση αυτή αναλύεται στην επόμενη ενότητα. Όταν χρησιμοποιείται η σειριακή οθόνη παρακολούθησης της επικοινωνίας με τον υπολογιστή, χρησιμοποιούνται τα pins 0 και 1 για αυτό, οπότε προτείνουμε να μην τα χρησιμοποιείτε στις εφαρμογές σας, εκτός αν αυτό είναι απαραίτητο (π.χ. δεν μας φτάνουν τα υπόλοιπα 12 pins για την εφαρμογή μας). Επίσης, στη θύρα 13 υπάρχει συνήθως συνδεδεμένο ήδη ένα Led πάνω στην πλακέτα Arduino Uno, κι έτσι μπορούμε να το χρησιμοποιούμε για σχετικές λειτουργίες. **(Βλέπε Εικόνα 4.2.1)**

4.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΓΛΩΣΣΑ WIRING – ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Η λογική του Arduino είναι πολύ απλή, αφού βασίζεται στη λογική της γλώσσας Wiring. Η γλώσσα Wiring είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα πρωτότυπου ανοικτού κώδικα που αποτελείται από μια γλώσσα προγραμματισμού, ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) και έναν μικροελεγκτή μίας κάρτας. Αναπτύχθηκε από το 2003 από τον Hernando Barragán. Ο Barragán ξεκίνησε το έργο στο Ivrea Interactive Design Institute. Το έργο αναπτύσσεται επί του παρόντος στην Σχολή Αρχιτεκτονικής και Σχεδίου Universidad de-Los-Andes στην Μπογκοτά της Κολομβίας. Η γλώσσα καλωδίωσης βασίζεται σε επεξεργασία, ένα ανοιχτό έργο που ξεκίνησε από τους Casey Reas και Benjamin Fry, και τα δύο από την πρώτη ομάδα Aesthetics and Computing στο MIT Media Lab.



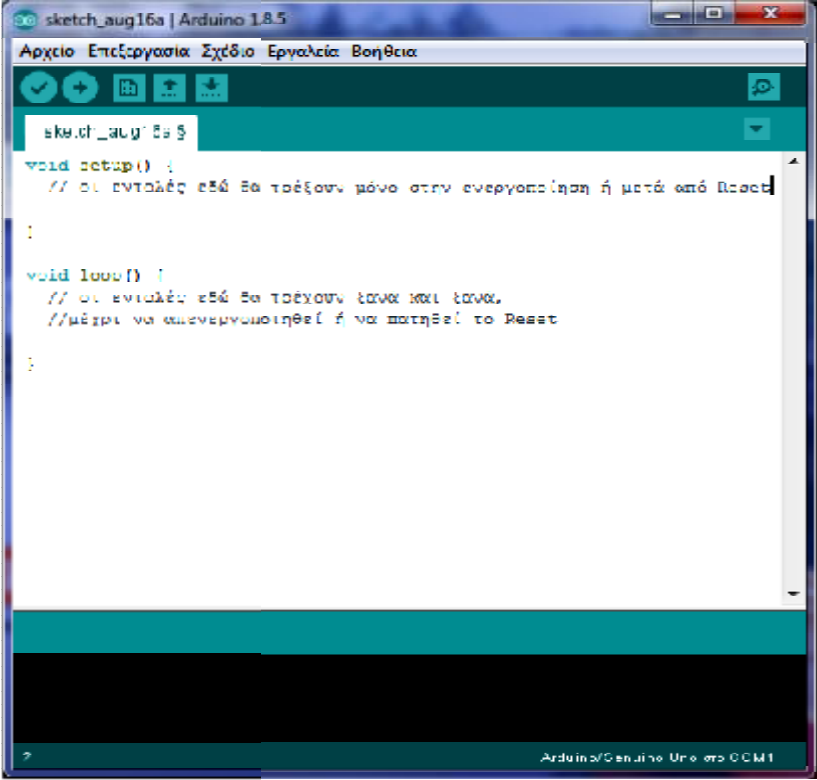
Εικόνα 4.4.1 Wiring, (Πηγή E45).

Η γλώσσα Wiring (IDE) είναι μια εφαρμογή πολλαπλών πλατφορμών γραμμένη σε Java που προέρχεται από το (IDE) που έγινε για τη γλώσσα προγραμματισμού επεξεργασίας. Έχει σχεδιαστεί για να εισαγάγει προγραμματισμό και σκίτσο με ηλεκτρονικά είδη σε καλλιτέχνες και σχεδιαστές. Περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή κωδικών με δυνατότητες όπως επισημάνσεις σύνταξης, αντιστοίχιση ανάρτησης και αυτόματη εσοχή ικανή να καταρτίζει και να φορτώνει προγράμματα στο διοικητικό συμβούλιο με ένα μόνο κλικ. Η γλώσσα Wiring (IDE) περιλαμβάνει μια βιβλιοθήκη C/C++ που ονομάζεται "Wiring", η οποία καθιστά ευκολότερη την κοινή λειτουργία εισόδου / εξόδου. Τα προγράμματα με γλώσσα Wiring γράφονται σε μια διάλεκτο των C και C++. Ένα ελάχιστο πρόγραμμα απαιτεί μόνο δύο μέρη – λειτουργίες (Functions):

1. **setup() {}** - εδώ βάζουμε όλες τις εντολές που πρέπει να τρέξουν μία φορά, όταν ενεργοποιείται η μονάδα μας (όταν δηλαδή δίνουμε ρεύμα ή όταν πατηθεί το πλήκτρο reset που υπάρχει). Συνήθως μπαίνουν αρχικοποιήσεις τιμών μεταβλητών και οπωσδήποτε ο χαρακτηρισμός των εισόδων/εξόδων που θα χρησιμοποιήσουμε (αν δηλαδή ένα συγκεκριμένο Pin θα είναι είσοδος ή έξοδος).
2. **loop() {}** - εδώ γράφουμε το πρόγραμμά μας. Οι εντολές που υπάρχουν θα τρέξουν κι όταν φτάσει στο τέλος θα ενεργοποιηθεί ξανά η loop(), συνεχίζοντας από την αρχή της, και ξανά. Αυτό θα συμβαίνει συνεχώς, όσο έχει ρεύμα το Arduino ή μέχρι να πατηθεί το πλήκτρο reset.

Έτσι, η βασική λειτουργία του Arduino είναι ότι τρέχει η συνάρτηση setup() μία φορά στην αρχή και ακολούθως η loop() ξανά και ξανά μέχρι να το κλείσουμε (να μην τροφοδοτείται με ρεύμα) ή να πατήσουμε το πλήκτρο reset. Στην περίπτωση του Reset ξανατρέχει η συνάρτηση setup() μία φορά και ακολούθως η loop() ξανά και ξανά, όπως δηλαδή ακριβώς και όταν αρχικά ενεργοποιείται με ρεύμα ο μικροελεγκτής. Στην περίπτωση που έχουμε κάνει αλλαγές στο πρόγραμμά μας και το φορτώσουμε στον μικροελεγκτή (θα δούμε παρακάτω τη διαδικασία αυτή) αρκεί να πατήσουμε το πλήκτρο Reset ώστε να φορτώσει το πρόγραμμά μας από την αρχή με τον τρόπο που περιγράφηκε.

Ένα τυπικό πρόγραμμα έχει την παρακάτω δομή:



```
sketch_aug16a | Arduino 1.8.5
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια
sketch_aug16a.ino
void setup() {
  // οι εντολές εδώ θα τρέξουν μόνο στην ενεργοποίηση ή μετά από Reset
}

void loop() {
  // οι εντολές εδώ θα τρέχουν πάντα και πάντα,
  // μέχρι να απενεργοποιηθεί ή να πατηθεί το Reset
}
```

4.5 ΣΕΡΒΟΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ (SERVO)

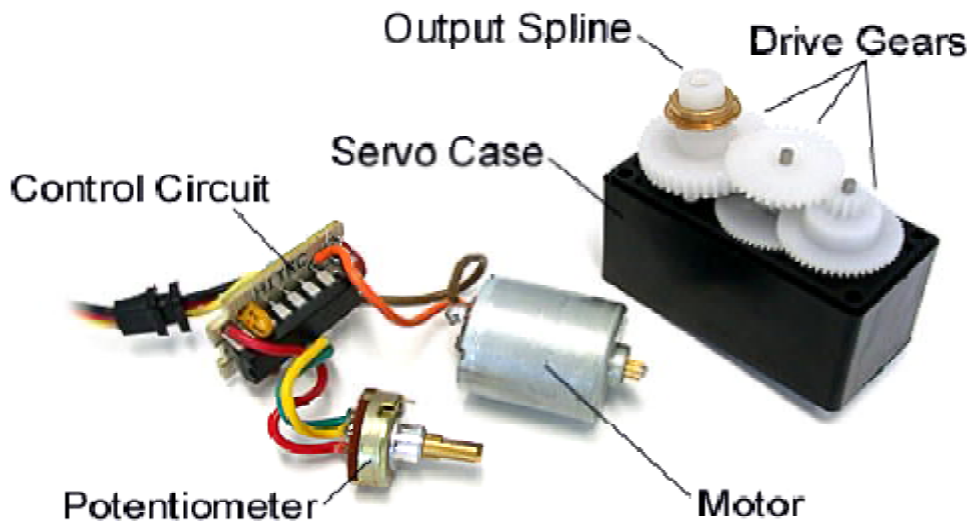
Το Servo είναι μια μικρή συσκευή που ενσωματώνει έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος, ένα κιβώτιο ταχυτήτων, ένα ποτενσιόμετρο, ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και έναν άξονα εξόδου. Από τα τρία καλώδια που εξέρχονται από το περίβλημα του κινητήρα, το ένα είναι για τροφοδοσία ρεύματος, το ένα είναι για το έδαφος και το ένα είναι γραμμή εισόδου ελέγχου. Ο άξονας του σέρβο μπορεί να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένες γωνιακές θέσεις στέλνοντας ένα κωδικοποιημένο σήμα. Όσο το κωδικοποιημένο σήμα βρίσκεται στη γραμμή εισόδου, ο σέρβο θα διατηρήσει τη γωνιακή θέση του άξονα. Εάν αλλάξει το κωδικοποιημένο σήμα, η γωνιακή θέση του άξονα αλλάζει. Μια πολύ συνηθισμένη χρήση servos είναι η RadioControl RC όπως αυτοκίνητα, αεροπλάνα, ρομπότ και μαριονέτες. Χρησιμοποιούνται επίσης σε ισχυρά σκάφη παντός βάρους. Οι σερβομηχανισμοί έχουν ονομαστική ταχύτητα και ροπή. Κανονικά υπάρχουν δύο σερβομηχανισμοί του ίδιου τύπου, ένας που σχετίζεται με την ταχύτητα (ροπή θυσίας) και ο άλλος με ροπή στρέψης (ταχύτητα θυσίας). Ένα καλό παράδειγμα είναι το σέρβο HS-625MG και το σέρβο HITECHS-645MG.



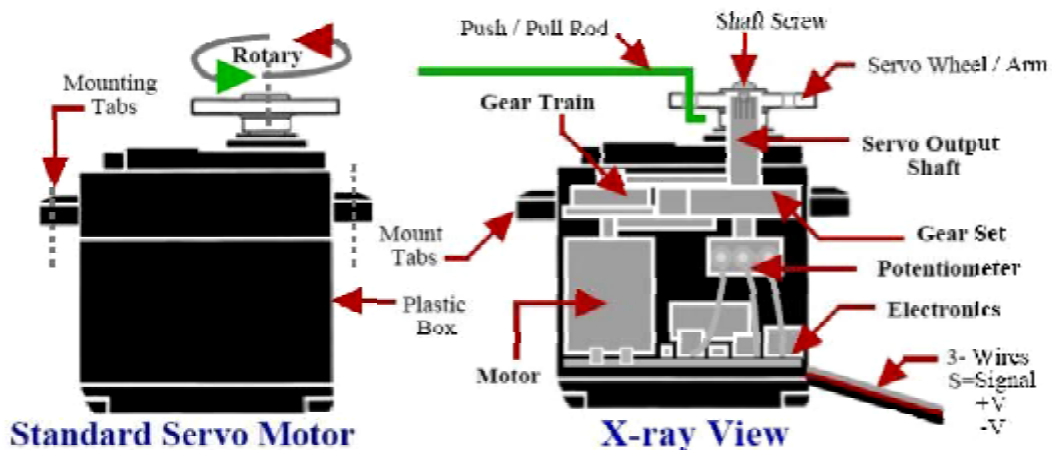
Εικόνα 4.5.1 Hitec HS625MG-HS645MG, (Πηγή E46).

Οι σερβομηχανισμοί έρχονται σε διαφορετικά μεγέθη, αλλά χρησιμοποιούν παρόμοια συστήματα ελέγχου και είναι εξαιρετικά χρήσιμα στη ρομποτική. Οι κινητήρες είναι μικροί και είναι εξαιρετικά ισχυροί για το μέγεθός τους. Λαμβάνει επίσης δύναμη ανάλογη προς το μηχανικό φορτίο. Ένα ελαφρώς φορτισμένο σέρβο, συνεπώς, δεν καταναλώνει πολλή ενέργεια. Ένα τυπικό σέρβο μοιάζει με ένα ορθογώνιο κιβώτιο με άξονα κινητήρα που βγαίνει από το ένα άκρο και ένα συνδετήρα με τρία καλώδια από το άλλο άκρο. Τα τρία καλώδια είναι η ισχύς, ο έλεγχος και η γείωση. Οι σερβομηχανισμοί λειτουργούν με τάσεις μεταξύ 4 και 6 βολτ. Η γραμμή ελέγχου χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση του σέρβο. Ο σερβοκινητήρας διατίθεται σε διαφορετικά μεγέθη, τα οποία επηρεάζουν το συνολικό μέγεθος του σέρβο. Τα γρανάζια ενός σέρβο ποικίλλουν από σέρβο σε σέρβο. Οι ανέξοδες σερβομηχανές έχουν πλαστικά γρανάζια και οι ακριβότεροι σέρβο έχουν μεταλλικά γρανάζια τα οποία είναι πολύ πιο ανθεκτικά, αλλά φορούν πιο γρήγορα. Το ποτενσιόμετρο ενός σέρβο είναι η συσκευή ανάδρασης. Τα ηλεκτρονικά του σέρβο είναι σχεδόν όμοια σε όλες τις σερβομηχανές, αλλά το έδρανο άξονα εξόδου ενός σέρβο έχει είτε ένα πλαστικό με πλαστικό έδρανο το οποίο δεν θα πάρει μεγάλο πλευρικό φορτίο ούτε ένα μέταλλο σε μεταλλικά ρουλεμάν που στέκονται καλύτερα κάτω από εκτεταμένη χρήση, ή ρουλεμάν που λειτουργούν καλύτερα. Σας συνιστούμε ιδιαίτερα το σέρβο με ρουλεμάν, εάν η εφαρμογή σας απαιτεί βαριά πλευρικά φορτία. Οι σερβομηχανισμοί κατασκευάζονται από τρία βασικά κομμάτια. έναν κινητήρα, ένα ποτενσιόμετρο (μεταβλητή αντίσταση) που συνδέεται με τον άξονα εξόδου και μια πλακέτα ελέγχου. Το ποτενσιόμετρο επιτρέπει στο κύκλωμα ελέγχου να παρακολουθεί την τρέχουσα γωνία του σερβοκινητήρα. Ο κινητήρας, μέσω μιας σειράς γραναζιών, μετατρέπει ταυτόχρονα τον άξονα εξόδου και το ποτενσιόμετρο. Το ποτενσιόμετρο τροφοδοτείται στο κύκλωμα ελέγχου σερβομηχανισμού και όταν το κύκλωμα ελέγχου διαπιστώσει ότι η θέση είναι σωστή, σταματάει ο κινητήρας. Αν το κύκλωμα

ελέγχου διαπιστώσει ότι η γωνία δεν είναι σωστή, θα γυρίσει τον κινητήρα στη σωστή κατεύθυνση μέχρι να είναι σωστή η γωνία. Συνήθως ένα σέρβο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο γωνιακής κίνησης μεταξύ **0 και 180 βαθμών**. Δεν είναι μηχανικά ικανή (εκτός αν τροποποιηθεί) να στρέφεται μακρύτερα λόγω του μηχανικού σταματήματος που βασίζεται στο κύριο γρανάζι εξόδου. Η ισχύς που εφαρμόζεται στον κινητήρα είναι ανάλογη προς την απόσταση που χρειάζεται για να ταξιδέψει. Έτσι, αν ο άξονας πρέπει να γυρίσει σε μεγάλη απόσταση, ο κινητήρας θα λειτουργεί με πλήρη ταχύτητα. Εάν χρειάζεται να γυρίσει μόνο μια μικρή ποσότητα, ο κινητήρας θα λειτουργεί με μικρότερη ταχύτητα. Αυτό ονομάζεται αναλογικός έλεγχος.



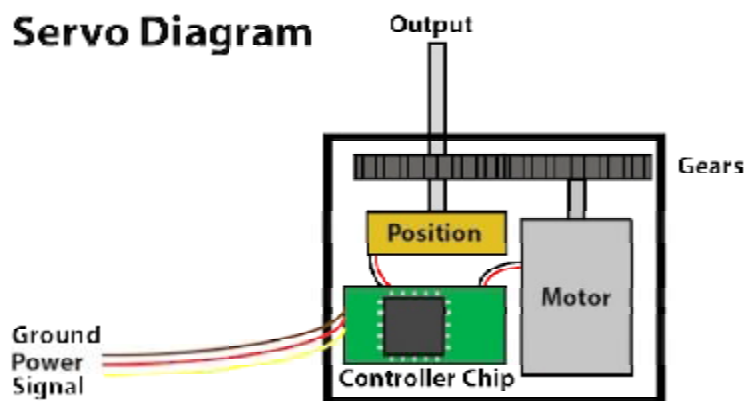
Εικόνα 4.5.2 Ανάδειξη εξαρτημάτων ενός σέρβο, (Πηγή E47).



Εικόνα 4.5.3 Ονοματολογία εξαρτημάτων ενός σέρβο, (Πηγή E48).

4.6 ΒΑΣΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΣΕΡΒΟ (SERVO)

Ένα ενδιαφέρον εξάρτημα που μπορούμε να διαχειριστούμε μέσω του Arduino είναι το σέρβο (Εικόνα 4.6.1). Πρόκειται για μια διάταξη που μπορεί να γυρίζει έναν άξονα από τις 0 μέχρι τις 180 μοίρες βλέπε Κεφάλαιο 4.5. Η διάταξη αυτή έχει εφαρμογή σε κατασκευές που θέλουμε να κινείται κάποιο μέρος ελεγχόμενα. Αν σταθεροποιήσουμε κάπου τη βάση του, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το σέρβο για να εισάγουμε κίνηση σε εύρος 180 μοιρών στην κατασκευή μας. Το σέρβο συνδέεται με ένα καλώδιο στην πηγή, ένα στη γείωση και το τρίτο σε ένα Pin του Arduino ώστε να μπορούμε να δίνουμε εντολές για το πώς και πόσο θα στρίψει.



Εικόνα 4.6.1 Σέρβο (Servo), (Πηγή E49).

Χρειάζεται να εισάγουμε την αντίστοιχη βιβλιοθήκη στο πρόγραμμά μας για να δουλέψει (`#include`), να ορίσουμε μια μεταβλητή τύπου servo (`servo myservo;`) και το pin μέσω του οποίου θα το χειριστούμε.

```
#include <Servo.h>
int servoPin = 13;
Servo myservo;
```

Αντί να ορίσουμε το servoPin ως εξόδου στη συνάρτηση setup, το συσχετίζουμε με το σέρβο μας στη συνάρτηση setup() με την εντολή

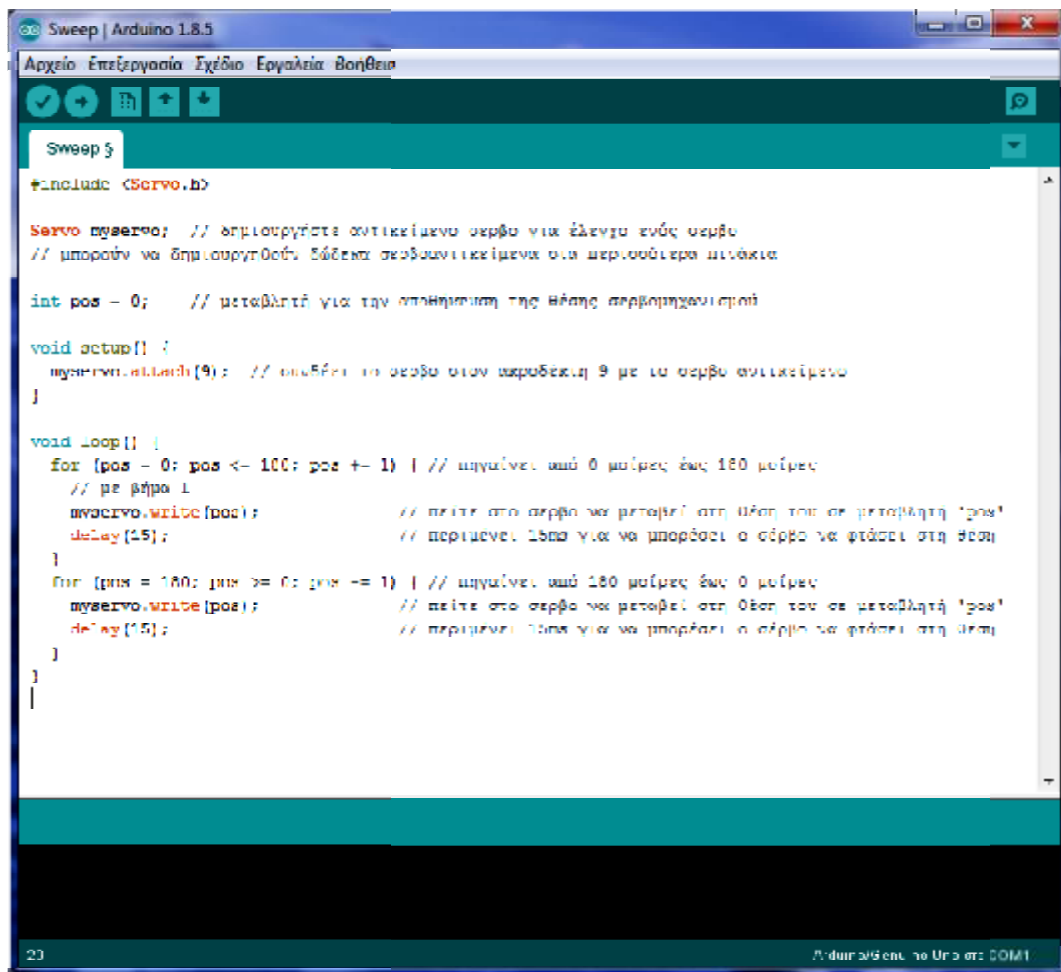
```
myservo.attach(servoPin);
```

Το σέρβο έχει τρία καλώδια – ένα (πορτοκαλί) συνδέεται στην πηγή (5V), ένα (καφέ) στη γείωση (GND) κι ένα (κίτρινο) στο pin μέσω του οποίου του στέλνουμε είσοδο (εντολές), χρησιμοποιώντας την εντολή

```
servo.write(num);
```

όπου το num είναι ένας αριθμός από 0 έως 179, αντιπροσωπεύοντας τις 180 μοίρες στρέψης του.

Ένα τυπικό πρόγραμμα έχει την παρακάτω δομή:



```
Sweep | Arduino 1.8.5
Αρχείο Έπιχειρησιαί Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια
Sweep 5
#include <Servo.h>

Servo myservo; // δημιουργήστε αντικείμενο servo για έλεγχο ενός servo
// μπορούν να δημιουργηθούν διάφορα ποδοαντικείμενα στα περισσότερα πλατφόρμα

int pos = 0; // μεταβλητή για την αποθήκευση της θέσης περιηγητή

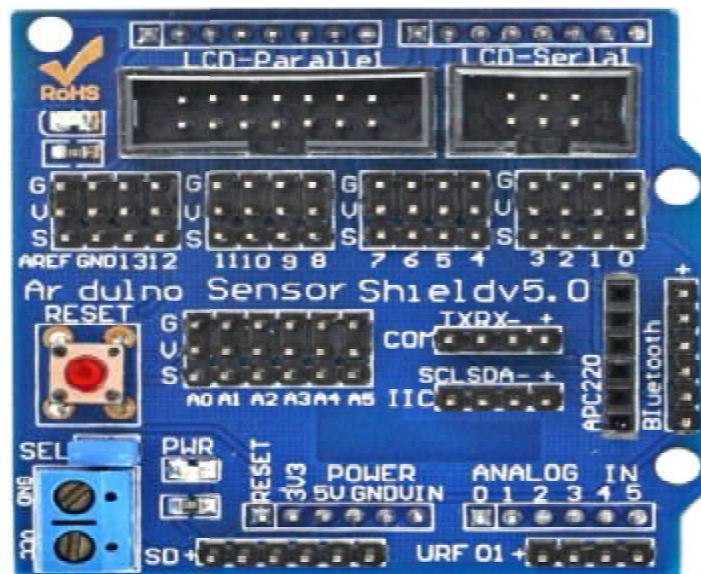
void setup() {
  myservo.attach(9); // συνδέει το servo στον ακροδεκτ 9 με το servo αντικείμενο
}

void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 100; pos += 1) { // πηγαίνει από 0 μοίρες έως 100 μοίρες
    // με βήμα 1
    myservo.write(pos); // πείτε στο servo να μεταβεί στη θέση του σε μεταβλητή 'pos'
    delay(15); // περιμένει 15ms για να μπορέσει ο servo να φτάσει στη θέση
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // πηγαίνει από 180 μοίρες έως 0 μοίρες
    myservo.write(pos); // πείτε στο servo να μεταβεί στη θέση του σε μεταβλητή 'pos'
    delay(15); // περιμένει 15ms για να μπορέσει ο servo να φτάσει στη θέση
  }
}
```

23 Arduino IDE - το Uno σε: COM1

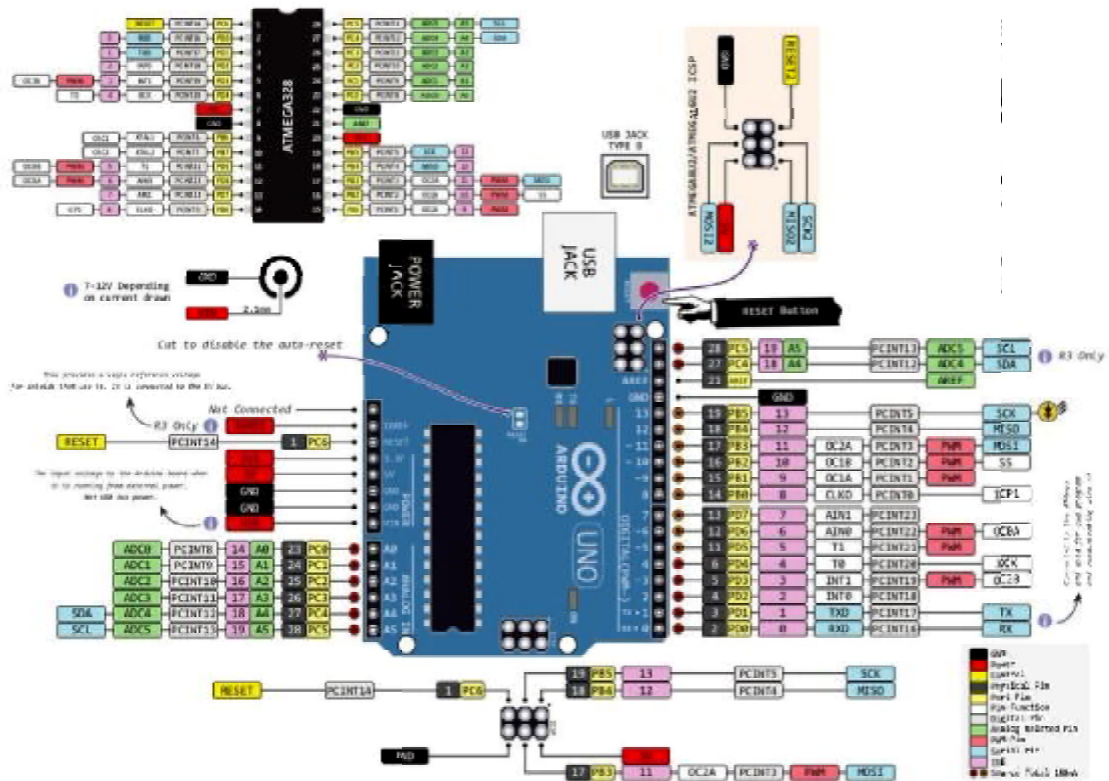
4.7 ΑΣΠΙΔΕΣ - SHIELDS

Το Arduino μπορεί να επεκταθεί με πλακέτες που ονομάζουμε ασπίδες (shields) και οι οποίες έχουν ενσωματωμένα κυκλώματα ώστε να επεκτείνουν με τα υπάρχοντα pins τη λειτουργία του. Για παράδειγμα, υπάρχει WiFi Shield, BlueTooth Shield κτλ, δίνοντας στο Arduino τη λειτουργικότητα που λείπει και το όνομά τους. Τις ασπίδες αυτές μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε επόμενο στάδιο, έχοντας δηλαδή κατανοήσει τις βασικές λειτουργίες και έχοντας φτάσει σε ένα ικανοποιητικό στάδιο χειρισμού και προγραμματισμού, οπότε δεν θα τις αναλύσουμε εδώ περισσότερο. Η μόνη ασπίδα με την οποία θα ασχοληθούμε εδώ, είναι η Arduino Sensor Shield (εικόνα 21) η οποία μας επεκτείνει τα pin που ήδη υπάρχουν σε τριάδες της μορφής (Ground, Voltage, Pin) ώστε να μπορώ για κάθε pin (είτε αναλογικό είτε ψηφιακό) να έχω μαζί και την πηγή (5V) και τη γείωση (GND).



Εικόνα 4.7.1 Arduino Sensor Shield v5.0, (Πηγή E42).

4.8 ARDUINO UNO R3 ATmega328P BOARD

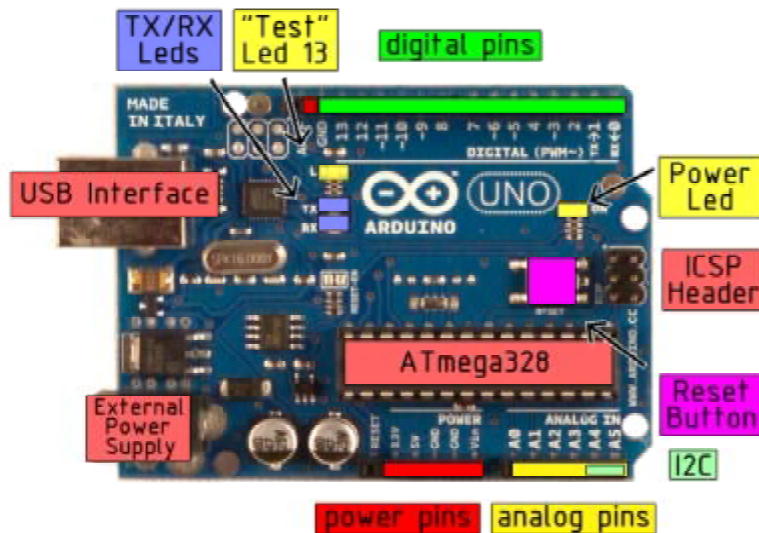


Εικόνα 4.8.1 Arduino Uno R3 Analysis, (Πηγή E51).

Το Arduino Uno είναι ένας πίνακας μικροελεγκτών που βασίζεται στο ATmega328. Έχει 14 ψηφιακά (από τους οποίους 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εξοδοί PWM), 6 αναλογικές εισόδους, ένα κεραμικό 16 MHz συντονιστή, σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας, κεφαλίδα ICSP και κουμπί επαναφοράς. Περιέχει όλα για την υποστήριξη του μικροελεγκτή. απλά συνδέστε τον με έναν υπολογιστή με καλώδιο USB ή τροφοδοτήστε τον με προσαρμογέα AC ή DC ή μπαταρία για να ξεκινήσετε. Το Uno διαφέρει από όλες τις προηγούμενες πλακέτες στο ότι δεν χρησιμοποιεί το chip driver FTDI USB-to-serial. Αντίθετα, διαθέτει το Atmega16U2 (Atmega8U2 μέχρι την έκδοση R2) προγραμματισμένο ως USB-to-serial μετατροπέας.

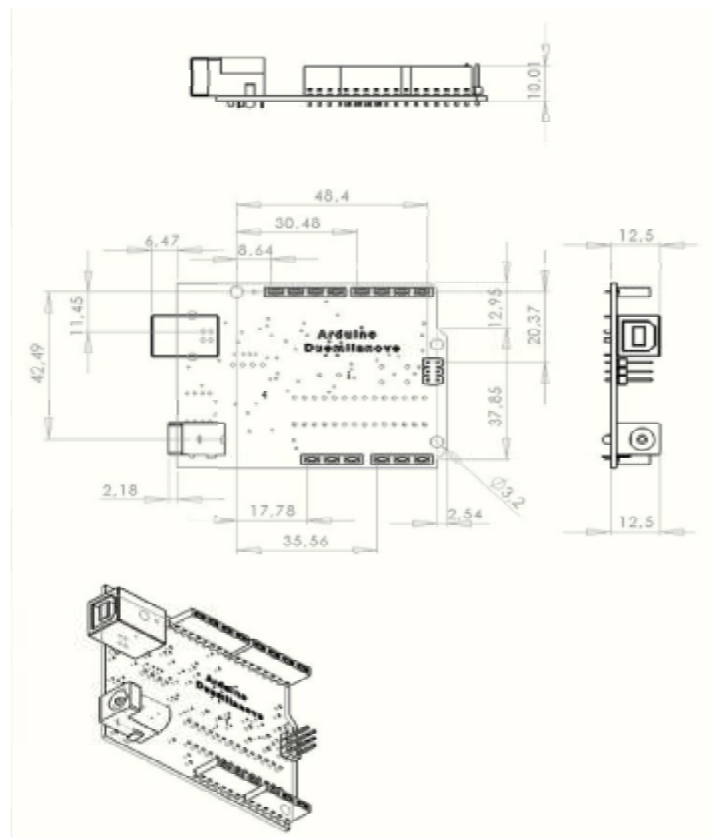
Χαρακτηριστικά

Μικροελεγκτής.....	ATmega328
Τάση λειτουργίας	5V
Τάση εισόδου (recommended).....	7-12V
Τάση εισόδου (limits).....	6-20V
Ψηφιακοί ακροδέκτες I / O.....	14 (από τους οποίους 6 παρέχουν έξοδο PWM)
Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου.....	6
Τάση DC ανά είσοδο εισόδου/εξόδου	40 mA
Ρεύμα DC για 3,3V ακροδέκτη	50 mA
Μνήμη Flash.....	32 KB (ATmega328) εκ των οποίων 0,5 KB χρησιμοποιείται από το bootloader
SRAM.....	2 KB (ATmega328)
EEPROM.....	1 KB (ATmega328)
Ταχύτητα ρολογιού.....	16 MHz



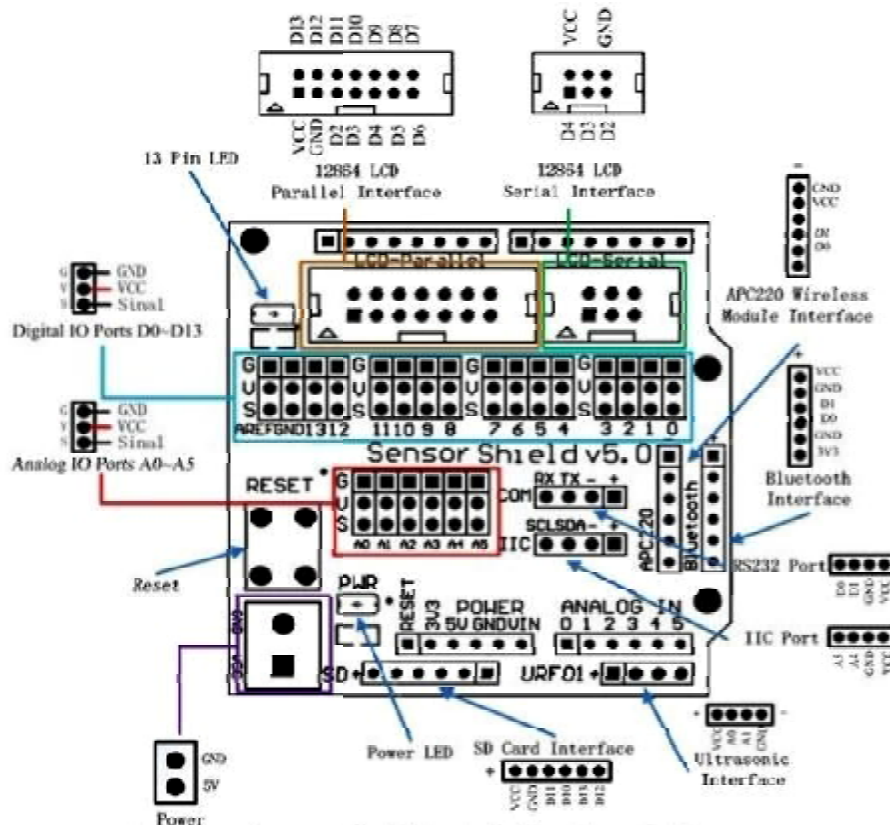
Εικόνα 4.8.2 Arduino UNO R3, (Πηγή E52).

Σημείωση: Ο σχεδιασμός αναφοράς Arduino μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα Atmega8, 168, ή 328, τα τρέχοντα μοντέλα χρησιμοποιούν ένα ATmega328, αλλά ένα Atmega8 φαίνεται στο σχήμα για αναφορά. Η διαμόρφωση των ακίδων είναι ίδια και στους τρεις επεξεργαστές. Το ATmega328 έχει 32 KB (με 0,5 KB για το bootloader). Έχει επίσης 2 KB SRAM και 1 KB του EEPROM (το οποίο μπορεί να διαβαστεί και να γραφτεί με τη βιβλιοθήκη EEPROM).



Εικόνα 4.8.3 Διαστασιολόγηση (mm) Arduino UNO R3, (Πηγή E52).

4.9 SENSOR SHIELD V5 0.5V MODULE FOR ARDUINO UNO R3



Εικόνα 4.9.1 Sensor Shield V5 analysis, (ΠηγήE42).

Το Arduino Uno Sensor Shield επιτρέπει την σύνδεση σε διάφορες μονάδες, όπως αισθητήρες, σερβομηχανές, ρελέ, κουμπιά, ποτενσιόμετρα, αλλά και διασύνδεση επικοινωνίας μονάδας Bluetooth, διεπαφή επικοινωνίας μονάδας κάρτας SD, μονάδα διασύνδεσης επικοινωνίας RF APC220 και διεπαφή αισθητήρα υπερήχων. Αυτή η ασπίδα απλοποιεί το κύκλωμα, μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση αισθητήρων, ένας αισθητήρας απαιτεί μόνο ένα γενικό καλώδιο αισθητήρα 3P (ανεξάρτητα από ψηφιακό καλώδιο ή αναλογικό καλώδιο).

Χαρακτηριστικά

Το Arduino Sensor Shield V5.0 φέρνει σε επαφή όλες τις ψηφιακές και αναλογικές διεπαφές του Arduino:

Υποστήριξη διεπαφής IIC

Υποστήριξη διασύνδεσης θωράκισης 32 δρόμων Servo Motor Drive

Υποστήριξη διεπαφής επικοινωνίας μονάδας Bluetooth

Υποστήριξη διεπαφής επικοινωνίας μονάδας κάρτας SD

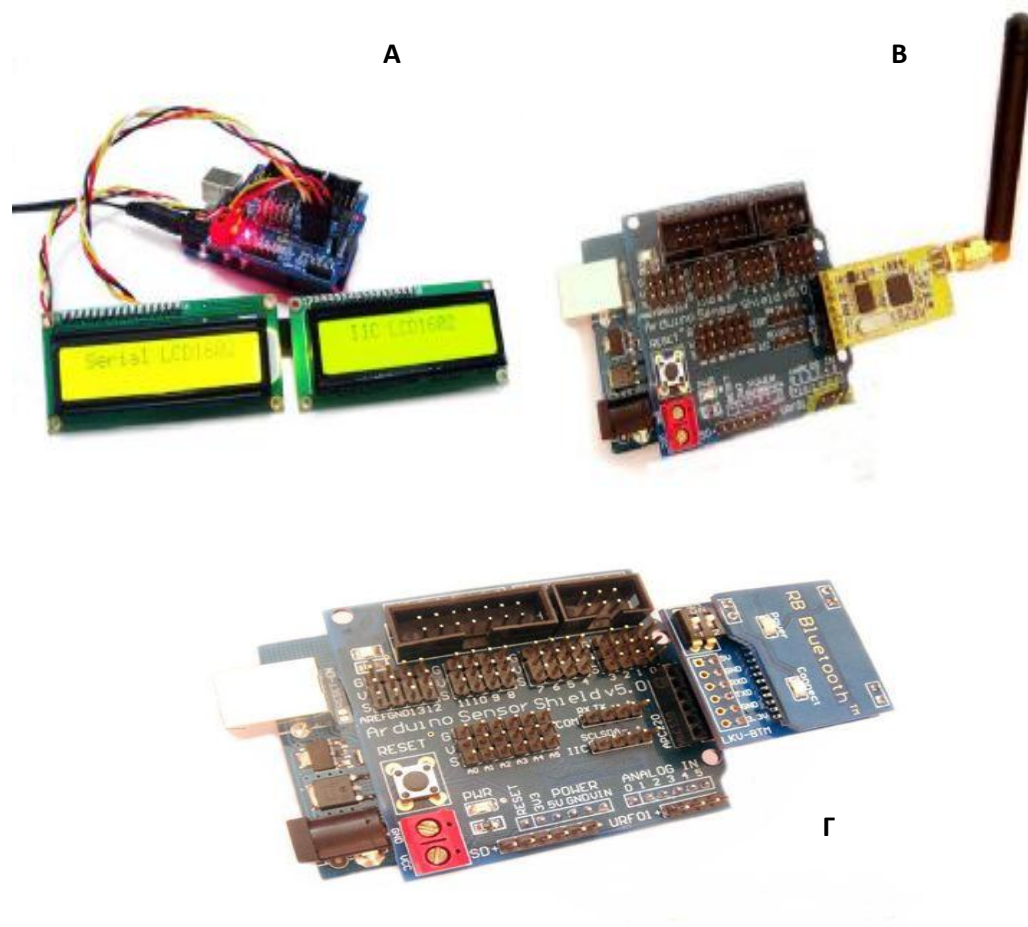
Υποστήριξη διεπαφών επικοινωνίας APC220 ασύρματων μονάδων rf

Υποστήριξη διεπαφής αισθητήρων υπερήχων RB URF

Υποστήριξη LCD σειριακής και παράλληλης διεπαφής

Διαστάσεις: 5.8 x 5.5 cm

Εφαρμογές

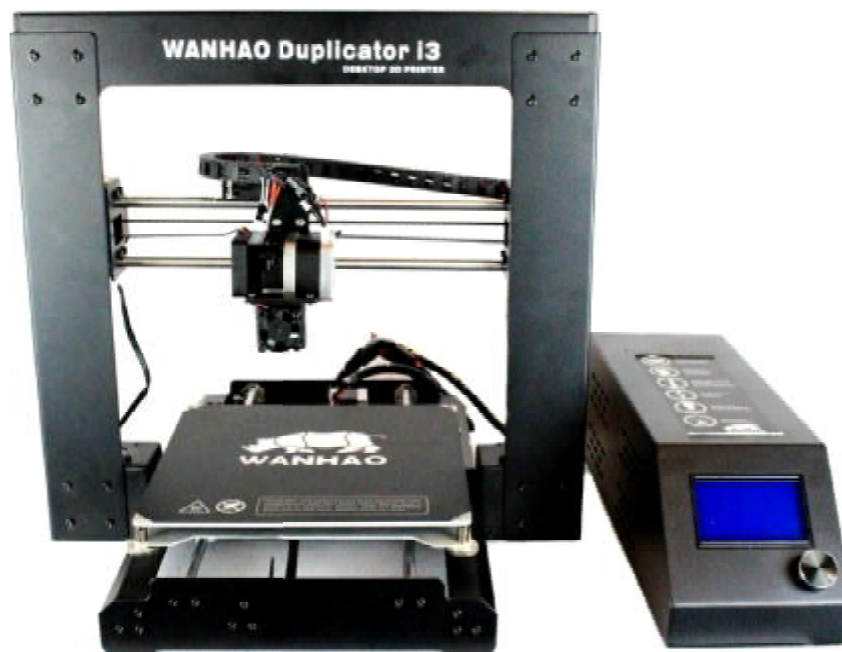


Εικόνα 4.9.2 **A:** Χρήση οθόνων LCD, **B:** Χρήση ασύρματης λειτουργίας Bluetooth, **Γ:** Χρήση αισθητήρων υπερήχων τύπου RB URF, (Πηγή Ε42).

5. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ (3D-PRINT)

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

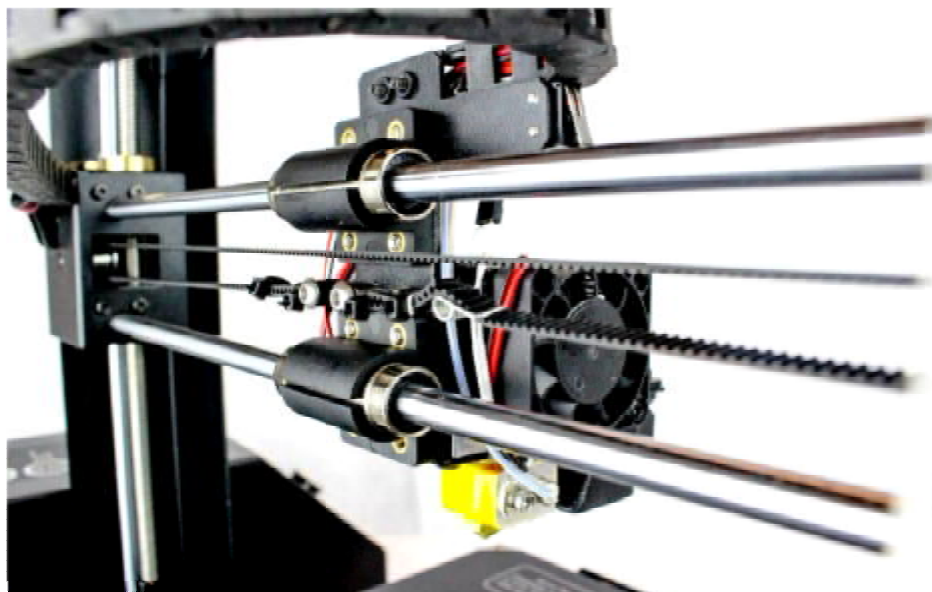
Η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μια μέθοδος προσθετικής στην οποία τα αντικείμενα γίνονται με τη διαδοχική προσθήκη στρωμάτων υλικού. Διαφορετικοί τύποι υλικών, κυρίως κεραμικών και πολυμερών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τρισδιάστατη εκτύπωση. Σε σύγκριση με άλλες προσθετικές τεχνολογίες και εξοπλισμό, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι συνήθως ταχύτεροι, φθηνότεροι και πιο εύχρηστοι. Για το λόγο αυτό, πολλοί πιστεύουν ότι τα επόμενα χρόνια η παγκόσμια παραγωγή αγαθών θα κινηθεί προς αυτή την κατεύθυνση, αντικαθιστώντας σταδιακά τις παραδοσιακές τεχνικές. Υπάρχουν λίγοι που πιστεύουν ότι η εκτύπωση 3D θα είναι μια "Νέα βιομηχανική Επανάσταση", καθώς θα φέρει την αποκέντρωση των παραγωγικών διαδικασιών, προετοιμάζοντας το δρόμο για τοπική και μικρής κλίμακας παραγωγή προσαρμοσμένη στις τρέχουσες ανάγκες. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές χρησιμοποιούνται κυρίως για τη δημιουργία φυσικών μοντέλων και πρωτοτύπων από σχεδιαστές, μηχανικούς και νέες ομάδες ανάπτυξης προϊόντων, ικανές να εκτυπώνουν εξαρτήματα και εξαρτήματα από διάφορα υλικά με διαφορετικές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες και συχνά σε μια ενιαία διαδικασία κατασκευής. Η νέα τεχνολογία για τη διαχείριση και τη μετακίνηση των υλικών (όπως είναι ή αναπαράγονται) ονομάζεται (ψηφιακό) MatterNet, κατ' αναλογία με την τεχνολογία του διαδικτύου, η οποία επιτρέπει τη διαχείριση και τη μεταφορά πληροφοριών (κείμενο, εικόνες ή κινούμενο κείμενο ή ήχο).



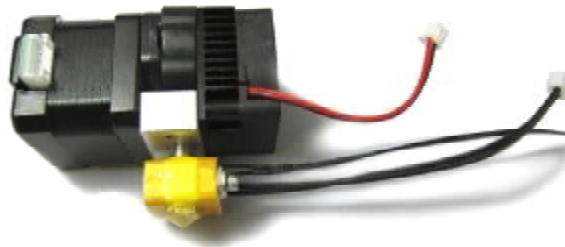
Εικόνα 5.1.1 3D – Printer WANHAO Duplicator i3, (Πηγή E54).

5.2 ΠΩΣ ΛΟΥΛΕΥΕΙ Ο 3D - PRINTER

Η βασική ιδέα πίσω από την τρισδιάστατη εκτύπωση -μια καθομιλουμένη φράση για μία μέθοδο που ονομάζεται «προσθετική κατασκευή»- συναντάται στους σχηματισμούς πετρωμάτων σε μεγάλα βάθη κάτω από τη γη (οι σταγόνες του νερού εναποθέτουν λεπτές στρώσεις μετάλλων σχηματίζοντας σταλακτίτες και σταλαγμίτες), ενώ ένα πιο σύγχρονο παράδειγμα είναι ένα κοινός επιτραπέζιος εκτυπωτής. Όπως ακριβώς ένας εκτυπωτής ψεκασμού μελάνης προσθέτει μεμονωμένες κουκίδες του μελανιού για να σχηματίσουν μια εικόνα, ένας 3D εκτυπωτής προσθέτει υλικό μόνο όπου χρειάζεται, ακολουθώντας εντολές από ένα ψηφιακό αρχείο. Η τεχνολογία της προσθετικής κατασκευής εφαρμόζεται σε εκτυπωτές με διάφορα μεγέθη και σχήματα ανεξάρτητα όμως από το είδος του 3D εκτυπωτή ή από το υλικό που χρησιμοποιείται, η διαδικασία της 3D εκτύπωσης ακολουθεί τα ίδια βασικά βήματα. Ξεκινά με τη δημιουργία ενός 3D σχεδίου από το αντικείμενο που θέλει κανείς να εκτυπώσει, χρησιμοποιώντας ψηφιακό λογισμικό CAD (Computer Aided Design), το οποίο στην συνέχεια το αποθηκεύει σε μορφή STL (stereolithography). Το ψηφιακό μοντέλο μπορεί επίσης να προκύψει μέσω της χρήσης κάποιου τρισδιάστατου σαρωτή (3DScanner) είτε κατεβάζοντας απλώς κάποιο αρχείο από τη διαδικτυακή αγορά. Η προετοιμασία του εκτυπωτή περιλαμβάνει καταρχάς το γέμισμά του με τις πρώτες ύλες (όπως πλαστικά, σκόνες μετάλλων). Πρέπει μάλιστα να διαλέξει κανείς το υλικό με το οποίο θα επιτύχει καλύτερα τις συγκεκριμένες ιδιότητες που απαιτούνται για το αντικείμενο που θέλει να παραγάγει. Η ποικιλία των υλικών που χρησιμοποιούνται στους 3D εκτυπωτές είναι πολύ μεγάλη, περιλαμβάνει πλαστικά, κεραμικά, ρητίνη, μέταλλα, άμμο, υφάσματα, βιοϋλικά, γυαλιά, και τροφή. Επιπλέον, απαιτείται προετοιμασία της πλατφόρμας κατασκευής (σε ορισμένες περιπτώσεις, ίσως χρειαστεί να καθαριστεί ή να εφαρμόσει μια κόλλα για να αποτραπεί η μετακίνηση και στρέβλωση του αντικειμένου από τη θερμότητα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκτύπωσης). Μόλις φορτωθεί το ψηφιακό μοντέλο στον εκτυπωτή, το μηχάνημα αναλαμβάνει αυτόματα τη δημιουργία του επιθυμητού αντικειμένου. Ενώ οι διεργασίες εκτύπωσης ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της τεχνολογίας του 3D εκτυπωτή, η εξώθηση υλικού (η οποία περιλαμβάνει έναν αριθμό διαφορετικών τύπων διεργασιών) είναι η πιο κοινή μέθοδος που χρησιμοποιείται στους επιτραπέζιους 3D εκτυπωτές. Η εξώθηση υλικού λειτουργεί σαν ένα <<πυροβόλο όπλο>> κόλλας. Το υλικό εκτύπωσης, κατά κανόνα ένα πλαστικό νήμα, θερμαίνεται μέχρις ότου υγροποιείται και εξωθείται μέσω του ακροφυσίου (η άκρη από την οποία εκτινάζεται το νήμα) εκτύπωσης.

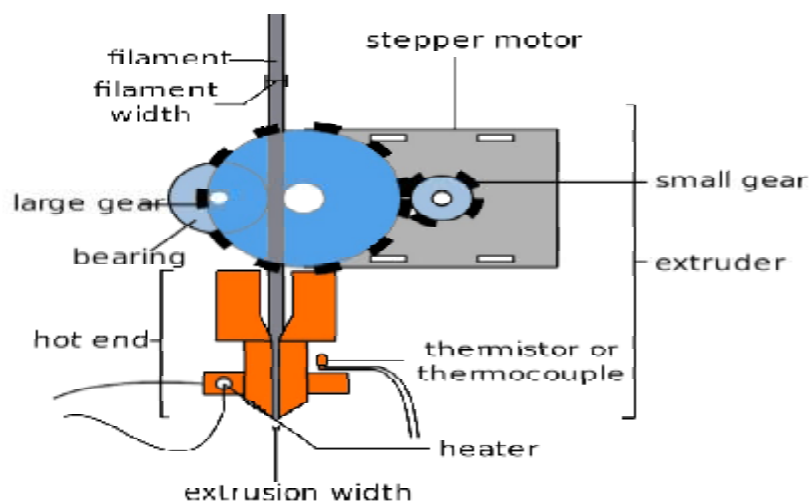


Εικόνα 5.2.1 Extruder (Μηχανισμός εξώθησης υλικού) WANHAO Duplicator i3, (Πηγή E54).



Εικόνα 5.2.2 Αποσυναρμολογούμενο Extruder WANHAO Duplicator i3, (Πηγή E55).

Χρησιμοποιώντας πληροφορίες από το ψηφιακό αρχείο (Τεχνολογικό Πρόγραμμα), ο σχεδιασμός είναι χωρισμένος σε λεπτές διαστάσιμες διατομές, ώστε ο εκτυπωτής να ξέρει ακριβώς πού να τοποθετήσει το πλαστικό υλικό (πολυμερές) μέσω του ακροφυσίου σε λεπτές στρώσεις, συχνά 0,1 χιλιοστά πάχος. Το πολυμερές στερεοποιείται γρήγορα και δένεται με το κάτω στρώμα του υλικού, πριν χαμηλώσει η πλατφόρμα και η κεφαλή εκτύπωσης προσθέσει άλλο στρώμα. Ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του αντικειμένου, η όλη διαδικασία μπορεί να διαρκέσει από λεπτά έως ημέρες. Αφού ολοκληρωθεί η εκτύπωση, κάθε αντικείμενο απαιτεί μία ελάχιστη μετά-επεξεργασία η οποία περιλαμβάνει ποικιλία πρακτικών (απλών ή περισσότερο σύνθετων), από την απλή αποκόλληση του αντικειμένου από την πλατφόρμα εκτύπωσης, έως την αφαίρεση δομών στήριξης από το αντικείμενο (προσωρινό υλικό που τυπώνεται για τη στήριξη προεξοχών επί του αντικειμένου), το βούρτσισμα, το φινιρίσμα κτλ. Αυτό το βήμα απαιτεί συχνά εξειδικευμένες δεξιότητες και υλικά. Όταν το αντικείμενο πρωτοτυπώνεται, συχνά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ή να ολοκληρωθεί μέχρις ότου λειανθεί, βερνικωθεί ή βαφτεί ώστε να ολοκληρωθεί ο αρχικός σχεδιασμός του. Το υλικό το οποίο έχει επιλεγεί είναι αυτό το οποίο θα καθορίσει ποια μέθοδος μετά-επεξεργασίας είναι η πιο αρμόδια.



Εικόνα 5.2.3 Λειτουργία Extruder, (Πηγή E56).

5.3 ΧΡΗΣΗ

Η τεχνολογία 3D εκτυπωτών βρίσκει επίσης χρήση σε τομείς όπως κοσμήματα, υποδήματα, βιομηχανικός σχεδιασμός, αρχιτεκτονική, μηχανική και κατασκευή (AEC), αυτοκινητοβιομηχανία, αεροδιαστημική, οδοντιατρική και ιατρική βιομηχανία, εκπαίδευση, χαρτογράφηση πληροφοριών πολιτικού μηχανικού κ.α. Ειδικά με τους εκτυπωτές που χρησιμοποιούν πλαστικό μπορούν να κατασκευαστούν εξολκείς λαστίχου ποδηλάτου, κρεμάστρες, καπάκια, εργαλεία για Dremel, κλπ. Με τη χρήση πλαστικών και τρισδιάστατων σχεδίων, τα οποία είναι ελεύθερα διαθέσιμα στο διαδίκτυο ή τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν από μόνα τους, μπορεί εύκολα να κατασκευαστεί από το μικρότερο κατασκευαστικό στοιχείο σε ολόκληρη την κατασκευή κομμάτι - κομμάτι. Επίσης, μια ιδιότητα των εκτυπωτών 3D είναι ότι μπορούν να αναπαράγουν τον εαυτό τους αφού μπορούν να εκτυπώσουν τα κομμάτια που τους αποτελούν. Ένα στρατηγικό πλεονέκτημα της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι η δυνατότητα παραγωγής περισσότερο εξατομικευμένων και περίπλοκων αντικειμένων χρησιμοποιώντας ακριβώς όσο υλικό είναι αναγκαίο. Επίσης, η τρισδιάστατη εκτύπωση βοηθά στην τοπικοποίηση της παραγωγής μειώνοντας την ανάγκη παρουσίας γραμμής παραγωγής και συντελεί στη μείωση εκπομπών CO₂ λόγω λιγότερων μετακινήσεων (logistics). Η τρισδιάστατη εκτύπωση, όπως σχεδόν κάθε τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για επικίνδυνους σκοπούς, όπως για παράδειγμα στην εύκολη κατασκευή όπλων. Η εφεύρεση της 3D εκτύπωσης μειώνει τον χρόνο παραγωγής της πρώτης έκδοσης ενός προϊόντος και μας απελευθερώνει από ποικίλα εμπόδια τα οποία συναντάμε στις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να τυπώσουμε σύνθετα γεωμετρικά σχήματα και να συμπλέξουμε μέρη χωρίς κάποιο δεσμό. Είναι επίσης δυνατόν να παραγάγουμε μοναδικά αντικείμενα, σε μικρές ποσότητες, με χαμηλό κόστος και γρήγορη διανομή. Επιταχύνεται ο κύκλος σχεδιασμού, παραγωγής και ελέγχου επιτρέποντας στον σχεδιαστή να αξιολογήσει άμεσα τη βιωσιμότητα ενός προϊόντος και να ενσωματώσει αλλαγές σχεδιασμού όπου τυχόν απαιτούνται. Η δυνατότητα να τροποποιήσει κανείς ένα σχέδιο σε απευθείας σύνδεση και αμέσως να δημιουργήσει το αντικείμενο -χωρίς σπατάλη χύτευσης ή διάτρησης- καθιστά την προσθετική κατασκευή έναν οικονομικό τρόπο για τη δημιουργία μεμονωμένων αντικειμένων, μικρών παρτίδων. Τα αντικείμενα μπορούν να κατασκευαστούν μόλις δημιουργηθεί το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο, εξαλείφοντας την ανάγκη για ακριβές και χρονοβόρο εργαλειικό εξοπλισμό και κατασκευή πρωτοτύπου. Οι τεχνικές της προσθετικής τεχνολογίας επιτρέπουν την ταχεία αντίδραση στις αγορές και δημιουργούν νέες δυνατότητες παραγωγής εκτός των εργοστασίων, όπως κινητές μονάδες που μπορούν να τοποθετηθούν κοντά στην πηγή των τοπικών υλικών.



Εικόνα 5.3.1 3D – Printin Zero – G ISS, (Πηγή E57).



Εικόνα 5.3.2 Πρώτο 3D εξάρτημα τυπωμένο στο διάστημα, (Πηγή E58).

Αυτή η τεχνολογία επίσης συμβάλλει στη μείωση της απώλειας υλικού κατά την παραγωγή. Χτίζοντας αντικείμενα σε αλληπάληλες στρώσεις, αντί των παραδοσιακών μεθόδων κατεργασίας όπου αποκόπτεται το υλικό, μειώνονται οι ανάγκες και το κόστος των υλικών μέχρι 90%. Αυτές οι τεχνικές εξοικονομούν ενέργεια με την εξάλειψη των σταδίων παραγωγής, χρησιμοποιώντας ουσιαστικά λιγότερο υλικό, επιτρέποντας την επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων, και την παραγωγή ελαφρύτερων προϊόντων. Η 3D εκτύπωση έχει νόημα για την κατασκευή προϊόντων υψηλής τεχνολογίας με πολύπλοκα σχέδια, αλλά είναι λιγότερο αποτελεσματική για την παραγωγή απλών προϊόντων που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες, όπως τα καθίσματα γηπέδου ή τα δοχεία απορριμμάτων.

6. ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΡΟΚΝΗΜΟΠΟΔΙΚΟΥ ΚΗΛΕΜΟΝΑ ΕΣΩ ΥΠΟΔΗΜΑΤΟΣ KD-1

Ανάγκη

Με βάση αυτά που αναφέραμε στο Κεφάλαιο 2, Θα επιλύσουμε το πρόβλημα της εγκεφαλικής παράλυσης και συγκεκριμένα της Μονοπληγίας {Προσβολή ενός μέλους (ενός κάτω άκρου συνήθως)}, στο δεξί άκρο, για άτομο [1.78 - 1.80] ύψος και [80 – 90]kg.

Αρχικά το άκρο (πόδι) χωρίζεται σε τρία τμήματα:

1. **Μηριαίο οστό** (femur) Άνω
2. **Κνήμη** (Tibia) Μεσαίο
3. **Αστράγαλος** (Ankle) Κάτω

Σχόλιο: Θα γίνει στην συνέχεια ανάλυση του σχεδιασμού καθενός ξεχωριστά.

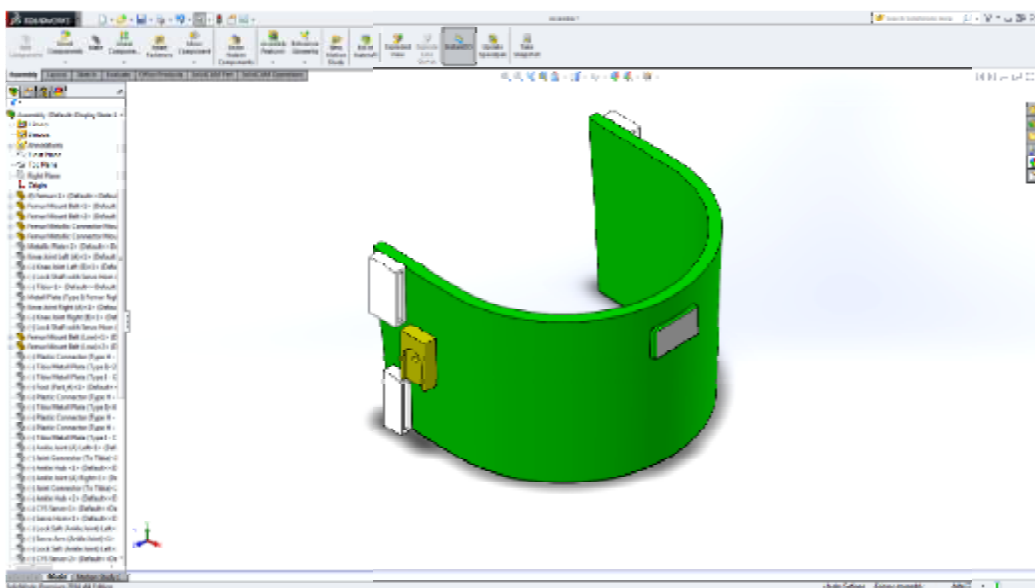
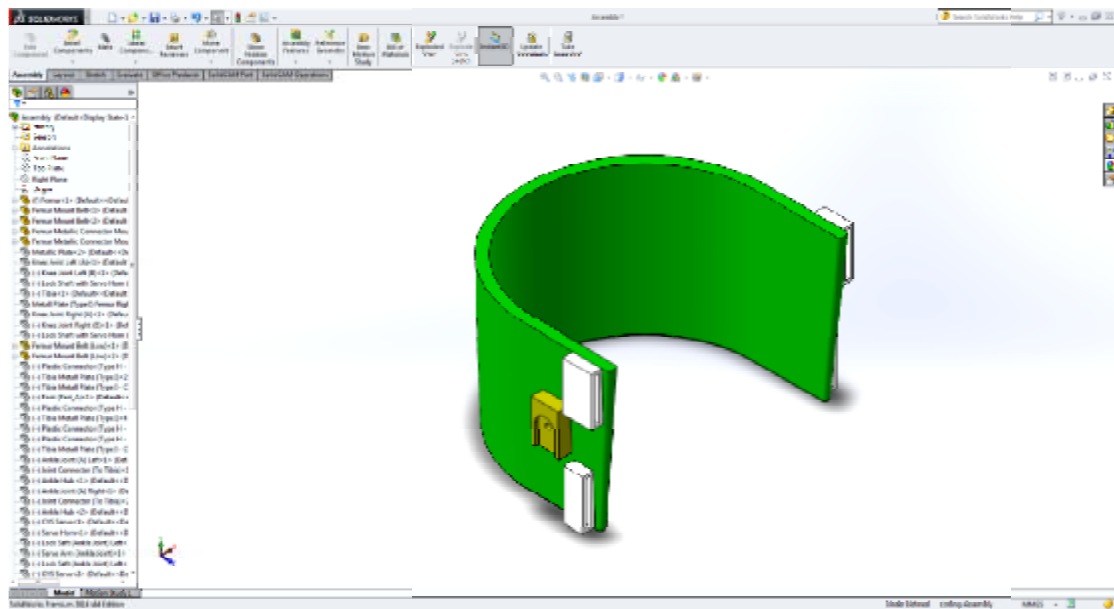
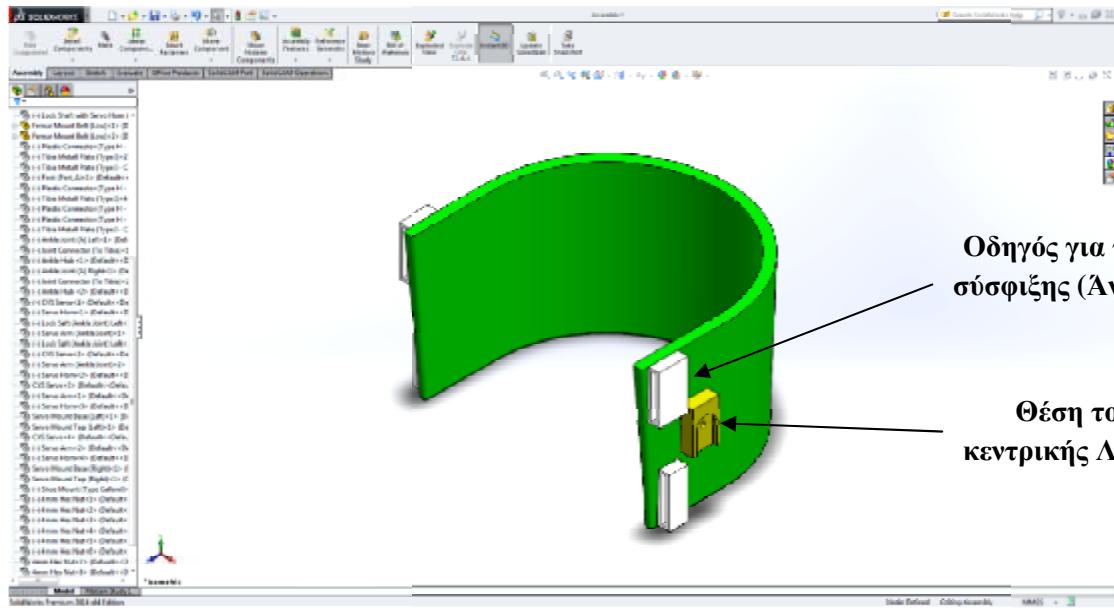
6.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ KD-1 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOLIDWORKS

Ο σχεδιασμός του **KD-1** γίνεται με την βοήθεια του προγράμματος **SolidWorks 2014**, επίσης η διαστάσεις λαμβάνονται υπόψη για το παραπάνω άτομο ως **XL** καθώς και κατά ISO.

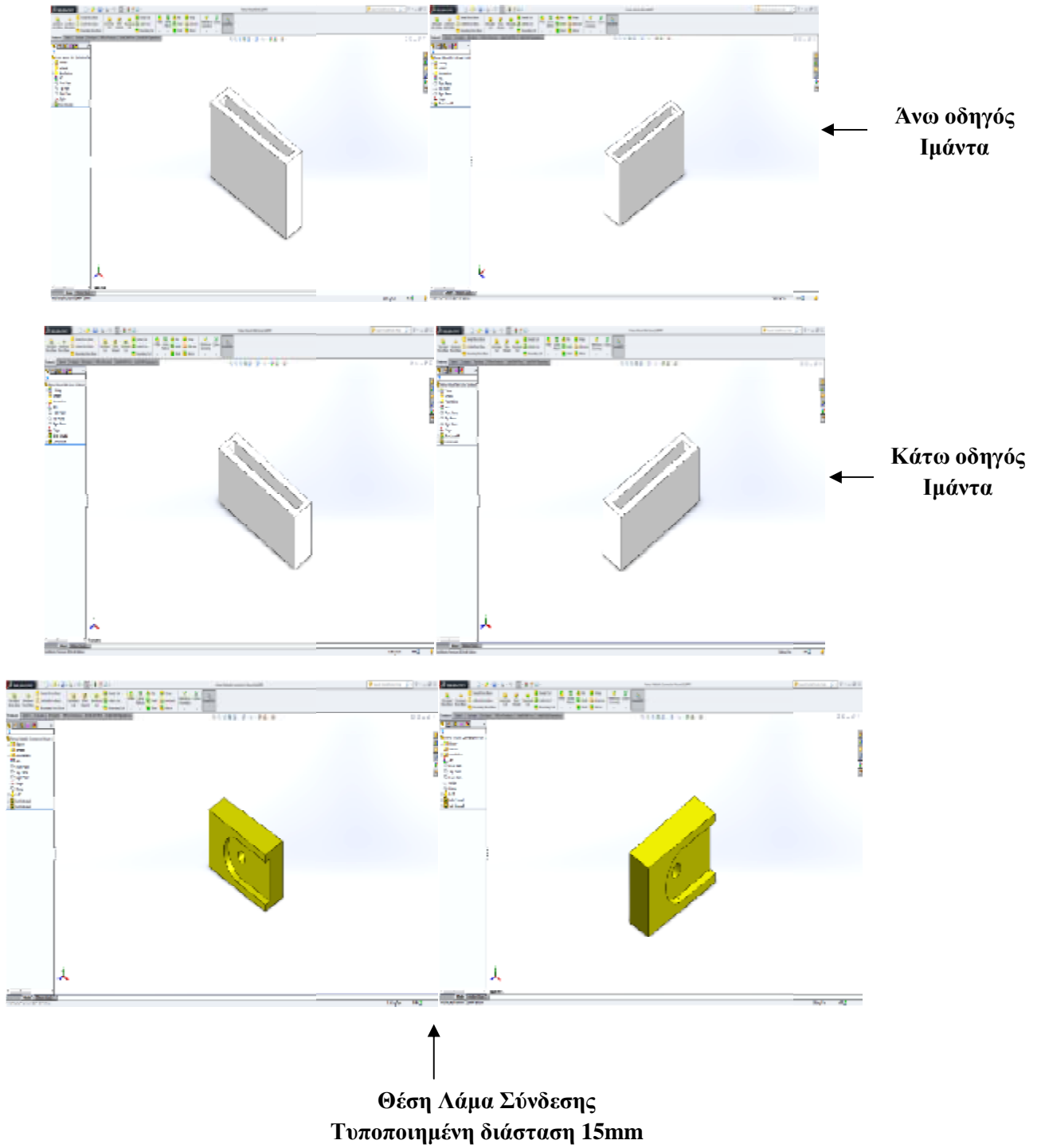
UNISEX	thigh circumference (A)		circumference above the knee (B)	
	cm	inch	cm	inch
XS	42-45	16.5-17.7	30-32	11.8-12.6
S	46-49	18-19.4	33-35	13-13.8
M	50-53	19.5-20.9	36-38	14.2-15.0
L	54-57	21-22.4	39-41	15.4-16.4
XL	58-61	22.5-24.1	42-44	16.5-17.6
2XL	62-65	24.5-25.9	45-47	17.7-18.8
3XL	66-69	26-27	48-50	18.9-19.7

Εικόνα 6.1.1 Διαστάσεις κατάISO για κάτω άκρα, (Πηγή E59).

Σχεδιασμός Άνω Τμήματος Μηριαίου Femur



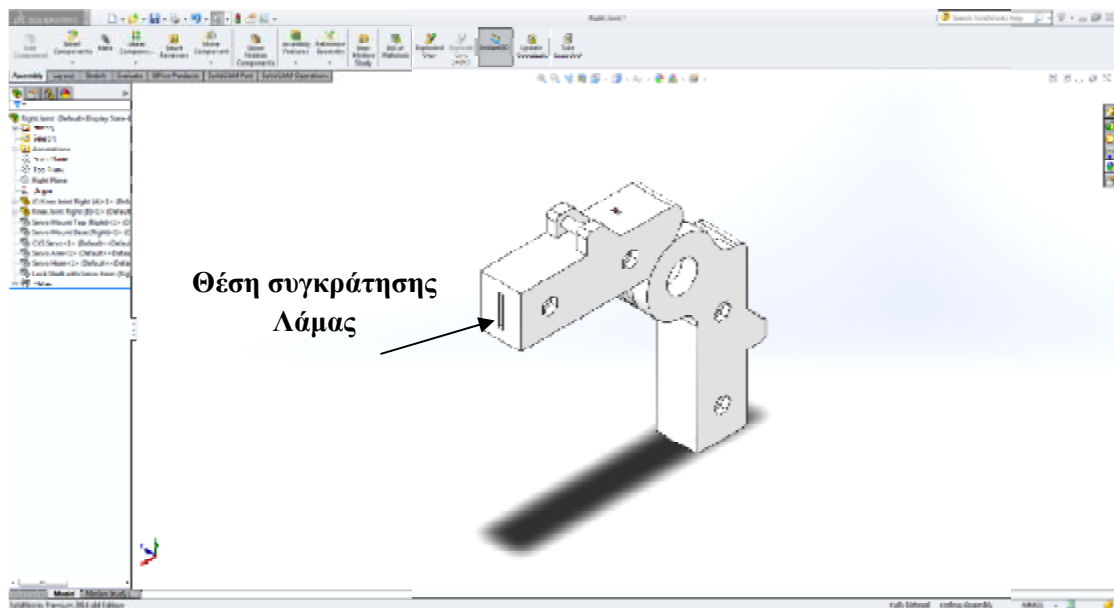
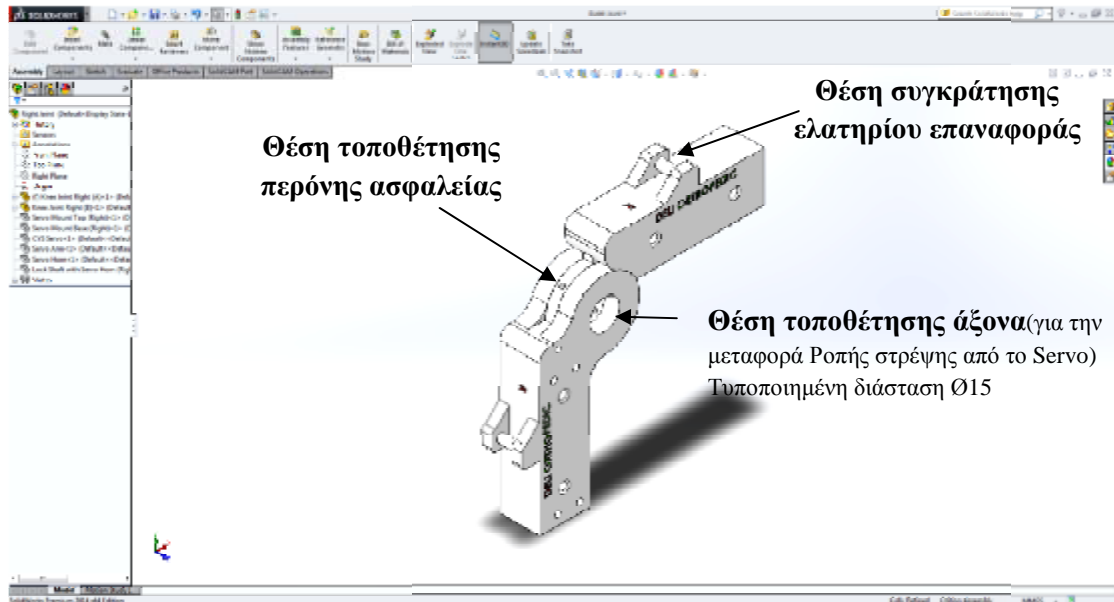
Επιμέρους Εξαρτήματα Femur



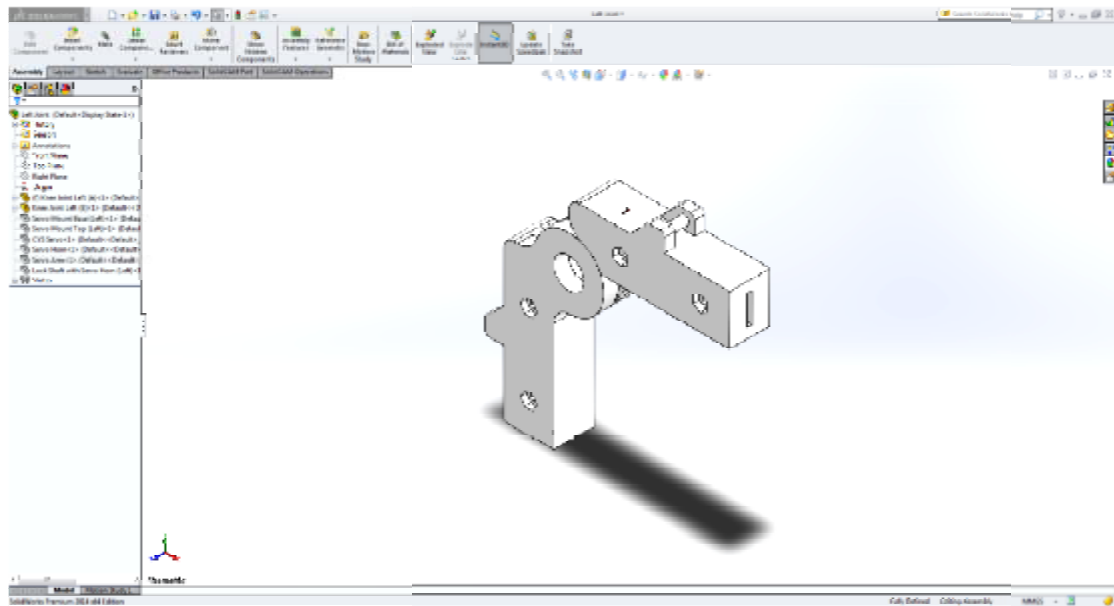
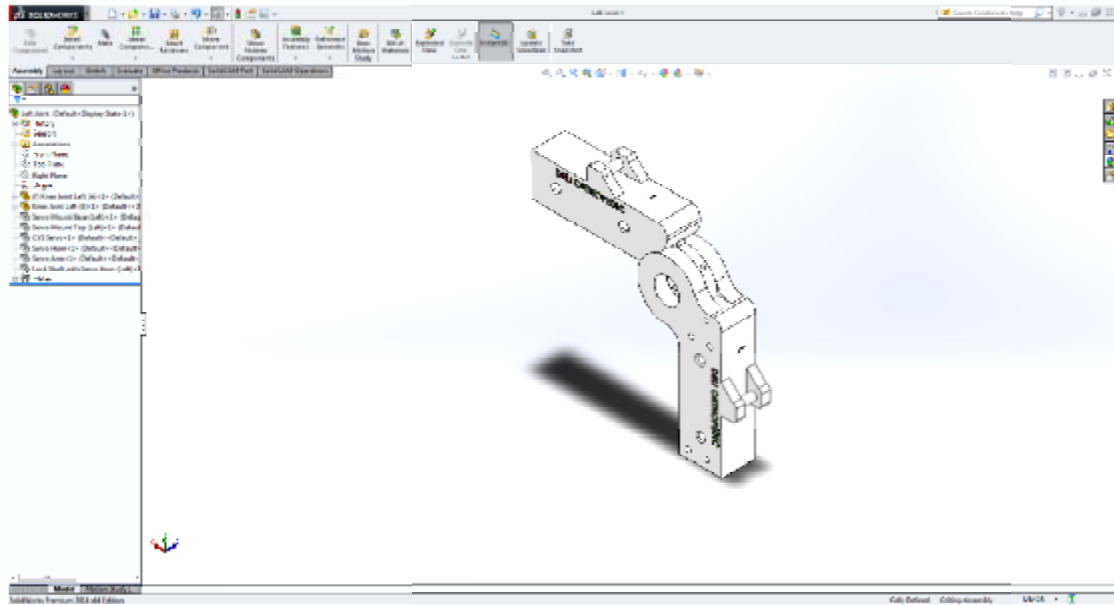
Σχεδιασμός Άρθρωσης Γονάτου

Με βάση τα είδη αρθρώσεων επιλέγεται ο σχεδιασμός του τύπου **Overlap** που προαναφέρθηκε στο **Κεφάλαιο 3**.

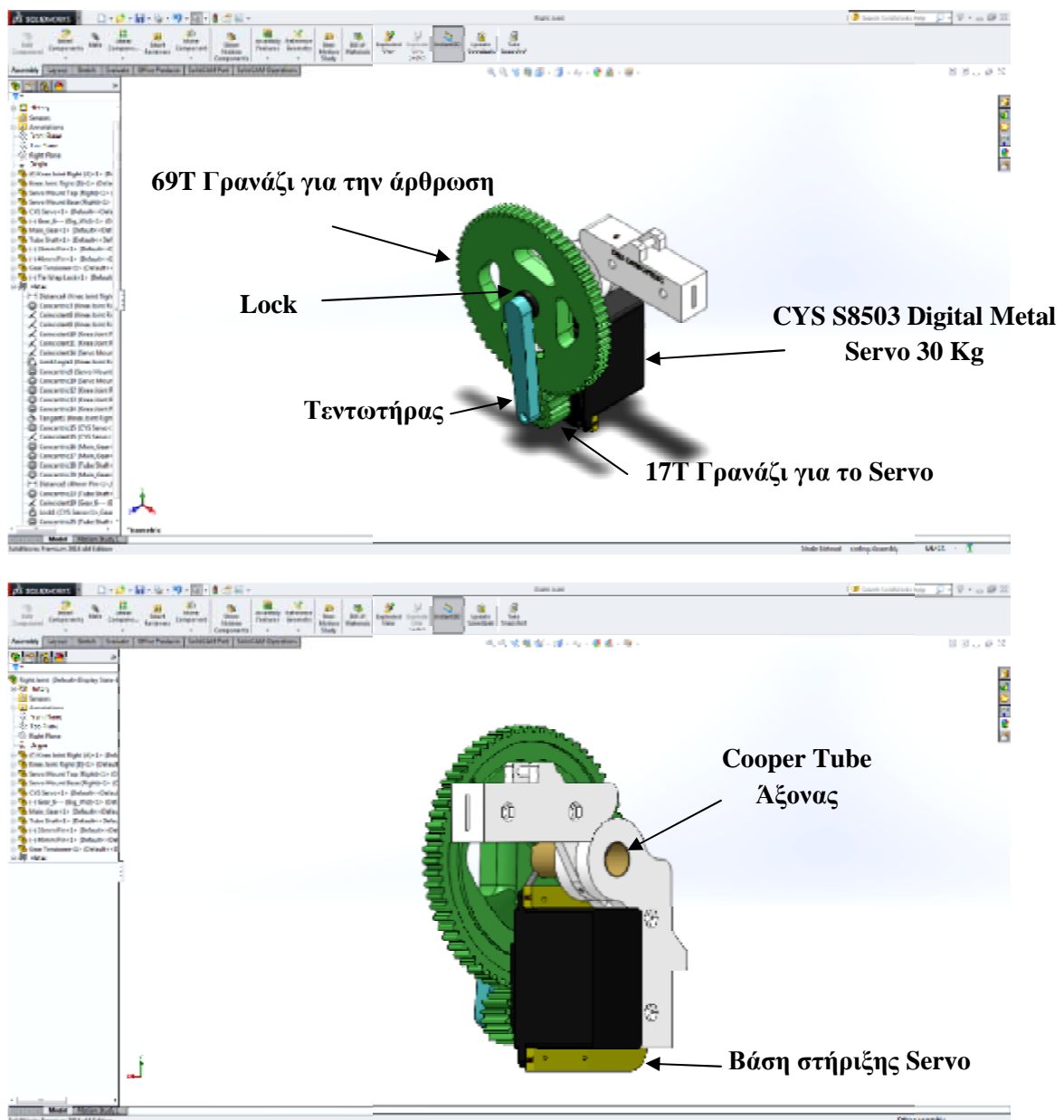
Δεξιά Άρθρωση Γονάτου



Αριστερή Άρθρωση Γονάτου



Ολοκληρωμένη άρθρωση Γονάτου (Δεξιά – Αριστερή)



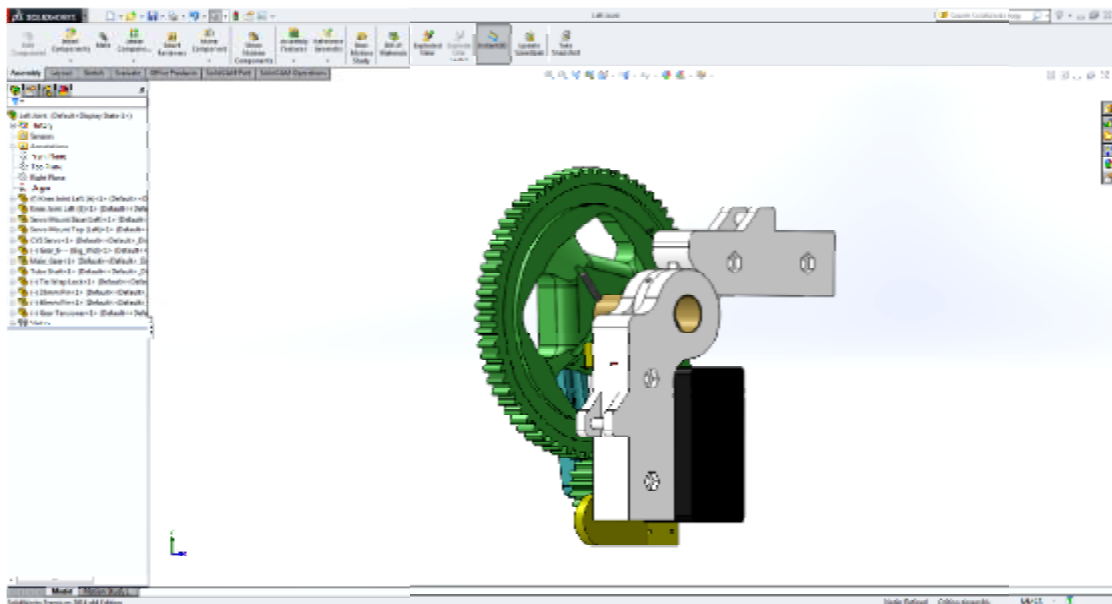
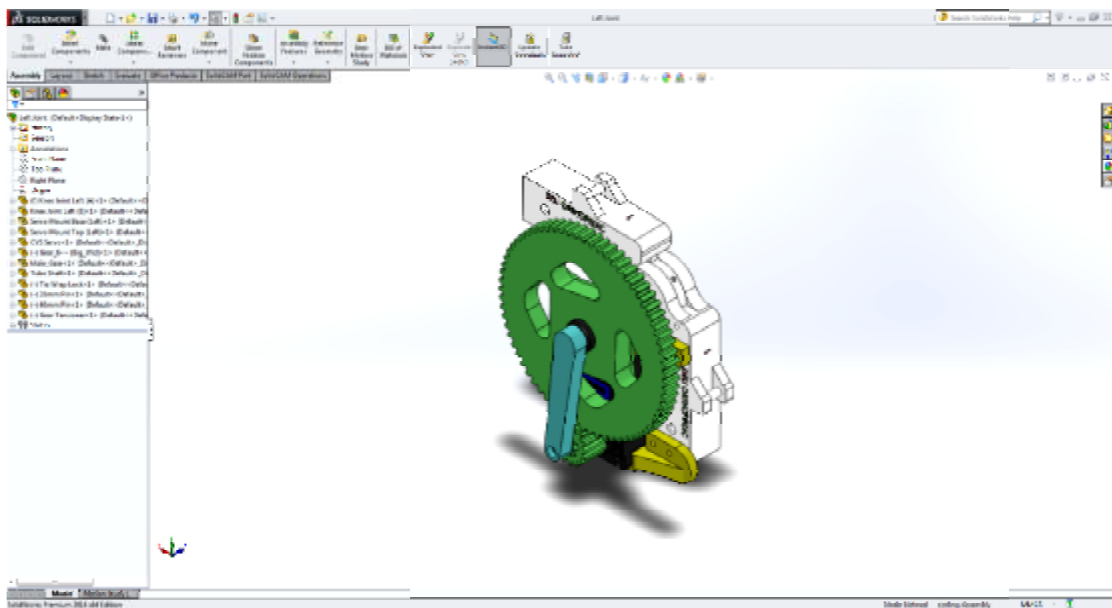
Σχόλιο: Το Servοπου χρησιμοποιήθηκε έχει τα εξής χαρακτηριστικά:



Brand: CYS
 Item name: S8503 Digital metal gear servo
 Material: Metal
 Signal: Digital
 Connector wire: about 310mm
 Operating voltage: 6.0 - 7.4V
 Operating speed: 0,22 sec / 60° @ 6.0V;
 0,20 sec / 60° @ 7.4V
 Stall torque: 26kg.cm @ 6.0V;
 28kg.cm @ 7.4V

Εικόνα 6.1.2 CYS Digital Servo 30Kg, (Πηγή E60).

Ολοκληρωμένη άρθρωση Γονάτου (Δεξιά – Αριστερή)



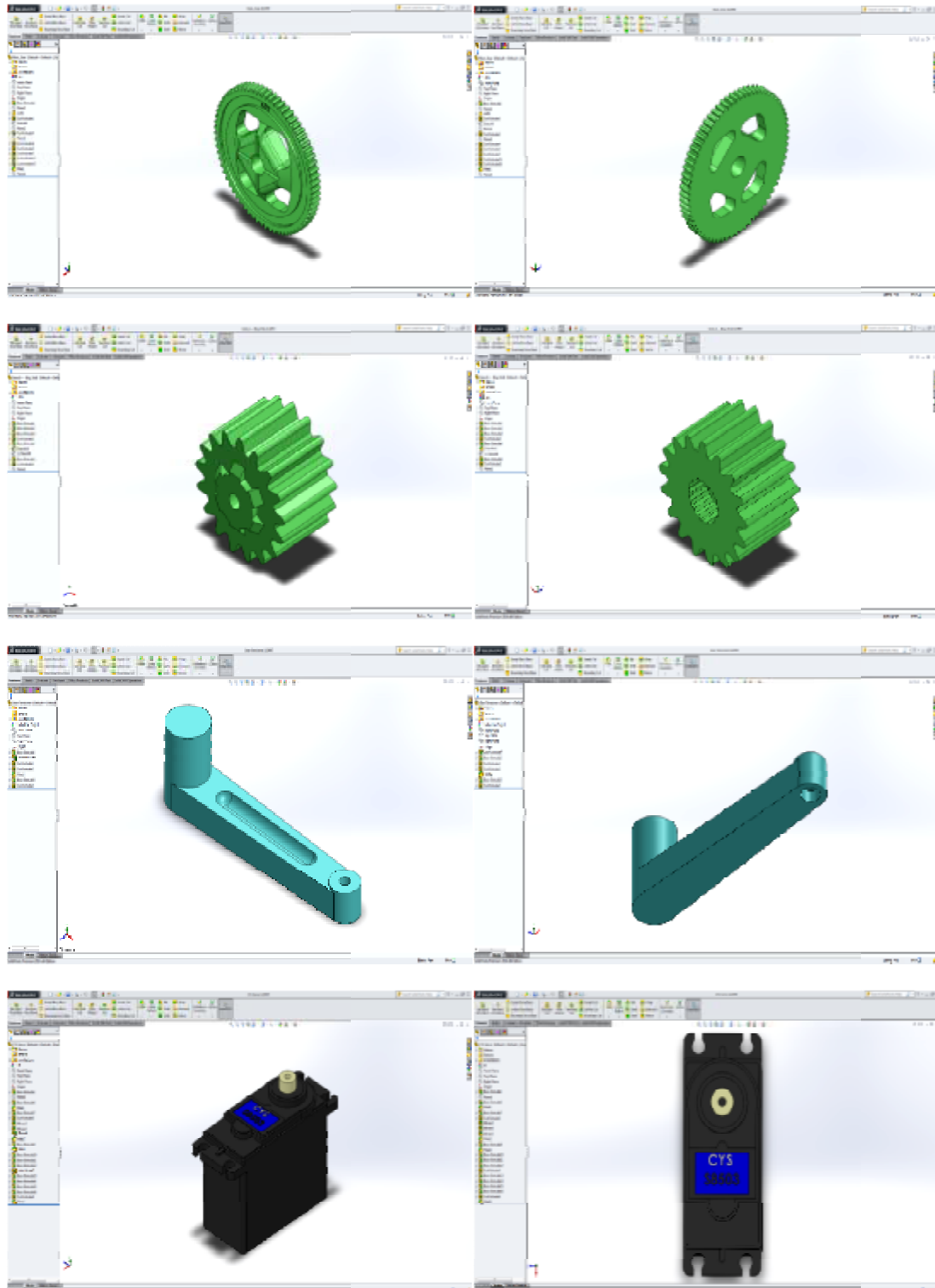
Σχόλιο: Το γρανάζι 69 Δοντιών χαρακτηρίζεται ως *κινούμενο*, ενώ το γρανάζι των 17 Δοντιών χαρακτηρίζεται ως *κινητήριο*, συνεπώς ο λόγος γραναζιών είναι 4:1. Η μεγάλη διαφορά των διαμέτρων, και συγκεκριμένα του 69Τ οφείλεται στο γεγονός του ότι: Τα φορτία (Δυνάμεις) που αναπτύσσονται στην άρθρωση είναι μεγάλα, συνεπώς η λογική είναι να τα μειώσουμε, με αύξηση της ροπής και αφού:

$$\text{Ροπή} = \text{Δύναμη} \times \text{Απόσταση} \text{ τότε } \text{Δύναμη} = \text{Ροπή} / \text{Απόσταση}$$

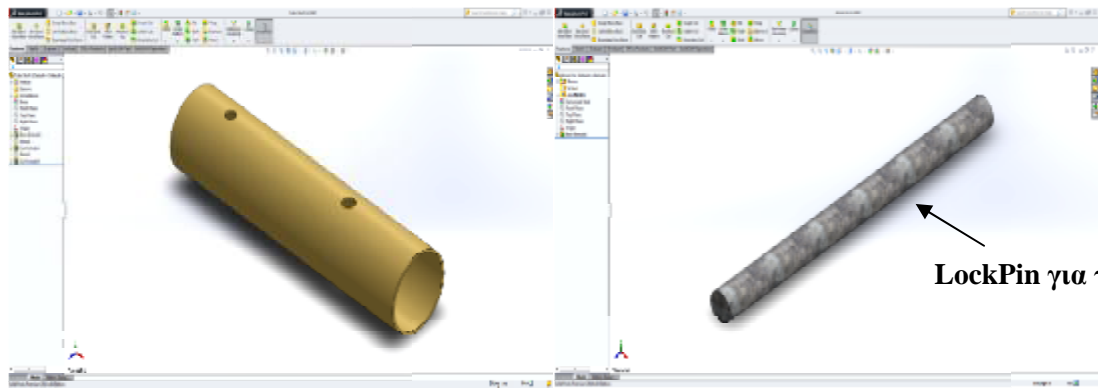
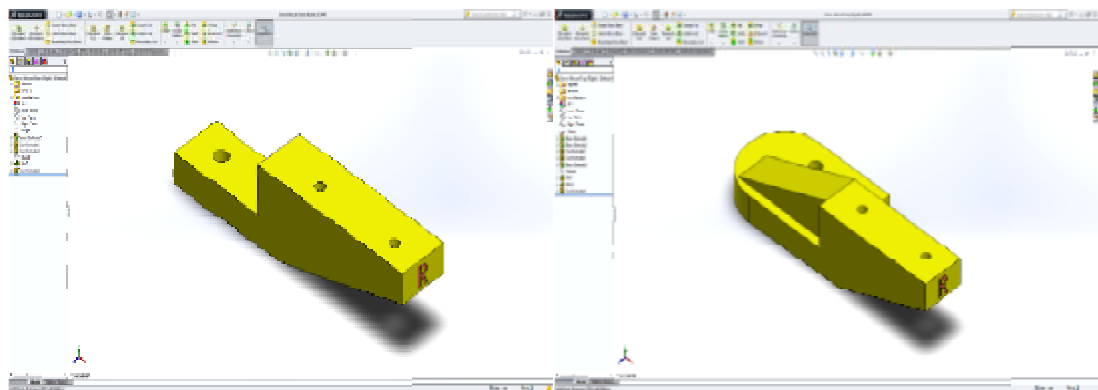
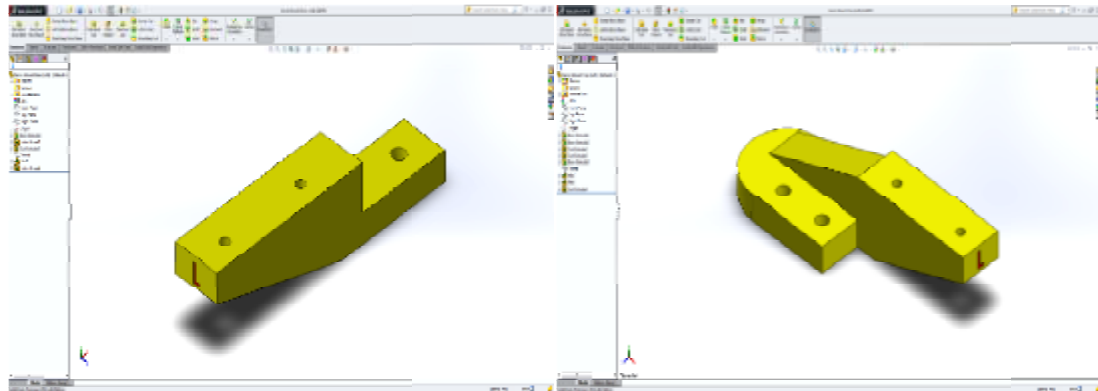
***Απόσταση** = Από το κέντρο, στο άκρο της περιφέρειας (Ακτίνα).

Συνεπώς η Δύναμη είναι αντίστροφος ανάλογη της ακτίνας, επομένως μεγάλη ακτίνα (άρα και διάμετρο) σημαίνει μείωση της δύναμης.

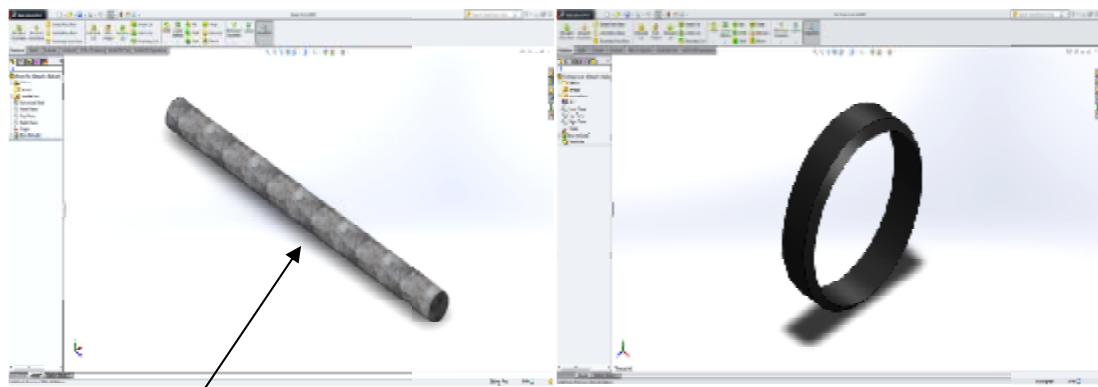
Επιμέρους Εξαρτήματα Ολοκληρωμένης Αρθρώσεως (Γονάτου)



Επιμέρους Εξαρτήματα Ολοκληρωμένης Αρθρωσης (Γονάτου)

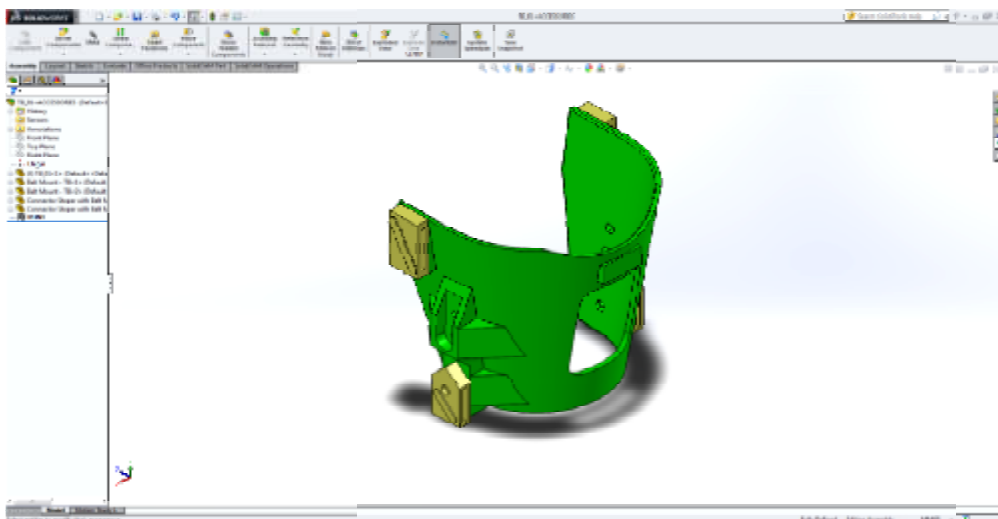
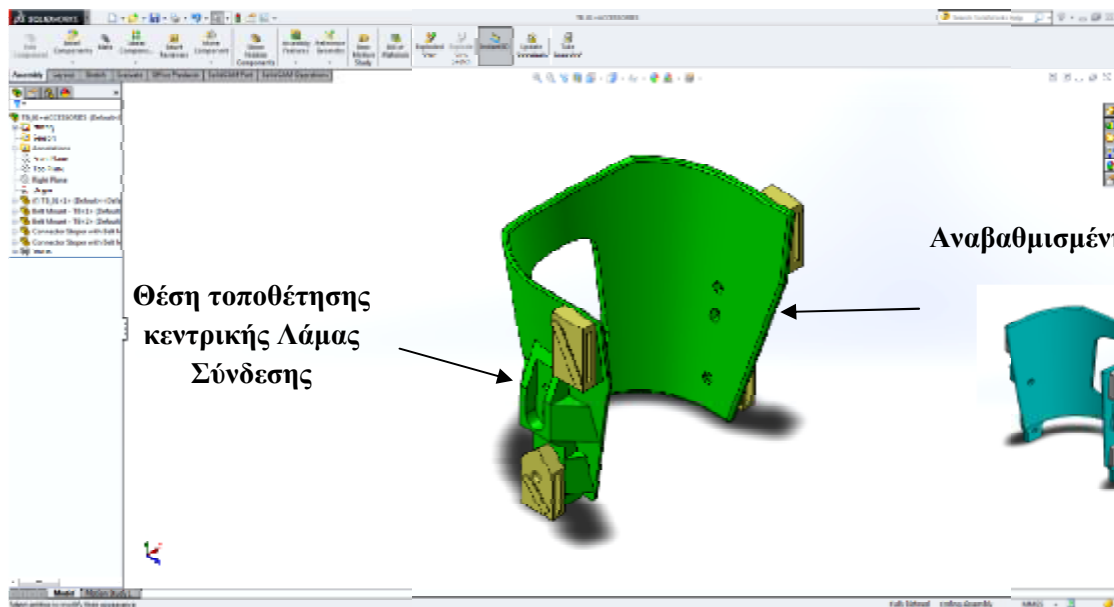
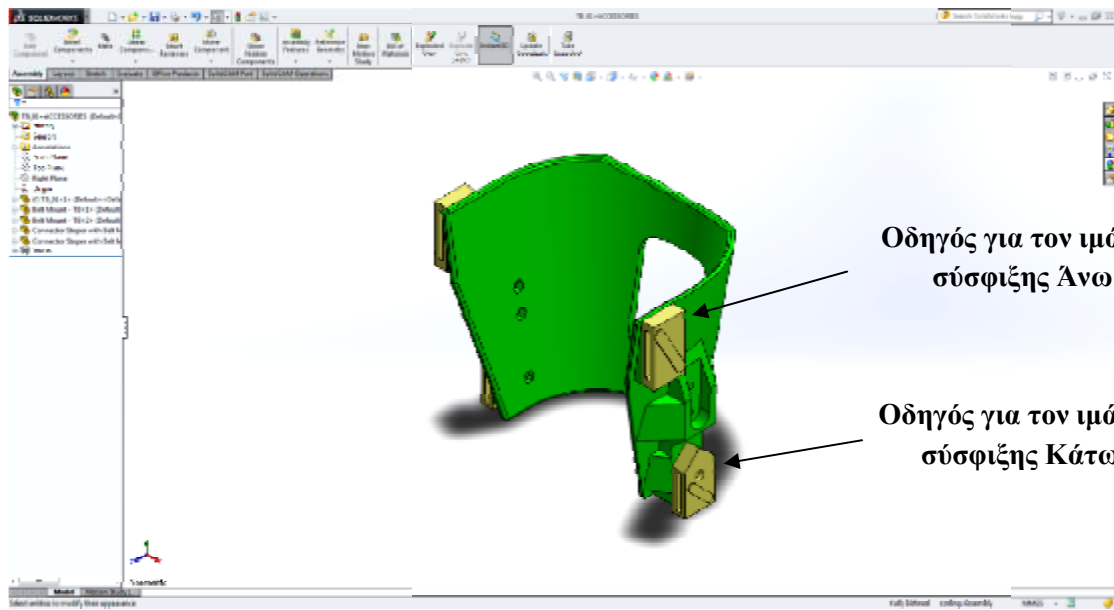


LockPin για το 69T γρανάζι

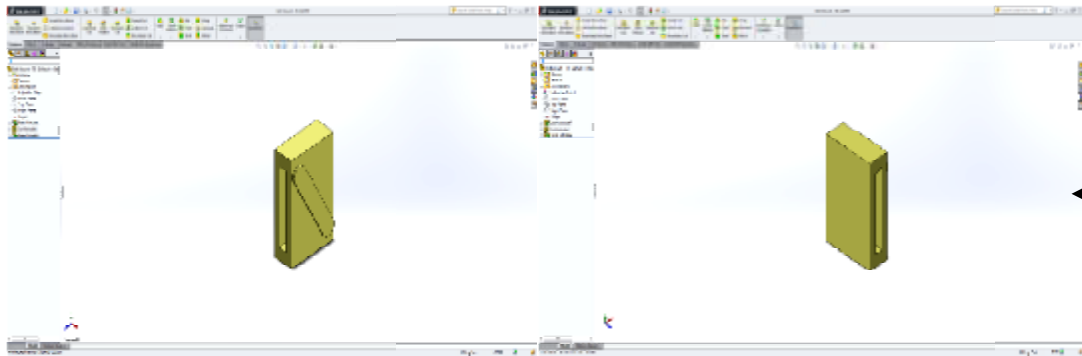


LockPin για τον κεντρικό άξονα

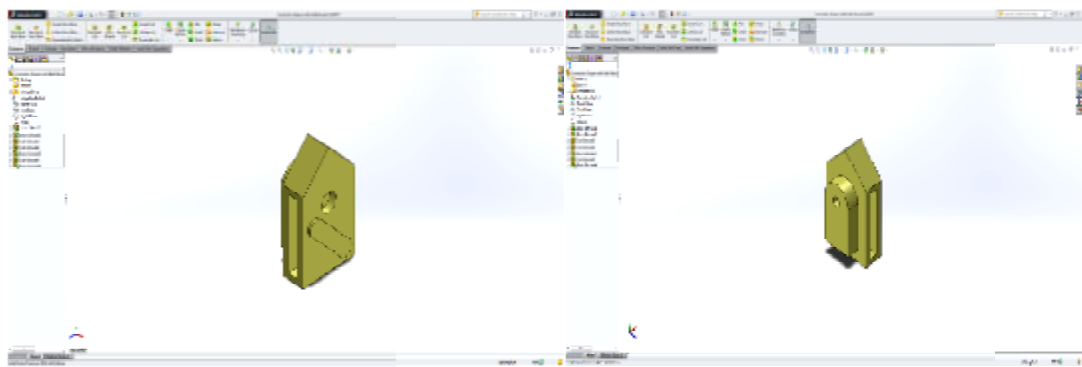
Σχεδιασμός Μεσαίου Τμήματος Κνήμη (Tibia)



Επιμέρους Εξαρτήματα Tibia



← **Ανω οδηγός
Ιμάντα**

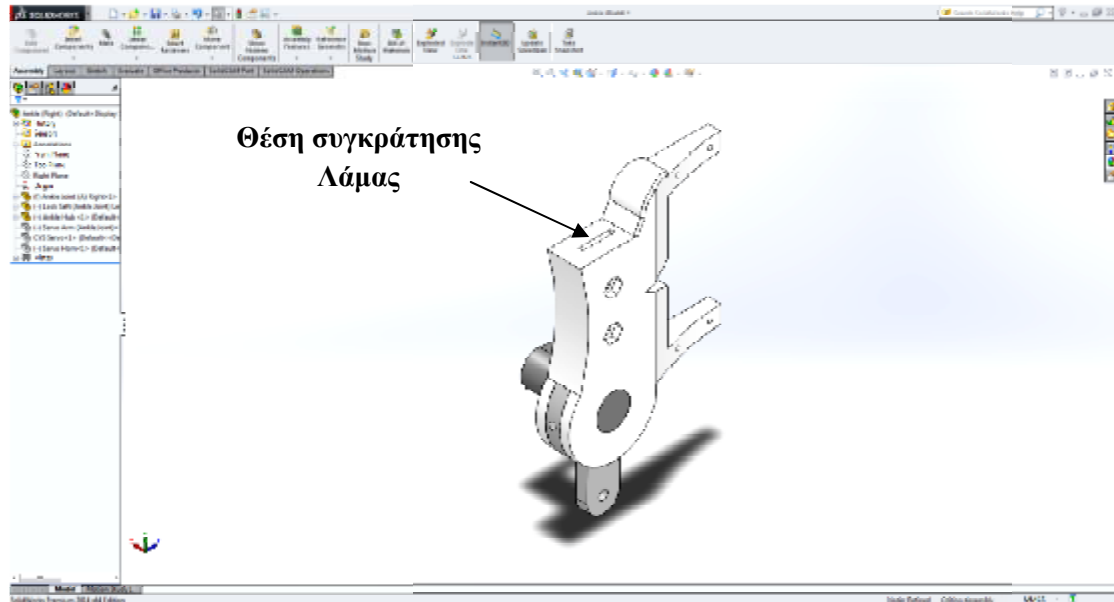
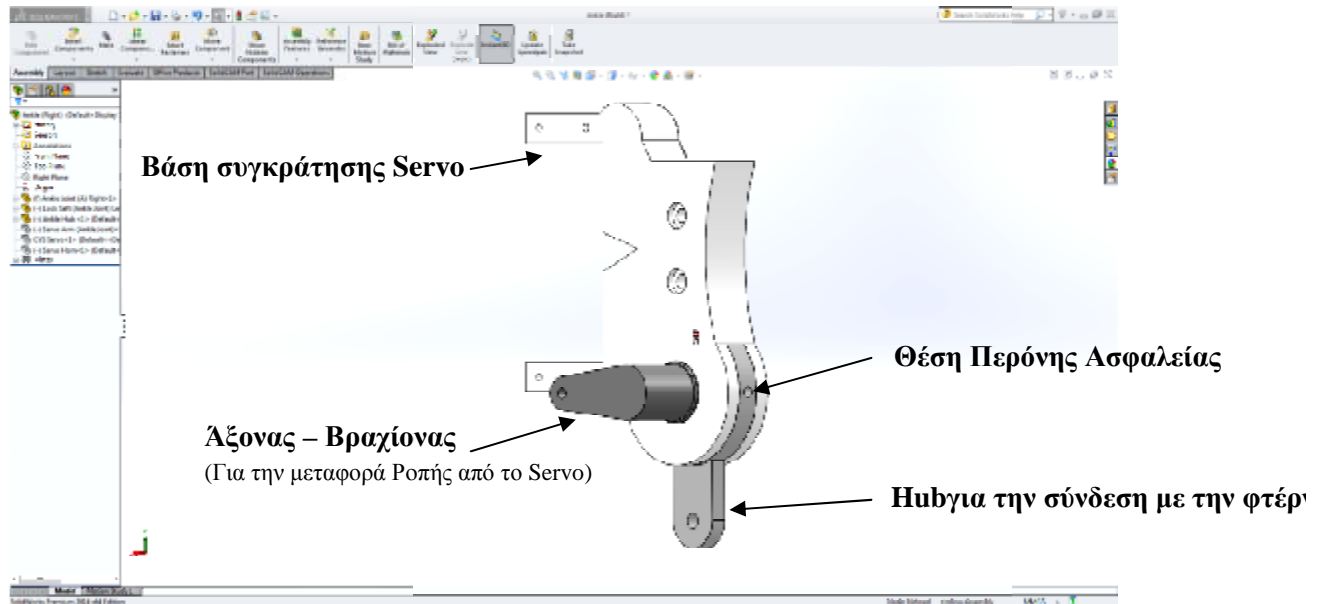


← **Κάτω οδηγί
Ιμάντα**

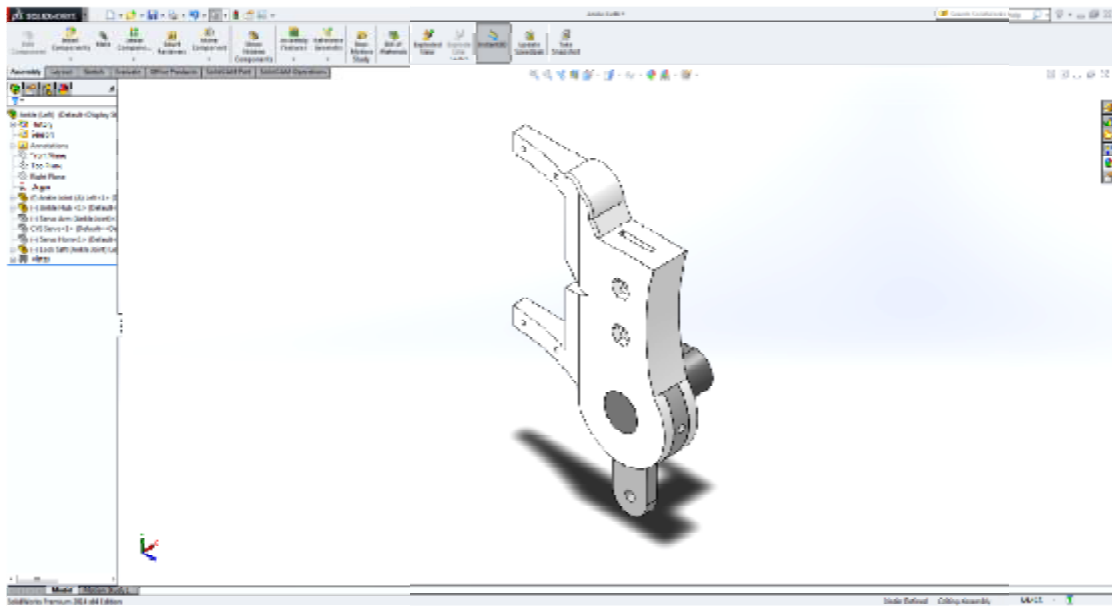
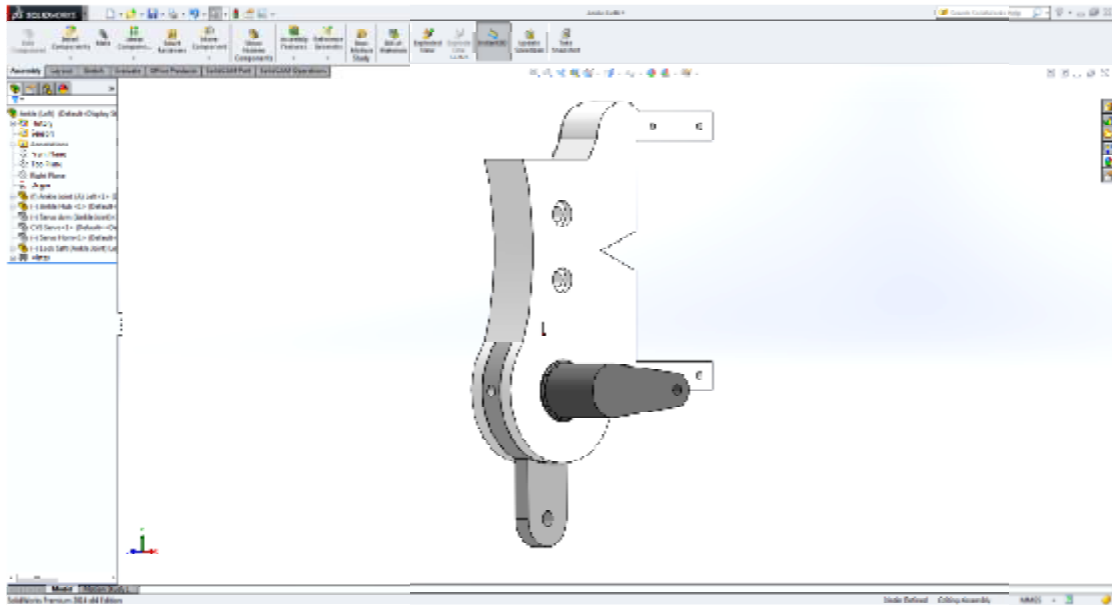
Σχεδιασμός Κάτω Τμήματος Αστραγάλου (Ankle)

Με βάση τα είδη αρθρώσεων επιλέγεται ο σχεδιασμός του τύπου **Overlap** που προαναφέρθηκε στο **Κεφάλαιο 3**.

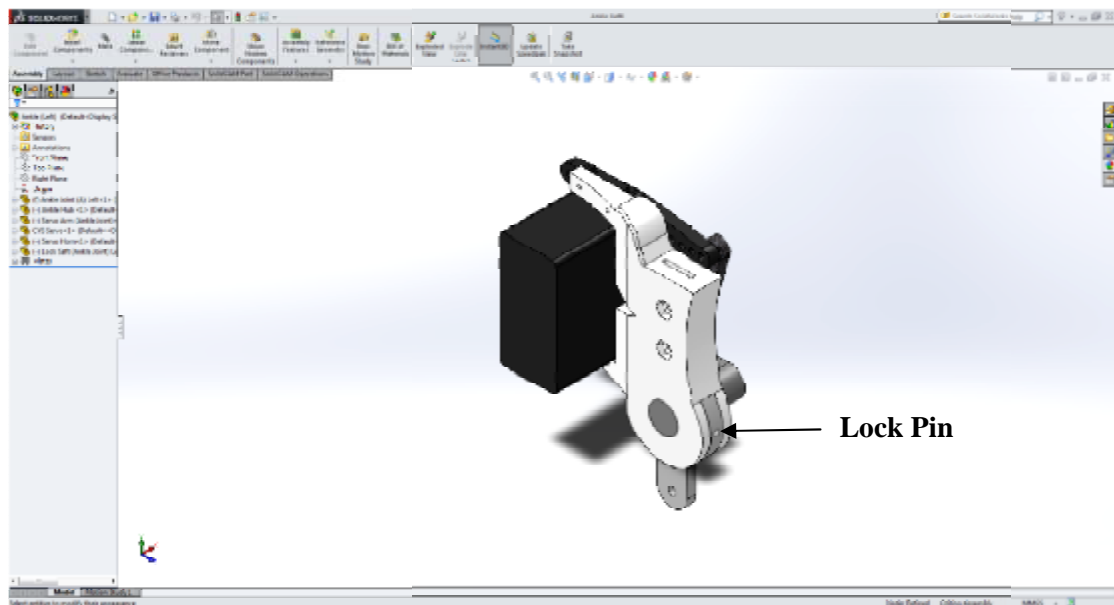
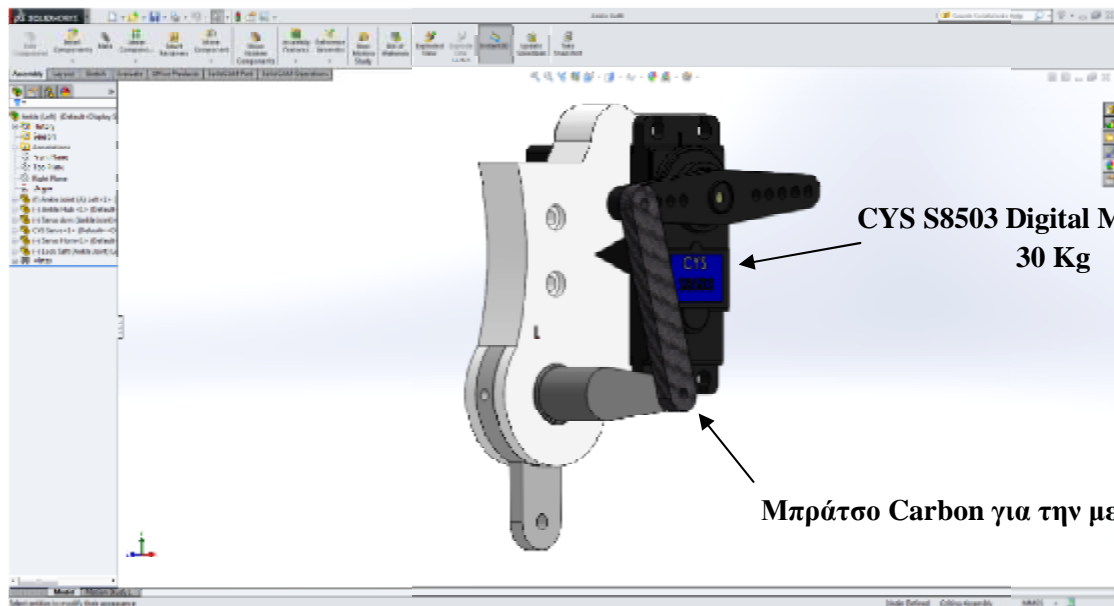
Δεξιά Άρθρωση Γονάτου



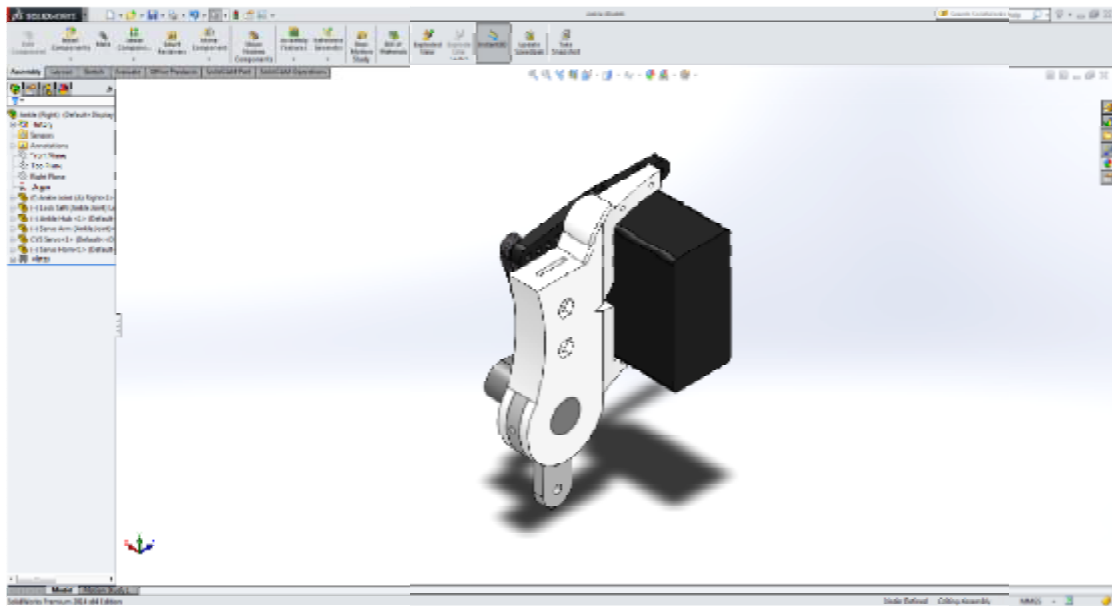
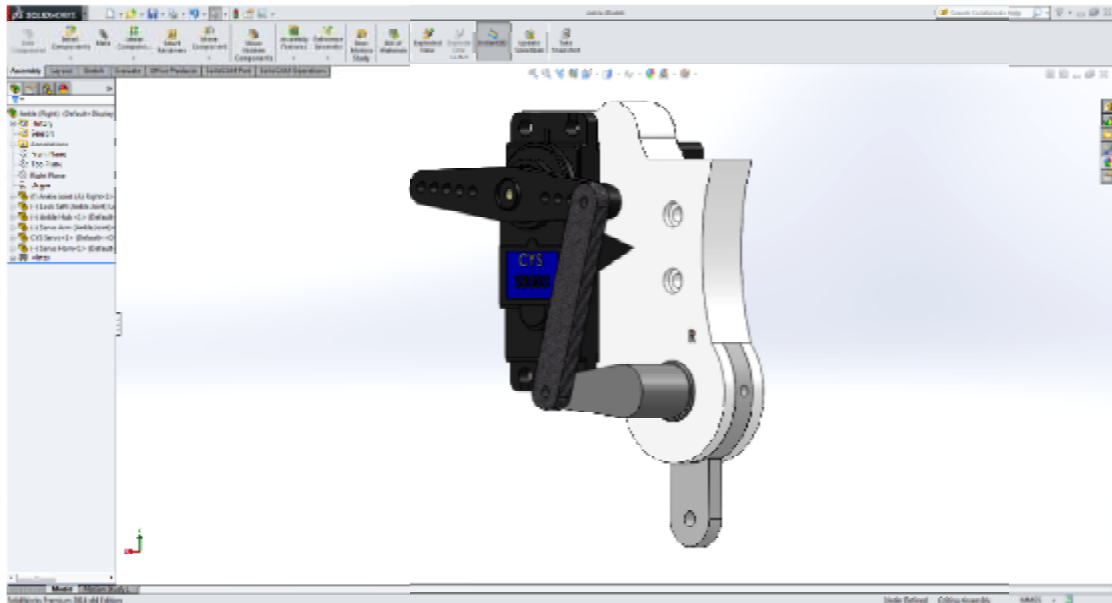
Αριστερή Άρθρωση Γονάτου



Ολοκληρωμένη άρθρωση Αστραγάλου (Δεξιά – Αριστερή)



Ολοκληρωμένη άρθρωση Αστραγάλου (Δεξιά – Αριστερή)



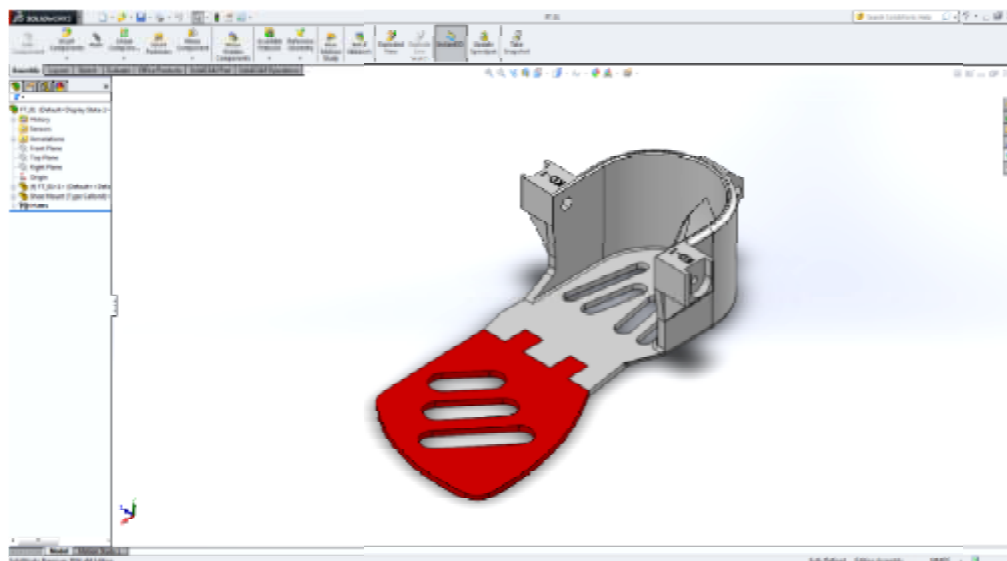
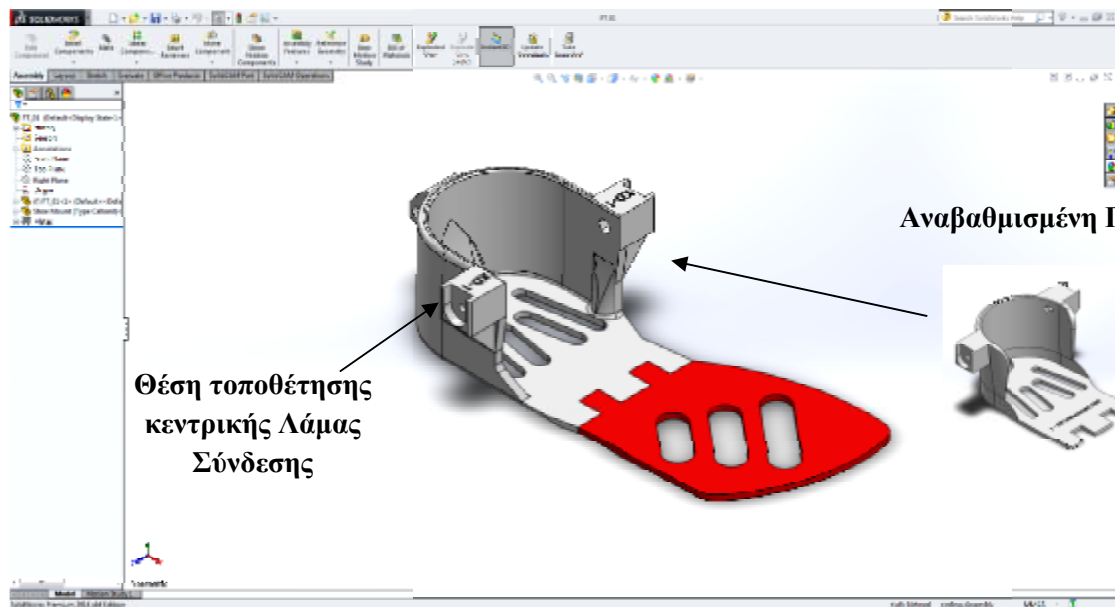
Σχεδιασμός Πτέρνας

Για τον σχεδιασμό της πτέρνας λήφθηκε υπόψη, νούμερο ποδιού EU46.

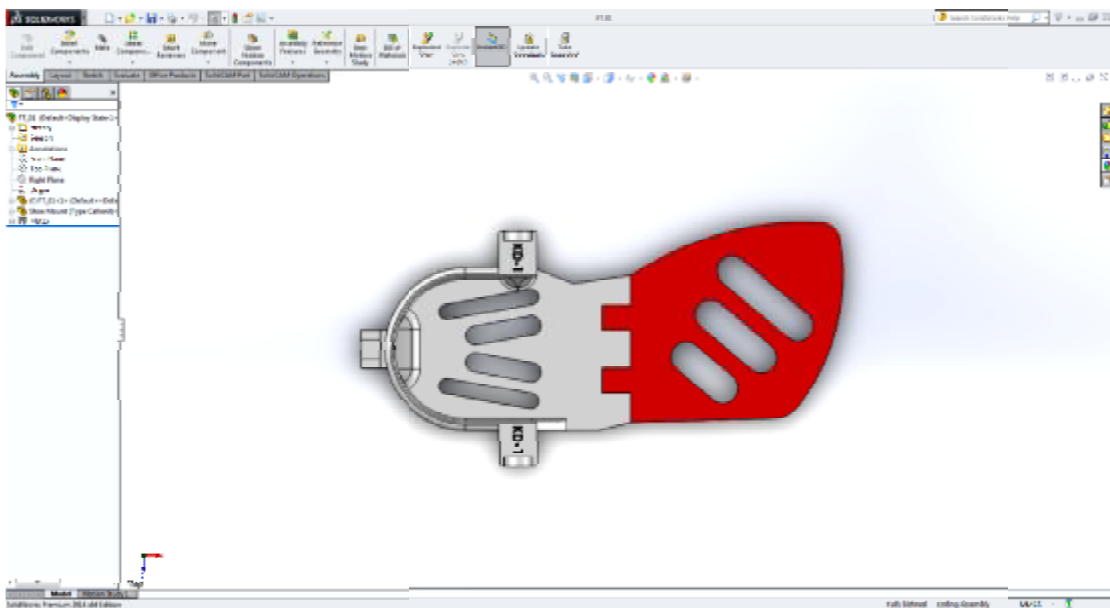
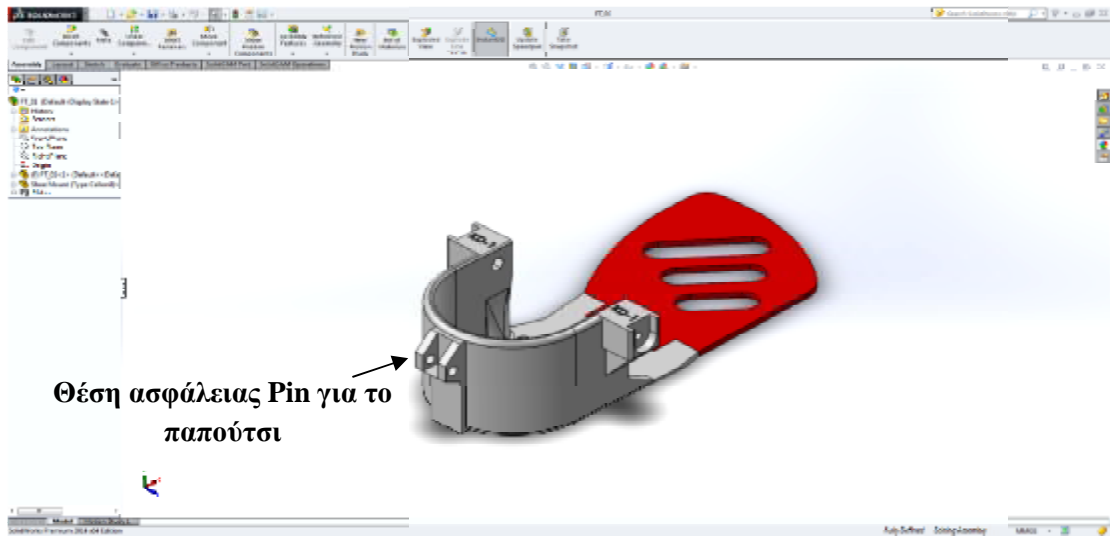
EGY/EU Size	US Size	UK Size	Foot Length (cm)
40	7	6.5	24.6
40.5	7.5	7	25.4
41	8	7.5	25.8
42	8.5	8	26.5
42.5	9	8.5	26.7
43	9.5	9	27.1
44	10	9.5	27.8
44.5	10.5	10	28
45	11	10.5	28.5
46	11.5	11	29.1
46.5	12	11.5	29.35
47	12.5	12	30
48	13	12.5	30.5



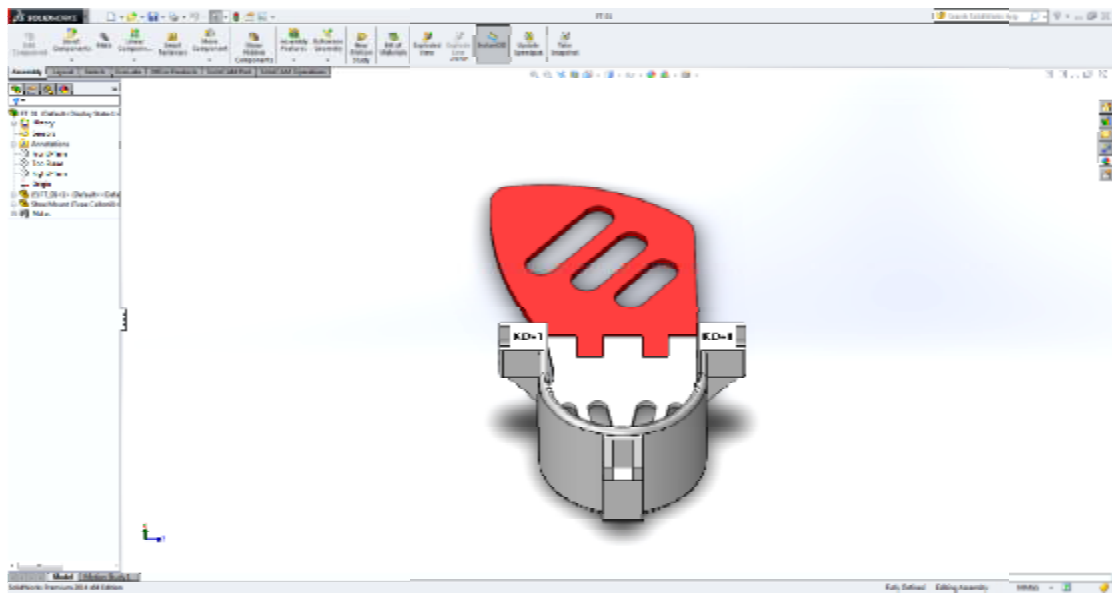
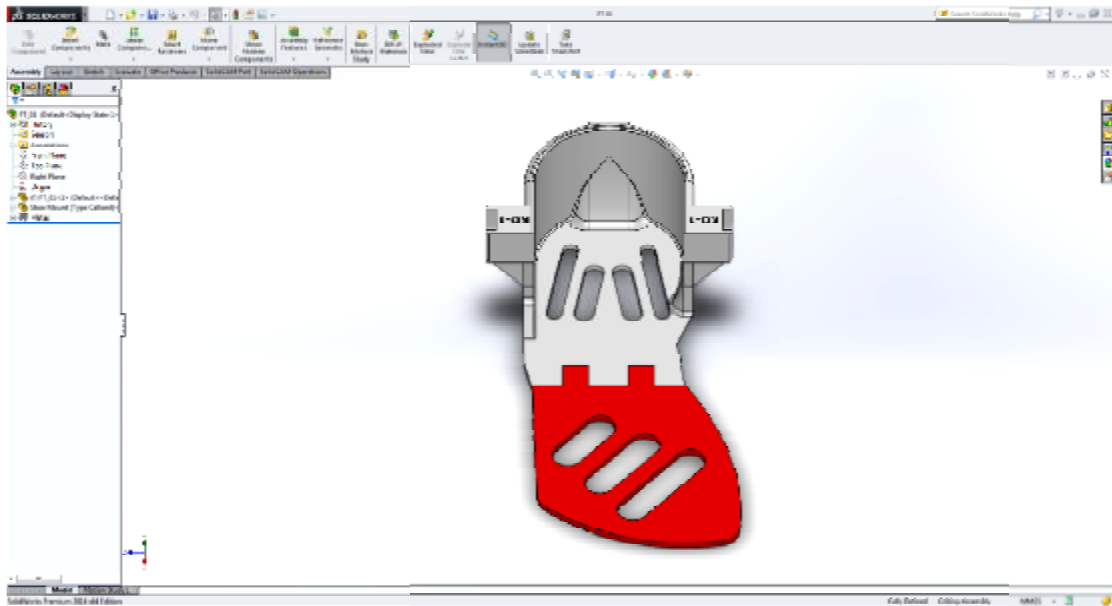
Εικόνα 6.1.3 Διαστάσεις κατά ISO για διάφορα είδη ποδιών, (Πηγή E61).



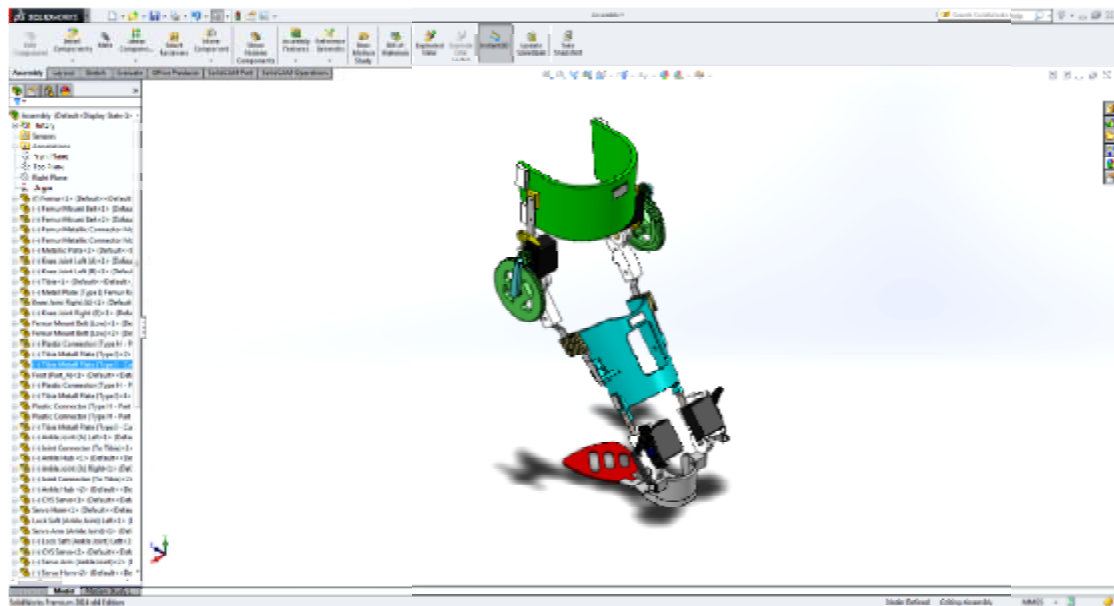
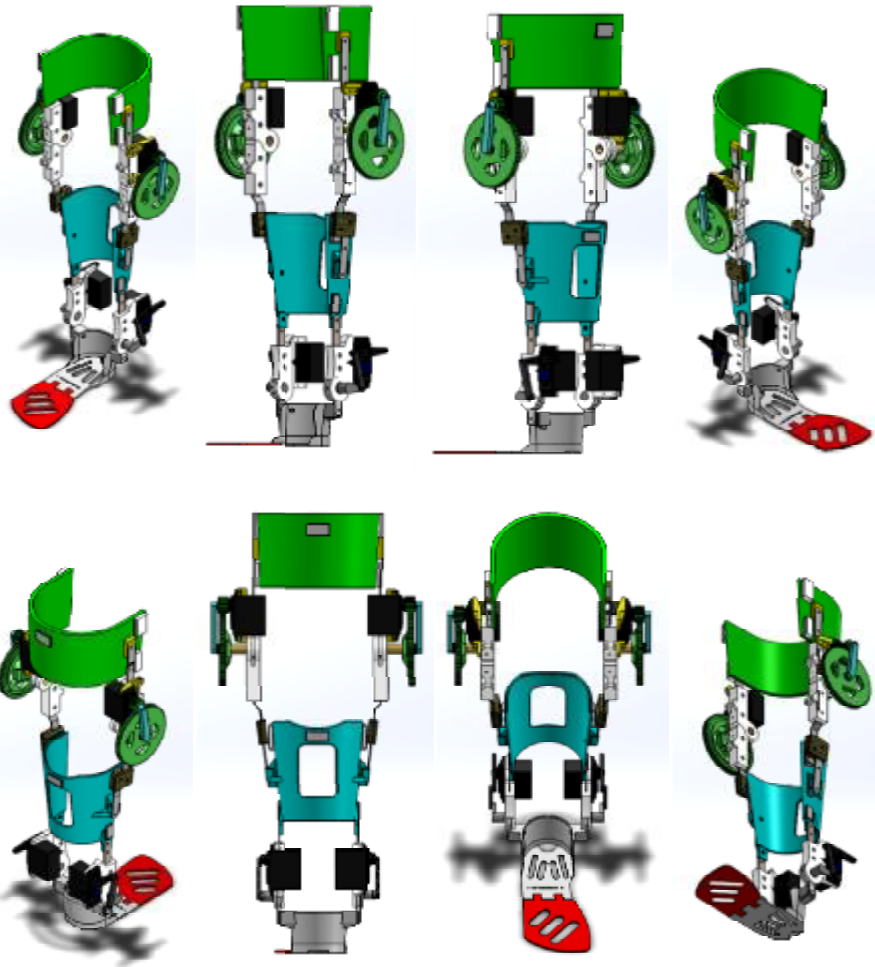
Σχεδιασμός Πτέρνας



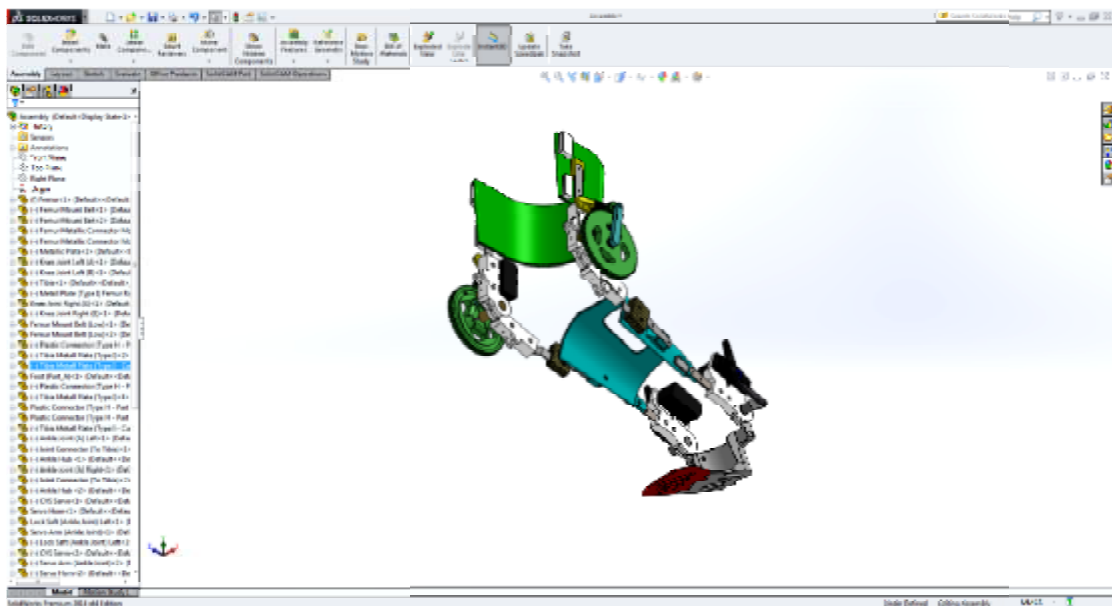
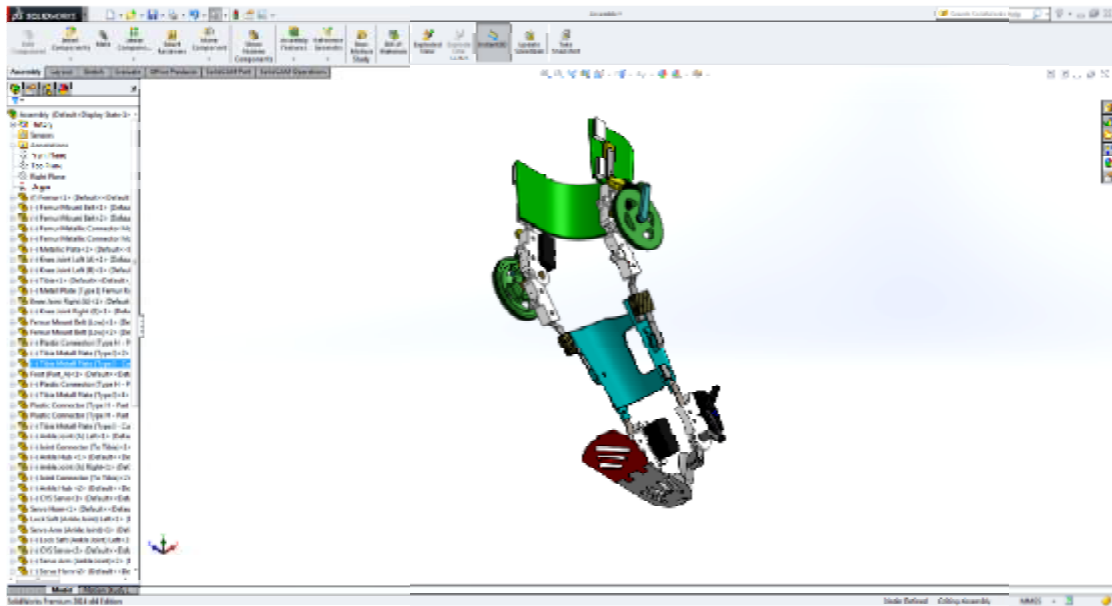
Σχεδιασμός Πτέρνας



Ολοκληρωτικό Σχέδιο KD-1 Μηροκνημοποδικού Κηδεμόνα Έξω Υποδήματος

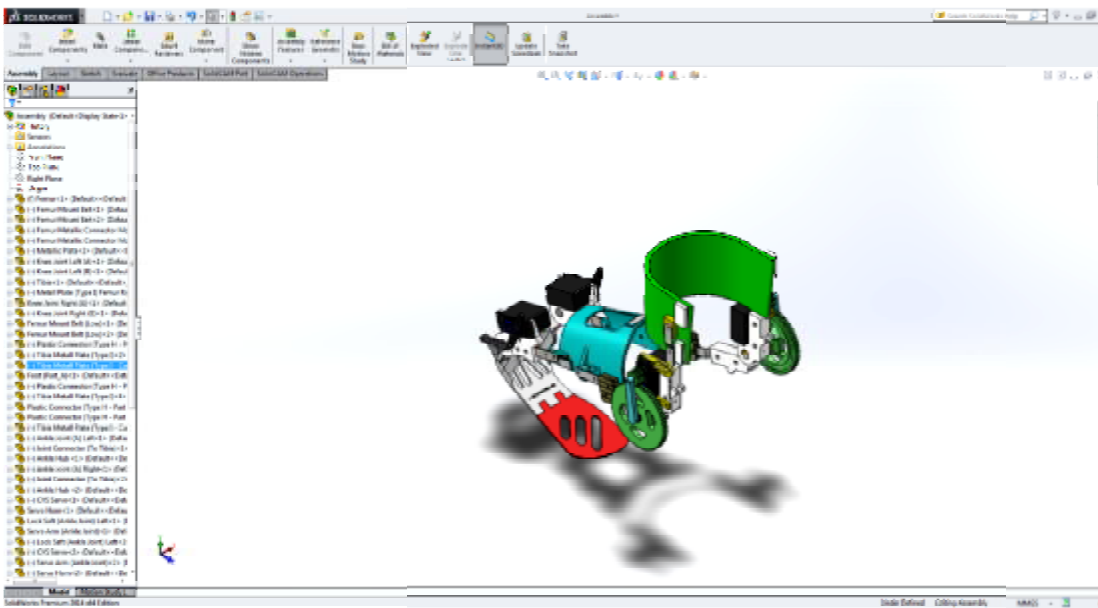
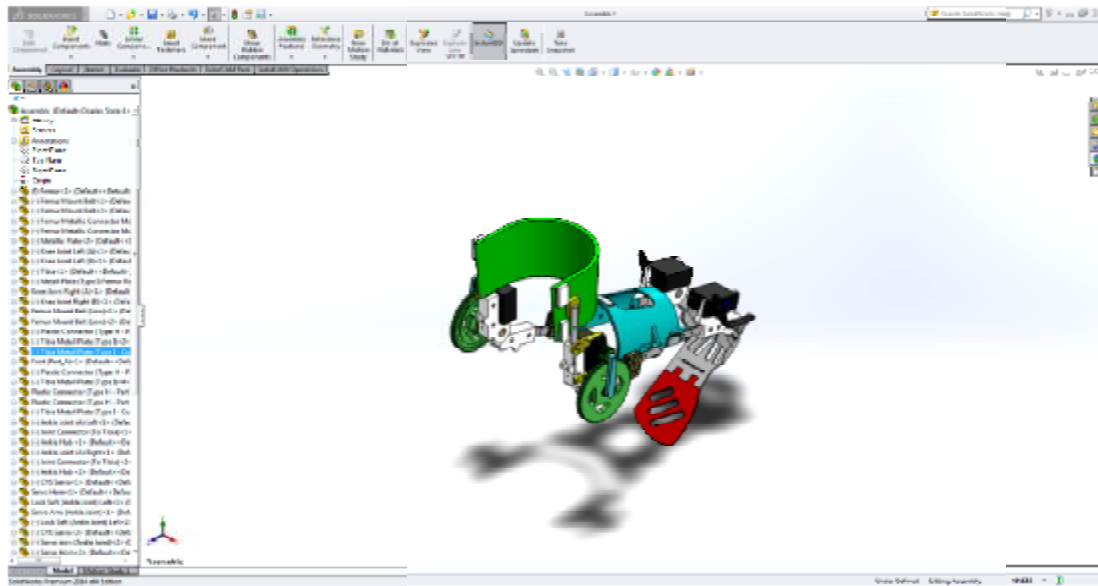


Ολοκληρωτικό Σχέδιο KD-1



*Στης παραπάνω εικόνες η κοχλίες, τα περικόχλια, τα καλώδια, τα ελατήρια, η πλακέτες, η μπαταρία, η μάντες σύσφιξης και το παπούτσι δεν απεικονίζονται.

Ολοκληρωτικό Σχέδιο KD-1



6.2 ΕΚΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ

Με βάση τους ορισμούς του **Bowker** που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 3 η καταπονήσεις που εμφανίζονται στις αρθρώσεις και στα κύρια σώματα είναι:

- Διατμητικές τάσεις
- Αξονικές δυνάμεις
- Δυνάμεις Αντίδρασης

Επίσης, ένας κηδεμόνας πρέπει να παρουσιάζει υψηλή αντίσταση στην κάμψη, συνεπώς με βάση αυτά, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν κατά το 90% της κατασκευής είναι:

• PLA

- Αντοχή στην κρούση:.....Μέτρια
- Ελαστικότητα:.....Καθόλου
- Εμφάνιση – Υφή.....Φυσικό
- Αντοχή σε χημικά:.....Όχι
- Αντοχή σε υψηλές Θερμοκρασίες (>90°C):...Όχι
- Ειδικό Βάρος:.....Μέτριο

Πολυ(γαλακτικό οξύ) ή πολυγαλακτικό οξύ ή πολυλακτίδιο (PLA) είναι ένας βιοδιασπάσιμος και βιοδραστικός θερμοπλαστικός αλειφατικός πολυεστέρας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως το άμυλο καλαμποκιού.



Εικόνα 6.2.1 Νήμα PLA NEEMA3D™ ATHENA 1KGIRONGREY 1.75mm, (Πηγή E56).

Û ABS

- Αντοχή στην κρούση:.....Πολύ Υψηλή
- Ελαστικότητα:.....Μέτρια
- Εμφάνιση – Υφή:.....Φυσικό
- Αντοχή σε χημικά:.....Όχι
- Αντοχή σε υψηλές Θερμοκρασίες (>90°C): Ναι
- Ειδικό Βάρος:.....Ελαφρύ

Ακρυλονιτρίλιο βουταδιένιο στυρόλιο (ABS). Το ABS είναι ένα τριπολυμερές που παράγεται με πολυμερισμό στυρολίου και ακρυλονιτρίλιου παρουσία πολυβουταδιενίου.

Το ABS είναι ένα τριπολυμερές που παράγεται με πολυμερισμό και ακρυλονιτρίλιου παρουσία πολυβουταδιενίου. Οι αναλογίες μπορούν να κυμαίνονται από 15 έως 35% ακρυλονιτρίλιο, 5 έως 30% βουταδιένιο και 40 έως 60% στυρόλιο. Το αποτέλεσμα είναι μία μακρά αλυσίδα πολυβουταδιενίου διασταυρωμένη με βραχύτερες αλυσίδες πολυ (στυρολίου-συν-ακρυλονιτρίλιου). Οι ομάδες νιτρίλιου από γειτονικές αλυσίδες, που είναι πολικές, προσελκύουν το ένα το άλλο και δεσμεύουν τις αλυσίδες μαζί, κάνοντας το ABS ισχυρότερο από το καθαρό πολυστυρόλιο. Το στυρόλιο δίνει στο πλαστικό μια λαμπερή, αδιαπέραστη επιφάνεια. Το πολυβουταδιένιο, μια ελαστική ουσία, παρέχει αντοχή ακόμη και σε χαμηλά επίπεδα θερμοκρασίας. Για τις περισσότερες εφαρμογές, το ABS μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταξύ -20 και 80 ° C (-4 και 176 ° F) καθώς οι μηχανικές του ιδιότητες ποικίλλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία. Οι ιδιότητες δημιουργούνται από την επικάλυψη από καουτσούκ, όπου λεπτά σωματίδια ελαστομερούς κατανέμονται σε όλη την άκαμπτη μήτρα.



Εικόνα 6.2.2 Νήμα ABSEVONEEMA3D™ WHITE 1.75mm, (Πηγή E56).

Η λάμες σύνδεσης είναι από ατσάλι με γυαλιστερό φινίρισμα.



Εικόνα 6.2.3 Λάμα Σύνδεσης HETTICH, (Πηγή E62).

Η κοχλίες είναι τύπου Allen Button head 4mm Inox και τα περικόχλια είναι τύπου ασφαλείας Inox.

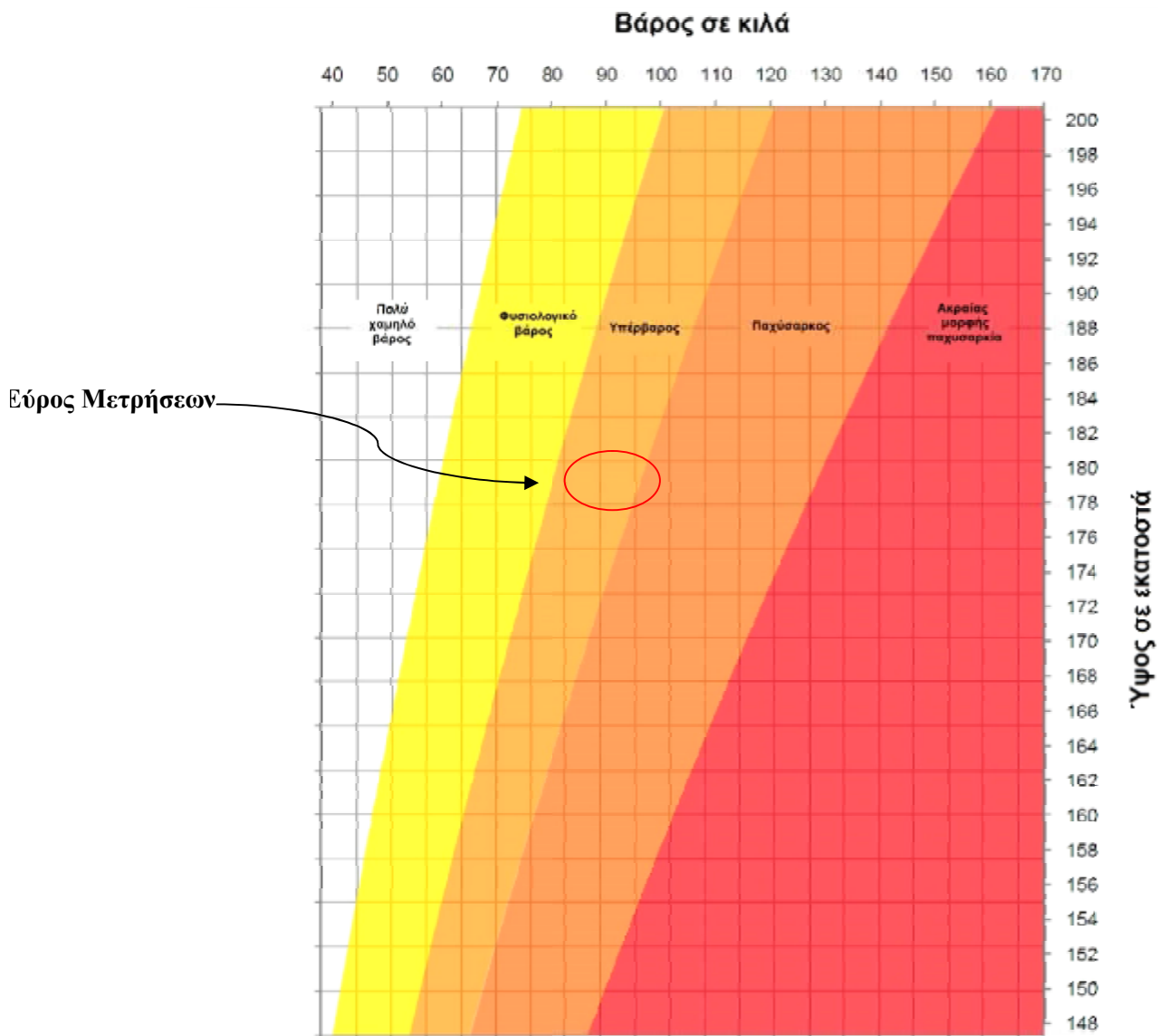


Εικόνα 6.2.4 Κοχλίας Allen 4mm Button head Inox – Περικόχλιο Ασφαλείας 4mm Inox, (Πηγή E63-E64).

6.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ MECHANICAL APDL

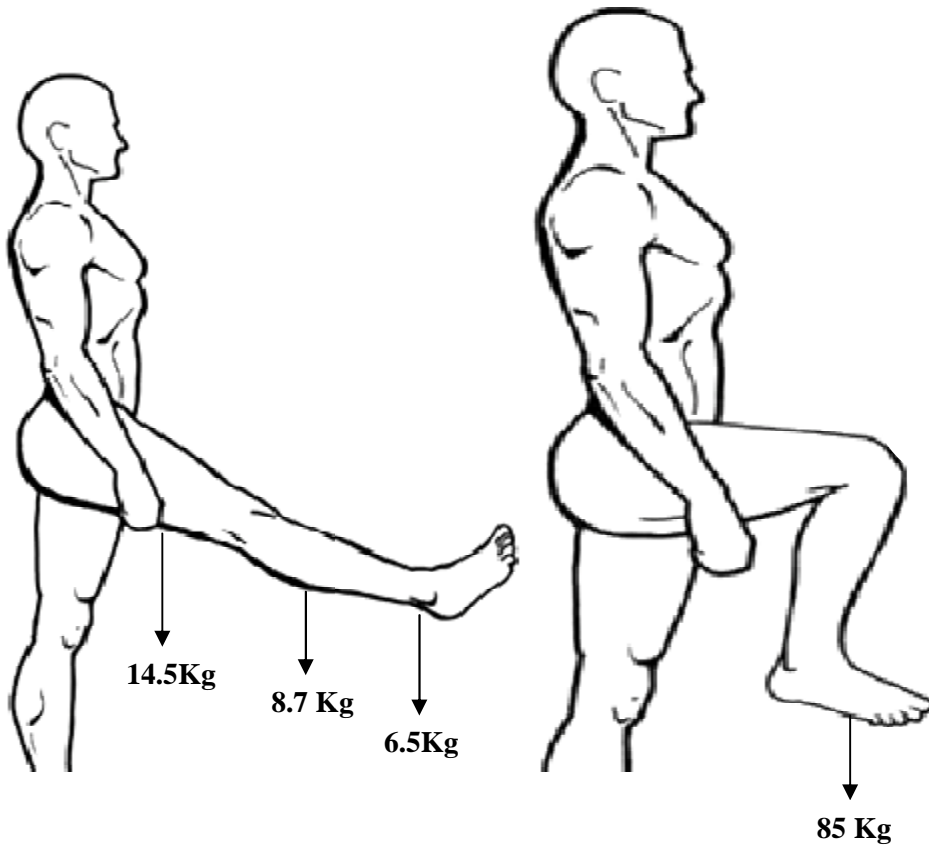


Για την ανάλυση του **KD-1** θα χρησιμοποιηθεί πρόγραμμα **Mechanical APDL (ANSYS) Workbench 17.1**. Η Δυναμική ανάλυση του κάτω άκρου έγινε στο Κεφάλαιο 3, επομένως τα μεγέθη (Βάρος, Ροπή, Δύναμη) έχουν ληφθεί από πραγματικές μετρήσεις για άτομο ΧΛμε (80-90 Kg)βάρους.



Εικόνα 6.3.1 Αναλογία Βάρους – Ύψους, (Πηγή E65).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ



Εικόνα 6.3.2 Ανάλυση Βάρους ατόμου (80-90Kg) Ύψος (1.79-1.85cm), (Πηγή E66).

Για την εύρεση της δύναμης στα διάφορα σημεία του άκρου, ως γνωστόν $B = m \cdot g$ όπου m η μάζα σε Kg και g η επιτάχυνση βαρύτητας $10m/sec^2$.

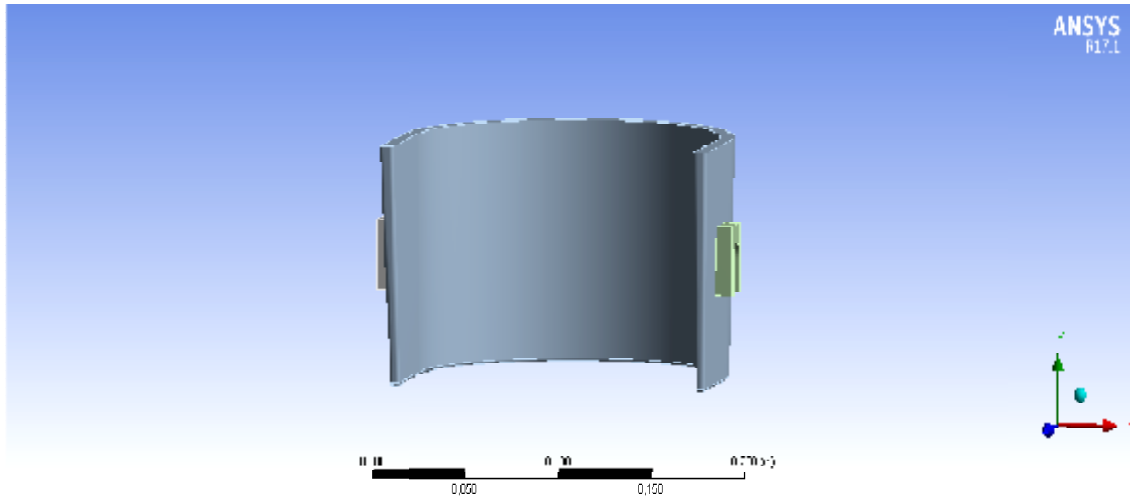
Αρχικά η ανάλυση του ποδιού θα χωριστεί σε **5 Τμήματα**:

1. **Μηριαίο οστό** (femur) Άνω
2. **Γόνατο** (Knee)
3. **Κνήμη** (Tibia) Μεσαίο
4. **Αστράγαλος** (Ankle) Κάτω
5. **Φτέρνα** (Foot) Κάτω

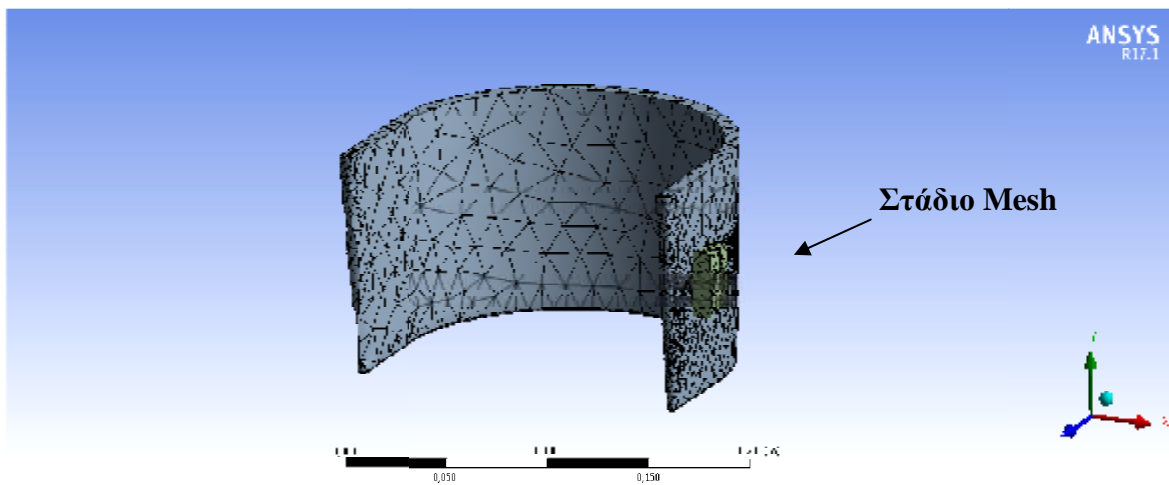
***Η παρακάτω αναλύσεις αποδεικνύουν της δυσμενέστερες καταστάσεις που μπορούν να συμβούν στο KD-1.**

***Η παρακάτω τιμές προέρχονται από πειράματα που έγιναν, με την χρήση Δυναμόμετρου και Ροπομέτρου.**

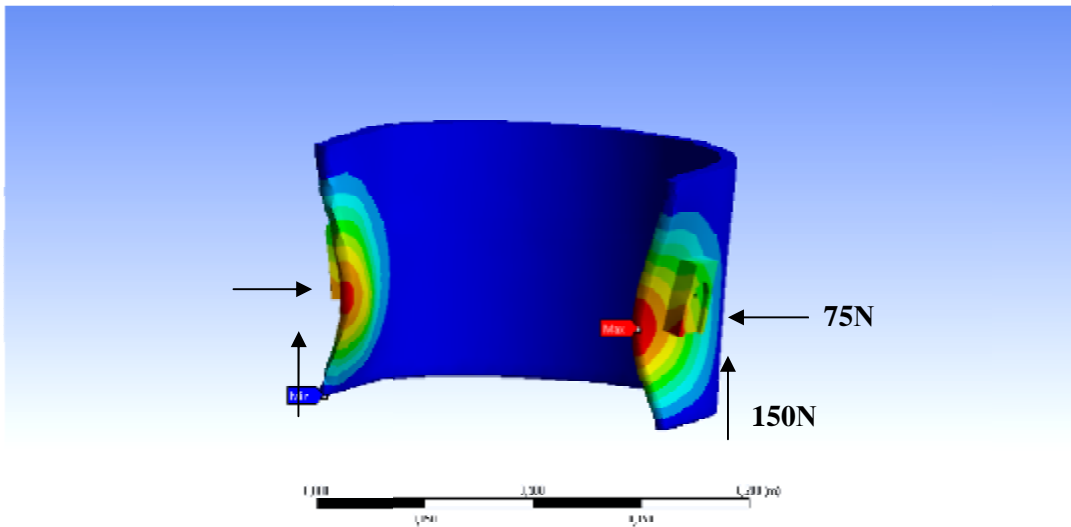
Ανάλυση Άνω Τμήματος Μηριαίου Femur



Σχόλιο: Κατάσταση ηρεμίας, στο στάδιο αυτό δεν υπάρχει επιβολή φορτίων.

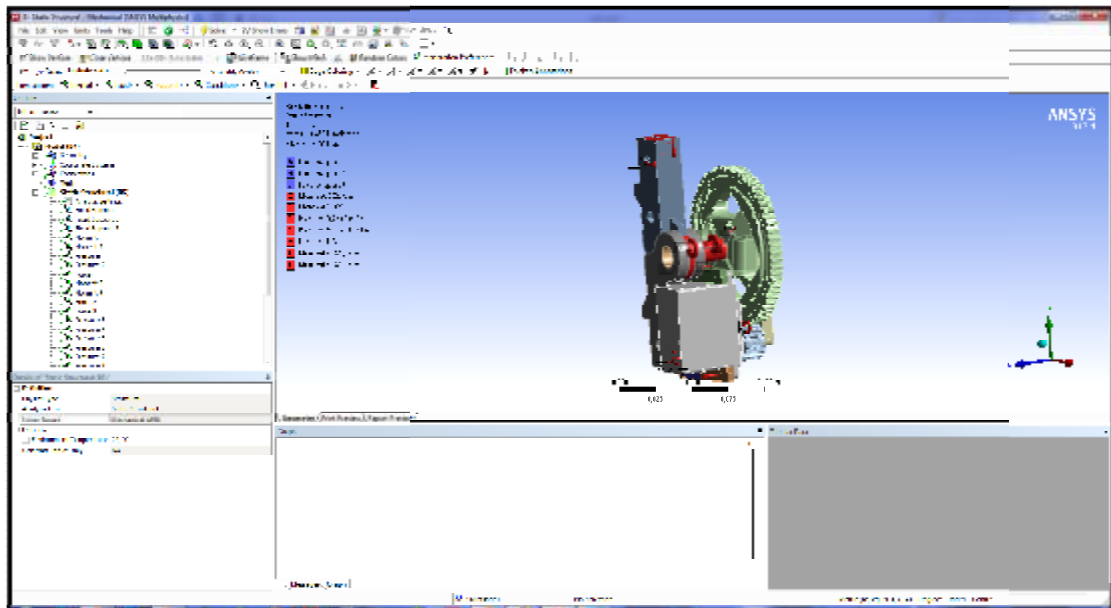


Ανάλυση Άνω Τμήματος Μηριαίου Femur

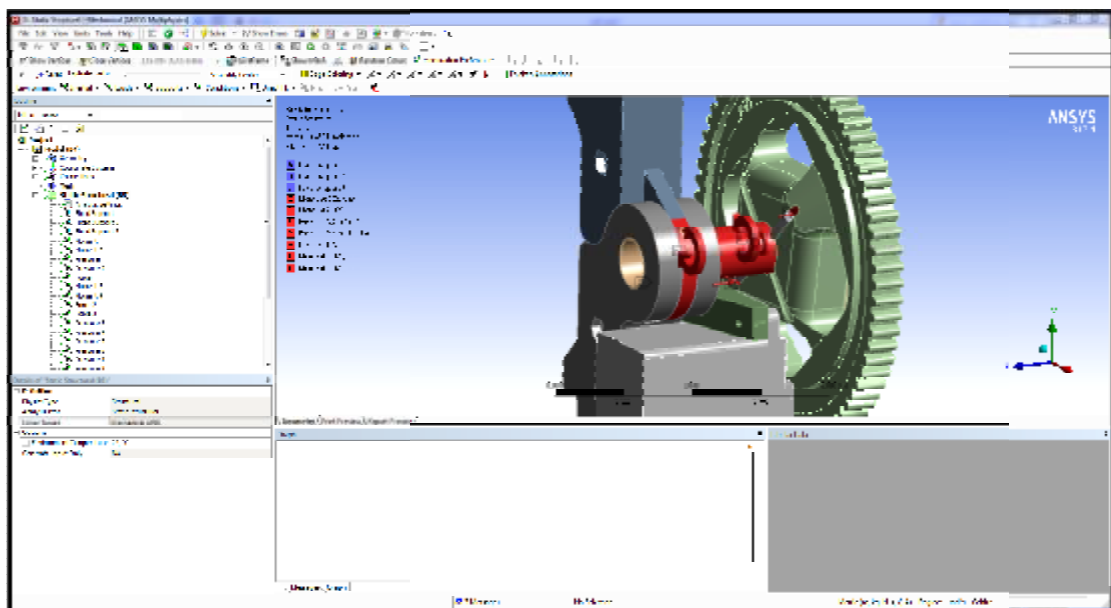


Σχόλιο: Στο στάδιο αυτό έχουμε υποβολή δυνάμεων κατά των άξονα των Y, από κάτω προς τα άνω 150N η οποία οφείλεται από την αντίδραση της άρθρωσης του γονάτου, επίσης κατά των άξονα των X, 75N λόγω της σύσφιξης από τους ιμάντες.

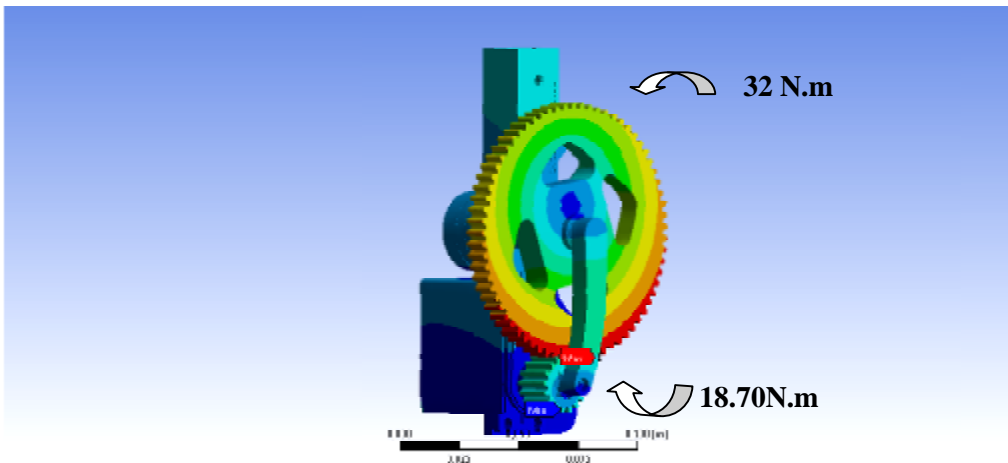
Ανάλυση Άρθρωσης Γονάτου Knee Joint



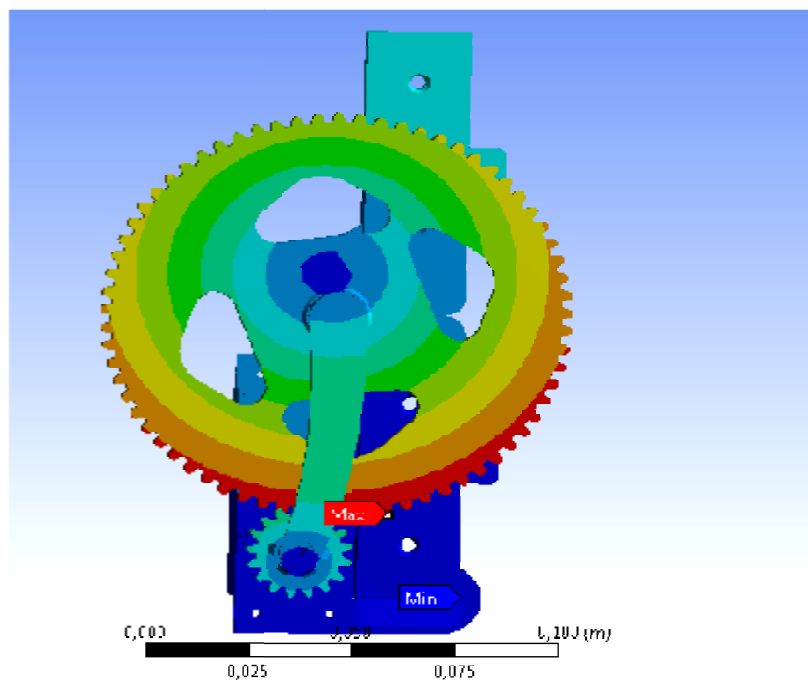
Σχόλιο: Κατάσταση ηρεμίας, στο στάδιο αυτό δεν υπάρχει επιβολή φορτίων.



Ανάλυση Άρθρωσης Γονάτου Knee Joint

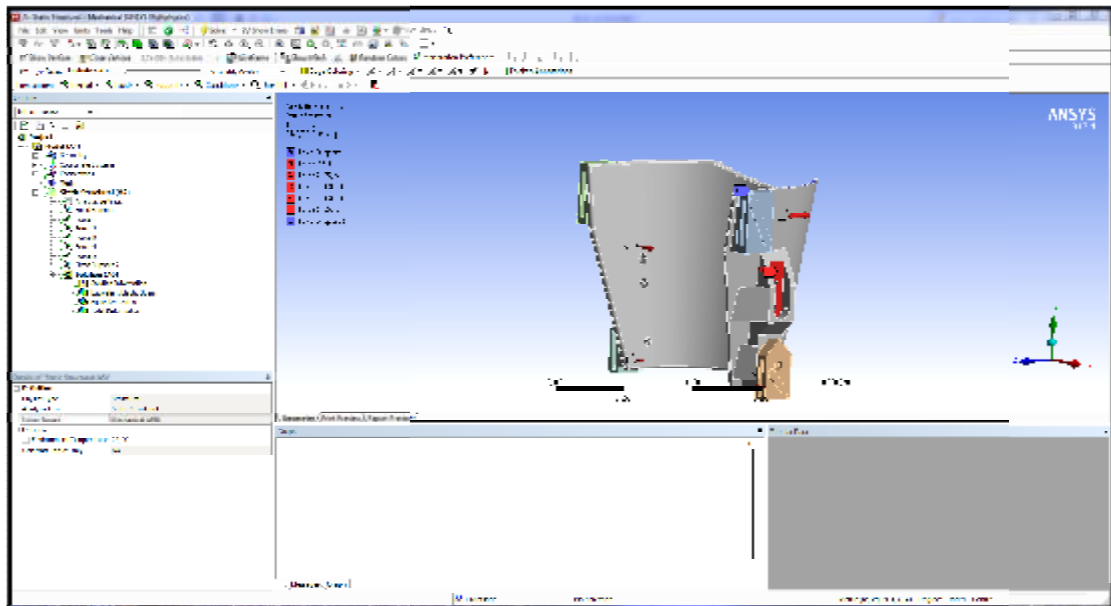


Σχόλιο: Η παραπάνω ανάλυση γίνεται σε κατάσταση ανάπαυσης του ποδιού, διότι σε εκείνη την θέση ο ασθενής τείνει να γείρει προς τα εμπρός και επομένως τα φορτία είναι σημαντικά. Συγκεκριμένα παρατηρείτε μέγιστη τάση στην επαφή των δύο γραναζιών.

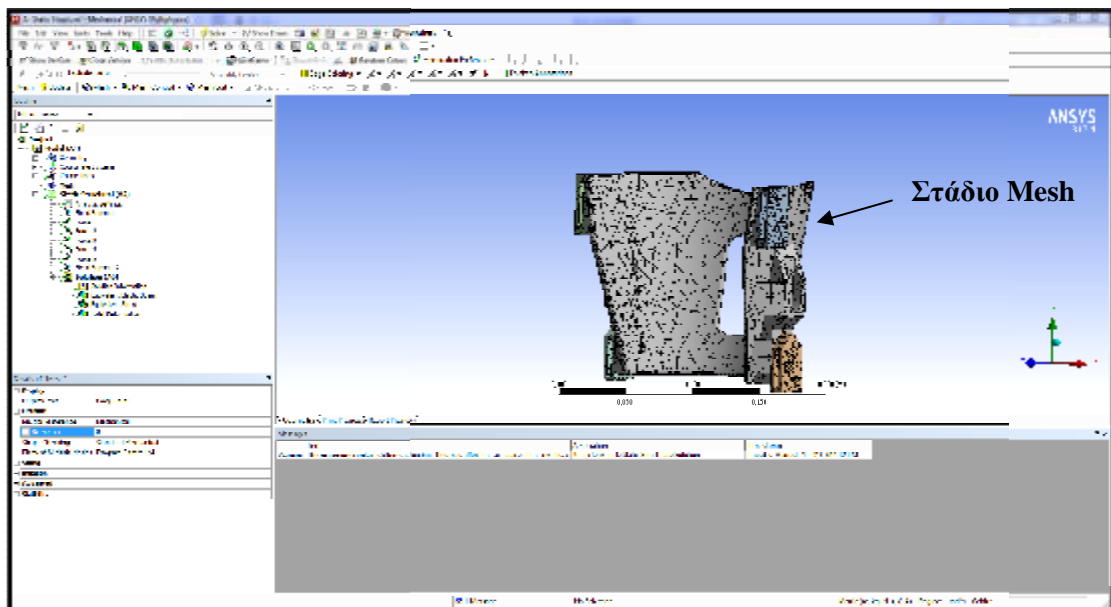


Σχόλιο: Παρατηρείται κάμψη στον τεντωτήρα, λόγω ροπής στρέψης προς τα αριστερά.

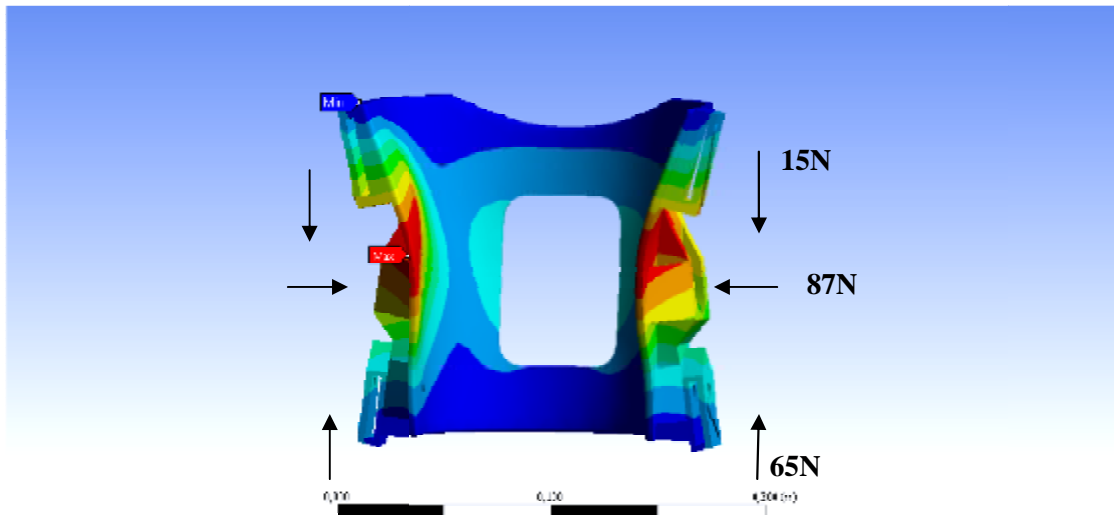
Ανάλυση Μεσαίου Τμήματος Κνήμης (Tibia)



Σχόλιο: Κατάσταση ηρεμίας, στο στάδιο αυτό δεν υπάρχει επιβολή φορτίων.

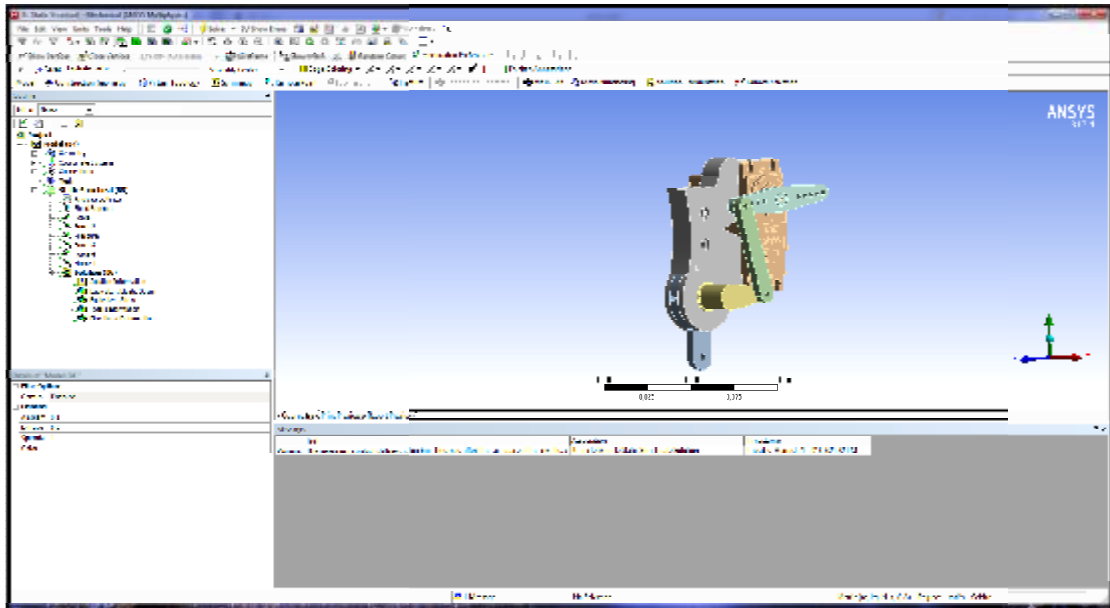


Ανάλυση Μεσαίου Τμήματος Κνήμης (Tibia)

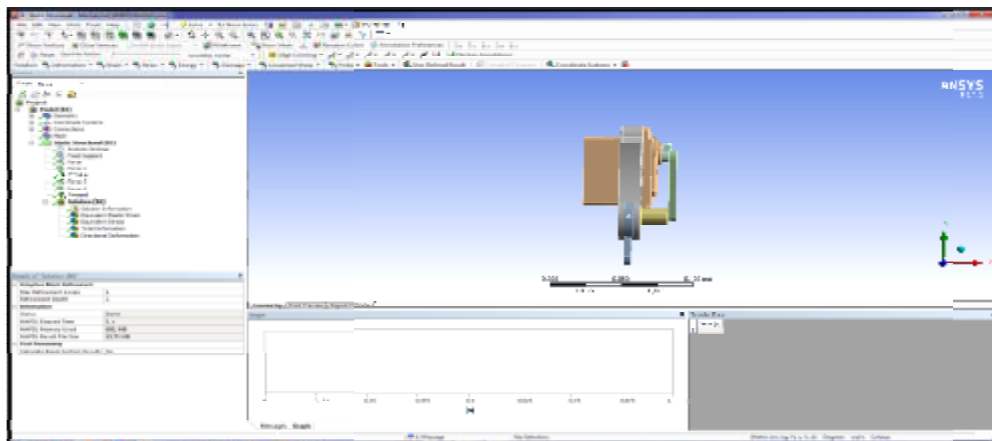
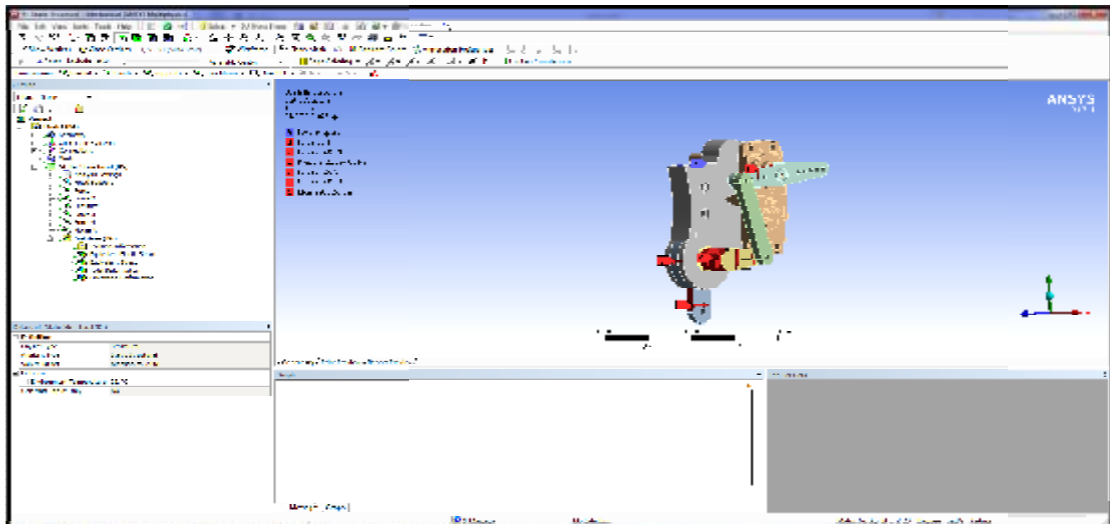


Σχόλιο: Στο στάδιο αυτό έχουμε υποβολή δυνάμεων κατά των άξονα Y, μία από πάνω προς τα κάτω 15N λόγω της άρθρωσης του γονάτου και από κάτω προς τα άνω 65N λόγω της άρθρωσης του αστραγάλου. Στον άξονα X 87N λόγω της σύσφιξης του ιμάντα.

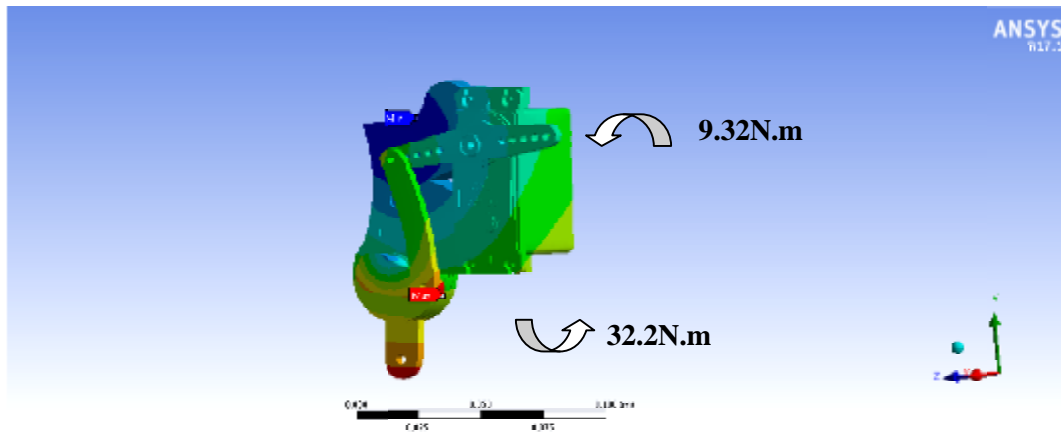
Ανάλυση Κάτω Τμήματος Αστραγάλου (Ankle)



Σχόλιο: Κατάσταση ηρεμίας, στο στάδιο αυτό δεν υπάρχει επιβολή φορτίων.

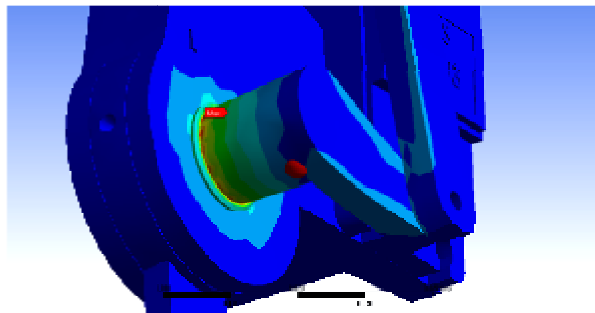


Ανάλυση Κάτω Τμήματος Αστραγάλου (Ankle)



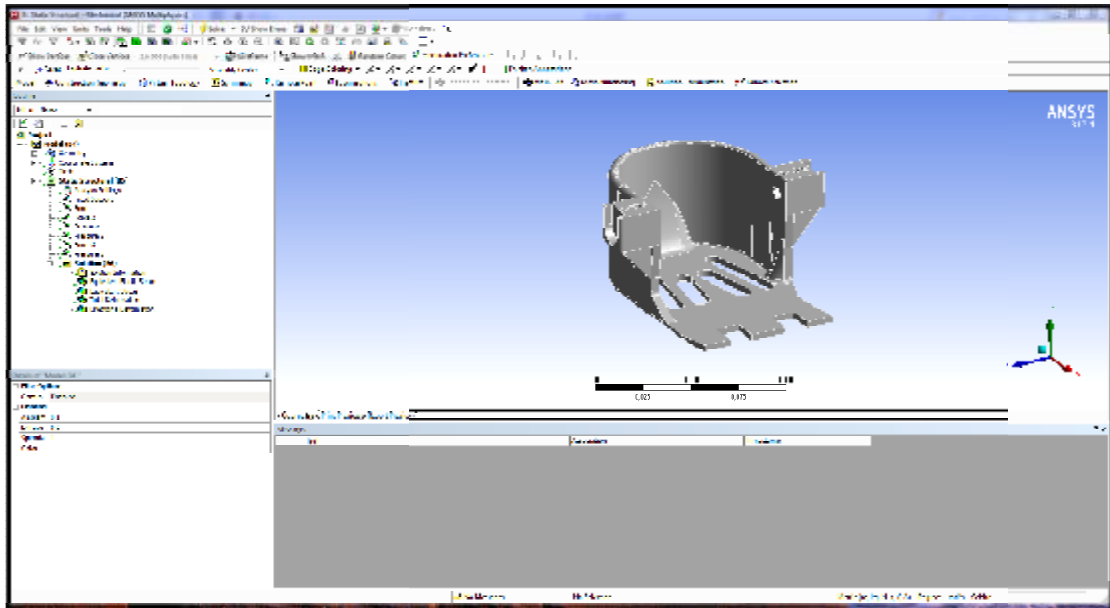
Σχόλιο: Η παραπάνω ανάλυση γίνεται σε κατάσταση ανάπαυσης του ποδιού, διότι σε εκείνη την θέση ο ασθενής τείνει να γείρει προς τα εμπρός. Συγκεκριμένα παρατηρείται μέγιστη τάση στην σύνδεση μεταξύ του βραχίονα και του άξονα – βραχίονα.

Κατάσταση Βάδισης

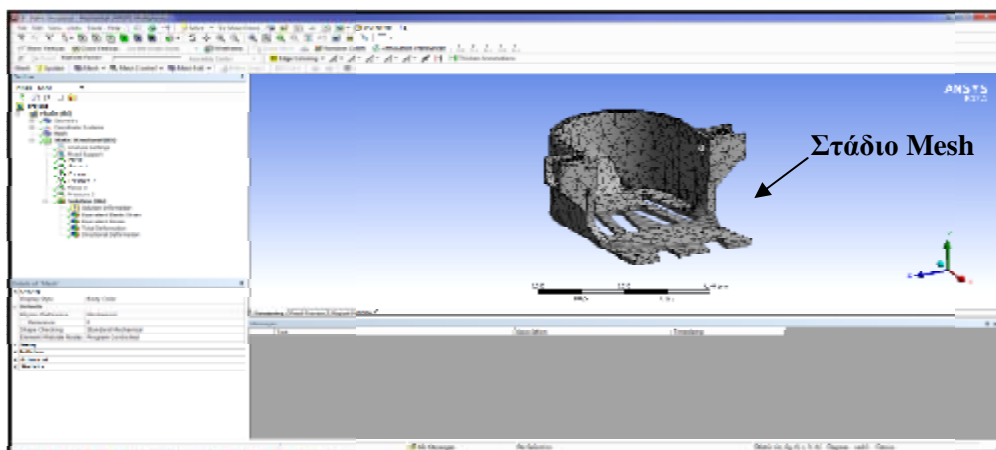
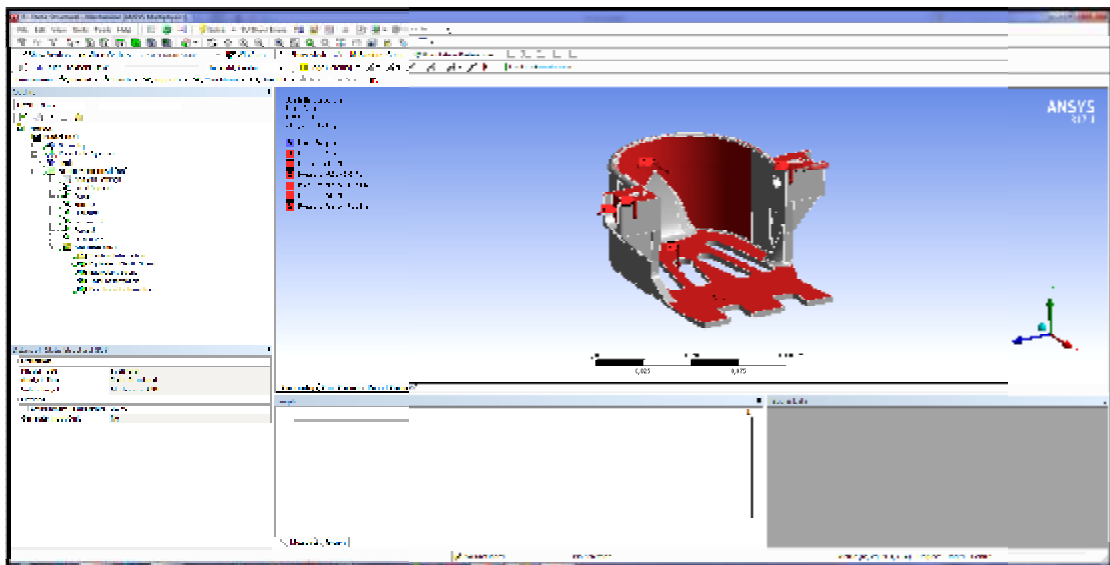


Σχόλιο: Κατά την κατάσταση βάδισης (υπό την εφαρμογή ροπής στρέψης) παρατηρείται μέγιστη διατμητική τάση στα άκρα του άξονα.

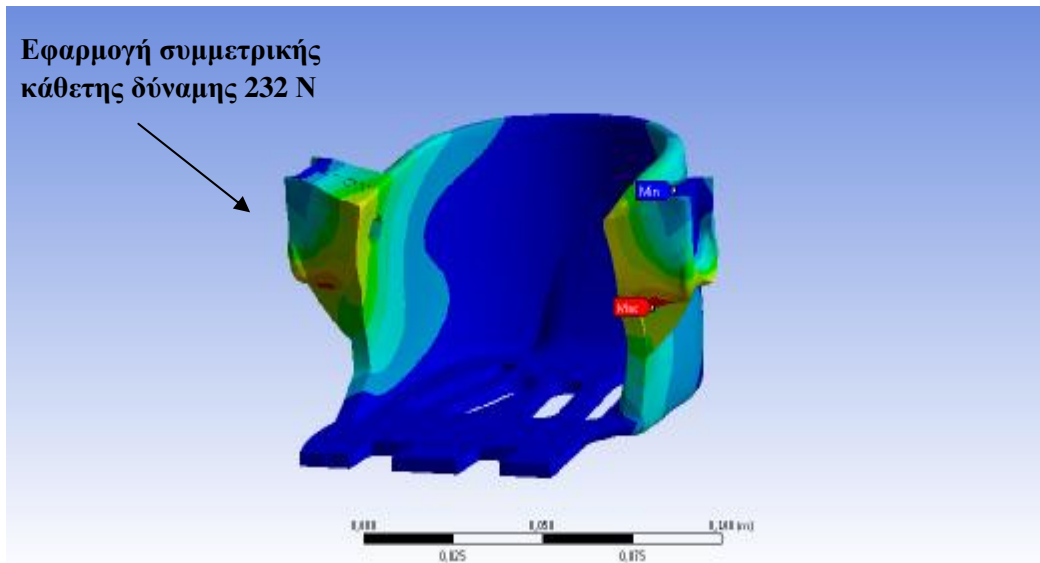
Ανάλυση Κάτω Τμήματος Πτέρνας (Foot)



Σχόλιο: Κατάσταση ηρεμίας, στο στάδιο αυτό δεν υπάρχει επιβολή φορτίων.



Ανάλυση Κάτω Τμήματος Πτέρνας (Foot)



Σχόλιο: Στο στάδιο αυτό έχουμε υποβολή δύναμης (Θλίψη) κατά των άξονα Y 232N λόγω της άρθρωσης του αστραγάλου, ενώ παρατηρείται αστοχία στο σημείο έναρξης της ενίσχυσης (Rib) με την θέση για συγκράτηση της λάμας.

6.4 ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Για την κατασκευή του **KD-1** μηροκνημοποδικού κηδεμόνα έσω υποδήματος έχουν χρησιμοποιηθεί:

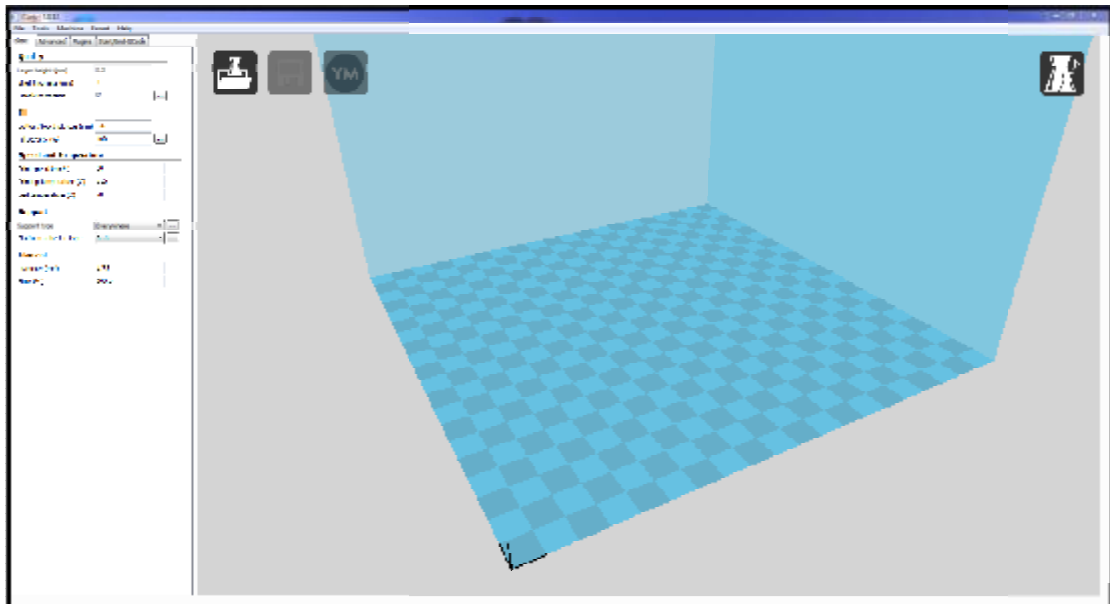
- 2 Kg ΝήμαPLA IRON GREY 1.75mm
- 0.75Kg ΝήμαABS EVO WHITE 1.75mm
- DimaFix – Spray for 3D-Print
- (4pcs) Servo CYS S8503 30Kg Digital Metal Gear
- Arduino UNO R3 ATmega 328P Board (DIP Version)
- Sensor Shield V5 0.5V Module for Arduino
- (4pcs) 3pin Button Key Switch Sensor Module KY-004
- Μπαταρία Λιθίου (Lipo) 14.8V 3000mAh 45C Wild Scorpion
- (4pcs) 60cm Servo Lead (Futaba) 32AWG Ultra Light
- (6pcs) 20cm Female to Female Servo Lead (JR) 26AWG
- (2pcs) Futaba Y Servo Lead 15cm Length
- (4pcs) Resistor 10K ohm ¼ W Watt 5%
- (2pcs) F3 5MM Superbright LED(Red Color)
- 9V T-type Battery Connector to Barrel Jack
- 9V Battery Energizer
- LM2596 DC-DC Voltage Regulator Adjustable Power Supply Module with Display
- 40pin 2.54mm Single Row Right Angle Pin Header Strip
- Double-side Prototype PCB Tinned 4x6 cm
- 4pin – 6pin 100cm cable female to female
- 40P 10cm dupont wire female to female
- 40P 10cm dupont wire male to male
- Dean Connector T plug For ESC Battery
- Tamiya Connector For ESC Battery
- Heat Shrink Retail (PRT – 09353)
- (2pcs) 15cm Servo Lead Extension (Futaba) 26AWG
- SET 150mm JST Connector Plug Cable Male + Female for RC Battery PS
- Switch ON – OFF With JST Plug
- (20pcs) 280x3.5 mm Nylon Cable Ties SELFIT
- (12pcs) 4x25 mm Allen Button Head Screw Inox
- (6pcs) 4x20 mm Allen Button Head Screw Inox
- (32pcs) 4mm Hex Nut Inox with Lock
- (10pcs) 4x15 Σταυρωτή Πομπέ Γαλβανιζέ
- (2pcs) 4x15 Allen Φρεζάτη Inox
- Bison PLASTIC Adhesive 25ml
- (2pcs) Ελατήριο με Γάντζο Ø1x75mm
- 1m Ιμάντας Μαύρος 25mm
- 1m Ιμάντας Μαύρος 30mm
- (2pcs) Αγκράφα Standers 30mm
- Αγκράφα Standers 25mm
- (2pcs) Αγκράφα ρύθμισηςStanders 30mm
- Αγκράφα ρύθμισης Standers 25mm
- (2pcs) Καρφιά Standers 1.8x35mm
- (6pcs) Καρφιά Standers2x35mm
- (6pcs) Λάμα Σύνδεσης HETTICH100x15mm
- (4pcs) Λάμα ΣύνδεσηςHETTICH60x15mm
- (2pcs) Τσόχα Συνθετικό Αυτοκόλλητο 200x20
- 0.5m Ø15 Cupper Tube
- Αθλητικό Παπούτσι 46cm

Όλα τα παραπάνω υλικά έχουν προμηθευτεί από τους παρακάτω παρόχους.

- Ø *3Dexpert* (<https://www.3dexpert.gr/>)
- Ø *Hellas Digital* (<https://www.hellasdigital.gr/>)
- Ø *ModelMania* (<http://modelmania.gr/>)
- Ø *Leroy Merlin* (<https://www.leroymerlin.gr/>)

6.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ 3D – PRINT WANHAO Duplicator i3

Για την παραγωγή του **KD-1** θα γίνει χρήση 3D – PRINT WANHAO Duplicator i3 που αναλύθηκε στο **Κεφάλαιο 5**. Αρχικά όλα τα σχέδια CAD που αναδειχθήκανε παραπάνω θα αποθηκευθούν σε μορφή STL ώστε να περαστούν σε πλατφόρμα, για 3D-PRINT, επομένως θα γίνει χρήση του προγράμματος Cura 14.12 Powered By Ultimaker. Τελικά ο κώδικας αποθηκεύεται σε μορφή TXT και στέλνεται στον Printer για εκτύπωση.



Η διαστάση της τράπεζας του Printer είναι:

Maximum width (mm): 200

Maximum Depth (mm): 200

Maximum Height (mm): 180

Για την παραγωγή των τμημάτων με υλικό PLA, έχουν γίνει η απαραίτητες τροποποιήσεις στο πρόγραμμα Cura 14.12, με στόχο την επίτευξη άρτιας επιφανειακής ποιότητας και την διατήρηση των μηχανικών ιδιοτήτων χωρίς την συσσώρευση τάσεων και δημιουργίας πόρων.

Quality	
Layer height (mm)	0.2
Shell thickness (mm)	1
Enable retraction	<input checked="" type="checkbox"/>

Machine	
Nozzle size (mm)	0.4

Retraction	
Speed (mm/s)	25
Distance (mm)	2

Quality	
Initial layer thickness (mm)	0.3
Initial layer line width (%)	125
Cut off object bottom (mm)	0.0
Dual extrusion overlap (mm)	0.15

Speed and Temperature	
Print speed (mm/s)	50
Printing temperature (C)	215
Bed temperature (C)	70

Speed	
Travel speed (mm/s)	90
Bottom layer speed (mm/s)	10
Infill speed (mm/s)	0.0
Outer shell speed (mm/s)	20
Inner shell speed (mm/s)	0.0

Cool	
Minimal layer time (sec)	15
Enable cooling fan	<input checked="" type="checkbox"/>

Support	
Support type	Everywhere
Platform adhesion type	Raft

Filament	
Diameter (mm)	1.75
Flow (%)	100.0

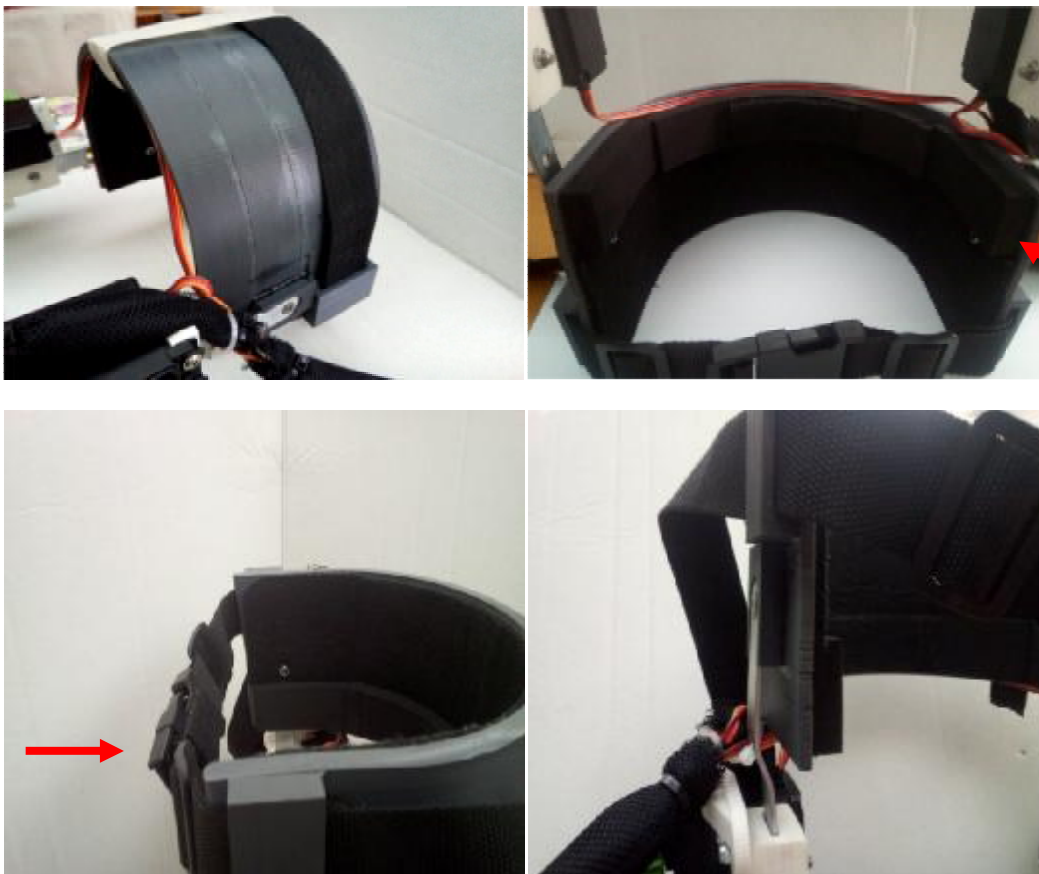
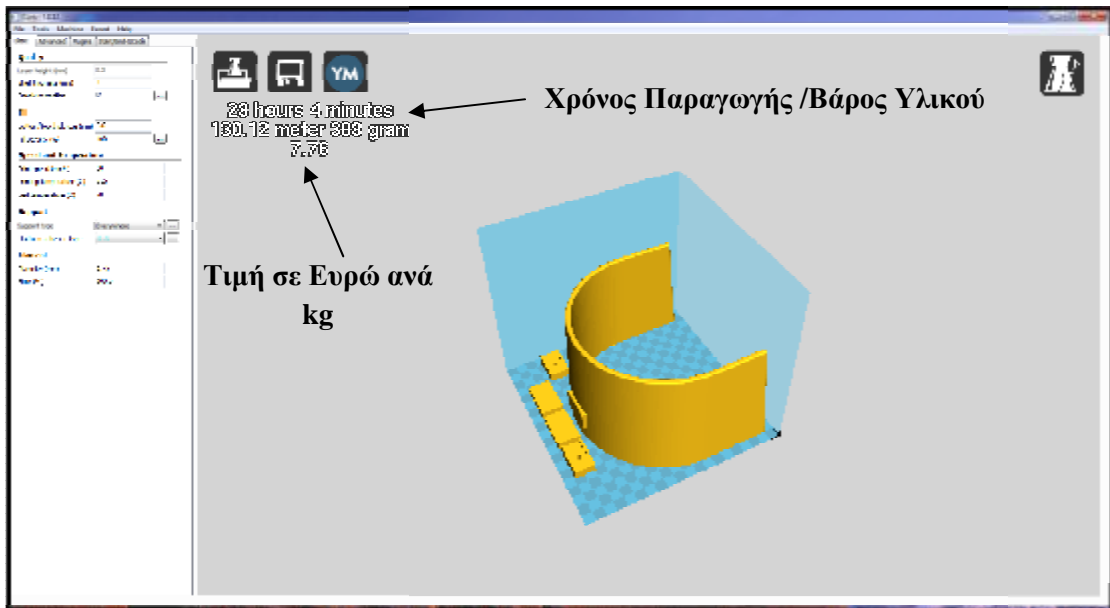
Εικόνα 6.5.1 Setup for (PLA).

Για την παραγωγή των τμημάτων με υλικό ABS, η διαφοροποίηση του από το PLA βρίσκεται στις θερμοκρασίες PrintTemp, PrintBed όπου:

Speed and Temperature	
Print speed (mm/s)	50
Printing temperature (C)	235
Bed temperature (C)	100

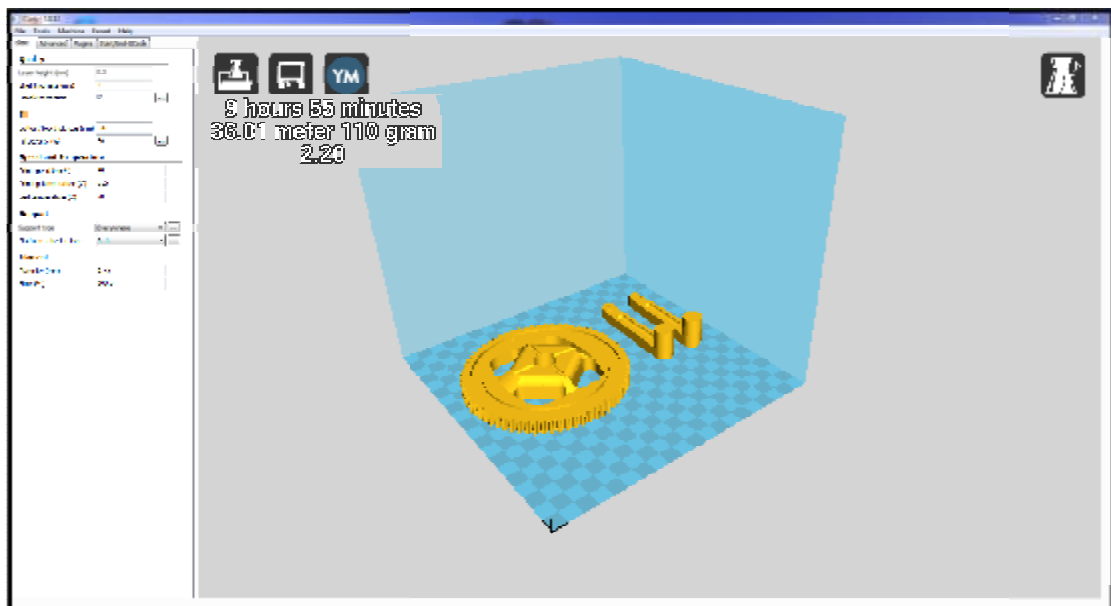
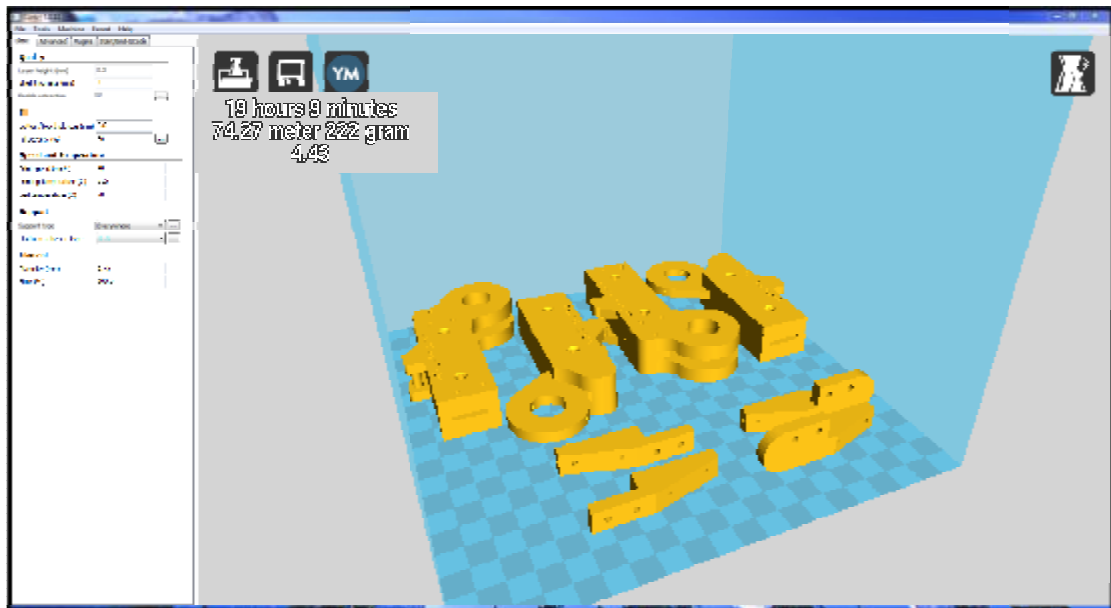
Εικόνα 6.5.2 Setup Temp for (ABS).

Παραγωγή Άνω Τμήματος Μηριαίου Femur

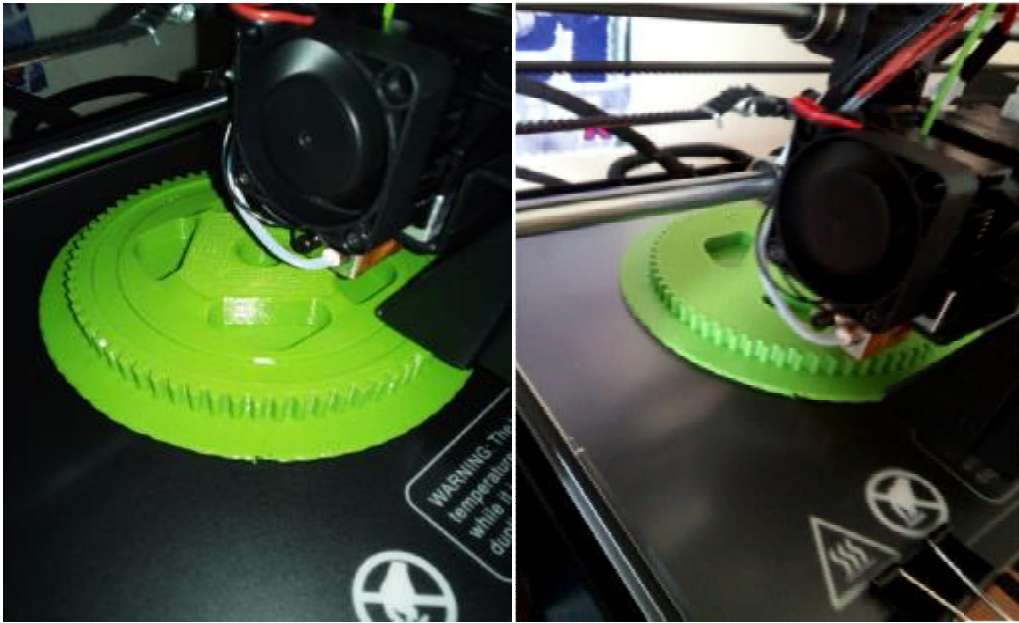


Εικόνα 6.5.3 Assembly Άνω τμήμα Μηριαίου (Femur).

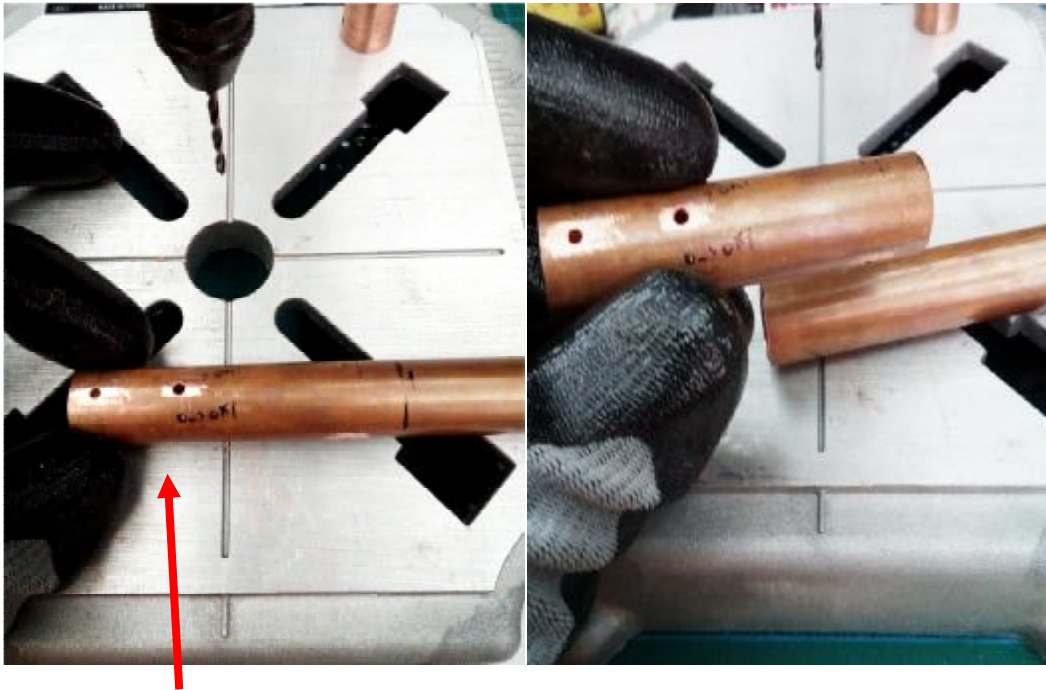
Παραγωγή Άρθρωσης Γονάτου



Παραγωγή Άρθρωσης Γονάτου



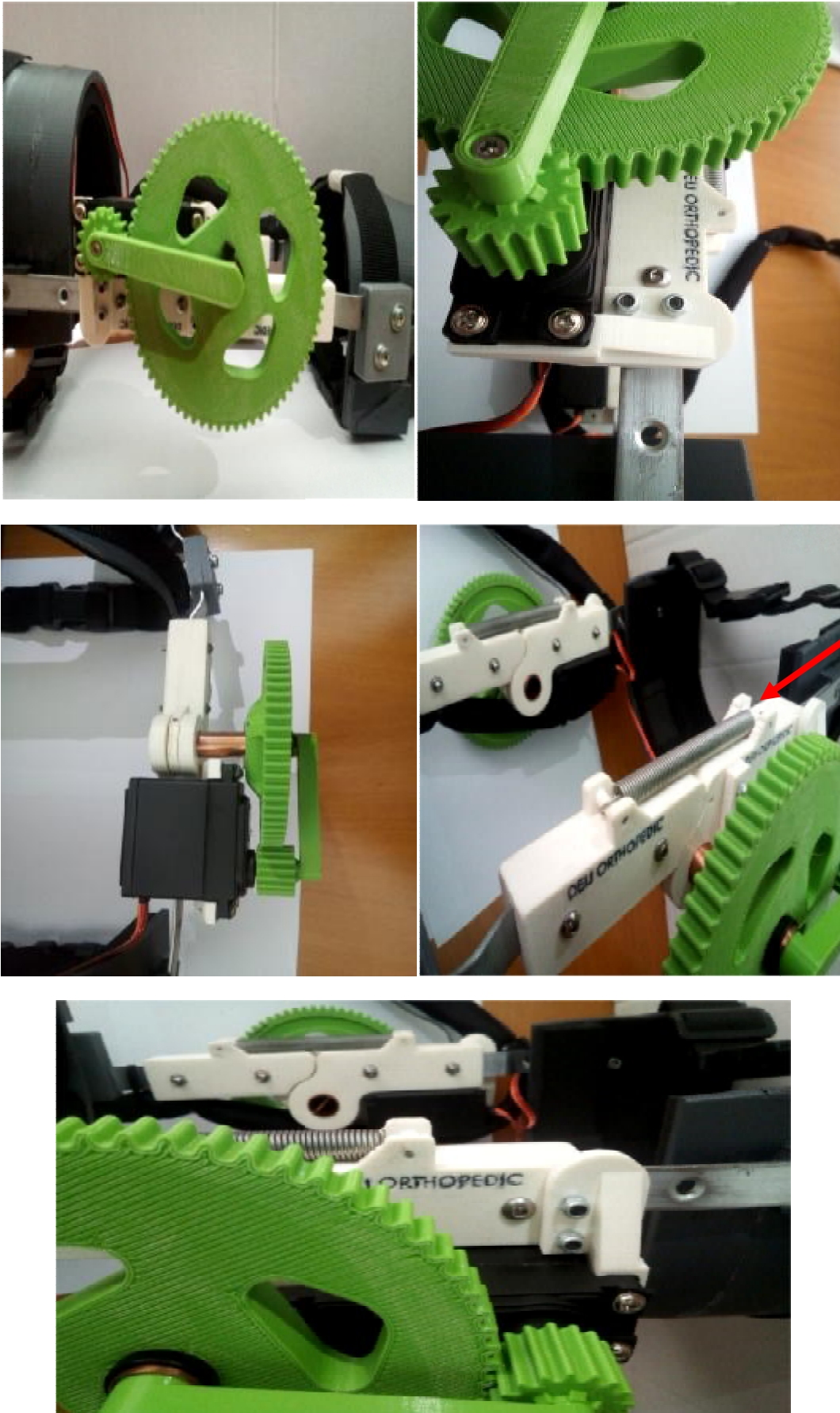
Παραγωγή Άρθρωσης Γονάτου



Διάνοιξη Οπών Copper Tube

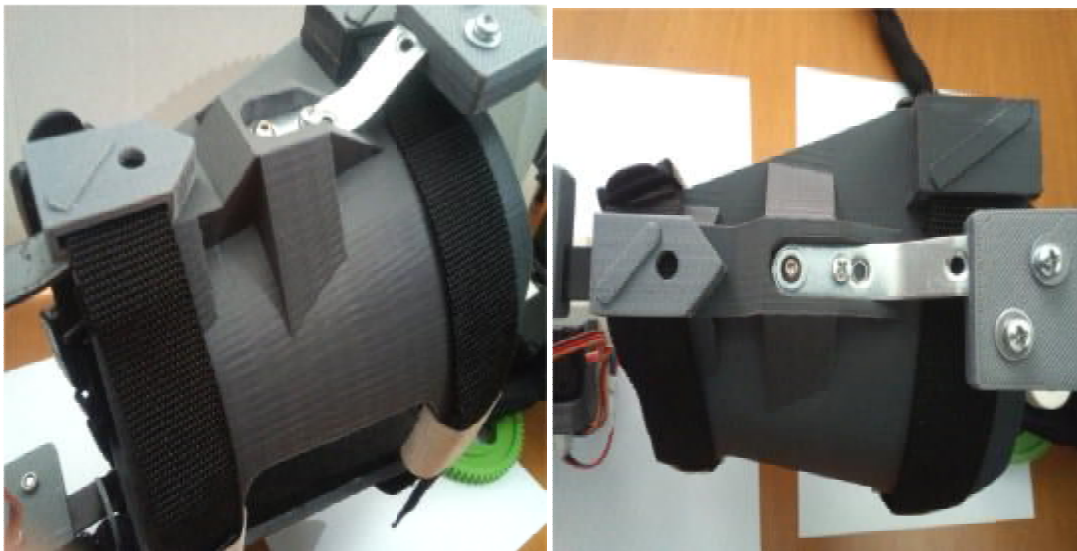
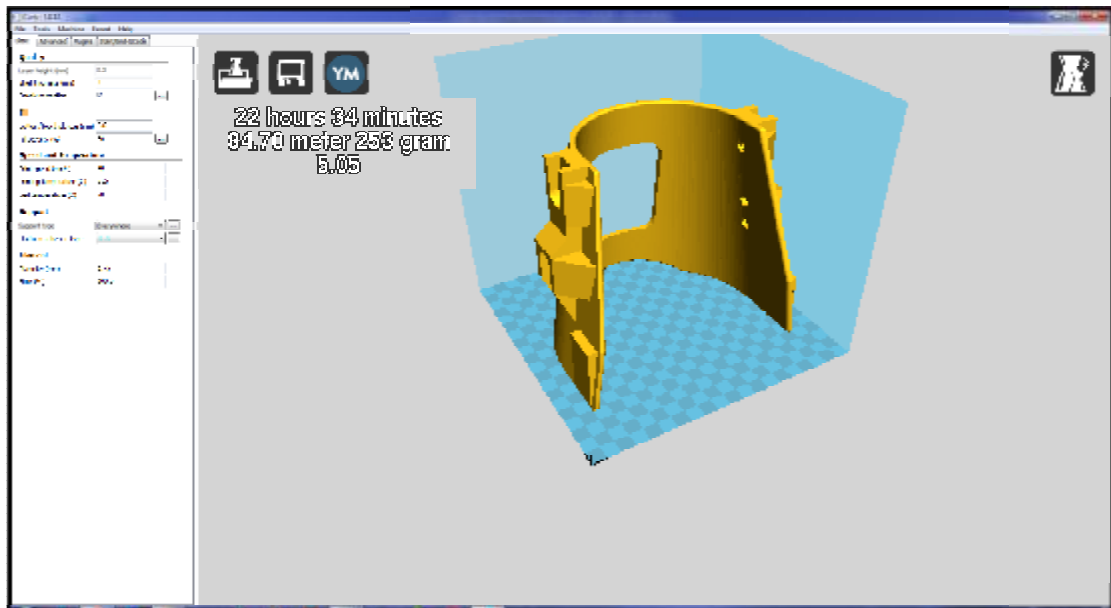


Παραγωγή Άρθρωσης Γονάτου



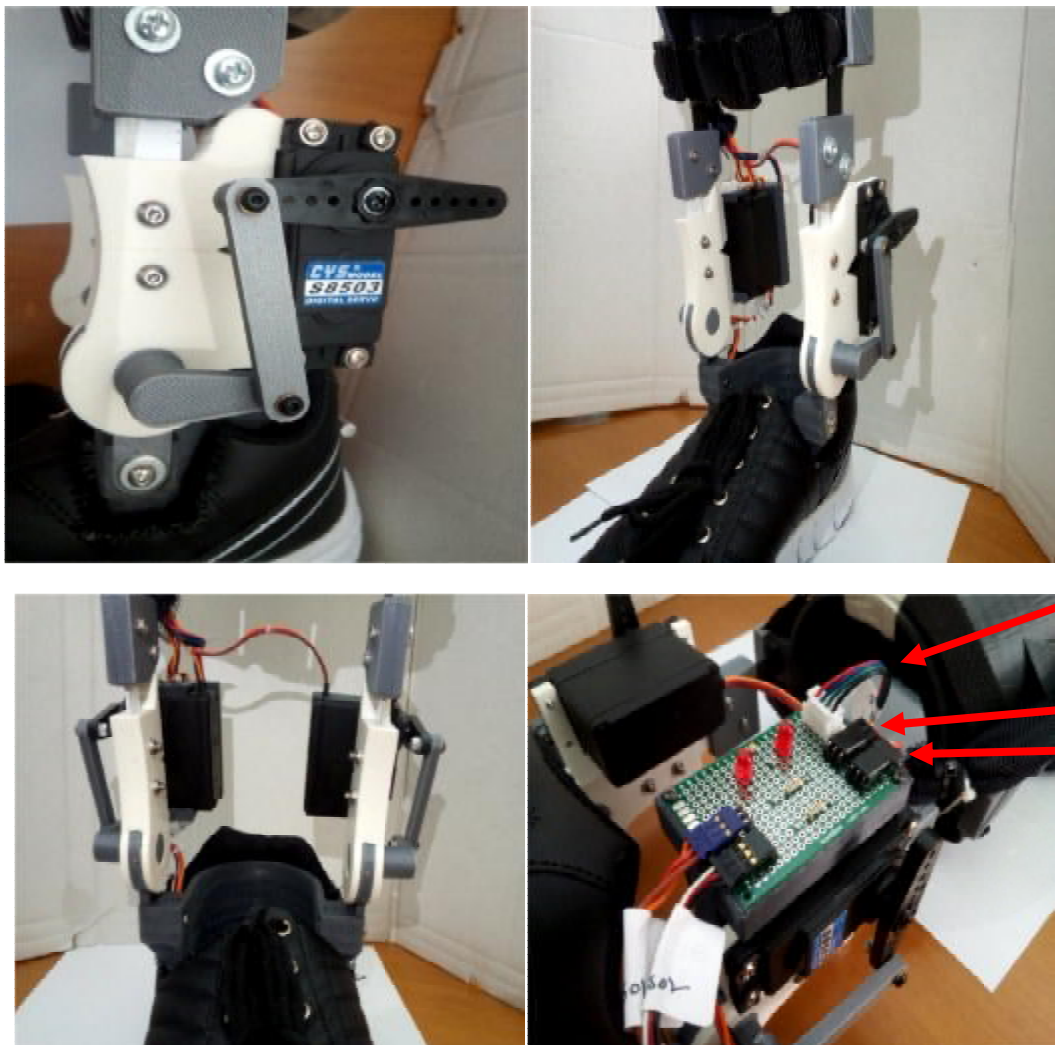
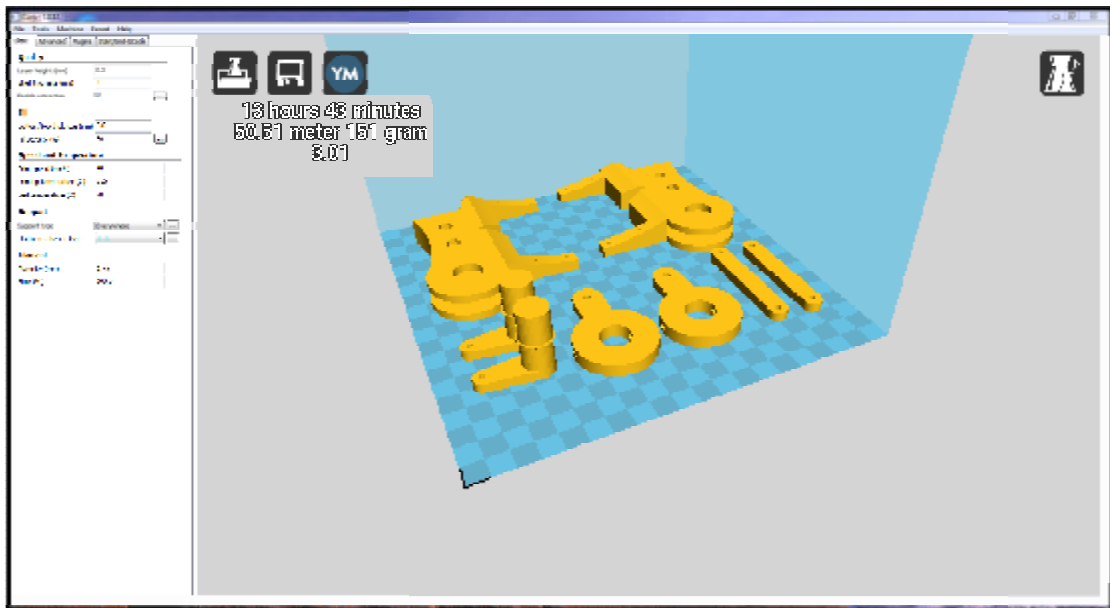
Εικόνα 6.5.4 Already Assembly Άρθρωσης Γονάτου (Knee Joint).

Παραγωγή Μεσαίου Τμήματος Κνήμης (Tibia)



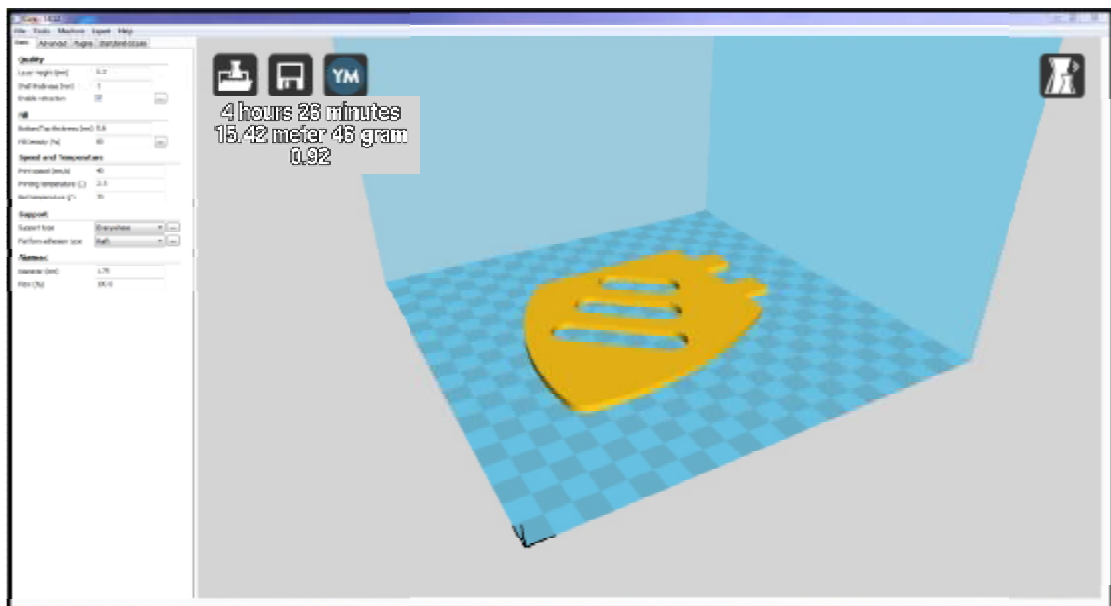
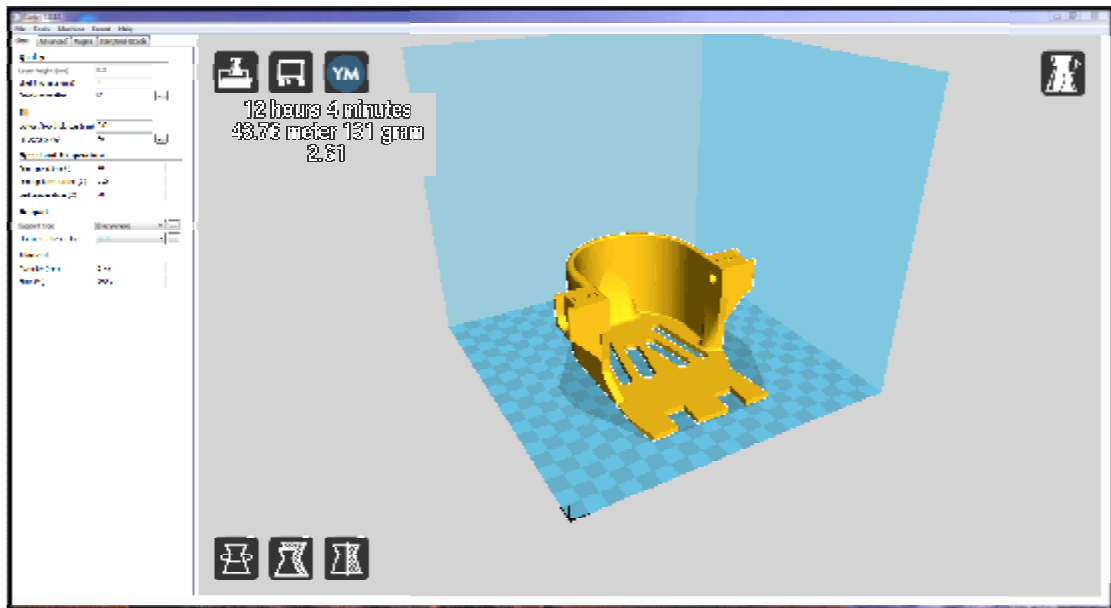
Εικόνα 6.5.5 Already Assembly Μεσαίου Τμήματος Κνήμης (Tibia).

Παραγωγή Κάτω Τμήματος Αστραγάλου (Ankle)



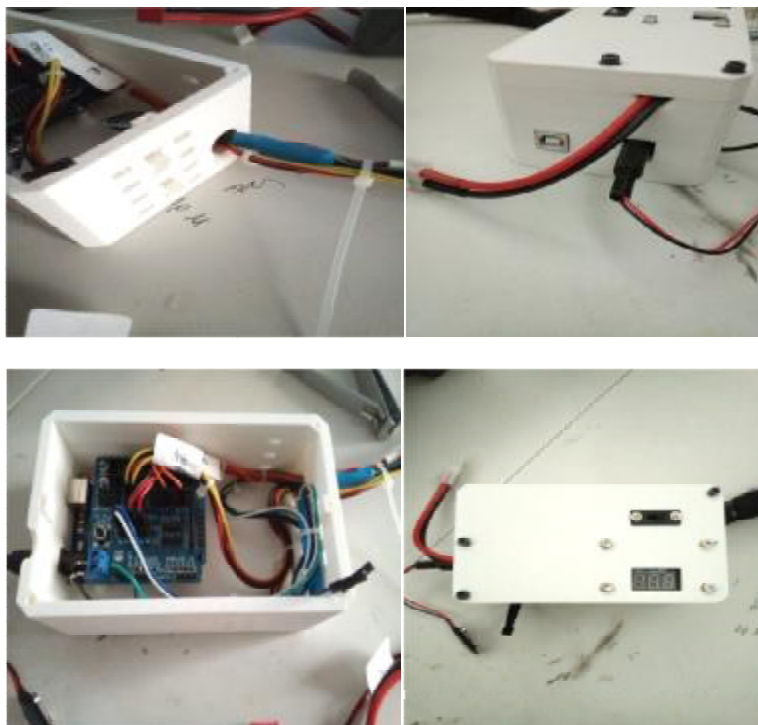
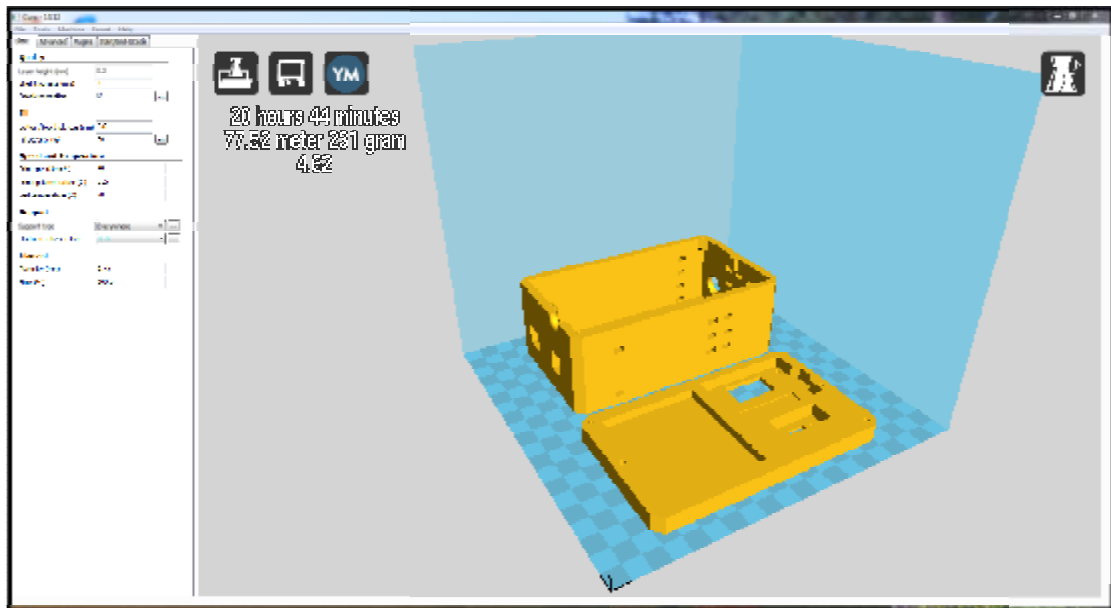
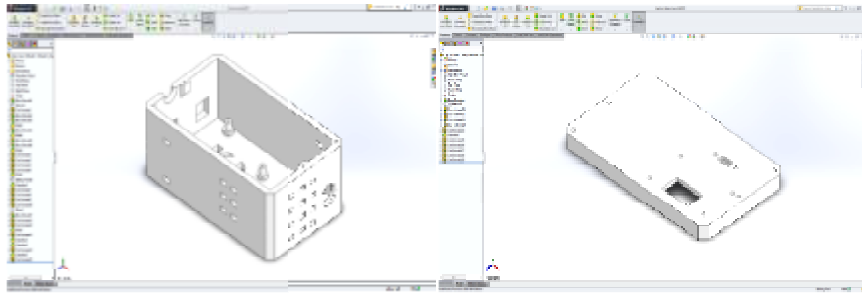
Εικόνα 6.5.6 Already Assembly Κάτω Τμήματος Αστραγάλου (Ankle Joint).

Παραγωγή Κάτω Τμήματος Πτέρνας (Foot)



Εικόνα 6.5.7 Already Assembly Κάτω Τμήματος Πτέρνας (Foot).

Κατασκευή Κουτιού Εγκεφάλου (Arduino + Sensor Shield V5)



Εικόνα 6.5.8 Assembly Κουτιού Εγκεφάλου.

6.6 ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ

KD-1

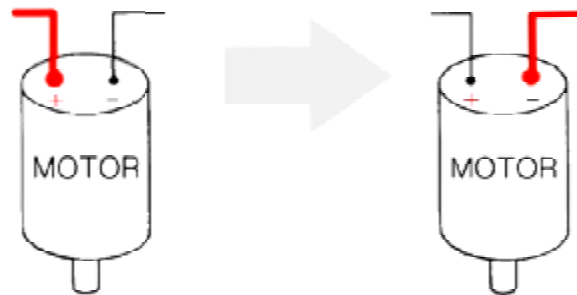


Εικόνα 6.6.1 Ολοκληρωμένο KD-1.

6.7 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Αρχικά θα γίνει τροποποίηση στην φορά περιστροφής των Servo, στα δύο από τα τέσσερα, έτσι ώστε να λειτουργούν για την κάθε άρθρωση ομαδικά και στο σύνολο ανεξάρτητα. Αυτό επιτυγχάνεται αλλάζοντας της φορές πολικότητας του κινητήρα και του ποτενσιόμετρου εντός του Servo.

Reverse engine connections

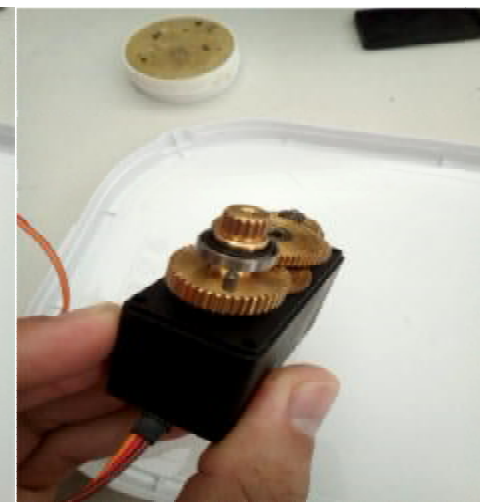
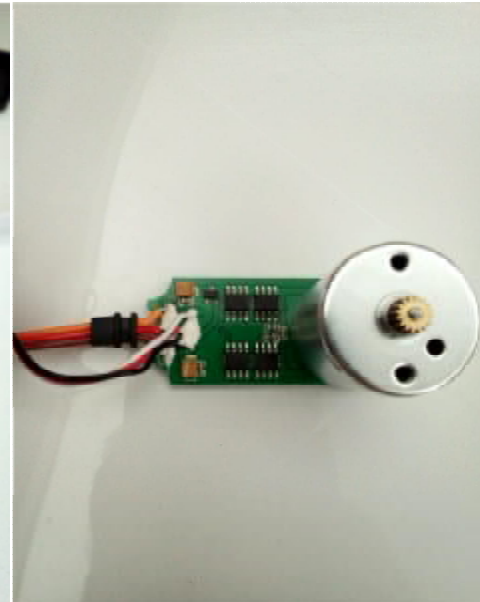


Reverse the polarity of the potentiometer

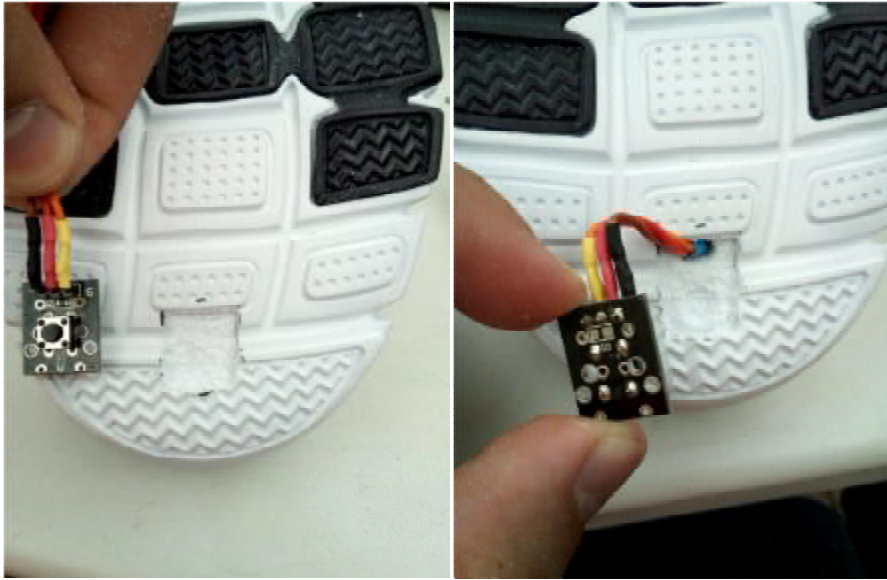
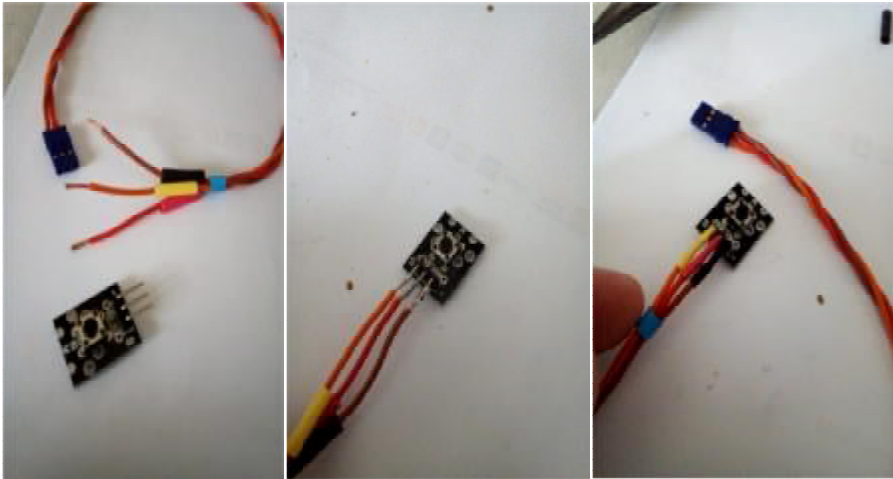


Εικόνα 6.7.1 Διάγραμμα αλλαγής φοράς περιστροφής Servo, (Πηγή E67).

Αλλαγή Φοράς Περιστροφής



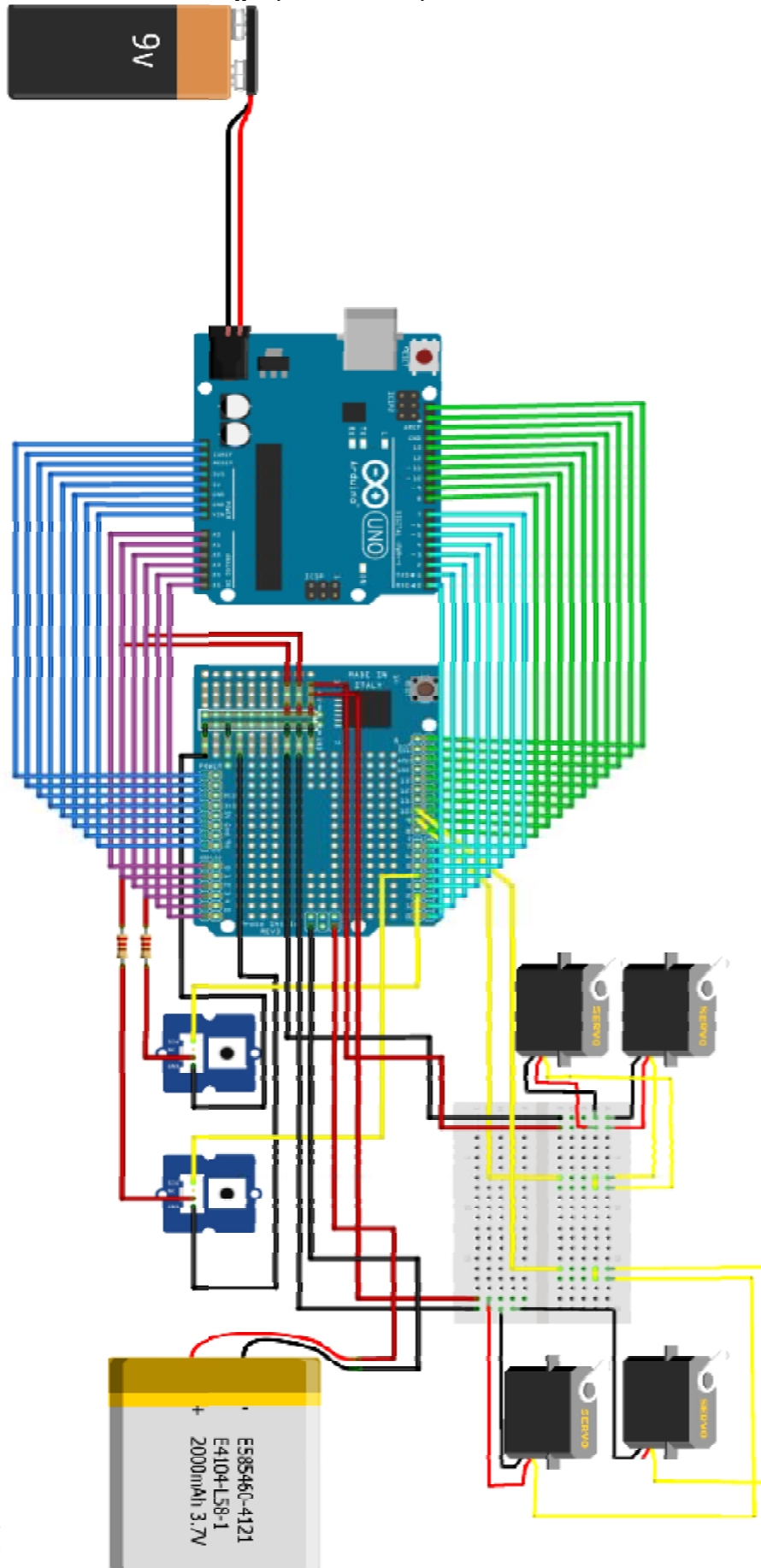
Εμφύτευση Αισθητήρων Εντός Υποδήματος



Εμπρόσθια
τοποθέτηση

Οπίσθια
τοποθέτηση

Ολοκληρωμένο Κύκλωμα KD-1



fritzing

7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΚΩΔΙΚΑΣ ΚD-1

```
//DELLIPHASKOS FORIARDH
#include <Servo.h>

// pushbutton pin
const int button1Pin = 4;
const int button2Pin = 2;
// servo pin
const int servo1Pin = 9;
const int servo2Pin = 10;
// servo
Servo servo1;
Servo servo2;

//servo position
int pos = 0;

void setup()
{
  servo1.attach (servo1Pin); //Ankle Joint
  servo2.attach (servo2Pin); //Knee Joint

  pinMode(button1Pin, INPUT); //Ankle Sensor
  pinMode(button2Pin, INPUT); //Knee Sensor
}

void loop() {

  // τοπική μεταβλητή για να κρατάει τις καταστάσεις του κομμιού
  int button1State;
  // δέξασε την ψηφιακή κατάσταση του κομμιού pin με τη λειτουργία digitalRead () και αποθηκεύστε το //value in buttonState variable
  button1State = digitalRead(button1Pin);
  int button2State;
  // δέξασε την ψηφιακή κατάσταση του κομμιού pin με τη λειτουργία digitalRead () και αποθηκεύστε το //value in buttonState variable
  button2State = digitalRead(button2Pin);

  if ((button1State == LOW) || (button2State == LOW)){
    if ((button1State == HIGH)){
      //ANKLE JOINT
      for (pos = 0; pos <= 53; pos += 1) {
        servo1.write(pos);
        delay(8);
      }
      for (pos = 53; pos >= 20; pos -= 1) {
        servo1.write(pos);
        delay(8);
      }
    }
    else if ((button2State == HIGH)) {
      //KNEE JOINT
      for (pos = 0; pos <= 180; pos += 5) {
        servo2.write(pos);
        delay(35);
      }
      for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 5) {
        servo2.write(pos);
        delay(35);
      }
    }
  }
  if ((button1State == LOW) && (button2State == LOW)) {
    pos = 20;
    servo1.write(pos);
    servo2.write(pos);
  }
}
```

8. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ – ΒΕΛΤΙΩΣΗ KD-1

Όταν αναφερόμαστε στην βελτίωση του **KD-1**, εννοούμε την αναβάθμιση του τόσο σε στοιχεία ηλεκτρονικά όσο και σε υλικά παραγωγής. Συνεπώς: Αντικατάσταση των είδη υπαρχόντων Σερβομηχανισμών απλής ποιότητας με Σερβομηχανισμούς τύπου i00600 Torxis. Το i00600 Torxis είναι ένα σέρβο εξαιρετικά υψηλής ροπής που μπορεί να παρέχει μια συνεχή ροπή στρέψης μέχρι 115 kg.cm στα 12 V. Το κόστος του ανέρχεται στα 295ευρώ το ένα.



Εικόνα 8.1.1 i00600 Torxis, (Πηγή E68).

Επίσης αντικατάσταση των PLA και ABS υλικών με Carbon, έτσι θα έχουμε μεγαλύτερη αντοχή και ειδικά μειωμένο βάρος. Ο ρομποτικός μηροκνημοποδικός κηδεμόνας έσω υποδήματος **KD-1** είναι ένα πρότυπο μοντέλο κατασκευασμένο για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά μεγέθους και βάρους ατόμου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

- B1.** Σύγχρονα Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου, *DorfBishop* ΕΚΔΟΣΕΙΣ Τζιόλα.
- B2.** Τεχνολογία Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων, *Σ. Κυρτόπουλος* ΕΚΔΟΣΕΙΣ Τζιόλα.
- B3.** Προγραμματίζοντας με Μικροελεγκτή Arduino, *Εμμανουήλ Πουλάκης*.
- B4.** Ορθοτική – Προσθετικά Βοηθήματα, *Δρ Παναγιώτης Β. Τσάκλης*.
- B5.** Εγκεφαλική Παράλυση, *Χρ. Παντελιάδης - Α. Συρίγου – Παπαβασιλείου*.

Αναφορές:

- A1.** Ρομπότ *Wikipedia*
- A2.** Βιομηχανικά Ρομπότ *Wikipedia*
- A3.** Εκπαιδευτική Ρομποτική *Lego Education Robots*
- A4.** Σερβομηχανισμοί *SERVOCITY* (<https://www.servocity.com/what-is-a-servo>)
- A5.** Κίνηση και Αναπηρία *Design-Fm*
- A6.** Wiring (Development Platform) *Wikipedia*
- A7.** Arduino UNO R3 *ARDUINO* (<https://store.arduino.cc>)
- A8.** Τρισδιάστατη Εκτύπωση *Wikipedia*
- A9.** Τι είναι Τρισδιάστατη Εκτύπωση *3dExpert* (<https://www.3dexpert.gr>)
- A10.** Sensor Shield V5 *ELGammal Electronics*
- A11.** Sensor Shield V5 *EKT* (<https://www.ekt2.gr.com>)
- A12.** Arduino UNO R3 specs. *RADIONICS – RADIOSPARES*
- A13.** Gears and Gear Ratios *Introduction to Robotics*
- A14.** ATmega (<https://www.Atmel.com>)
- A15.** WANHAO Duplicator i3 (<https://www.wanhao3dprinter.com>)
- A16.** Hitec Servo *Hitec Multiplex* (<https://hitecrd.com>)
- A17.** Electronic Spares *Hellasdigital* (<https://www.hellasdigital.gr>)

Εικόνες:

- E1.** https://sites.google.com/site/keleshichougou/https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Minorsk/https://en.wikipedia.org/wiki/Harry_Nyquist
- E2.** https://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_governor#/media/File:Centrifugal_governor.png
- E3.** http://etc.usf.edu/clipart/70100/70115/70115_elec_govenor.htm
- E4.** <http://www.supplierspartnership.org/meetings/sp-m2030-webinar-empowering-manufacturing-teams-with-knowledge-from-inside-outside-your-business-to-supercharge-your-resource-efficiency-sustainability-program/>
- E5.** <https://tiaportal.weebly.com/basic-of-plc.html>
- E6.** <https://www.nexinstrument.com/%C2%A06ED1052-1HB00-0BA8>
- E7.** <https://www.industrialshields.com/shop/product/is-mduino-58-m-duino-plc-arduino-ethernet-58-i-os-analog-digital-plus-176>

- E8. <https://arduinobots.wordpress.com/%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B7/>
- E9. http://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/mythology/lexicon/crete/page_003.html
- E10. http://2lyk-lefkad.lef.sch.gr/new/_files/project/2017/projecta122017.pdf
- E11. <https://financialpartnersblog.com.au/all-blogs-list-all-posts/amp-natsem-income-wealth-report/>
- E12. <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/tecnologia/2016/10/6/asi-eran-las-primeras-computadoras>
- E13. <http://aconcienciacim.blogspot.com/2018/02/la-ultima-pregunta-isaac-asimov.html>
- E14. <https://giornaledimonza.it/attualita/sindacalista-virtuale-per-aiutare-i-precari/>
- E15. <https://www.opposingviews.com/category/robot-automation-will-take-800-million-jobs-2030-report>
- E16. <https://www.cgtrader.com/3d-models/industrial/tool/ind>
- E17. <https://www.instructables.com/id/Dronebot-Gripper/>
- E18. <https://eclass.upatras.gr/modules/document/index.php?course=EE662&openDir=/55fabebfwJO1>
- E19. http://www.pinsdaddy.com/pizzarobot_XAjsl*bYEK90FJxR*ILHSWkRY%7CUa8qR5dsKr0tVxQtU/
- E20. <https://www.nidokidos.org/threads/178500-What-is-a-robot>
- E21. <http://www.ereportaz.gr/to-iatriko-diavalkaniko-thessalonikis-ependii-sti-rompotiki-chirurgiki/>
- E22. <https://interestingengineering.com/roaming-micro-robots-that-can-make-things-and-look-cool-doing-it>
- E23. https://ko.m.wikipedia.org/wiki/%ED%8C%8C%EC%9D%BC:ASIMO_4.28.11.jpg
- E24. <https://www.linkedin.com/pulse/social-robotics-how-good-design-can-put-automation-alvarez-trentini>
- E25. http://www.gensace.de/gens-ace-2700mah-22-2v-45c-6s1p-lipo-battery-pack.html?__store=de
- E26. <https://www.helladigital.gr/electronics/electrical/solar/solar-panel-6w-prt-13783/>
- E27. http://users.encs.concordia.ca/~bwgordon/arduino_lab3.html
- E28. <https://www.hobbiesandbeyond.com/shop/radio-control/hitec-hs-5765mh-hv-digital-quarter-scale-servo-hrcm5765/>
- E29. <https://www.amazon.in/12V-MOTOR-HIGH-TORQUE-RPM/dp/B07411Y3L7>
- E30. <https://www.dfrobot.com/product-560.html>
- E31. <http://www.carlcalabria.com/wp-content/uploads/2014/02/uPoint4.jpg>
- E32. https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Handicapped_Accessible_sign.svg
- E33. http://tsaklis.com/yahoo_site_admin/assets/docs/orthoticsprosthetics-12.134125942.pdf
- E34. <https://uk.askmen.com/sports/bodybuilding/anatomical-glutes-training.html>
- E35. <https://www.plusmed.gr/epigonatides-gonatou/1609-gia-osteoarthritida-gonatos-spartan-06-2-087-timi.html>
- E36. <http://www.medicalexpo.com/prod/oessur/product-74948-468380.html>
- E37. <https://www.robots-orthopedics.gr/%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%87%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82/%CE%AC%CE%BA%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%80%CF%8C%CE%B4%CE%B1%CF%82>

- E38. <https://carsandkicks.files.wordpress.com/2014/07/air-jordan-11-blowout-sole-1-640x426.jpg>
- E39. <https://myliftkits.com/products/the-game-changer-2-inch-shoe-lift>
- E40. <https://www.dx.com/p/micro-usb-socket-atmega328p-development-board-for-arduino-uno-r3-blue-black-370842#.W5QMQ84zaUk>
- E41. <https://www.tdegypt.com/product/arduino-uno-r3-italy/>
- E42. <https://www.emartee.com/product/42015/>
- E43. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/sik-experiment-guide-for-the-arduino-101genuino-101-board-chinese/-arduino-101genuino-101-board-chinese/>
- E44. http://myhub.lk/a/Arduino_Tutorials_for_Beginners/Arduino_Boards_Review/
- E45. https://www.google.gr/search?q=wiring+logo&rlz=1C1GGRV_enGR751GR751&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiNiK3K_qyAhVLZFAKHdUIDmMQ_AUICigB&biw=1920&bih=974#imgsrc=egbnCjFR-RJSzM:
- E46. <https://hitecrd.com/products/servos/sport-servos/analog-sport-servos/hs-625mg-high-speed-metal-gear-servo/product>
- E47. <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/aula-4---servo-motor-13-03-2013-final.pdf>
- E48. <http://caferacersjpg.com/types-of-servo-motor-pdf/>
- E49. <https://medium.com/teaching-sparki/servos-and-steppers-6581635e1790>
- E50. <https://alphatronick.com/arduino-sensor-shield.html>
- E51. <http://i1.wp.com/starter.io/wp-content/uploads/2015/11/Screen-Shot-2015-11-08-at-12.04.08-AM.png>
- E52. <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>
- E53. https://electropro.pe/index.php?route=product/product&product_id=397
- E54. <https://www.3dexpert.gr/eshop/el/3d-printers/3d-printer-wanhao-duplicator-i3-v21>
- E55. <https://www.hellasdigital.gr/go-create/3d-printing/accessories/wanhao-full-extruder-set-to-duplicator-i3/>
- E56. <https://picturelights.club/galleries/pt100-temperature-chart.html>
- E57. <https://www.nasa.gov/feature/marshall-partner-company-creating-3-d-technology-to-turn-space-into-machine-shop>
- E58. <https://www.bluhmsysteme.com/blog/ritsch-ratsch-fertig-nasa-druckt-knarre-im-weltraum-b/>
- E59. <https://www.vanillabikes.com/pages/size-guide>
- E60. <https://www.hellasdigital.gr/go-create/servo/servos/s8503-30kg-digital-metal-gear-servo/>
- E61. <http://ayucar.com/c2hvZS1zaXplcy1jaGFydCIjaGluYQ/>
- E62. <https://www.leroymerlin.gr/gr/kigaleria/kigaleria-epiplon/axesouar-epiplon/lama-sundesis-hettich-m60xp15mm-gia-60818156/>
- E63. <https://www.indiamart.com/proddetail/special-head-screw-17256070262.html>
- E64. <https://www.homedepot.com/p/4-mm-0-7-Zinc-Plated-Metric-Nylon-Lock-Nut-2-Piece-803668/204274143>
- E65. http://krasodad.blogspot.com/2015/05/blog-post_8.html
- E66. <http://www.learn-to-draw.com/figure-drawing/04-draw-male-leg-proportions.shtml>
- E67. https://www.youtube.com/watch?v=mtYzoMA_qjk
- E68. <https://www.pololu.com/product/1390>