



MECHATRONICS

1

Θεμελιώδεις έννοιες Μηχατρονικής

1.1 Ορισμός μηχανικής



MECHANics

+ elecTRONICS

MECHATRONICS

Από την εποχή της τεχνολογικής επανάστασης, της επιστήμης της Ηλεκτρονικής, και της Πληροφορικής, στο κόσμο της Μηχανικής έχει εισαχθεί ένας νέος όρος, η **Μηχατρονική**. Ο όρος της Μηχατρονικής εμφανίστηκε για πρώτη φορά από τον Tetsuro Mori ανώτερο μηχανικό της ιαπωνικής εταιρείας Yasakawa Electric Company, ο οποίος όρισε τις διατάξεις που συνδυάζουν μηχανικά και ηλεκτρονικά μέρη (Yasukawa, 1969). Η Μηχατρονική εναλλακτικά χαρακτηρίζει την εφαρμοσμένη επιστήμη των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων με ευφυή έλεγχο. Κατά καιρούς έχουν αποδοθεί διάφοροι ορισμοί για την απόδοση της έννοιας της Μηχατρονικής όπως:

- Ως Μηχατρονική ορίζεται η τεχνολογία που συνδυάζει μηχανικά και ηλεκτρονικά μέρη με υπολογιστικά συστήματα για να οδηγήσει σε μια λειτουργική και χωροταξική ολοκλήρωση (Buur, 1990).
- Ως Μηχατρονική ορίζεται η εφαρμογή πολύπλοκων αποφάσεων στη λειτουργία των φυσικών συστημάτων (Auslander, 1995).
- Η ενσωμάτωση της μηχανολογίας με τα ηλεκτρονικά και τον ευφυή ψηφιακό έλεγχο για το σχεδιασμό και τον έλεγχο διεργασιών των φυσικών συστημάτων (IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 1996).
- Η σύνθεση μηχανολογικών κατασκευών ακριβείας με ηλεκτρονικά, για το σχεδιασμό και τον έλεγχο διεργασιών των φυσικών συστημάτων (IRDAC-EU, 1997).



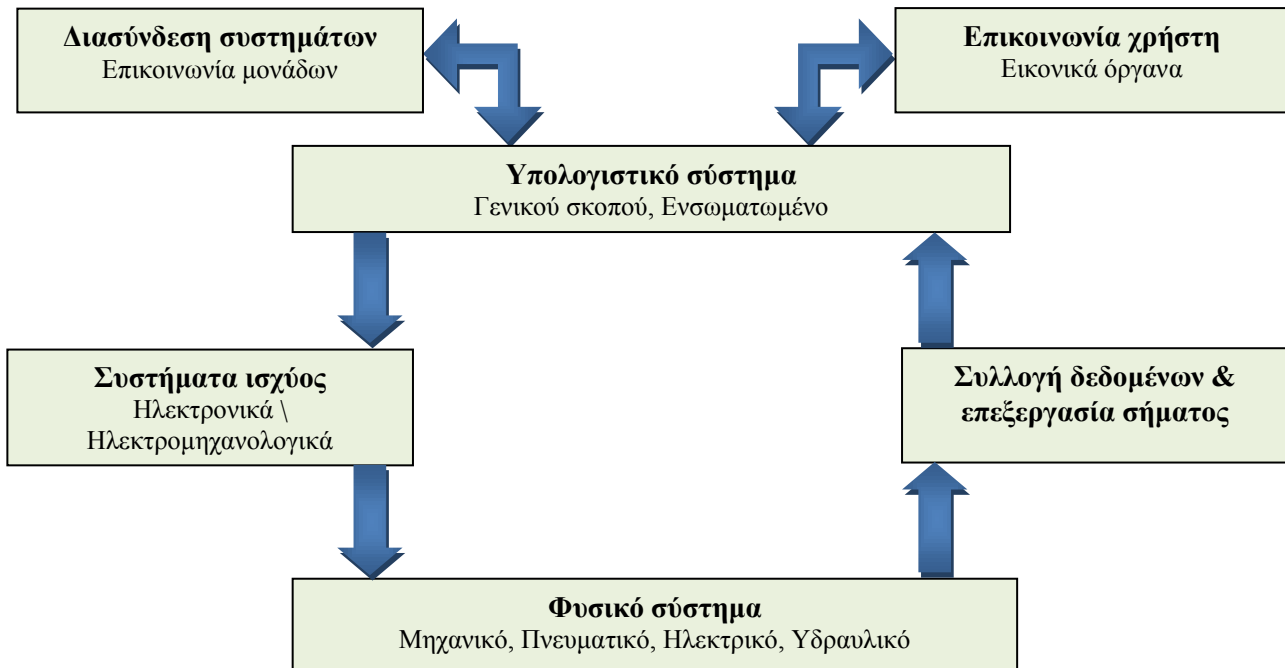
Ειδικότερα, η UNESCO ορίζει για την Μηχατρονική ότι είναι:



- Η ολοκλήρωση της μηχανολογίας με την ηλεκτρονική και τον ευφυή υπολογιστικό έλεγχο στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εφαρμογών.



Η ανάπτυξη μηχανικών συστημάτων σύμφωνα με το δομικό διάγραμμα του Σχήματος 1.1 αποτελεί μια πολύπλευρή αντιμετώπιση για την οποία ο μηχανικός της μηχανικής θα πρέπει να έχει όλες εκείνες τις γνώσεις που θα τον κάνουν ικανό να συνθέσει όλες τις δομές του συστήματος του, μηχανολογικές, ηλεκτρονικές και υπολογιστικές πληροφορίες για τη δημιουργία του μοντέλου.



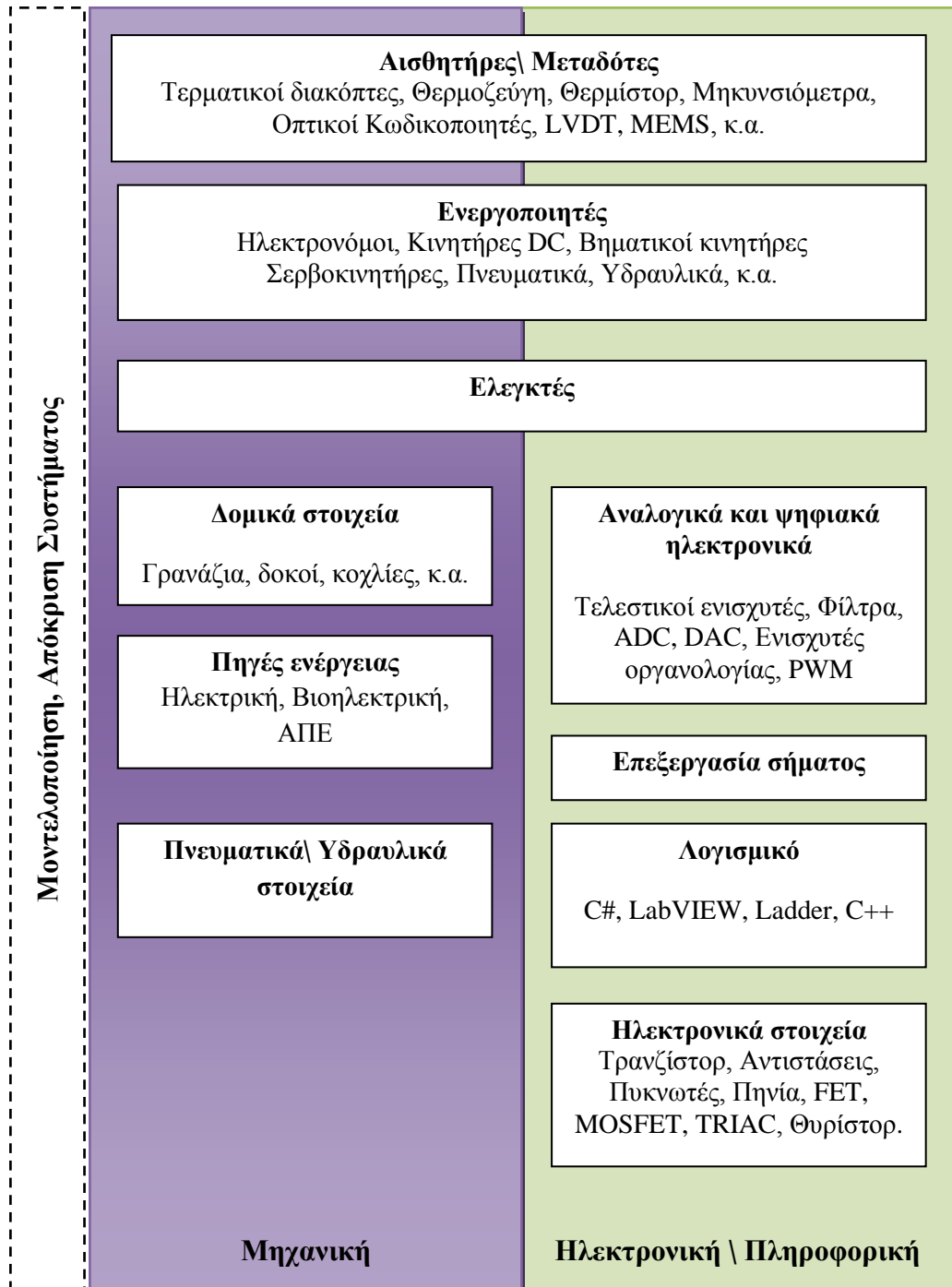
Σχήμα 1.1: Δομικό διάγραμμα συστήματος μηχανικής.

Συνεπώς ο σχεδιασμός ενός μηχανικού συστήματος αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία στον κατάλογο του οποίου, βρίσκουμε διαφορετικές τεχνολογίες. Χωρίζοντας σε τομείς τη μηχανική τεχνολογία διακρίνουμε τον τομέα της μηχανολογίας, τον τομέα της ηλεκτρονικής και τον τομέα των υπολογιστικών συστημάτων. Ένα μηχανικό σύστημα μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου για το οποίο ο μηχανικός καλείται να αντιμετωπίσει τα παρακάτω θέματα:

- μοντελοποίηση φυσικών συστημάτων,
- αισθητήρες και ενεργοποιητές,
- σήματα και συστήματα,
- υπολογιστές και λογικά συστήματα,
- λογισμικό και πληροφοριακά συστήματα,
- συστήματα συλλογής δεδομένων,
- μηχανολογική, ηλεκτρονική και ηλεκτρολογική σχεδίαση,
- διασύνδεση και επικοινωνία συστημάτων.



Στο Σχήμα 1.2 απεικονίζεται σε μορφή δομικού διαγράμματος η ενσωμάτωση όλων των θεμάτων που καλύπτονται από τα πεδία ανάπτυξης ενός μηχανολογικού συστήματος. Όπως διακρίνουμε στο δομικό διάγραμμα το πεδίο των αισθητήρων των ενεργοποιητών και των ελεγκτών, αποτελεί μίξη και των τριών τεχνολογιών.



Σχήμα 1.2: Τεχνολογικά πεδία μηχανολογικής.

1.2 Παραδείγματα μηχανικών συστημάτων



Δώστε τύπους αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε ένα ρομπότ τύπου Puma.

Βιομηχανικά ρομπότ: Τα βιομηχανικά ρομπότ, σταθερά ή κινητά, είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα μηχανικών συστημάτων. Σε μια ρομποτική διάταξη μπορούμε να διακρίνουμε όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία της σύνθεσης του δομικού διαγράμματος του Σχήματος 1.3. Ειδικότερα μια ρομποτική διάταξη φέρει στη δομή της μηχανολογικά συστήματα (πνευματικά, ηλεκτρικά ή υδραυλικά), ηλεκτρονικά συστήματα ισχύος, αισθητήριες διατάξεις, ενεργοποιητές, μονάδες επικοινωνίας καθώς και ενσωματωμένα υπολογιστικά συστήματα. Ο βραχίονας μπορεί να αποτελείται από διάφορα μέρη που συνδέονται με αρθρώσεις οι οποίες αποτελούν για το υπολογιστικό σύστημα (μέσω αισθητήριων διατάξεων) σημεία πληροφοριών τις κίνησης του. Ανάλογα των βαθμών ελευθερίας που συναντάμε σε ένα ρομποτικό μηχανισμό, χρησιμοποιούνται επιπλέον μηχανικά ηλεκτρονικά και υπολογιστικά συστήματα.,



Ερευνήστε στο διαδίκτυο το δομικό διάγραμμα ενός ρομπότ τύπου Puma με 5 βαθμούς ελευθερίας.

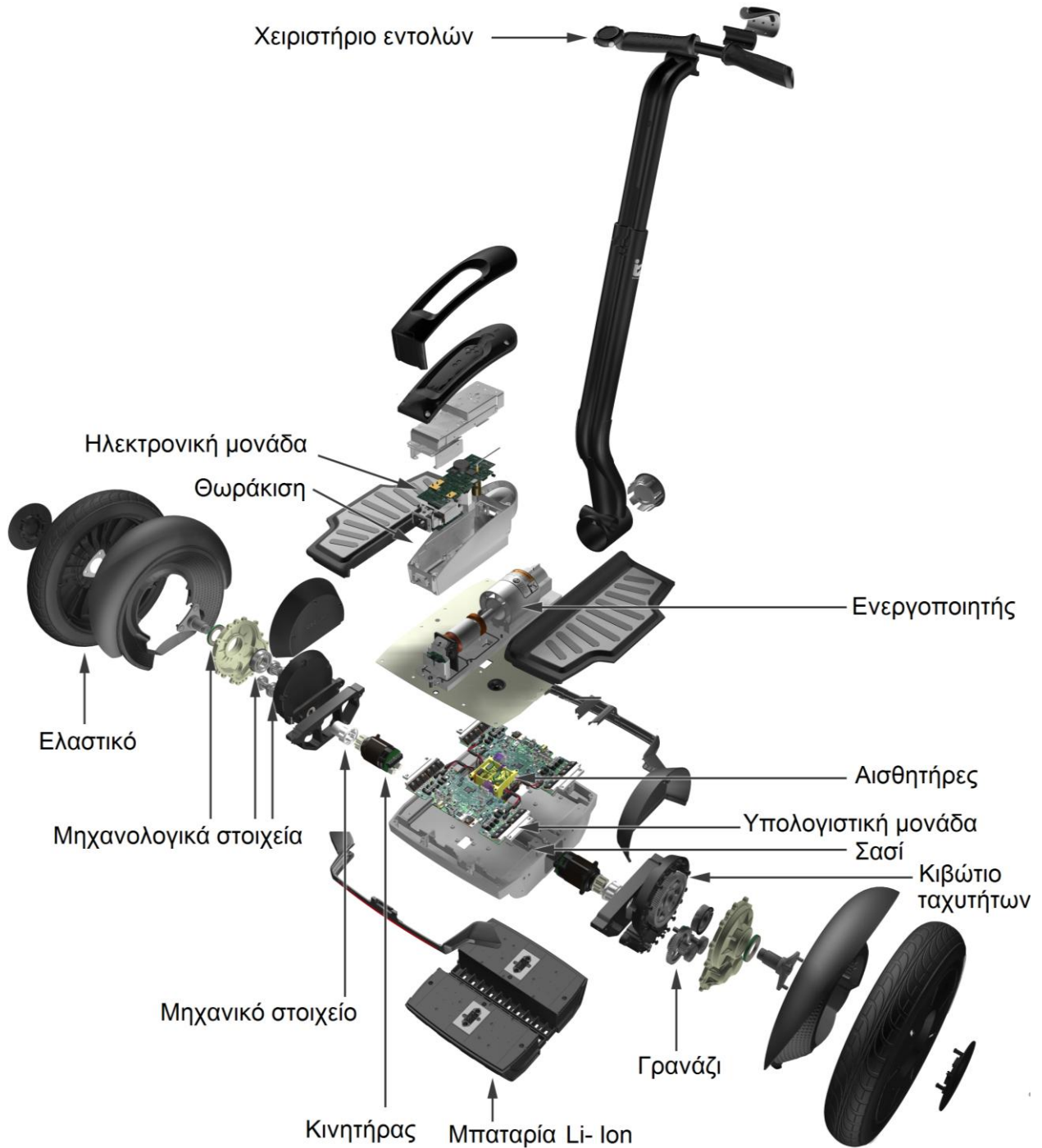


Σχήμα 1.3: Ρομποτικός μηχανισμός τύπου Puma.



Ερευνήστε στο διαδίκτυο βίντεο με την ανάπτυξη διατάξεων ανάστροφου εκκρεμούς στην οποία στηρίζει τη λειτουργία του, το Segway.

Δίτροχο ηλεκτροκίνητο όχημα Segway : Ένα ολοκληρωμένο μηχανικό σύστημα μεταφοράς αναβατών αποτελεί το δίτροχο ηλεκτροκίνητο όχημα. Το όχημα φέρει πλήρη μηχανικό εξοπλισμό ως ένα δίτροχο το οποίο για την κίνηση του χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια. Η κίνηση του ισορροπεί μέσω ενός συστήματος δυναμικής σταθεροποίησης το οποίο χρησιμοποιεί πέντε γυροσκόπια και έναν ενσωματωμένο υπολογιστή για να κράτηση όρθιο τον αναβάτη. Για την κίνηση του χρησιμοποιεί ηλεκτρικούς κινητήρες και μηχανικό κιβώτιο. Στη βάση της διάταξης είναι τοποθετημένο ένας ενσωματωμένος υπολογιστής στον οποίο καταλήγουν όλες οι πληροφορίες από τους αισθητήρες του Segway καθώς και οι εντολές από χειριστήριο του αναβάτη. Για τη μετάδοση τη ενέργειας η οποία προσφέρεται από μπαταρία λιθίου χρησιμοποιούνται ειδικές διατάξεις ισχύος (Σχ. 1.4).



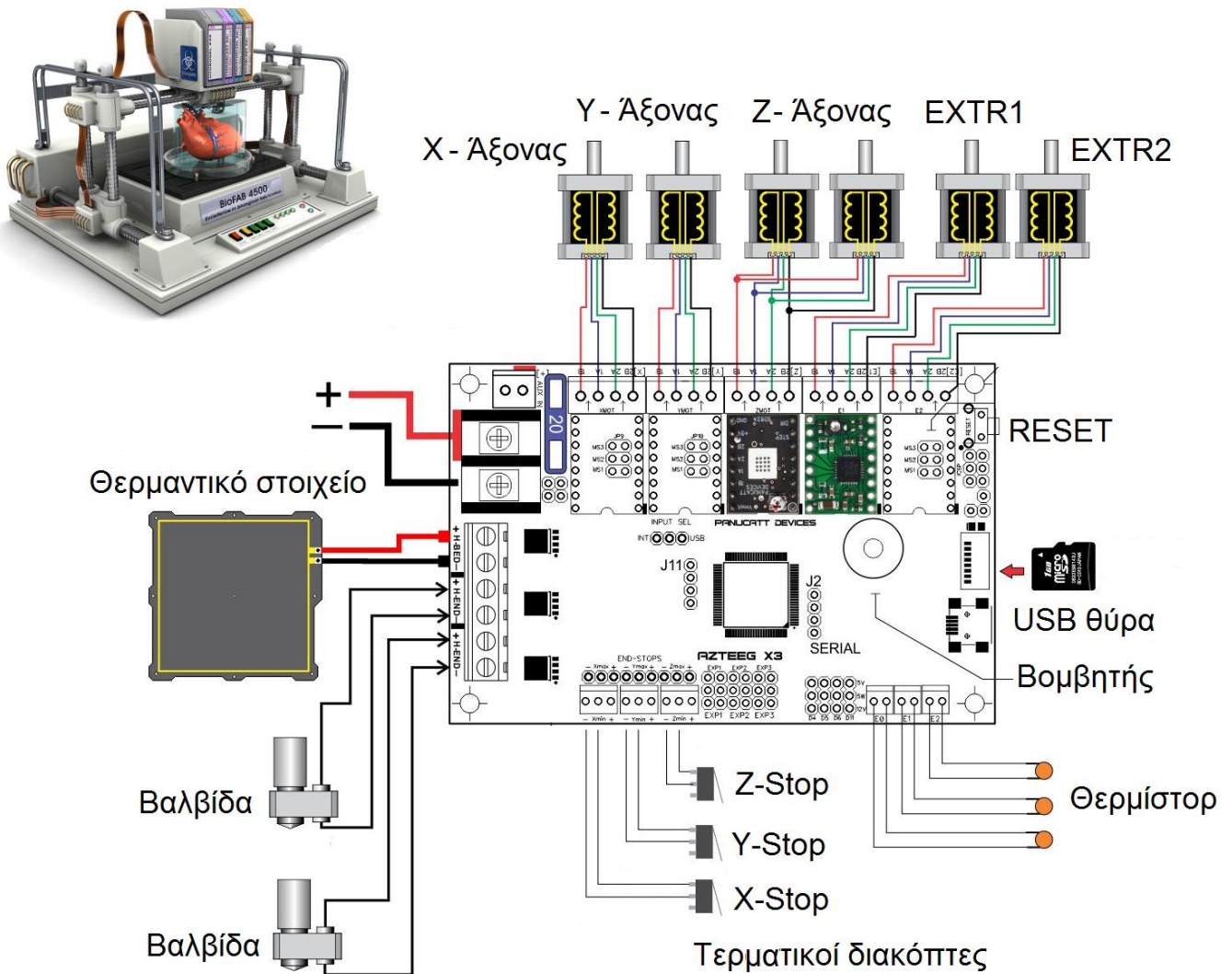
Σχήμα 1.4: Μηχανισμός Segway.

Τρισδιάστατοι εκτυπωτές 3D: Με την τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) κατασκευάζονται αντικείμενα μέσω μεθόδου προσθετικής κατασκευής και διαδοχικής επαλληλίας στρώσεων υλικού. Με τους τρισδιάστατους εκτυπωτές κατασκευάζονται φυσικά μοντέλα και πρωτότυπα διατάξεων πριν περάσουν στο στάδιο της κατασκευής ή ακόμη και εξαρτήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μιας



Ερευνήστε στο διαδίκτυο την κατασκευή ενός εκτυπωτή 3D χρησιμοποιώντας ως μικροϋπολογιστές Arduino.

διάταξης. Στη τρισδιάστατη εκτύπωση για την κατασκευή του μοντέλου χρησιμοποιούνται κυρίως κεραμικά και πολυμερή στοιχεία. Ένας εκτυπωτής τριών διαστάσεων μπορεί να δημιουργεί με ύλη το αντικείμενο το οποίο εισάγεται μέσω υπολογιστή ως τρισδιάστατη εικόνα ή ως αρχείο μέσω κάρτα microSD. Ο εκτυπωτής φέρει τη δομή του μηχανικά κινούμενα μέρη τα οποία ελέγχονται από την κίνηση βηματικών κινητήρων. Για τη παραγωγή του 3D υλικού χρησιμοποιούνται ειδικά υλικά τα οποία με ηλεκτροβαλβίδες εγχέονται μέσω θερμότητας στο χώρο καθώς η ροή τους οδηγείται από το μηχανικό σύστημα των αξόνων του εκτυπωτή. Στο Σχήμα 1.5 απεικονίζεται ο ελεγκτής ενός εκτυπωτή 3D εμπορίου. Ο ενσωματωμένος υπολογιστής διαβάζει από κάρτα microSD το αρχείο με το σχέδιο προς εκτύπωση. Στο Σχήμα 1.5 διακρίνουμε το πλήθος των αισθητήρων και τερματικών διακοπών που χρησιμοποιεί ο ελεγκτής καθώς και την ενσωμάτωση στοιχείων ισχύος για την οδήγηση των βηματικών κινητήρων του εκτυπωτή.

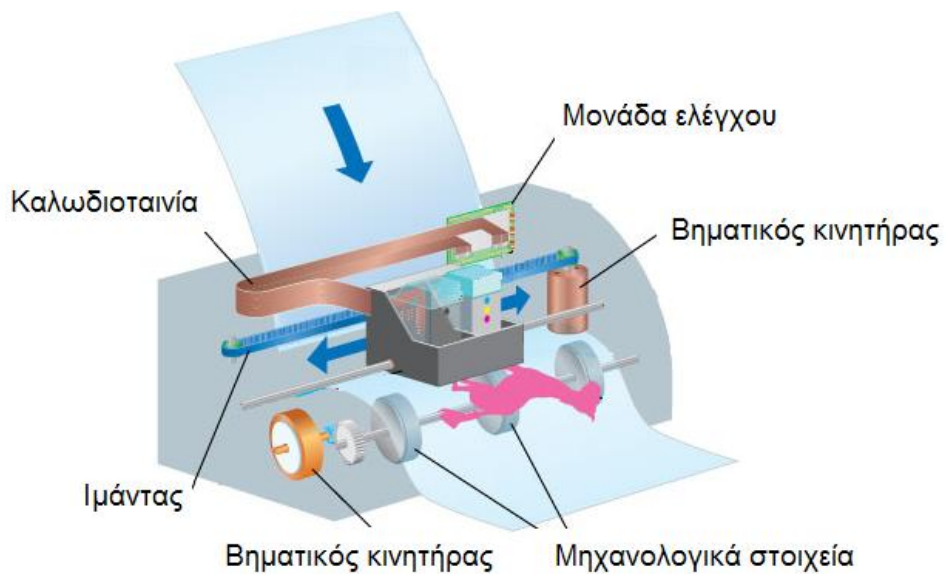


Σχήμα 1.5: Τυπικός ελεγκτής εκτυπωτή 3D από την Panucatt Device (panucatt.com).



Καταγράψτε τα δομικά στοιχεία ενός εκτυπωτή λέιζερ.

Εκτυπωτής/σκάνερ: Ένα από τα πιο κοινά σε χρήση μηχανοκίνητα σύστημα αποτελεί μια διάταξη εκτυπωτή ή σκάνερ. Τα βασικά μέρη ενός εκτυπωτή είναι η κεφαλή η οποία μεταφέρει το μελανοδοχείο, η συσκευή κίνησης, ο ελεγκτής και το λογισμικό ελέγχου. Η μηχανική μονάδα κίνησης χρησιμοποιεί βηματικούς κινητήρες, γρανάζια και ιμάντες ώστε να μετακινεί την κεφαλή στα επιθυμητά σημεία κατά μήκος του άξονα. Στην περίπτωση που ο εκτυπωτής φέρει και μονάδα σκάνερ, χρησιμοποιούνται επιπλέον ανεξάρτητα ηλεκτρομηχανικά μέρη τα οποία οδηγούν την κεφαλή σάρωσης η οποία χρησιμοποιεί γραμμική κάμερα για να μετρήσει την ανακλαστικότητα της γραμμής σάρωσης μέσω ενός συστήματος καθρεπτών και φακών. Η έξοδος της κεφαλής σάρωσης αποτυπώνεται μέσω του λογισμικού ελέγχου σε ένα "χάρτη" του εγγράφου, που αναλύεται περαιτέρω για να φιλτράρει θόρυβο από τα δεδομένα (Σχ. 1.6).

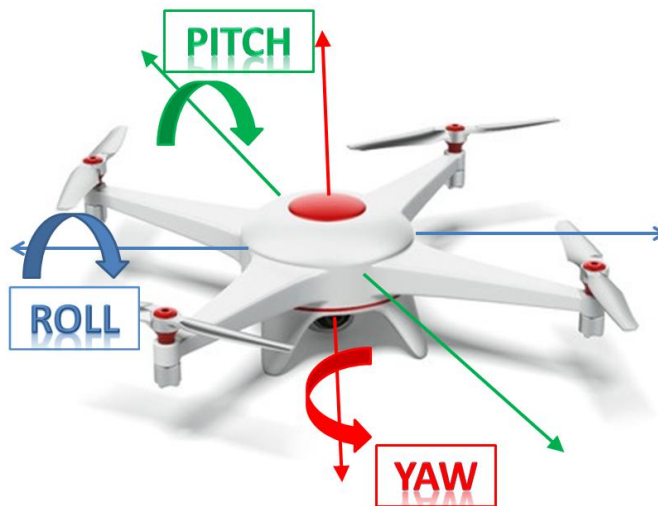


Σχήμα 1.6: Εκτυπωτής inject.

Ιπτάμενη τηλεχειριζόμενο μηχανή (drone) με τέσσερις έλικες

Μια ιπτάμενη τηλεχειριζόμενο μηχανή (drone) με τέσσερις έλικες αποτελεί ένα πλήρη μηχανοκίνητο σύστημα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά, την παρακολούθηση, τη φωτογράφιση αντικειμένων, τη λήψη εικόνων, κ.α.. Η άποψη μιας ιπτάμενης τηλεχειριζόμενης μηχανής με τέσσερις έλικες απεικονίζεται στο Σχήμα 1.7. Η πτητική λειτουργία της μηχανής στηρίζεται στο έλεγχο των στροφών που φέρουν οι τέσσερις έλικες.





Σχήμα 1.7: Ιπτάμενη τηλεχειριζόμενο μηχανή (drone) με τέσσερις έλικες.

1.2 Σχεδίαση μηχανικών συστημάτων

Ο σχεδιασμός μηχανικών συστημάτων αποτελείται από τρεις φάσεις:

- μοντελοποίηση/προσομοίωση,
- παραγωγή πρωτοτύπου και
- υλοποίηση.

Το σημαντικότερα εργαλεία και μεθόδους που χρησιμοποιούμε κατά τη σχεδίαση ενός μηχανικού συστήματος διακρίνουμε:

- **Μοντελοποίηση:** Λογικά διαγράμματα για τη δημιουργία κατανοητών μοντέλων συμπεριφοράς φυσικών ή ασαφών φαινομένων.
- **Προσομοίωση:** Αριθμητικές μέθοδοι για την επίλυση μοντέλων που περιέχουν διαφορικές, διακριτές, υβριδικές και μη γραμμικές εξισώσεις.
- **Διαχείριση έργου:** Βάση δεδομένων για τις πληροφορίες του έργου και υποσυστημάτων για πιθανή επαναχρησιμοποίηση.
- **Σχεδιασμός:** Αριθμητικές μέθοδοι βελτιστοποίησης της απόδοσης βάση παραμέτρων και σημάτων των μοντέλων. Είναι δυνατή η χρήση και μοντέλων Monte Carlo.
- **Ανάλυση:** Αριθμητικές μέθοδοι για σχεδιασμό στο πεδίο χρόνου, συχνότητας και πολυπλοκότητας.
- **Διεπαφή πραγματικού χρόνου:** Μια κάρτα που μπορεί να αντικαταστήσει μέρος του συστήματος με πραγματικό υλικό με αισθητήρες και μηχανικά μέρη. Αποκαλείται προσομοίωση υλικού στο βρόγχο (HW in the loop) ή άμεση παραγωγή πρωτότυπου.