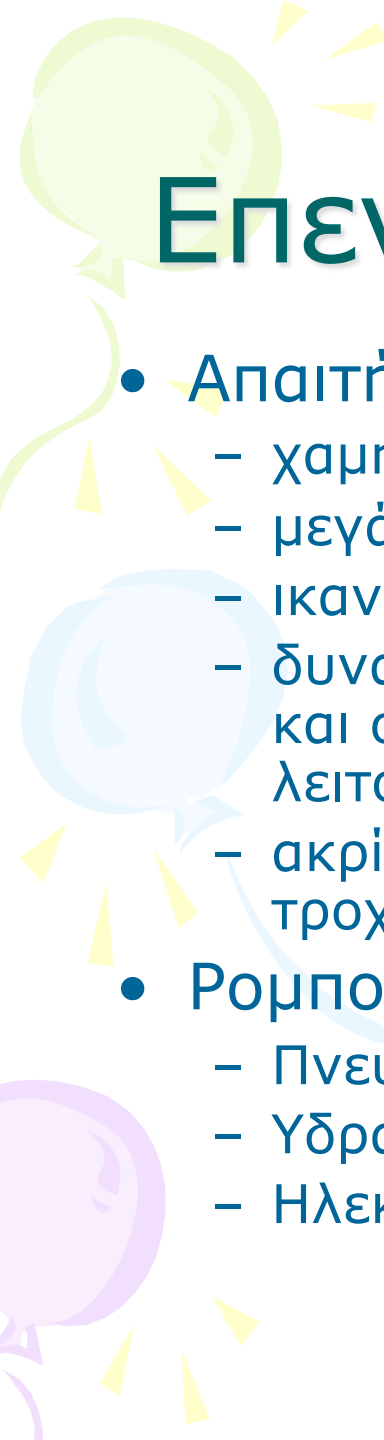


The background features several large, stylized, overlapping swirls in light green, light blue, and light purple. Scattered throughout are numerous small, yellow, triangular shapes, some pointing upwards and others downwards, creating a dynamic and festive feel.

Ηλεκτρικό & Ηλεκτρονικό Υποσύστημα ενός Ρομπότ

- **Επενεργητές**
- **Αισθητήρες**
- **Σύστημα Ελέγχου**



Επενεργητές στη Ρομποτική

- Απαιτήσεις Ρομποτικών Επενεργητών
 - χαμηλή αδράνεια
 - μεγάλη σχέση ισχύος-βάρους,
 - ικανότητα ανάπτυξης υψηλών επιταχύνσεων,
 - δυνατότητα λειτουργίας σε ένα μεγάλο εύρος ταχυτήτων και συνεχή περιστροφή (ακόμα και σε χαμηλές ταχύτητες λειτουργίας), και
 - ακρίβεια στη παρακολούθηση της επιβαλλόμενης τροχιάς.
- Ρομποτικοί Επενεργητές & Σερβοκινητήρες
 - Πνευματικοί
 - Υδραυλικοί
 - Ηλεκτρικοί

Επενεργητές: Ηλεκτρικοί η Υδραυλικοί ?

- Οι ηλεκτρικοί κινητήρες εμφανίζουν τα εξής πλεονεκτήματα:
 - ευρεία διάθεση της χρησιμοποιούμενης ηλεκτρικής ενέργειας,
 - χαμηλό κόστος και μεγάλη ποικιλία προϊόντων,
 - υψηλός συντελεστής μετατροπής ισχύος,
 - εύκολη συντήρηση,
 - δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον εργασίας.
- Ταυτόχρονα όμως παρουσιάζουν τους παρακάτω περιορισμούς:
 - εξαιτίας της επίδρασης της βαρύτητας στο βραχίονα μπορεί να προκληθεί βραχυκύκλωμα. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η χρήση ειδικών φρένων,
 - χρειάζονται ειδική προστασία όταν λειτουργούν σε εύφλεκτο περιβάλλον.
- Οι υδραυλικοί κινητήρες παρουσιάζουν αρκετά αξιοσημείωτα μειονεκτήματα:
 - ανάγκη ύπαρξης πηγής υδραυλικής ισχύος,
 - υψηλό κόστος, μικρή ποικιλία προϊόντων με ιδιαίτερες δυσκολίες κατασκευής τους σε μικρές διαστάσεις,
 - χαμηλός συντελεστής μετατροπής ισχύος,
 - αυξημένες ανάγκες συντήρησης,
 - ρύπανση του περιβάλλοντος εργασίας εξαιτίας διαρροών υδραυλικού ρευστού.
- Πλεονεκτήματα υδραυλικών κινητήρων:
 - δεν παρουσιάζουν προβλήματα βραχυκυκλώσεων,
 - είναι αυτολυπαινόμενοι, με το υδραυλικό ρευστό να εκτελεί εκτός των άλλων χρέη ψυκτικού μέσου,
 - είναι ιδιαιτέρως ασφαλείς σε επικίνδυνα περιβάλλοντα,
 - παρουσιάζουν πολύ υψηλές σχέσεις ισχύος-βάρους.

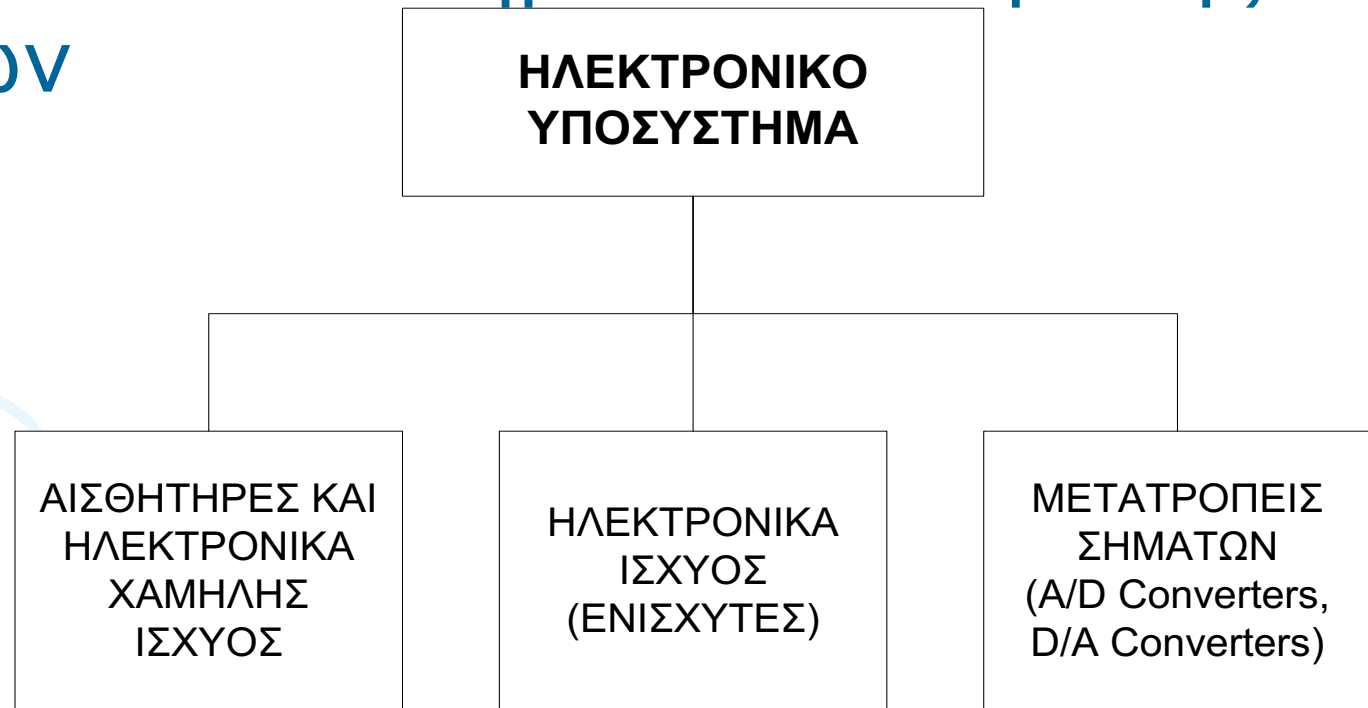
Επενεργητές: Ηλεκτρικοί ή Υδραυλικοί ?

συνεχ.

- Αν εξετάσουμε τις δύο παραπάνω κλάσεις κινητήρων από πλευράς λειτουργίας:
 - και οι δύο τύποι σερβοκινητήρων παρουσιάζουν καλή δυναμική συμπεριφορά,
 - οι **ηλεκτρικοί σερβοκινητήρες** εμφανίζουν μεγαλύτερη **ευκολία ελέγχου**. Η παρατήρηση, αυτή σχετίζεται με την άμεση εξάρτηση της δυναμικής συμπεριφοράς των υδραυλικών σερβοκινητήρων από τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται το χρησιμοποιούμενο ρευστό.
 - οι ηλεκτρικοί σερβοκινητήρες δίνουν χαμηλές ροπές σε υψηλές ταχύτητες. Επειδή στις συνήθεις ρομποτικές εφαρμογές απαιτούνται υψηλές ροπές είναι αναγκαία η χρήση μειωτήρων. Οι τελευταίοι μεσολαβούν ανάμεσα στον κινητήρα και την άρθρωση δημιουργώντας ελαστικότητα και χάρη. Απ' την άλλη οι **υδραυλικοί σερβοκινητήρες** μπορούν να αποδίδουν **μεγάλες ροπές σε μικρές ταχύτητες**, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται η ενδιάμεση χρήση μειωτήρων.
- Όπως προκύπτει από τις παραπάνω παρατηρήσεις :
 - η χρήση υδραυλικών σερβοκινητήρων κρίνεται απαραίτητη κυρίως στους βραχίονες που είναι επιφορτισμένοι με τη διακίνηση μεγάλων ωφέλιμων φορτίων. Στην περίπτωση αυτή οι υδραυλικοί κινητήρες όχι μόνο είναι πιο κατάλληλοι από τους αντίστοιχους ηλεκτρικούς, αλλά επιπλέον το κόστος της υδραυλικής εγκατάστασης αποτελεί ένα σχετικά μικρό ποσοστό της συνολικής επένδυσης του ρομποτικού συστήματος.
 - Πάντως σε όλες εκείνες τις εφαρμογές που δεν έχουμε μεγάλα ωφέλιμα φορτία, προτιμάται η χρήση **ηλεκτρικών σερβοκινητήρων**.

Ηλεκτρονικό Υποσύστημα

- Αισθητήρες
- Ηλεκτρονικά Ισχύος
- Ηλεκτρονικά Συστήματα Μετατροπής Σημάτων



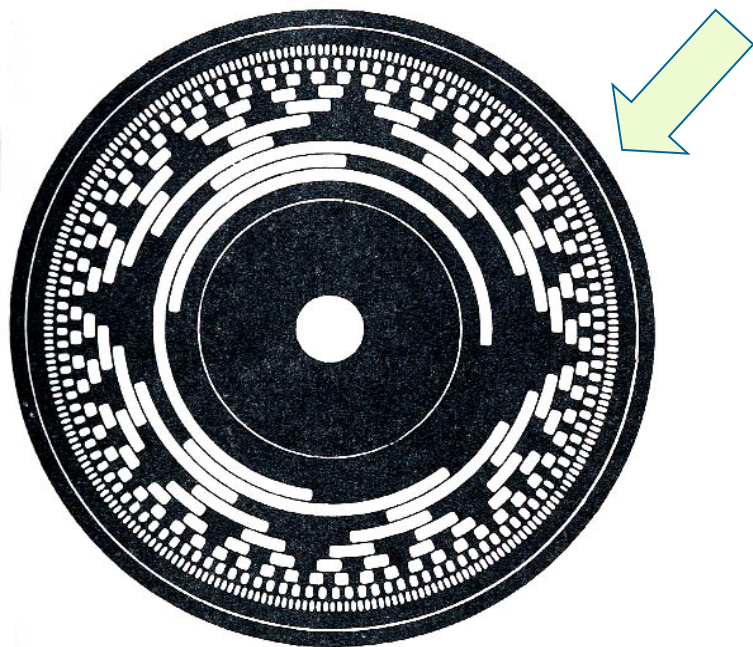
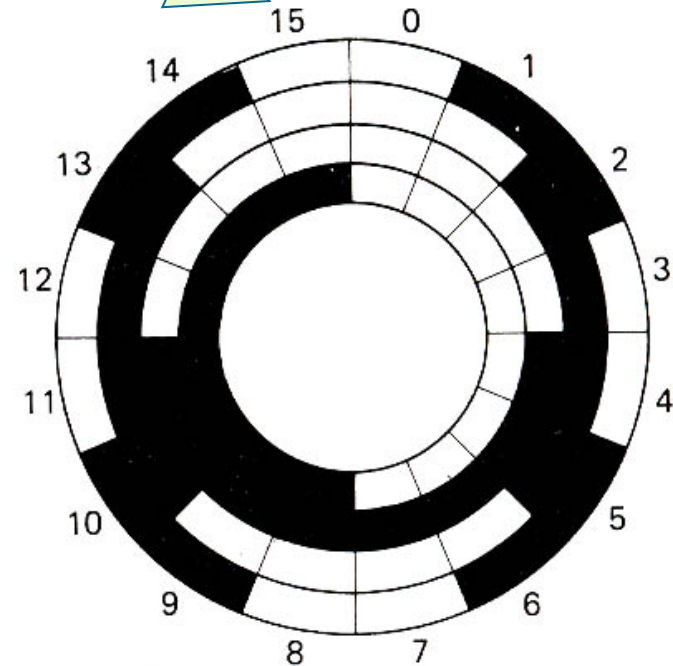
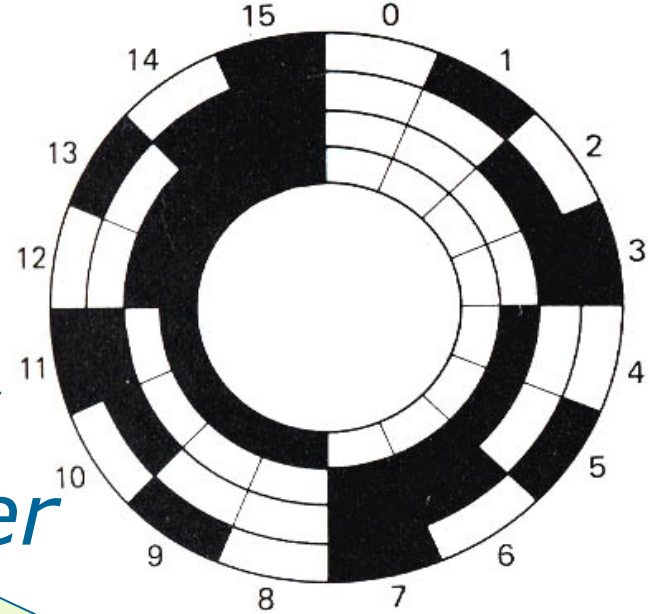


Αισθητήρες

- ***proprioceptive sensors (ενδοστρεφεις)*** μετρούν :
 - θέση αρθρώσεων
 - ποτενσιόμετρα (*potentiometers*),
 - *optical encoders (absolute / incremental)*
 - *resolvers*,
 - ταχύτητα αρθρώσεων
 - ταχύμετρα (*tachometers*),
 - δυνάμεις και ροπές
 - αισθητήρες δύναμης-ροπής (*force-torque sensors*).
- ***heteroceptive sensors (εξωστρεφεις)***
 - αισθητήρες αφής (*tactile sensors*),
 - αισθητήρες προσέγγισης (*proximity sensors*),
 - αισθητήρες εύρους (*range sensors*):
 - υπερηχητικοί (*ultrasonic sensors*),
 - Laser Range Finders,
 - αισθητήρες υπέρυθρων (*infrared sensors*),
 - κάμερες.

Encoders

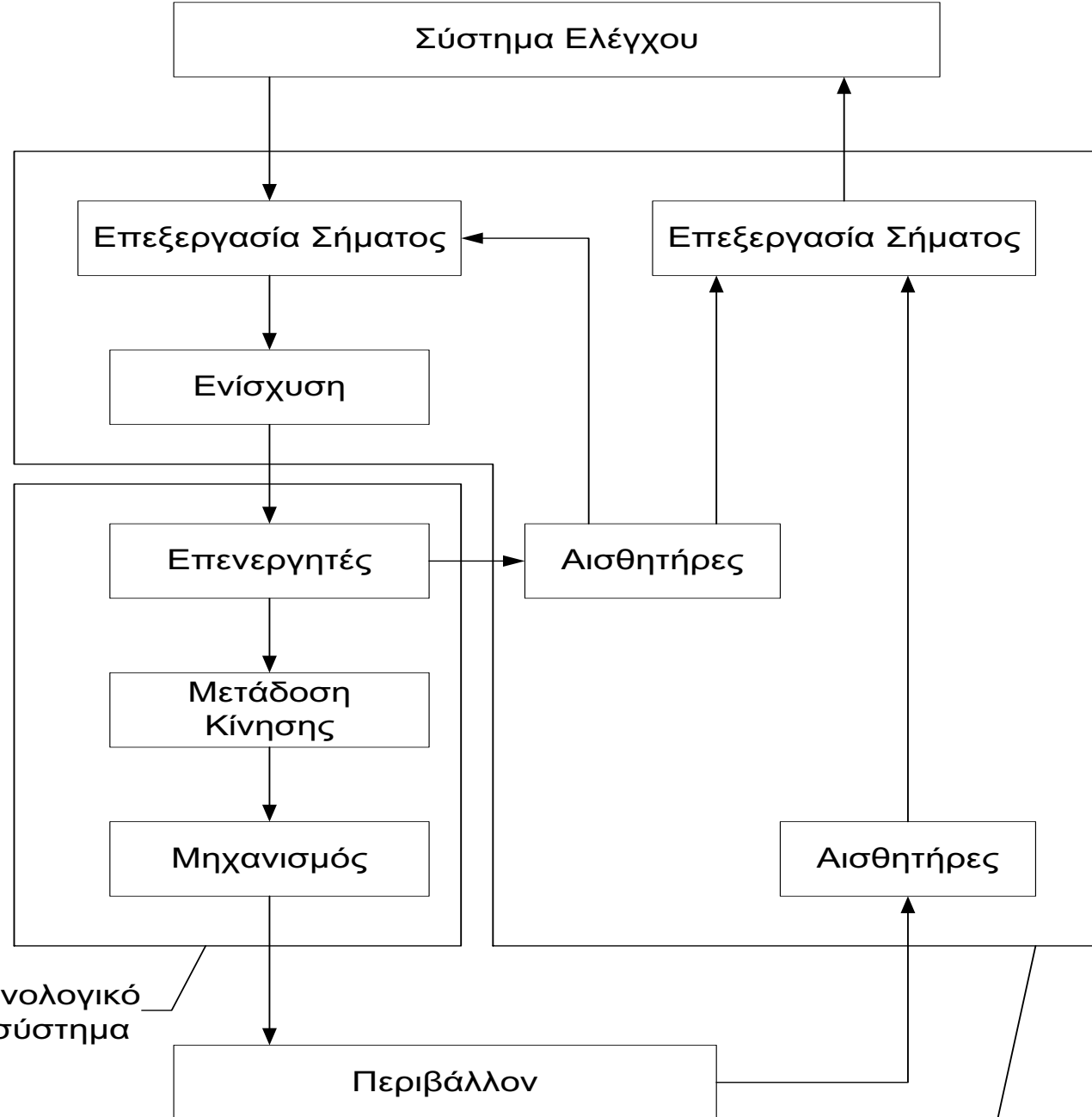
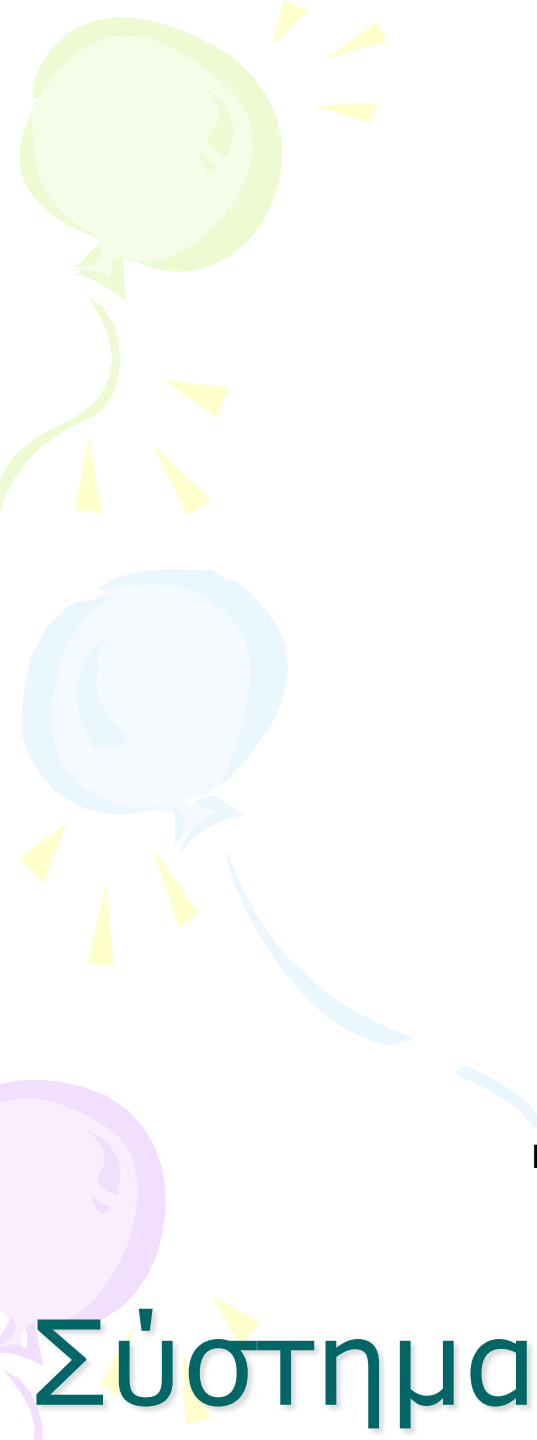
- 4-bit Absolute Encoder
- 4-bit Absolute Gray Encoder
- Absolute Encoder με ανάλυση 10-bits



Ενισχυτές Ισχύος

- Ανεξάρτητα από το είδος των χρησιμοποιούμενων σερβοκινητήρων (ηλεκτρικών, υδραυλικών, πνευματικών): Ρύθμιση ροής ισχύος από την κύρια τροφοδοσία του συστήματος προς τους επενεργητές-κινητήρες για την εκτέλεση της επιθυμητής κίνησης των αρθρώσεων. Η ρύθμιση αυτή υλοποιείται με τη βοήθεια κατάλληλου σήματος ελέγχου.
- Η ισχύς που σχετίζεται με το σήμα ελέγχου είναι συνήθως ηλεκτρική.
- Ηλεκτρικοί Κινητήρες:** η τροφοδοσία τους με τάση ή ρεύμα κατάλληλης μορφής, ανάλογα με το είδος του χρησιμοποιούμενου σερβοκινητήρα. Η τάση τροφοδοσίας για κινητήρες συνεχούς ρεύματος :
 - μόνιμων μαγνητών:** συνεχής τάση καθοριζόμενη από σήμα ελέγχου του ενισχυτή
 - χωρίς ψήκτες:** εναλλασσόμενη τάση. Η τιμή της και η συχνότητα καθορίζονται από το σήμα ελέγχου του ενισχυτή.
- Για τα εύρη ισχύος που απαιτούνται στην κίνηση αρθρώσεων, τα οποία είναι τάξης μεγέθους μερικών kW, χρησιμοποιούνται συνήθως ενισχυτές τρανζίστορ (*transistor amplifiers*) που εφαρμόζουν τεχνικές διαμόρφωσης εύρους παλμού (**pulse-width modulation, PWM**). Για έλεγχο κινητήρων συνεχούς ρεύματος
 - μόνιμων μαγνητών:** μετατροπείς συνεχούς ρεύματος-σε-συνεχές ρεύμα (*dc-to-dc converters – choppers*),
 - χωρίς ψήκτες:** μετατροπείς συνεχούς ρεύματος-σε-εναλλασσόμενο (*dc-to-ac-converters – inverters*).
- Με αυτού του είδους τους ενισχυτές επιτυγχάνονται συντελεστές μετατροπής ισχύος της τάξεως του 0.9, ενώ το κέρδος ενίσχυσης φτάνει μία τάξη μεγέθους 10^6 .

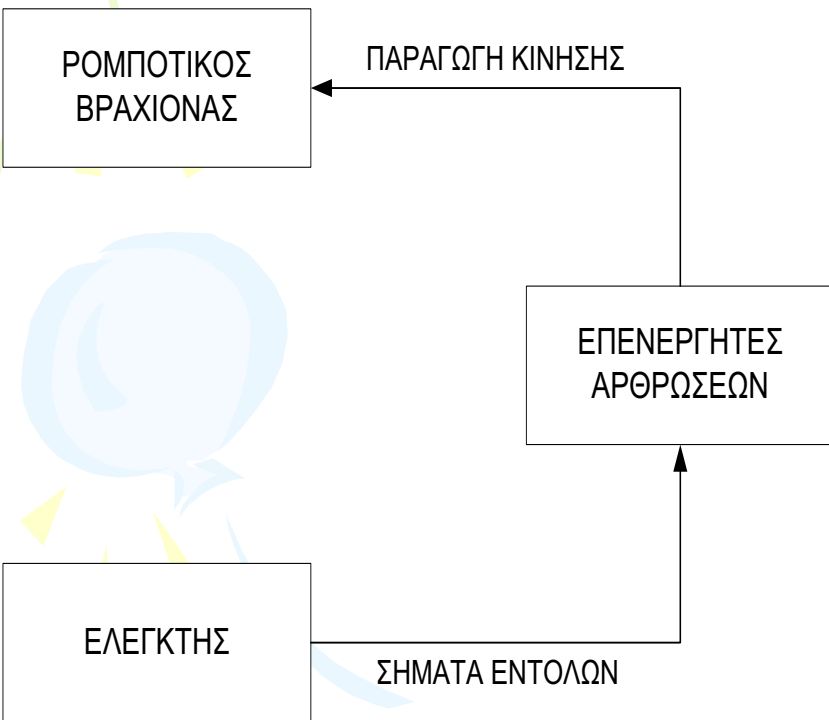




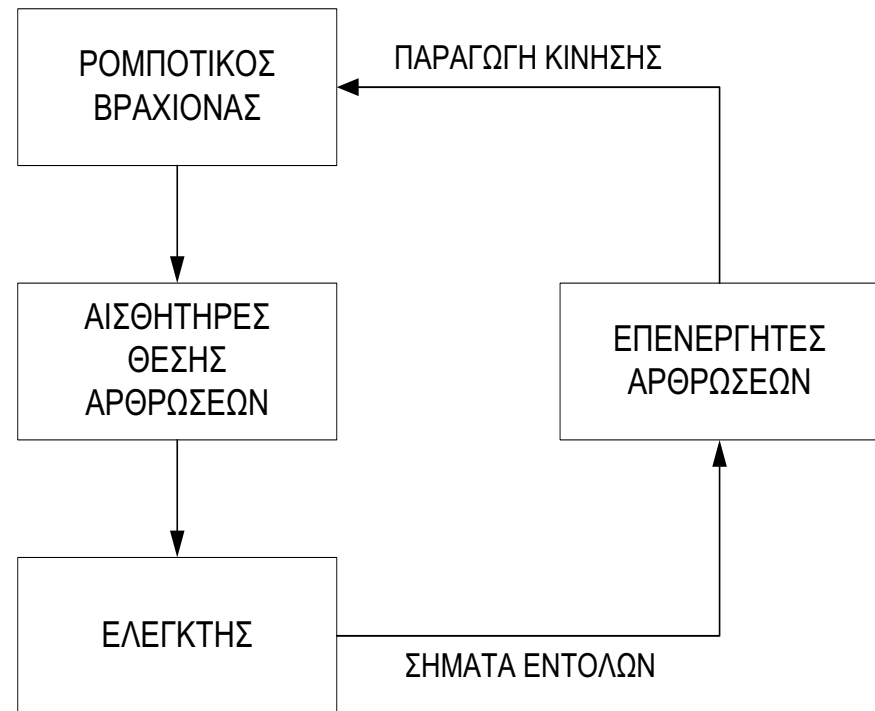
Σύστημα Ελέγχου

Ηλεκτρονικό
Υποσύστημα

Σύστημα Ελέγχου

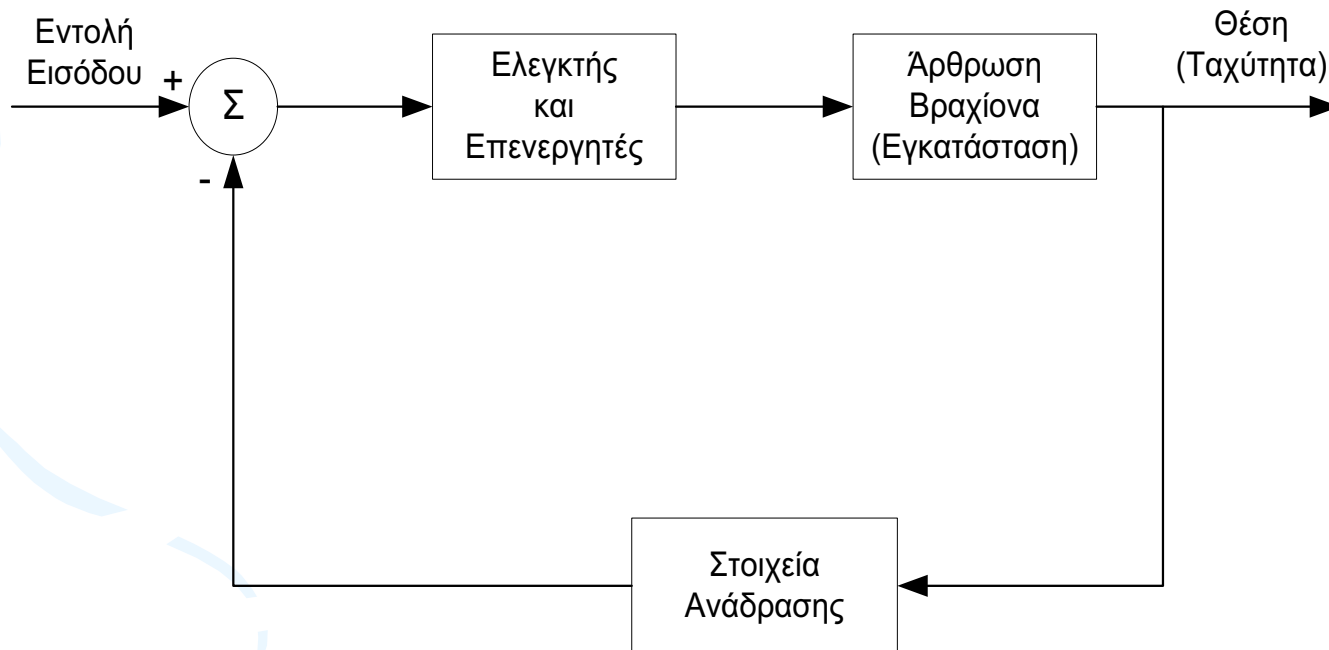


Σύστημα Ανοικτού Βρόχου



Σύστημα Κλειστού Βρόχου

Διάγραμμα Ελέγχου Άρθρωσης



Δομικό Διάγραμμα Ελέγχου Άρθρωσης με Έλεγχο Θέσης *PID*

Κεντρικό Σύστημα
Ελέγχου

Ελεγκτής Κίνησης

Ενίσχυση

Είσοδος / Έξοδος

Γένεση Προφίλ
Κίνησης

R

C

E

PID

DAC

x

Αποκωδικοποιητής
Κίνησης

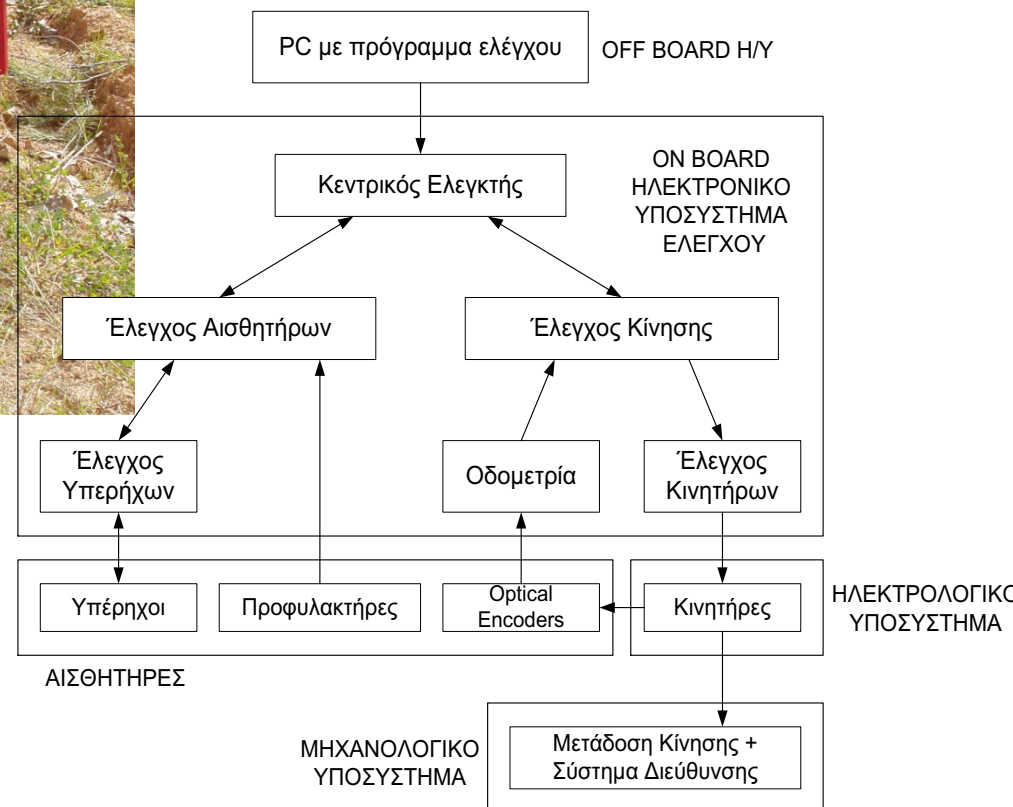
Incremental
Encoder

Κινητήρας

+

-

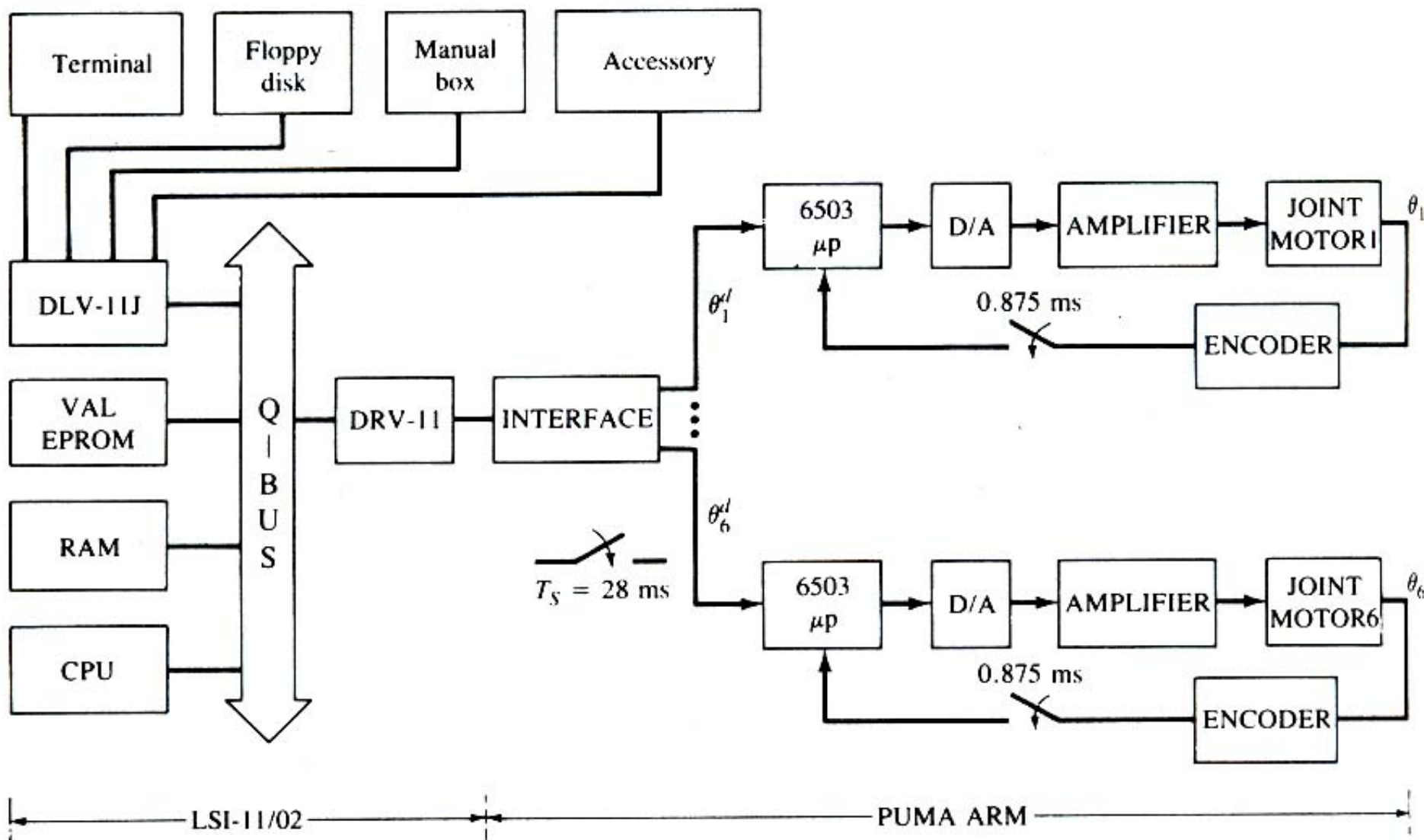
Αρχιτεκτονική Ελέγχου για Mobile Robots

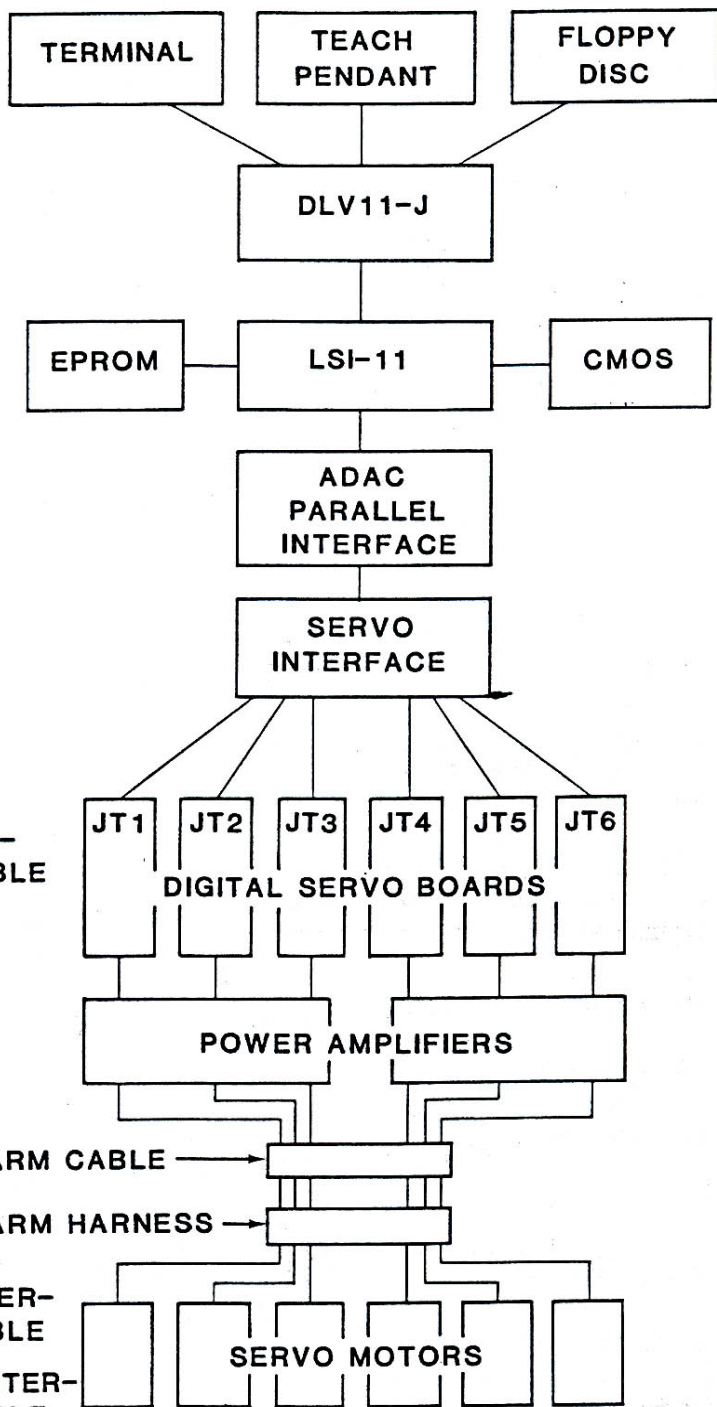


Case Study: PUMA 560



Αρχιτεκτονική Ελέγχου του PUMA 560





Διασύνδεση των Υποσυστημάτων ενός Ελεγκτή Mark II

Εσωτερικό ΤΟΥ Ελεγκτή ΤΟΥ ΡΥΜΑ 560 (Άνοψη)

