

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

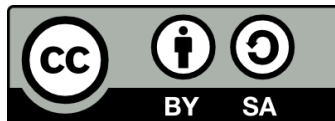
Καθηγητής Δρ.Δ.Σαγρής

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



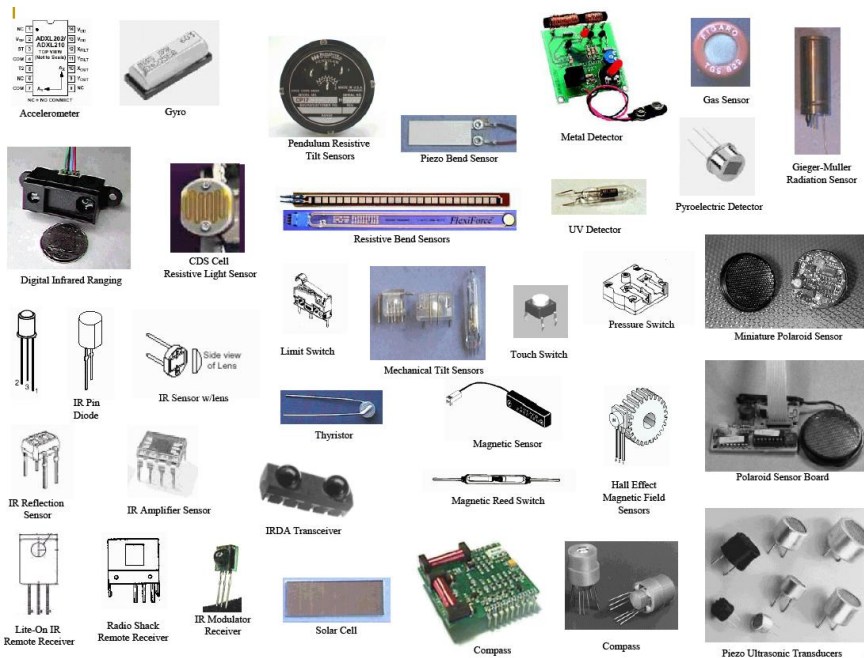
Συστήματα Παραγωγής - Ρομποτική



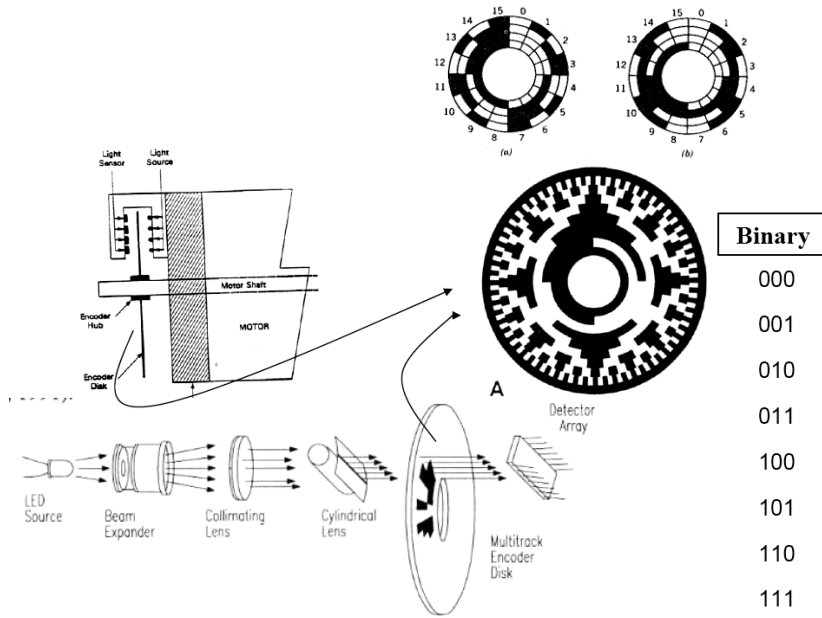
Διδάσκων
Δημήτριος Σαγρής
 (Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός)

©2014

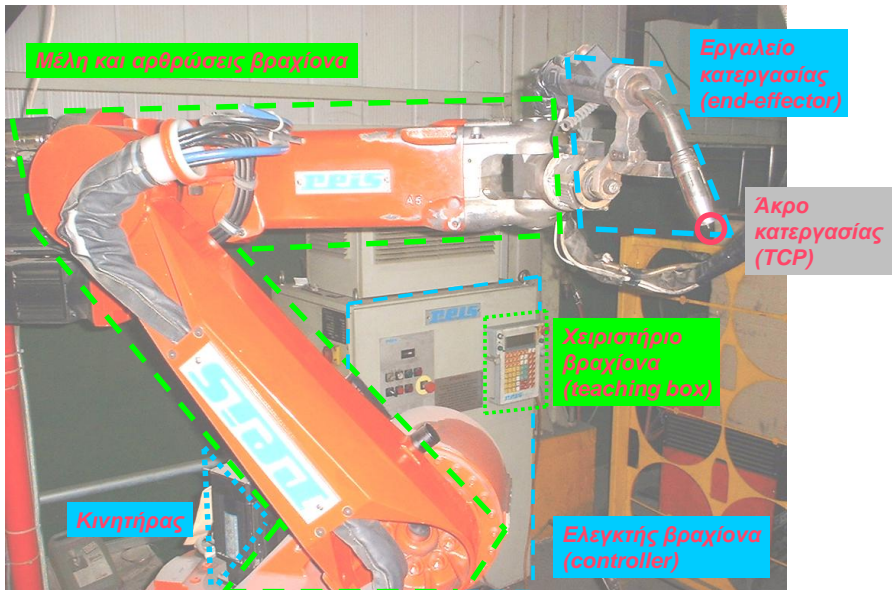
Αισθητήρες



©2014



©2014



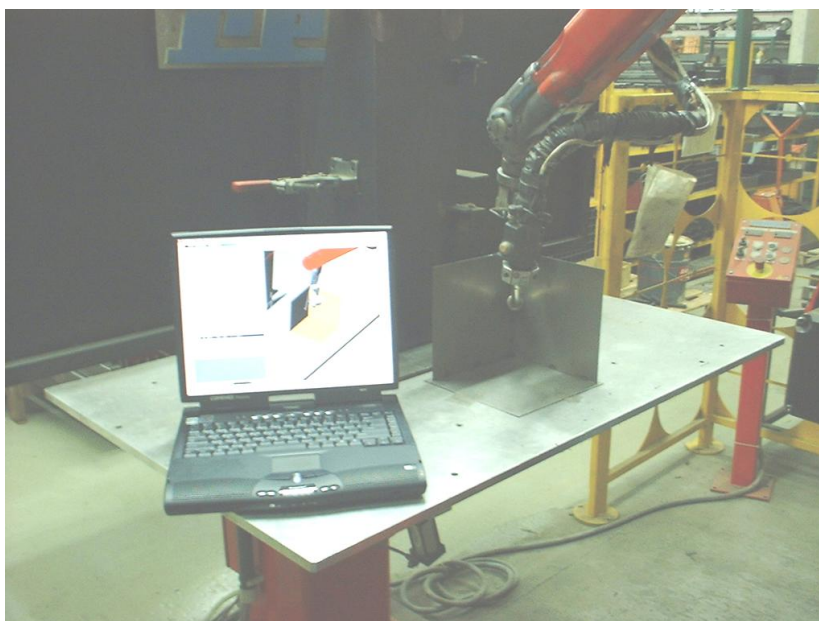
©2014



©2014

On-line χειρισμός robot με χρήση teaching box

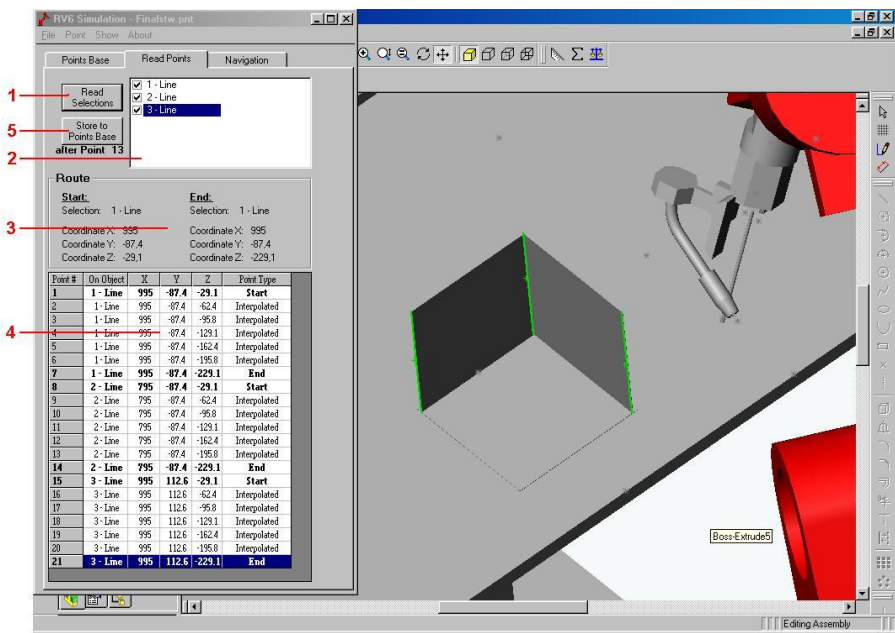
Σχήμα Β5



©2014

On-line χειρισμός robot με χρήση εφαρμογής σε υπολογιστή

Σχήμα Β6



©2014

Σχήμα Β7

Off-line χειρισμός robot με χρήση εφαρμογής σε υπολογιστή



©2014

Σχήμα Β8

Παραδείγματα ρομποτικών εφαρμογών

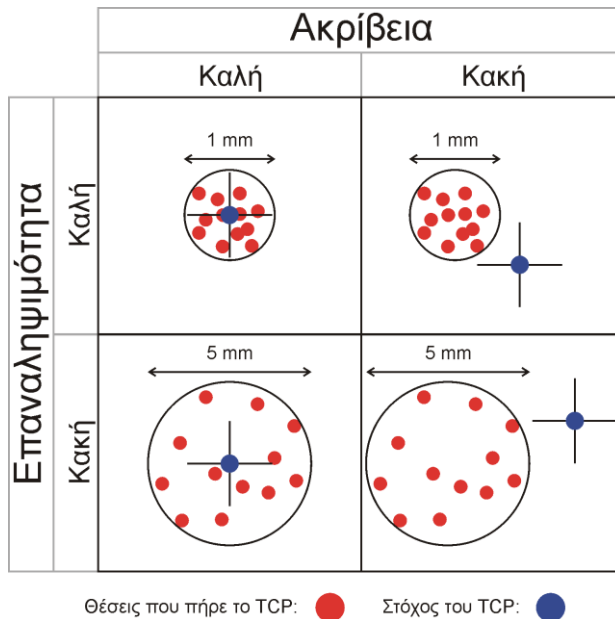
Ρομποτικοί Βραχίονες - Βασικές έννοιες

Ωφέλιμο Φορτίο: βάρος που μπορεί να μεταφέρει το άκρο του βραχίονα. Σημείο εφαρμογής του βάρους θεωρείται η φλάντζα του καρπού. Αυτό το φορτίο δεν είναι σταθερό και εξαρτάται από την ταχύτητα με την οποία πρόκειται να κινηθεί ο καρπός.

Επαναληψιμότητα: δυνατότητα του βραχίονα να γυρίσει στο ίδιο σημείο μετά από αρκετές επαναλήψεις και δίνεται ως εύρος μέσα στο οποίο ο βραχίονας θα τερματίσει την κίνηση. Η απόκλιση οφείλεται στο ότι κατά τη λειτουργία του το ρομπότ είναι δυνατό να χάσει λίγο από τη μέτρηση της θέσης με αποτέλεσμα να μη μπορεί να επιστρέψει στη συγκεκριμένη θέση μετά από ορισμένους κύκλους λειτουργίας.

Ακρίβεια: ικανότητα του ρομπότ να πηγαίνει ακριβώς στη θέση που του έχει δοθεί εντολή να πάει. Εξαρτάται κυρίως από τη διακριτότητα των εξαρτημάτων ελέγχου, τη μηχανολογική σύνδεση των μελών του και το ελάχιστο επιτρεπόμενο σφάλμα που επιβάλλει η ευστάθεια της λειτουργίας των σέρβο. Επηρεάζεται από το είδος και το μέγεθος του εκάστοτε φορτίου, σε αντίθεση με την επαναληψιμότητα.

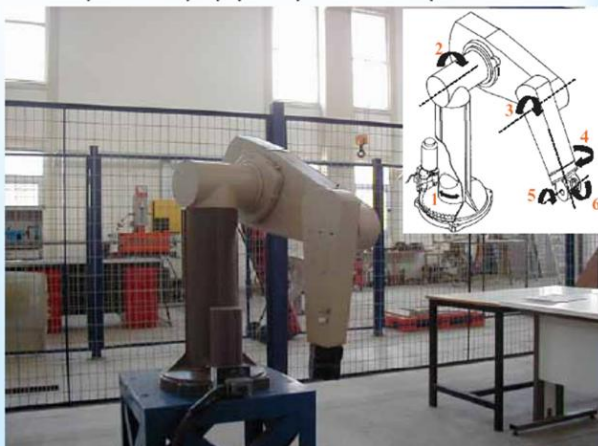
©2014



©2014

PUMA: το πιο γνωστό στους επιστημονικούς κύκλους ρομπότ. Το όνομά του προέρχεται από τα αρχικά Programmable Universal Machine for Assembly. Έχει 6 άξονες κίνησης που του επιτρέπουν να τοποθετεί το άκρο του σε οποιαδήποτε θέση και προσανατολισμό μέσα στον χώρο εργασίας του. Διακρίνεται για την μεγάλη επιδεξιότητα που κληρονομεί από την ανθρωπομορφική κατασκευαστική του διαμόρφωση και από την ευκολία

ελέγχου που χαρίζει η ανοικτή αρχιτεκτονική του. Χρησιμοποιείται τόσο στη βιομηχανία όσο και στην έρευνα. Κατασκευάζονται από την εταιρία Unimation Inc (η οποία έχει αλλάξει ιδιοκτησιακό καθεστώς).



©2014

Τεχνικά στοιχεία

- Φορτίο: 9.09 kg (20 lbs)
- Κατακόρυφη θέση: 18.2 kg (40 lbs)
- Μέγιστη ροπή αδράνειας: 2900 kg-cm² (1000 lb-in²)
- Επαναληψιμότητα: 0.025 mm (0.001")
- Ακρίβεια: 0.076 mm (0.003")
- Joint 1: 300°
- Joint 2: 294°
- Joint 3: standard 195 mm (7.7") stroke 295 mm (11.6")
- Joint 4: 554°



©2014

CRS ROBOTICS A465:

- ανθρωπομορφικό ρομπότ 6 βαθμών ελευθερίας:
- Φορτίο: 3kg
- Επαναληψιμότητα: 0.05mm
- Μεγάλη του επαναληψιμότητα και ταχύτητα.
- Εφαρμογές:
 - χειρισμός υλικών,
 - φόρτωση εργαλείων σε εργαλειομηχανές,
 - συναρμολόγηση,
 - ψεκασμός χρωμάτων
 - ποιοτικός έλεγχος κλπ.



©2014

CRS ROBOTICS G365:

- Gantry 3 βαθμών ελευθερίας που του επιτρέπει να φτάνει σε οποιοδήποτε σημείο του τρισδιάστατου χώρου X,Y,Z, με συγκεκριμένο σταθερό προσανατολισμό.
- Υπάρχει η επιλογή πρόσθεσης ενός καρπού δύο ή τριών βαθμών ελευθερίας για τον έλεγχο του προσανατολισμού.
- Εφαρμογές: χειρισμός υλικών, ποιοτικός έλεγχος, πακετάρισμα και παλετοποίηση, συναρμολόγηση κ.α.



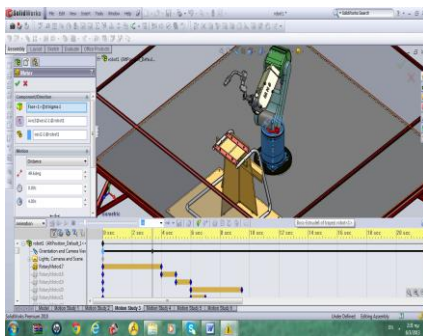
©2014

Komatsu LM15-1

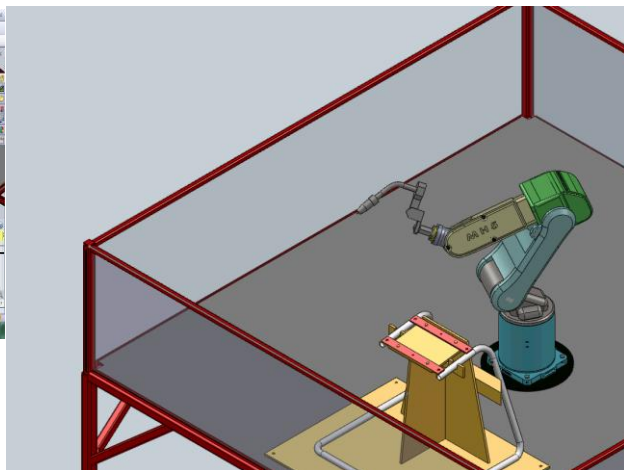
- Ουσιαστικά είναι ένας εύχρηστος ρομποτικός γερανός, ικανός να σπάσει στα δύο και να μεταφερθεί σε ημιφορητό.
- Έχει βάρος 520kg και φορτίο λειτουργίας ανάλογο με την έκταση του βραχίονά του:
 - 1.2 m/350 kg
 - 2.1 m/225 kg
 - 3.0 m/150 kg
- Το μέγιστο ύψος του είναι 4.2m και μπορεί να χειριστεί αντικείμενα και στο έδαφος.



©2014

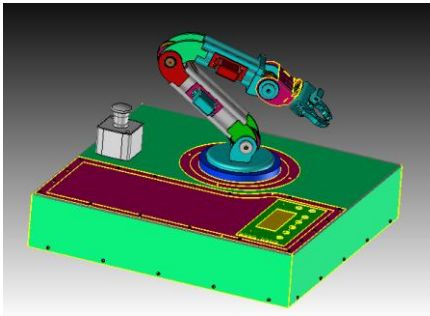


Εκπονητής: Καραγεωργίου Ηλίας
Μάρτιος 2013
Επιβλέπων: Δρ. Σαγής Δ.



Pitaki-1s igolisi robotLavi

©2014

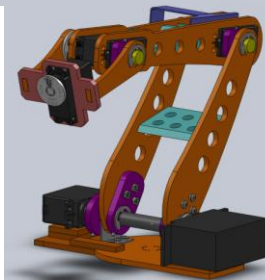


Εκπαιδευτές: Παρασκευαΐδης Κων/νος
Εμμανουηλίδης Αθανάσιος
Νοέμβριος 2013
Επιβλέπων: Δρ. Σαγρής Δ.

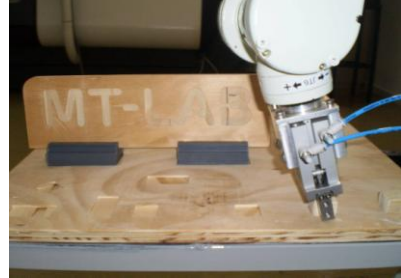
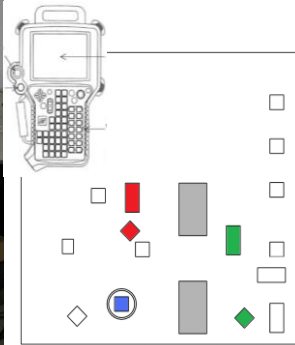
©2014



Εκπαιδευτές: Κοσμάς Δημήτριος
Αγάπης Σόλων
Ιανουάριος 2014
Επιβλέπων: Δρ. Σαγρής Δ.



©2014



Εκπονητής: **Ασημάκης Φίλιππος**
 Μάιος 2013
 Επιβλέπων: Δρ. Σαγρής Δ.

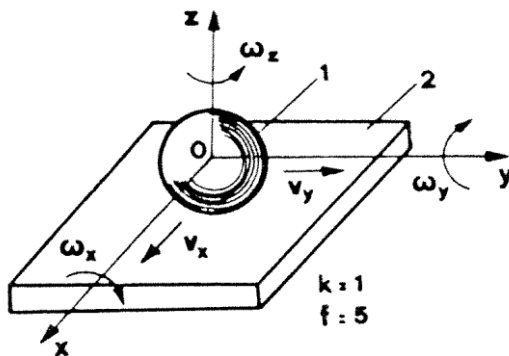
©2014

Κινηματικά ζεύγη

©2014

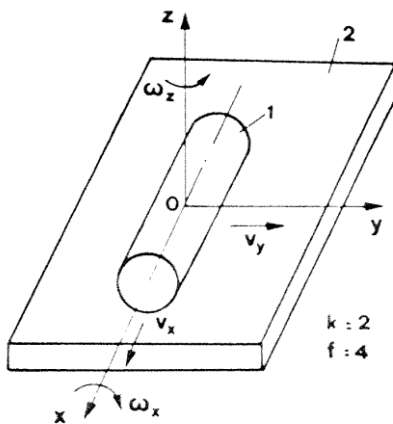
Για κάθε ζεύγος ισχύει:
 $k + f = 6 = 3 + 3$

3 μεταφορικές
 3 περιστροφικές



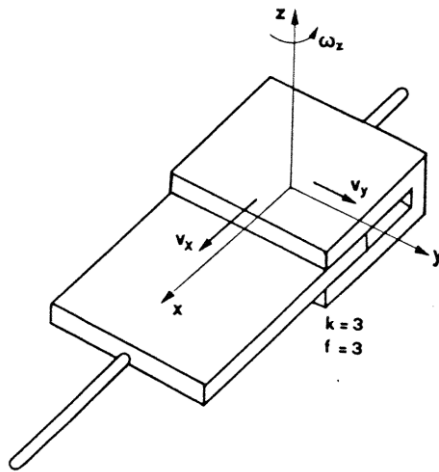
Επίπεδο - Σφαίρα

©2014



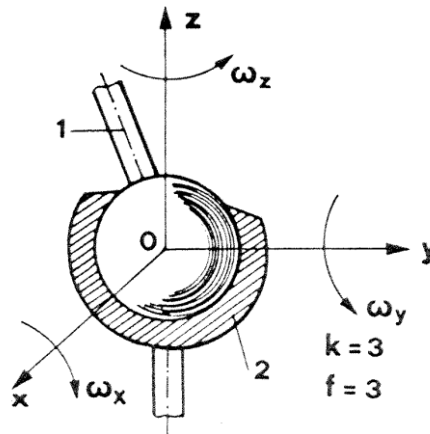
Επίπεδο - Κύλινδρος

©2014



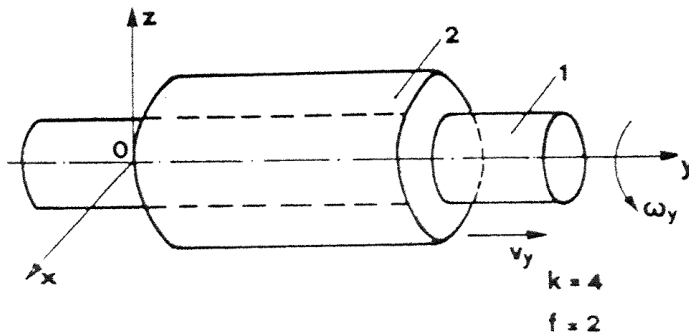
Επίπεδο ζεύγος

©2014



Σφαιρικό ζεύγος

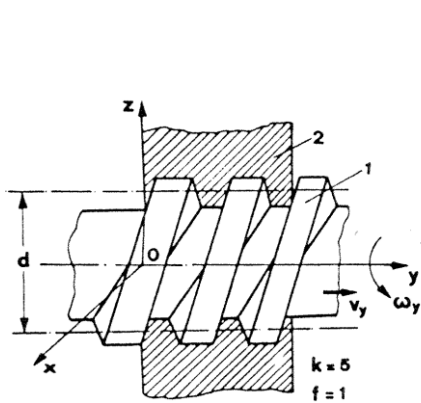
©2014



Κυλινδρικό ζεύγος

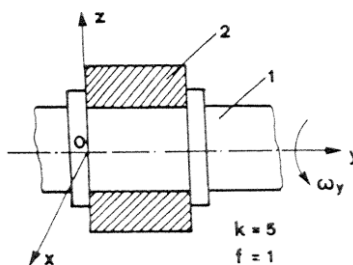
©2014

Κινηματικά ζεύγη

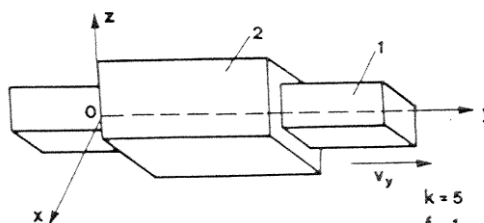


Ελικοειδές ζεύγος

$$v_y = r\omega_y / 2\pi$$



Ελικοειδές με βήμα $p=0$ – Περιστροφής



Ελικοειδές με βήμα $p=\infty$ – Πρισματική

©2014

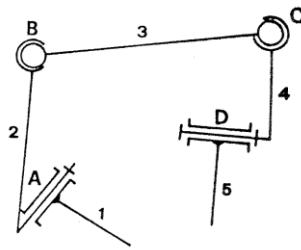
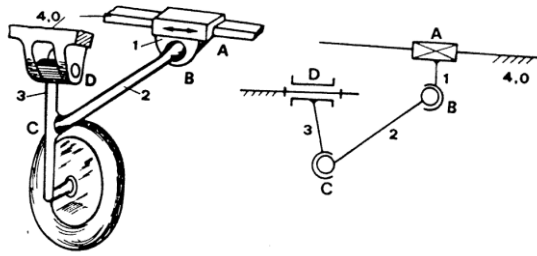
Κινηματικά ζεύγη

Ζευγος	Συμβολο	k	f	Παρασταση
Επιπεδο (Planar)	E	3	3	
Σφαιρικο (Spherical)	S	3	3	
Κυλινδρικο (Cylindric)	C	4	2	
Ελικοει- δες (Helical)	H	5	1	
Περιστρο- φης (Revolute)	R	5	1	
Πρισματι- κο Ολισθησης (Prismatic)	P	5	1	

©2014

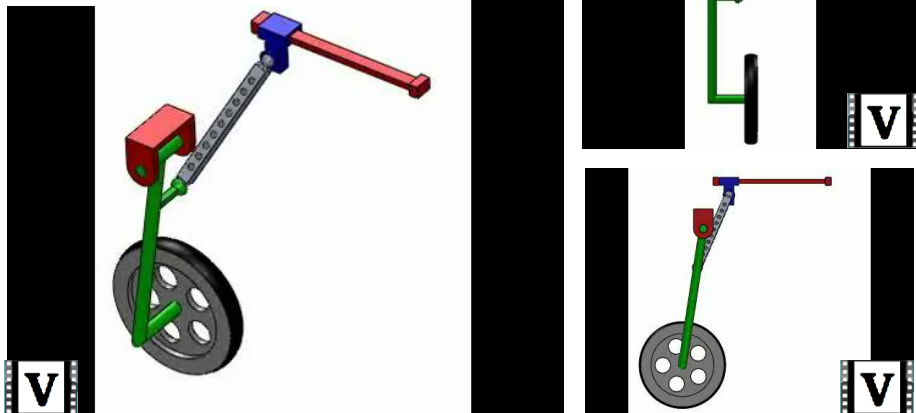
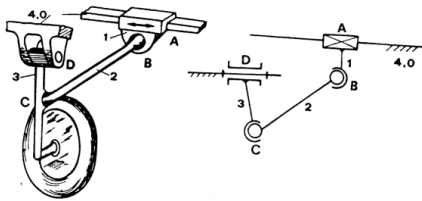
Κινηματικές αλυσίδες

©2014



©2014

Κινηματικές αλυσίδες (Κλειστές - Ανοιχτές)



©2014

Κινηματικές αλυσίδες (Κλειστές - Ανοιχτές)

Ρώσικη μέθοδος

$$F = 6n - \sum_{k=1}^5 (k \cdot c_k)$$

Γερμανική μέθοδος

$$F = 6(n - c) + \sum_{i=1}^c f_i$$

$$M = F - 6 \quad (\text{Κινητικότητα} = \text{Βαθμός ελευθερίας} - 6 \text{ κινήσεις πλαισίου})$$

$$M = 6m - \sum_{k=1}^5 (k \cdot c_k)$$

$$M = 6m - 5c_5 - 4c_4 - 3c_3 - 2c_2 - c_1$$

$$M = 6(m - c) + \sum_{i=1}^c f_i$$

Όπου:

n = αριθμός μελών

m = αριθμός κινητών μελών

c = αριθμός ζευγών

k_i = αριθμός συνδέσεων ζεύγους i (μη επιτρ. κινήσεων)

c_k = αριθμός ζευγών τάξεως k

f_i = αριθμός ελευθεριών ζεύγους i

Ανοιχτή αλυσίδα

$$c = n - 1 = m$$

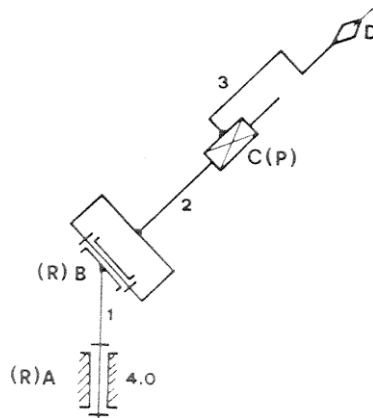
$$M = \sum_{i=1}^c f_i$$

Κλειστή αλυσίδα

$$c = n + m + 1$$

$$M = \sum_{i=1}^c f_i - 6$$

©2014



Μέλη: 1, 2 και 3

Αρθρώσεις:

A – R – Περιστροφής (f=1)

B – R – Περιστροφής (f=1)

C – P – Πρισματική (f=1)

D – TCP (Tool Center Point)

Άκρο κατεργασίας του ρομπότ

Άρα:

$$F = 9$$

$$M = 3$$

©2014

