



## Μάθημα: "Ρομποτική Ι: Ανάλυση, Έλεγχος, Εργαστήριο"

(7<sup>ο</sup> εξάμηνο, Ακαδημαϊκό Έτος 2022-23)

Διδάσκων : Κ. Τζαφέστας

### 1<sup>η</sup> ΣΕΙΡΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Course Assignment #1)

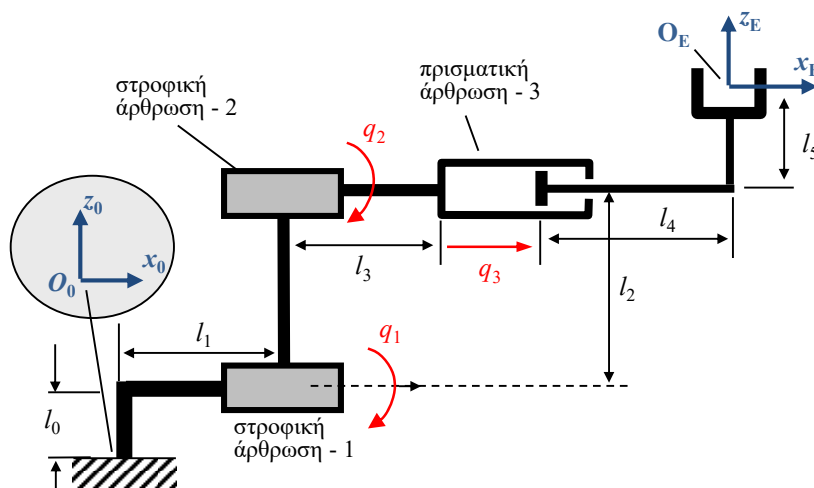
#### Άσκηση 1.1 (ευθύ και αντίστροφο γεωμετρικό μοντέλο)

Για το ρομποτικό μηχανισμό 2R-1P που εικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 1 (αποτελούμενο από 3 αρθρώσεις, δύο στροφικές και μία πρισματική):

(α) Να προσδιορισθεί το *ευθύ γεωμετρικό μοντέλο* του μηχανισμού (θέση και προσανατολισμός του τελικού εργαλείου δράσης ως συνάρτηση των γενικευμένων μετατοπίσεων ( $q_1, q_2, q_3$ ) στις αρθρώσεις), εφαρμόζοντας αλγεβρική μέθοδο διαδοχικών μετασχηματισμών συντεταγμένων.

(β) Να προσδιορισθεί η αναλυτική έκφραση για το αντίστροφο γεωμετρικό μοντέλο του μηχανισμού, και συγκεκριμένα, να γίνει αναλυτικός προσδιορισμός των γενικευμένων μετατοπίσεων ( $q_1, q_2, q_3$ ) στις αρθρώσεις συναρτήσει δεδομένης θέσης  $\mathbf{p}_E = [p_{Ex}, p_{Ey}, p_{Ez}]^T$  του τελικού εργαλείου δράσης.

Παρατήρηση: Το σταθερό πλαίσιο αναφοράς ( $O_0-x_0y_0z_0$ ) της ρομποτικής βάσης, το πλαίσιο αναφοράς ( $O_E-x_Ey_Ez_E$ ) του τελικού εργαλείου δράσης, καθώς και η διάταξη αρχικοποίησης του μηχανισμού είναι όπως εικονίζονται στο Σχήμα. Τα μήκη  $l_0$  έως  $l_5$ , θεωρούνται σταθερά και γνωστά.



Σχήμα 1: Ρομποτικός μηχανισμός 2R-1P

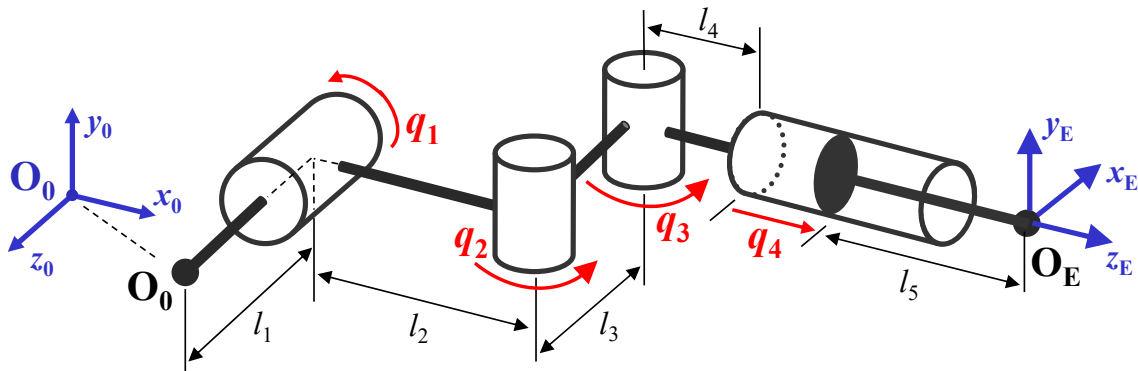
#### Άσκηση 1.2 (Παράμετροι D-H, ευθεία κινηματική ανάλυση)

Έστω ο ρομποτικός μηχανισμός 4 βαθμών ελευθερίας (3R-1P) που εικονίζεται στο Σχήμα 2. Ο μηχανισμός αποτελείται από τρεις στροφικές αρθρώσεις ( $q_1, q_2, q_3$ ) και μία πρισματική ( $q_4$ ). Η βάση στήριξης του μηχανισμού θεωρείται ότι βρίσκεται στο σημείο  $O_0$ , και το άκρο του τελικού εργαλείου δράσης στο  $O_E$ , όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Τα σταθερά γεωμετρικά μήκη  $l_1, \dots, l_5$ , των συνδέσμων του μηχανισμού, θεωρούνται γνωστά.

α) Εφαρμόζοντας τη μέθοδο Denavit-Hartenberg (D-H) να τοποθετηθούν οι *άξονες για τα πλαίσια αναφοράς* των συνδέσμων, και να προσδιορισθεί ο *πίνακας των παραμέτρων της μεθόδου*.

β) Με βάση την τοποθέτηση των πλαισίων του προηγούμενου ερωτήματος, να υπολογισθεί το *μητρώο ομογενούς μετασχηματισμού* συντεταγμένων από τη βάση (σύστημα αναφοράς  $O_0-x_0y_0z_0$ ) στο σύστημα συντεταγμένων του 2<sup>ου</sup> κινούμενου συνδέσμου (συναρτήσει των  $q_1$  και  $q_2$ ).

Σημείωση: Τα πλαίσια αναφοράς της βάσης και του τελικού εργαλείου δράσης, καθώς και η διάταξη αρχικοποίησης του ρομποτικού μηχανισμού, δίνονται όπως στο Σχήμα 2.

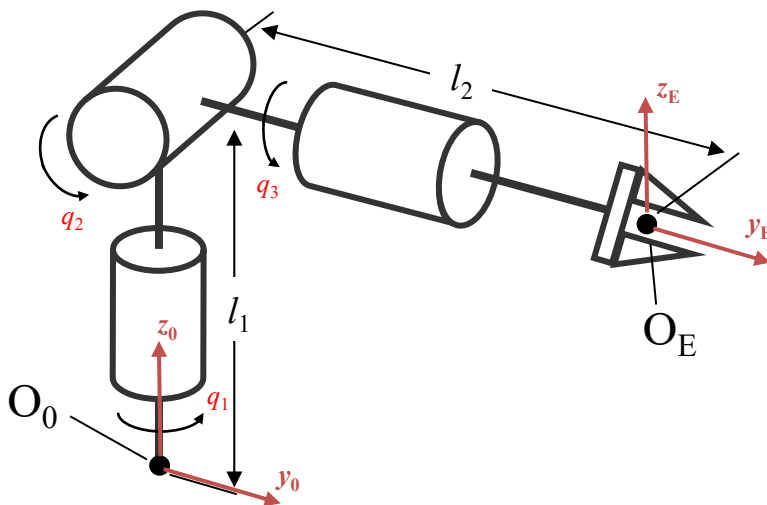


Σχήμα 2: Ρομποτικός μηχανισμός 4 βαθμών ελευθερίας (3R-1P).

### Άσκηση 1.3 (Μητρώο στροφής, σφαιρικός μηχανισμός καρπού)

Για τον ρομποτικό μηχανισμό που εικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 3 (αποτελούμενο από 3 στροφικές αρθρώσεις), να προσδιορισθούν οι γωνιακές μετατοπίσεις ( $q_1, q_2, q_3$ ) στις αρθρώσεις που οδηγούν σε δεδομένο προσανατολισμό του τελικού εργαλείου δράσης (εκφρασμένου μέσω δεδομένου μητρώου στροφής  $R_E^0$ ).

Σημείωση: Θεωρούμε το πλαίσιο αναφοράς της ρομποτικής βάσης και του τελικού εργαλείου δράσης, καθώς και τη διάταξη αρχικοποίησης του μηχανισμού, όπως εικονίζονται στο Σχήμα.



Σχήμα 3