

# Εισαγωγή στη Ρομποτική

## 4β. Τοποθέτηση συστημάτων συντεταγμένων

Π. ΑΣΒΕΣΤΑΣ

E-Mail: [pasv@uniwa.gr](mailto:pasv@uniwa.gr)

{ 1 }

## Εισαγωγή

- Αφού σχεδιαστεί το κινηματικό διάγραμμα, το επόμενο βήμα είναι να τοποθετηθεί ένα σύστημα συντεταγμένων σε κάθε άρθρωση καθώς και στον τελικό επενεργητή.
- Αυτό βοηθάει στη μελέτη της σχετικής κίνησης μεταξύ δύο διαδοχικών αρθρώσεων, ώστε να προκύψει τελικά η θέση του τελικού επενεργητή όπως έχει αναφερθεί παραπάνω.

{ 2 }

## Εισαγωγή

- Για βραχίονα με  $N$  αρθρώσεις τοποθετούμε  $N+1$  συστήματα συντεταγμένων.
- Τα συστήματα συντεταγμένων αριθμούνται  $\{0\}, \{1\}, \dots, \{N\}$  ξεκινώντας από την 1η άρθρωση και καταλήγοντας στον τελικό επενεργητή.
- Το σύστημα συντεταγμένων που τοποθετείται στην πρώτη άρθρωση, θεωρείται ως σύστημα αναφοράς και συμβολίζεται με  $\{0\}$ . Το σύστημα αυτό θεωρείται σταθερό και δεν μετακινείται.

( 3 )

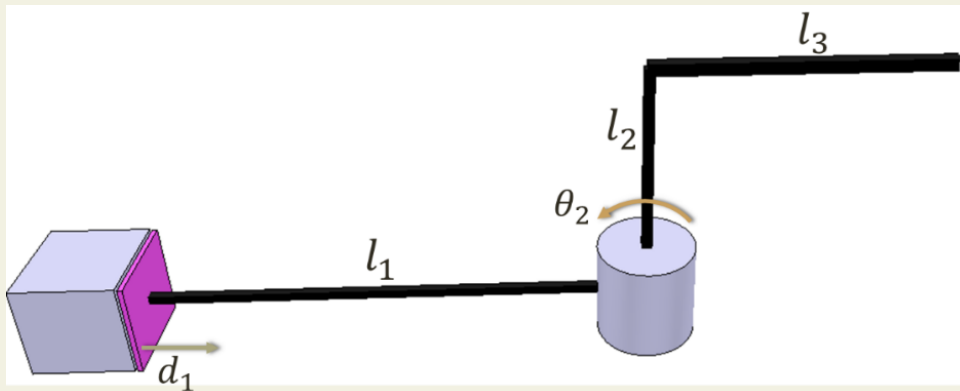
## Κανόνες D-H

- Η τοποθέτηση γίνεται σύμφωνα με τους 4 **κανόνες Denavit-Hartenberg (D-H rules)**:
  1. Ο άξονας  $z$  σε κάθε σύστημα συντεταγμένων συμπίπτει με τον άξονα κίνησης της άρθρωσης (Για τον τελικό επενεργητή, προτιμάται (χωρίς να είναι υποχρεωτικό) ο άξονας  $z$  να είναι παράλληλος με άξονας  $z$  του προηγούμενου συστήματος συντεταγμένων).
  2. Ο άξονας  $x$  σε κάθε σύστημα συντεταγμένων πρέπει να κάθετος με τον άξονα  $z$  του τρέχοντος και του προηγούμενου συστήματος συντεταγμένων. Για την πρώτη άρθρωση, ο άξονας  $x$  αρκεί να είναι κάθετος με τον άξονα  $z$  του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων.
  3. Η προέκταση του άξονα  $x$  σε κάθε σύστημα συντεταγμένων πρέπει να τέμνει την προέκταση του άξονα  $z$  του προηγούμενου συστήματος συντεταγμένων (Δεν εφαρμόζεται για την πρώτη άρθρωση). Εάν δεν τέμνονται, μετακινείται κατάλληλα η αρχή του τρέχοντος συστήματος συντεταγμένων.
  4. Ο άξονας  $y$  σε κάθε σύστημα συντεταγμένων τοποθετείται σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού.

( 4 )

## Παράδειγμα 4-2

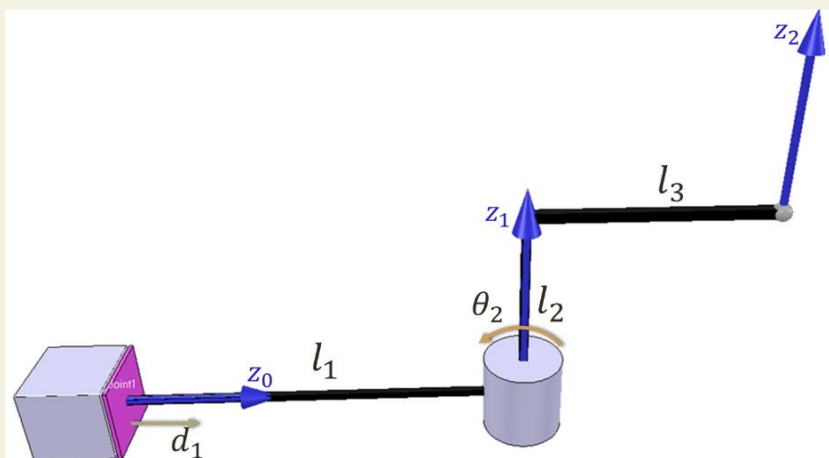
Έστω το κινηματικό διάγραμμα της εικόνας. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



[ 5 ]

## Παράδειγμα 4-2

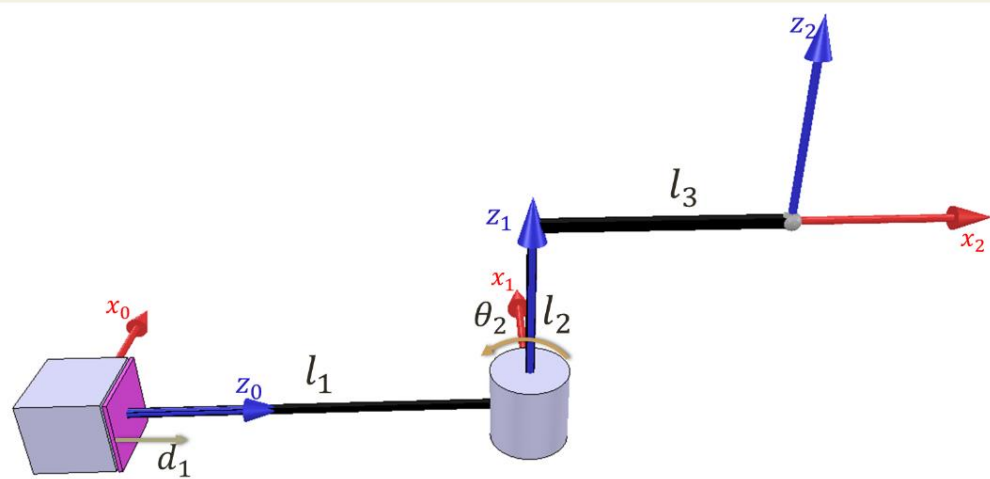
- Τοποθέτηση αξόνων  $z$



[ 6 ]

## Παράδειγμα 4-2

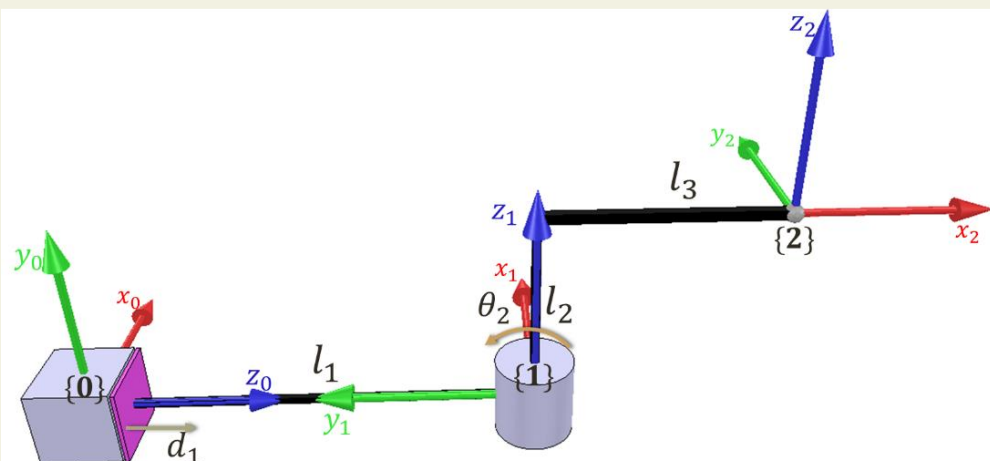
- Τοποθέτηση αξόνων  $x$



[ 7 ]

## Παράδειγμα 4-2

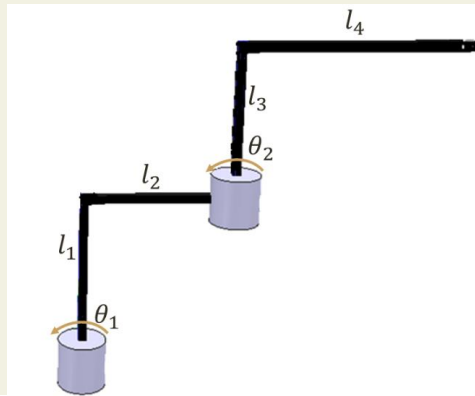
- Τοποθέτηση αξόνων  $y$



[ 8 ]

## Παράδειγμα 4-3

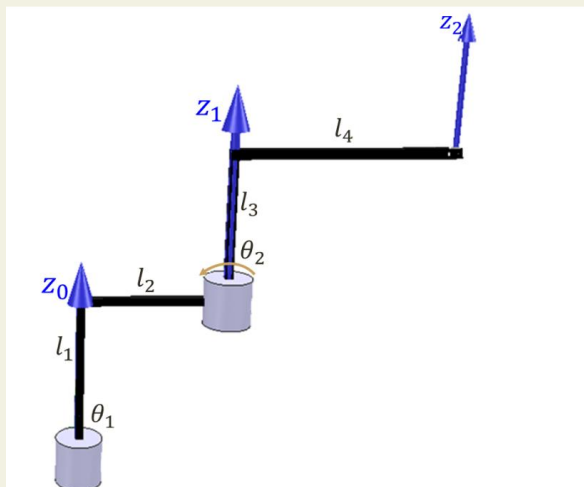
Έστω το κινηματικό διάγραμμα για έναν βραχίονα SCARA δύο βαθμών ελευθερίας. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



{ 9 }

## Παράδειγμα 4-3

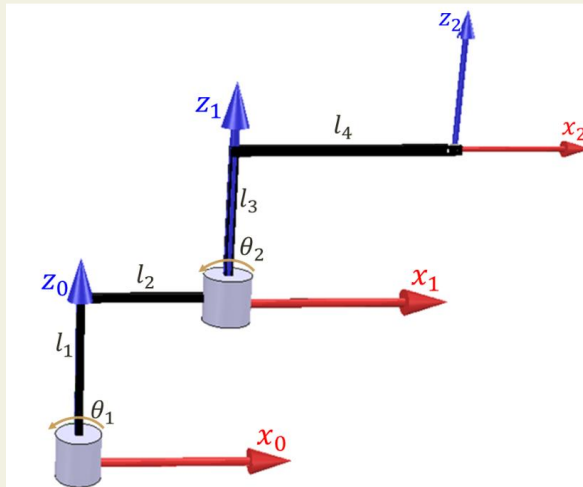
- Τοποθέτηση αξόνων  $z$



{ 10 }

## Παράδειγμα 4-3

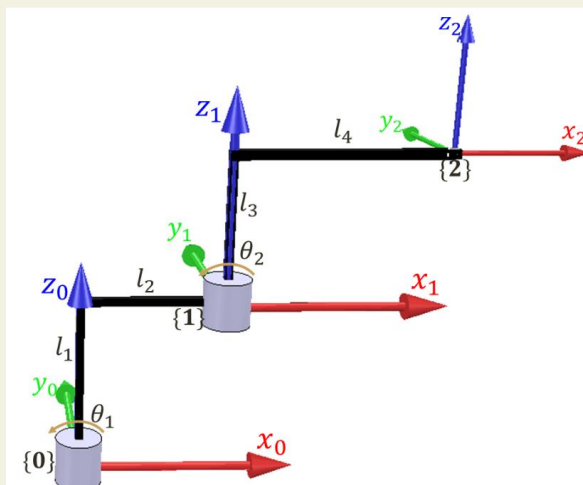
- Τοποθέτηση αξόνων  $x$



{ 11 }

## Παράδειγμα 4-3

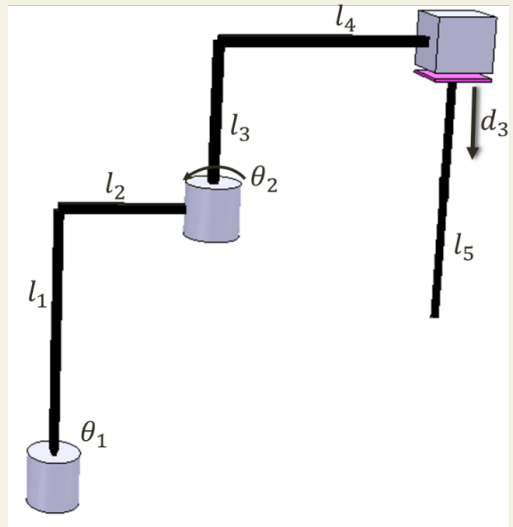
- Τοποθέτηση αξόνων  $y$



{ 12 }

## Παράδειγμα 4-4

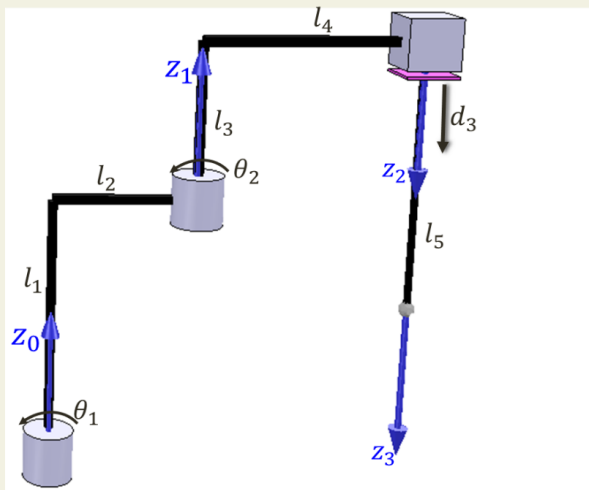
Έστω το κινηματικό διάγραμμα για έναν βραχίονα SCARA. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



( 13 )

## Παράδειγμα 4-4

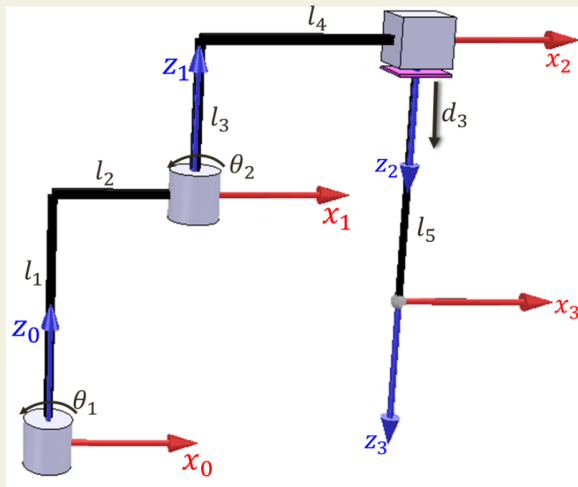
- Τοποθέτηση αξόνων z



( 14 )

## Παράδειγμα 4-4

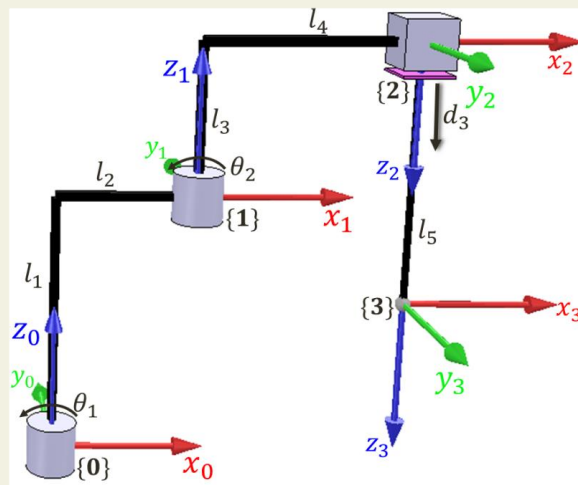
- Τοποθέτηση αξόνων  $x$



{ 15 }

## Παράδειγμα 4-4

- Τοποθέτηση αξόνων  $y$

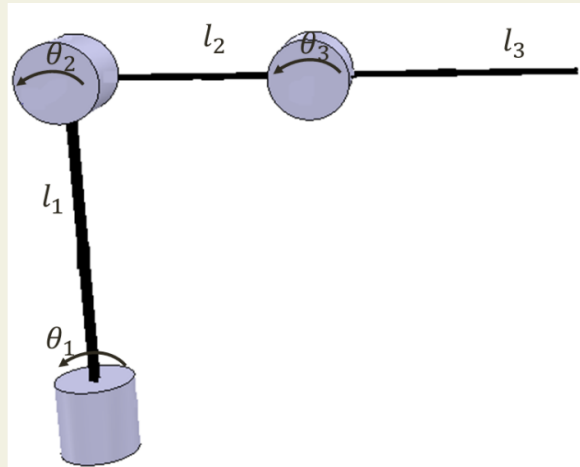


{ 16 }



## Παράδειγμα 4-5

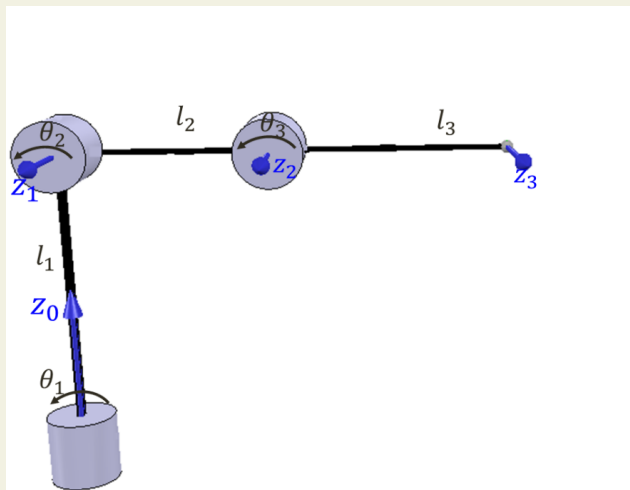
Έστω το κινηματικό διάγραμμα για έναν βραχίονα ανθρωπομορφικού τύπου. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



[ 17 ]

## Παράδειγμα 4-5

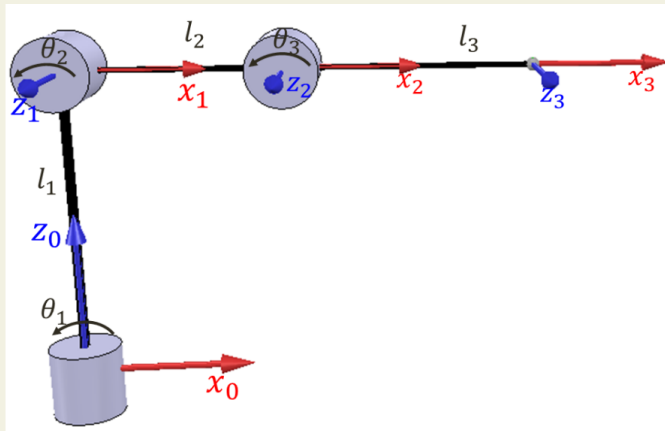
- Τοποθέτηση αξόνων  $z$



[ 18 ]

## Παράδειγμα 4-5

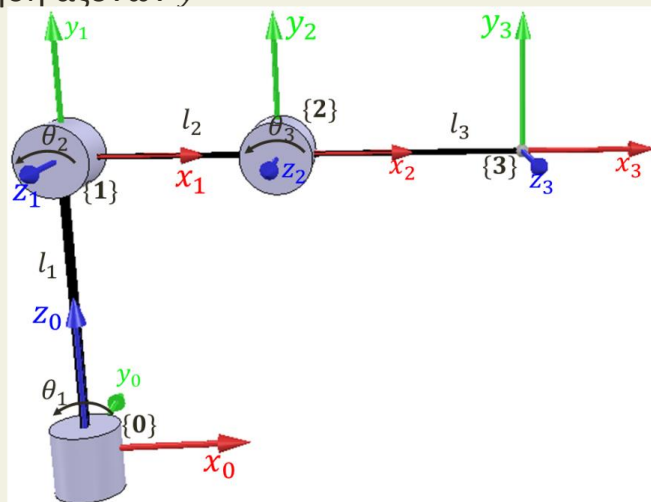
- Τοποθέτηση αξόνων  $x$



[ 19 ]

## Παράδειγμα 4-5

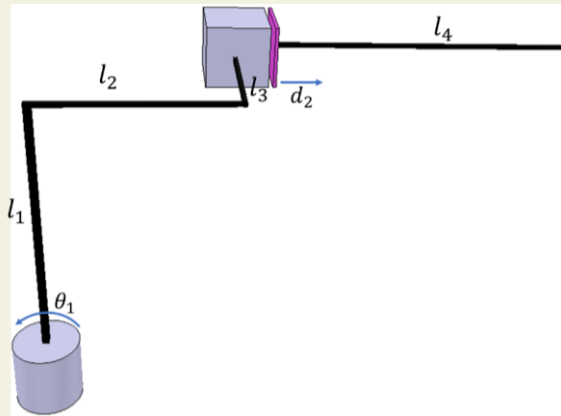
- Τοποθέτηση αξόνων  $y$



[ 20 ]

## Παράδειγμα 4-6

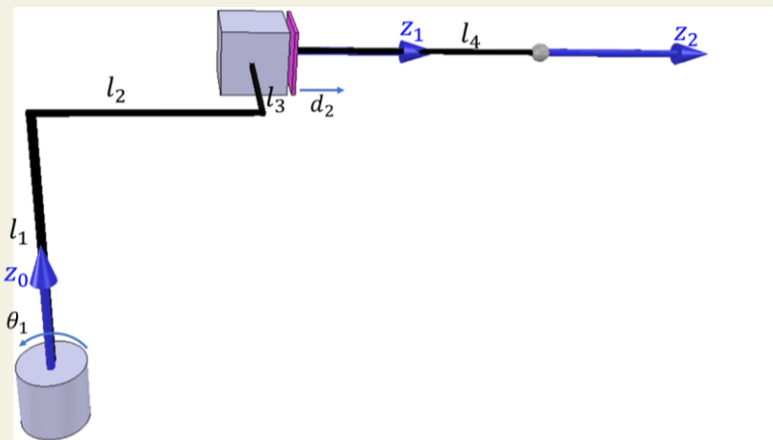
Έστω το κινηματικό διάγραμμα.  
Να τοποθετηθούν οι άξονες  
συντεταγμένων σύμφωνα με  
τους κανόνες Denavit-  
Hartenberg.



( 21 )

## Παράδειγμα 4-6

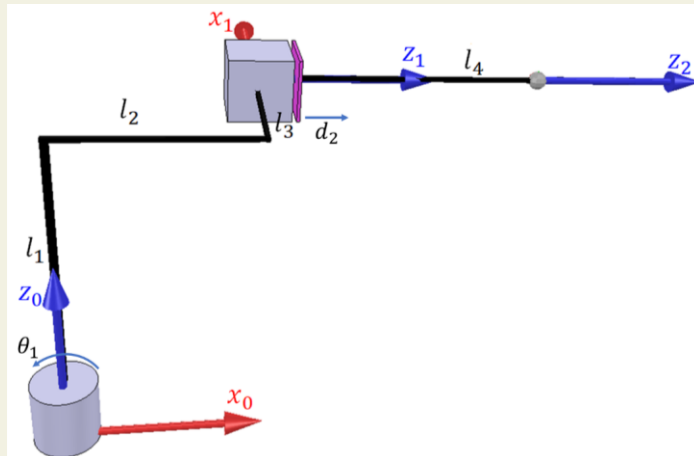
- Τοποθέτηση αξόνων z



( 22 )

## Παράδειγμα 4-6

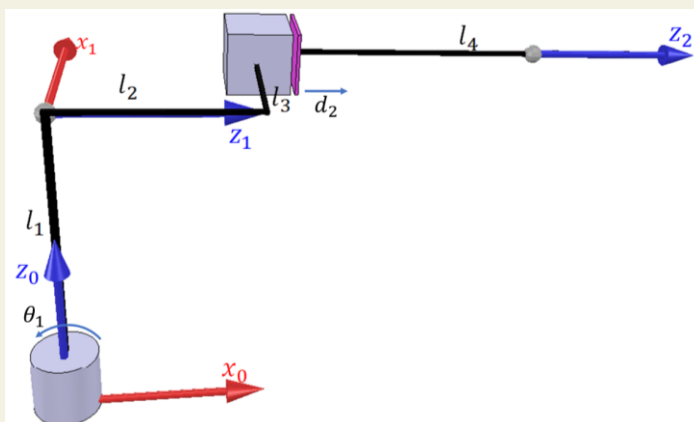
- Τοποθέτηση αξόνων  $x$



{ 23 }

## Παράδειγμα 4-6

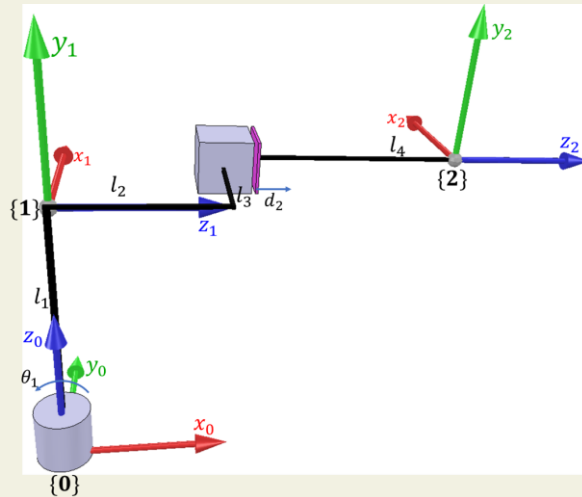
- Τοποθέτηση αξόνων  $x$



{ 24 }

## Παράδειγμα 4-6

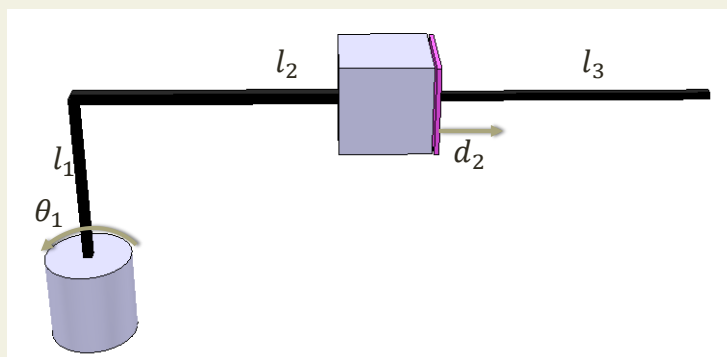
- Τοποθέτηση αξόνων  $y$



{ 25 }

## Άσκηση

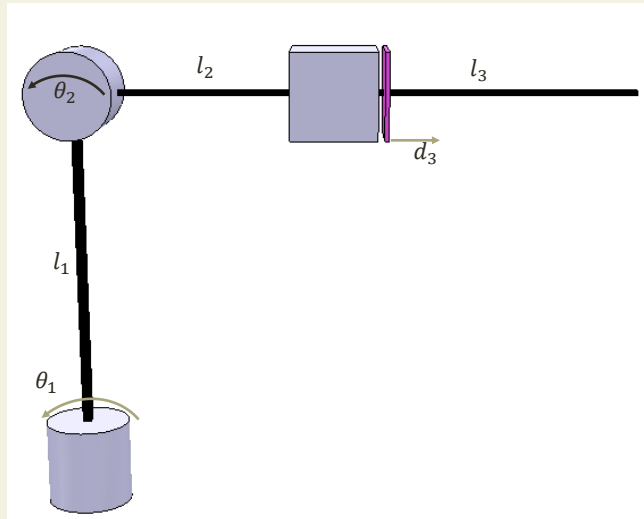
Έστω το κινηματικό διάγραμμα της εικόνας. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



{ 26 }

## Άσκηση

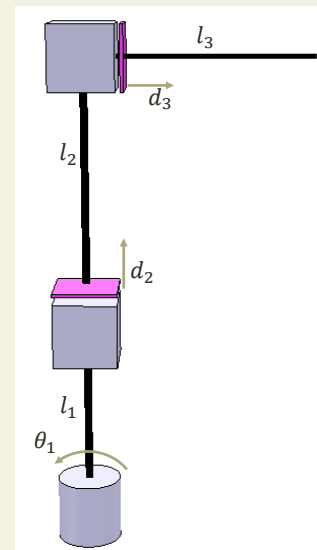
Έστω το κινηματικό διάγραμμα του βραχίονα σφαιρικού τύπου. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



[ 27 ]

## Άσκηση

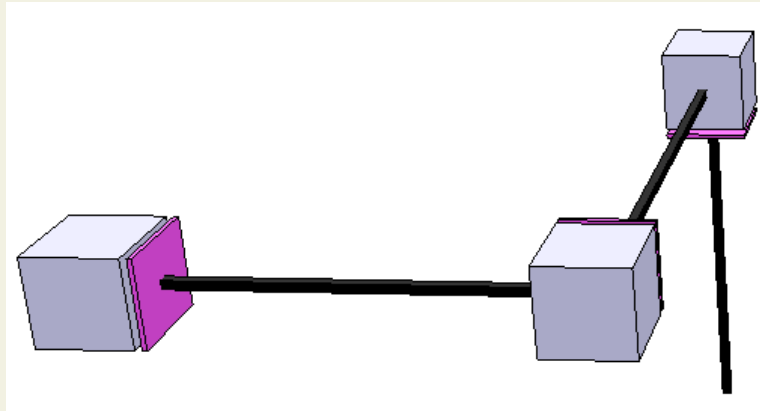
Έστω το κινηματικό διάγραμμα του βραχίονα κυλινδρικού τύπου. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



[ 28 ]

## Άσκηση

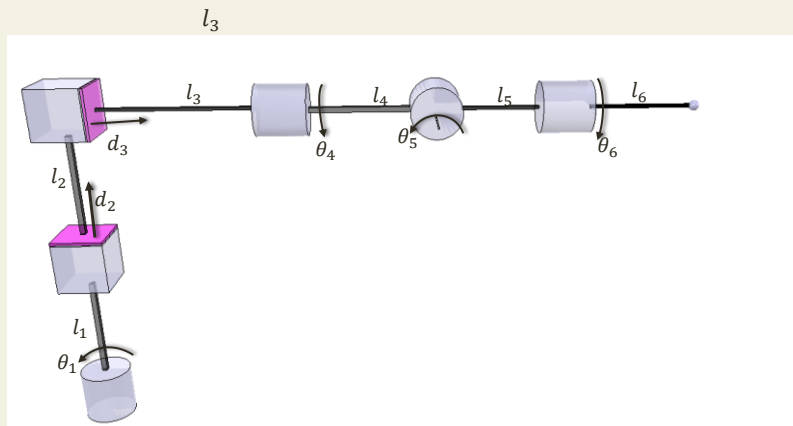
Έστω το κινηματικό διάγραμμα του βραχίονα καρτεσιανού τύπου. Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



( 29 )

## Άσκηση

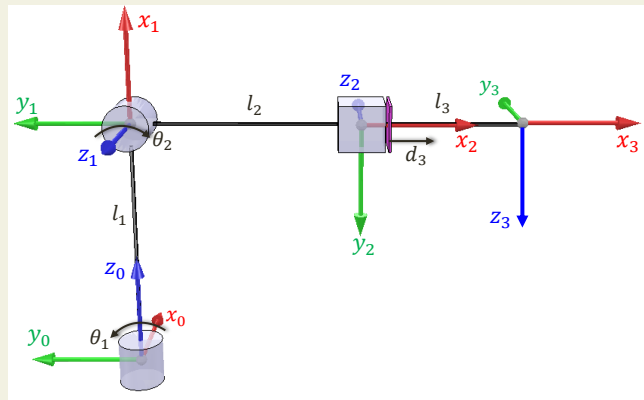
Να τοποθετηθούν οι άξονες συντεταγμένων σύμφωνα με τους κανόνες Denavit-Hartenberg.



( 30 )

## ΑΣΚΗΣΗ

Στην εικόνα παρουσιάζεται το κινηματικό διάγραμμα ενός ρομποτικού βραχίονα. Υπάρχουν 4 σφάλματα. Ποια είναι αυτά;



## ΑΣΚΗΣΗ

Στην εικόνα παρουσιάζεται το κινηματικό διάγραμμα ενός ρομποτικού βραχίονα. Υπάρχουν **τουλάχιστον 5** σφάλματα ή παραλείψεις. Ποια είναι αυτά;

