

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Πρόλογος</i> | 11 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή | 15 |
| 1.1 Ρομποτική - Ορισμός, ιστορικά και εφαρμογές | 15 |
| 1.2 Βασική δομή και λειτουργία ρομποτικού βραχίονα. . . . | 17 |
| 1.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη ρομποτικού βραχίονα | 23 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Κινηματική στερεού σώματος | 27 |
| 2.1 Θέση σημείου του σώματος και ελεύθερα ανύσματα . . . | 27 |
| 2.2 Περιγραφή της θέσης και του προσανατολισμού ενός στερεού σώματος | 29 |
| 2.2.1 Πίνακας στροφής. | 30 |
| 2.2.2 Ιδιότητες του πίνακα στροφής | 31 |
| 2.2.3 Βασικοί πίνακες στροφής | 33 |
| 2.2.4 Μετασχηματισμός συντεταγμένων της θέσης ενός σημείου με τον πίνακα στροφής | 33 |
| 2.2.5 Στροφή της θέσης ενός σημείου | 34 |
| 2.2.6 Σύνθεση πινάκων στροφής | 34 |
| 2.3 Εναλλακτικοί τρόποι περιγραφής προσανατολισμού . . | 37 |
| 2.3.1 Γωνίες περιστροφής γύρω από τους άξονες του ακίνητου πλαισίου αναφοράς. | 37 |
| 2.3.2 Γωνίες Euler. | 38 |
| 2.3.3 Γωνία στροφής γύρω από ισοδύναμο άξονα | 40 |
| 2.4 Ομογενής μετασχηματισμός ενός στερεού σώματος | 43 |
| 2.4.1 Αντιστροφή του πίνακα ομογενούς μετασχηματισμού. | 49 |
| 2.4.2 Σύνθεση πινάκων ομογενούς μετασχηματισμού . . | 49 |
| 2.4.3 Μετασχηματισμός βίδας: Μια ειδική περίπτωση | 51 |
| <i>Ασκήσεις</i> | 51 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κινηματική αρθρωτού βραχίονα | 57 |
| 3.1 Ευθεία κινηματική ανάλυση | 58 |
| 3.1.1 Τοποθέτηση πλαισίου συντεταγμένων $\{i\}$ | 59 |
| 3.1.2 Ορισμός κινηματικών παραμέτρων | 61 |
| 3.1.3 Πλαίσια βάσης $\{0\}$ και τελευταίος συνδέσμου $\{n\}$ | 63 |
| 3.1.4 Κινηματικές εξισώσεις | 64 |
| 3.2 Αντίστροφη κινηματική ανάλυση | 73 |
| 3.2.1 Ύπαρξη λύσεων και χώρος εργασίας | 73 |
| 3.2.2 Υποχώρος ρομποτικού βραχίονα με βαθμούς ελευθερίας λιγότερους από έξι. | 75 |
| 3.2.3 Πολλαπλές λύσεις. | 76 |
| 3.2.4 Μέθοδοι επίλυσης του αντίστροφου κινηματικού προβλήματος σε απλούς βραχίονες | 78 |
| 3.2.5 Μέθοδος κινηματικής αποσύζευξης. | 81 |
| 3.2.6 Μέθοδος αντίστροφου ομογενούς μετασχηματισμού | 82 |
| <i>Ασκήσεις</i> | 88 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Κίνηση στερεού σώματος | 93 |
| 4.1 Αντισυμμετρικοί πίνακες | 94 |
| 4.2 Σχέση αντισυμμετρικών πινάκων με πίνακες στροφής. | 95 |
| 4.3 Γωνιακή ταχύτητα | 98 |
| 4.4 Γραμμική ταχύτητα ενός σημείου περιστρεφόμενου σώματος | 100 |
| 4.5 Γενική κίνηση - περιστροφή και μεταφορά | 101 |
| 4.6 Γραμμική ταχύτητα ενός σημείου κινούμενου σώματος | 107 |
| 4.7 Συστροφές. | 108 |
| 4.8 Κίνηση Βίδας: Η γεωμετρική περιγραφή των συστροφών. | 112 |
| 4.9 Μετασχηματισμός συστροφών. | 117 |
| 4.10 Συνιστώσες συστροφής σε νέο πλαίσιο | 119 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.11 | Σχετική κίνηση - Σύνθεση συστροφών | 123 |
| 4.12 | Γενικευμένη δύναμη και αμοιβαιότητα | 124 |
| | <i>Παράρτημα: Η χωρική ταχύτητα</i> | 126 |
| | <i>Ασκήσεις</i> | 129 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Ιακωβιανές αρθρωτού βραχίονα | | 131 |
| 5.1 | Η Ιακωβιανή του άκρου | 132 |
| 5.2 | Εύρεση των στηλών της Ιακωβιανής του άκρου | 133 |
| 5.3 | Η Ιακωβιανή του βραχίονα | 135 |
| 5.4 | Μέθοδος υπολογισμού της Ιακωβιανής του βραχίονα | 137 |
| 5.5 | Η αντίστροφη Ιακωβιανή | 140 |
| 5.6 | Ιδιάζουσες θέσεις | 140 |
| 5.7 | Υπολογισμός της αντίστροφης Ιακωβιανής | 141 |
| 5.8 | Απεικόνιση δυνάμεων στις αρθρώσεις | 143 |
| | <i>Ασκήσεις</i> | 143 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Σχεδίαση τροχιάς | | 147 |
| 6.1 | Σχεδίαση πολυωνυμικής τροχιάς | 149 |
| 6.2 | Σχεδίαση γραμμικής τροχιάς με παραβολική μείξη | 154 |
| 6.3 | Σχεδίαση γραμμικής τροχιάς παραβολικής μείξης με ενδιάμεσες θέσεις | 158 |
| 6.4 | Σχεδίαση τροχιάς για το άκρο του βραχίονα | 160 |
| | <i>Ασκήσεις</i> | 161 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Δυναμική μελέτη αρθρωτού βραχίονα | | 163 |
| 7.1 | Γενικευμένες συντεταγμένες - Ολόνομοι και ανολόνομοι δεσμοί | 164 |
| 7.2 | Δυνατές και πραγματικές μετατοπίσεις | 166 |
| 7.3 | Αρχή των δυνατών έργων και η Αρχή του d' Alembert | 168 |
| 7.4 | Γενικευμένες δυνάμεις | 170 |
| 7.5 | Εξισώσεις κίνησης | 171 |

| | | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.6 | Εξισώσεις Lagrange - d' Alembert για μηχανικό σύστημα | 174 |
| 7.7 | Εξισώσεις Lagrange - d' Alembert για μηχανικό σύστημα με ανολόνομους δεσμούς. | 175 |
| 7.8 | Αδράνεια και κινητική ενέργεια στερεού σώματος | 178 |
| 7.9 | Γενική μορφή εξισώσεων κίνησης ενός ρομποτικού βραχίονα. | 182 |
| 7.10 | Δυναμικές εξισώσεις επίπεδου βραχίονα 2 β.ε. | 185 |
| 7.11 | Δυναμικές εξισώσεις βραχίονα με περιορισμένο άκρο | 188 |
| | <i>Ασκήσεις</i> | 191 |
| | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Έλεγχος κίνησης αρθρωτού βραχίονα | 195 |
| 8.1 | Ανεξάρτητος έλεγχος αρθρώσεων | 198 |
| 8.1.1 | Μοντέλο βραχίονα με σύστημα οδήγησης dc-κινητήρα μειωτήρα | 198 |
| 8.1.2 | Αναλογικός έλεγχος με ανάδραση ταχύτητας | 203 |
| 8.1.3 | Προδιαγραφές λειτουργίας και καθορισμός των παραμέτρων ελέγχου. | 204 |
| 8.1.4 | Σφάλματα μόνιμης κατάστασης | 206 |
| 8.1.5 | Αντισταθμιστικές εισοδοι ελέγχου για τα σφάλματα μόνιμης κατάστασης | 209 |
| 8.2 | Έλεγχος βραχίονα βασισμένος στο μη γραμμικό μοντέλο | 212 |
| 8.2.1 | Έλεγχος θέσης και τροχιάς μιας μάζας με ένα βαθμό ελευθερίας | 213 |
| 8.2.2 | Έλεγχος μη γραμμικού συστήματος ενός βαθμού ελευθερίας | 214 |
| 8.2.3 | Έλεγχος υπολογισμένης ροπής για ρομποτικό βραχίονα n βαθμών ελευθερίας | 216 |
| 8.2.4 | Παράδειγμα ελέγχου βραχίονα 2 β.ε. | 218 |
| 8.3 | Συμπεράσματα | 223 |
| | <i>Ασκήσεις</i> | 224 |
| | <i>Βιβλιογραφία</i> | 229 |