

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ»**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	6126
ΚΑΡΑΝΙΚΟΛΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	6044

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2021

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στους «**ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥΣ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**».

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κο Τσινόπουλο Στέφανο, επιβλέπων καθηγητή μας, ο οποίος με τις γνώσεις και την καθοδήγησή του, βοήθησε στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουν επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΚΑΡΑΝΙΚΟΛΑΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη μελέτη του μηχανολογικού εξοπλισμού. Μηχανικός εξοπλισμός σημαίνει οποιοδήποτε μηχάνημα ή σύστημα που περιέχει κινούμενα μέρη. Τα σύγχρονα μηχανήματα είναι πολύπλοκα και αποτελούνται από δομικά στοιχεία, μηχανισμούς και στοιχεία ελέγχου και περιλαμβάνουν διεπαφές για βολική χρήση. Οι σύγχρονες γραμμές παραγωγής περιλαμβάνουν ποικίλο βιομηχανικό εξοπλισμό για την πλήρη λειτουργία τους και την εκπλήρωση των ανταγωνιστικών απαιτήσεων. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρονται κάποιοι από τους σημαντικούς αυτούς μηχανισμούς, όπως είναι ο μηχανισμός Γενεύης, ο μηχανισμός καστανίας, ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού και ο μηχανισμός ελεύθερης άρθρωσης. Επιπλέον, περιλαμβάνεται ο σχεδιασμός όλων αυτών των μηχανισμών μέσω του προγράμματος Solidworks. Γενικότερα, η δομή της εργασίας περιλαμβάνει την εισαγωγή στο μηχανολογικό εξοπλισμό και τους ανάλογους μηχανισμούς στο κεφάλαιο 1. Στο κεφάλαιο 2 περιλαμβάνεται όλη η σχετική έρευνα για τους μηχανισμούς αυτούς, καθώς και διάφορα παραδείγματα χρήσης τους. Το κεφάλαιο 3 περιλαμβάνει το σχεδιασμό των μηχανισμών και τέλος το κεφάλαιο 4 περιλαμβάνει τα συμπεράσματα.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1. ΓΕΝΙΚΑ	12
1.1.1 Ταξινόμηση της θεωρίας των μηχανών	13
1.1.2 Κινηματικό ζεύγος	14
1.1.3 Κινηματική αλυσίδα.....	17
1.1.4 Μηχανισμοί.....	18
1.1.5 Βαθμοί ελευθερίας (DOF) ή κινητικότητα.....	19
2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΕΣ	19
3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	20
4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ	23
1.4.1 Τι είναι ο μηχανισμός Γενεύης	24
1.4.2 Τι είναι ο μηχανισμός καστάνιας.....	29
1.4.3 Τι είναι ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού	31
1.4.4 Τι είναι ο μηχανισμός ελεύθερης άρθρωσης	32
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ	38
1. Ο μηχανισμός Γενεύης	38
2.1.1 Έρευνα	38
2.1.2 Παραδείγματα χρήσης.....	43
2. Ο μηχανισμός της καστάνιας	43
2.2.1 Έρευνα	43
2.2.2 Παραδείγματα χρήσης.....	46
3. Ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού	48
2.3.1 Έρευνα	48
2.3.2 Παραδείγματα χρήσης.....	49
4. Ο μηχανισμός της ελεύθερης άρθρωσης	51
2.4.1 Έρευνα	51
2.4.2 Παραδείγματα χρήσης.....	53
3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	56
ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SOLIDWORKS	55
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	87

EΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1: Ζεύγος περιστροφής / Περιστρεφόμενο ζεύγος [1].....	14
Εικόνα 1.2: Συρόμενο ζεύγος / Πρισματικό ζεύγος [1]	14
Εικόνα 1.3: Βιδωτό ζεύγος [1].....	15
Εικόνα 1.4: Κυλινδρικό ζεύγος [1]	15
Εικόνα 1.5: Ζεύγος κύλισης [1]	15
Εικόνα 1.6: Σφαιρικό ζεύγος [1].....	16
Εικόνα 1.7: Επίπεδο ζεύγος [1]	16
Εικόνα 1.8: Υψηλότερο ζεύγος [1]	17
Εικόνα 1.9:Κινηματική αλυσίδα [1]	17
Εικόνα 1.10: Επίπεδος μηχανισμός [1]	18
Εικόνα 1.11: Χωρικός μηχανισμός [1].....	18
Εικόνα 1.12:Μηχανισμός Γενεύης με 4 υποδοχές [3]	25
Εικόνα 1.13: Τρισδιάστατο μοντέλο του μηχανισμού Γενεύης [3]	26
Εικόνα 1.14: Μηχανισμός Γενεύης με καμπύλες υποδοχές (δε φαίνεται ο μηχανισμός κλειδώματος) [5]	28
Εικόνα 1.15: Μέτρηση των εγκοπών μηχανής σε μια μηχανή μέτρησης συντεταγμένων τριών αξόνων [5]	29
Εικόνα 1.16: Ελεύθερος μηχανισμός καστανίας [9]	30
Εικόνα 1.17: Καστανία [10]	31
Εικόνα 1.18: Μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού [11].....	32
Εικόνα 1.19: Δείγματα από μηχανισμούς ελεύθερης άρθρωσης και οι αντίστοιχες χαρακτηριστικές καμπύλες που εισήχθησαν από τον Artobolevsky. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν την γωνιακή ταχύτητα του κινητήριου άξονα της εισόδου και οι συνεχείς γραμμές δείχνουν τη γωνιακή ταχύτητα του κινητήριου άξονα εξόδου [18]	34
Εικόνα 1.20 Σχήμα μιας άρθρωσης Cardan [18].....	35
Εικόνα 1.21: Αποτύπωση των μεταβλητών της ελεύθερης άρθρωσης [19]	36
Εικόνα 2.1: Αυτόματη μηχανή διάτρησης βασισμένη στο μηχανισμό Γενεύης [38]	42
Εικόνα 2.2: Παραλλαγή της δράσης της καστανίας και του γάντζου (F=δύναμη, R=αντίδραση) [9] ...	44
Εικόνα 2.3: Τροχός της καστανίας [9]	45
Εικόνα 2.4: Γάντζος της καστανίας [9]	45
Εικόνα 2.5: Σχεδιασμένη καστανία και τάσεις στο πρόγραμμα ANSYS [9].....	45
Εικόνα 2.6: Τρισδιάστατος μηχανισμός καστανίας [43]	46
Εικόνα 2.7: Κατασκευασμένος και εφαρμοσμένος μηχανισμός καστανίας [43].....	47
Εικόνα 2.8: Αέριο απευθείας από σκωτσέζικου ζυγού [54]	50
Εικόνα 2.9: Λειτουργία διαμόρφωσης με τη χρήση του σκωτσέζικου ζυγού [56].....	51
Εικόνα 2.10: Δείγμα αποτυχημένης άρθρωσης Cardan [18].....	52

Εικόνα 2.11: Μια εξιδανίκευση άρθρωσης cardan [18].....	53
Εικόνα 2.12: Ώρες ημέρας και νύχτας για κάθετο ηλιακό ρολόι στις 52° N [70].....	54
Εικόνα 3.1: Τρισδιάστατη απεικόνιση του μηχανισμού της Γενεύης.	56
Εικόνα 3.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση κινούμενου τροχού	57
Εικόνα 3.3: Τρισδιάστατη απεικόνιση κινητήριου μέρους μηχανισμού.....	57
Εικόνα 3.4: Τρισδιάστατη απεικόνιση βάσης στήριξης μηχανισμού.....	58
Εικόνα 3.5: Τροχός γενεύης.....	59
Εικόνα 3.6: Κινητήριος τροχός.....	60
Εικόνα 3.7: Βάση.....	61
Εικόνα 3.8: Μηχανισμός καστάνιας	62
Εικόνα 3.9: Τρισδιάστατη βάση μηχανισμού καστάνιας	63
Εικόνα 3.10: Τρισδιάστατη απεικόνιση τροχού καστάνιας.....	64
Εικόνα 3.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση γάντζου συγκράτησης μηχανισμού	65
Εικόνα 3.12: Βάση στήριξης.....	66
Εικόνα 3.13: Τροχός καστάνιας	67
Εικόνα 3.14: Γάντζος συγκράτησης	68
Εικόνα 3.15: Μηχανισμός σκοτσέζικου ζυγού.....	69
Εικόνα 3.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση βάσης στήριξης μηχανισμού	70
Εικόνα 3.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση εμβόλου κίνησης ζυγού	71
Εικόνα 3.18: Τρισδιάστατη απεικόνιση έκκεντρου εξαρτήματος μετάδοσης κίνησης.....	71
Εικόνα 3.19: Βάση μηχανισμού	72
Εικόνα 3.20: Οδηγός εμβόλου	73
Εικόνα 3.21: Έκκεντρος μηχανισμός.....	74
Εικόνα 3.22: Τρισδιάστατη απεικόνιση ελεύθερης άρθρωσης	75
Εικόνα 3.23: Άξονας μετάδοσης κίνησης	76
Εικόνα 3.24: Έδρανο κύλισης (Ρουλεμάν)	76
Εικόνα 3.25: Βραχίονας.....	77
Εικόνα 3.26: Σταυρός	78
Εικόνα 3.27: Ποτήρι	78
Εικόνα 3.28: ασφάλεια οπής	79
Εικόνα 3.29: Σταυρός	80
Εικόνα 3.30: Ποτήρι	81
Εικόνα 3.31: Βραχίονας.....	82
Εικόνα 3.32: Ασφάλεια	83
Εικόνα 3.33: Έδρανο κύλισης (Ρουλεμάν)	84

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θεωρία των μηχανών μπορεί να οριστεί ως ο κλάδος της μηχανικής επιστήμης, που ασχολείται με τη μελέτη της σχετικής κίνησης μεταξύ των διαφόρων μερών μιας μηχανής, και των δυνάμεων που δρουν σε αυτές. Η γνώση αυτού του θέματος είναι πολύ σημαντική για ένα μηχανικό στο σχεδιασμό των διαφόρων μερών μιας μηχανής. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις μηχανές γενικότερα, αλλά και ειδικότερα σε αυτές όπου επικεντρώνεται και η παρούσα πτυχιακή εργασία. Πιο συγκεκριμένα αυτές είναι ο μηχανισμός Γενεύης, ο μηχανισμός καστανίας, ο σκωτσέζικος ζυγός και η ελεύθερη άρθρωση.

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Μηχανικός εξοπλισμός είναι οποιοδήποτε μηχάνημα ή σύστημα που περιέχει κινούμενα μέρη, όπως κινητήρες, βαλβίδες, διακόπτες ρελέ, συμπιεστές, ανεμιστήρες ή παρόμοια εξαρτήματα, συμπεριλαμβανομένων και άλλων τα οποία χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία ή / και κατάσταση του αέρα, του νερού, του ψυκτικού, της εκροής ή των προϊόντων της καύσης.

Μια μηχανή (ή μηχανική συσκευή) είναι μια μηχανική δομή που χρησιμοποιεί ισχύ για να ασκήσει δυνάμεις και να ελέγξει την κίνηση για να εκτελέσει μια επιδιωκόμενη δράση. Τα μηχανήματα μπορούν να οδηγούνται από ζώα και ανθρώπους, από φυσικές δυνάμεις όπως ο άνεμος και το νερό, αλλά και από χημική, θερμική ή ηλεκτρική ισχύ και περιλαμβάνουν ένα σύστημα μηχανισμών που διαμορφώνουν την είσοδο του ενεργοποιητή, για να επιτύχουν μια συγκεκριμένη εφαρμογή των δυνάμεων και της κίνησης εξόδου. Μπορούν επίσης, να περιλαμβάνουν υπολογιστές και αισθητήρες που παρακολουθούν την απόδοση και σχεδιάζουν την κίνηση. Συχνά ονομάζονται και μηχανικά συστήματα.

Τα σύγχρονα μηχανήματα είναι πολύπλοκα και αποτελούνται από δομικά στοιχεία, μηχανισμούς και στοιχεία ελέγχου και περιλαμβάνουν διεπαφές για βολική χρήση. Τα παραδείγματα είναι πολλά και περιλαμβάνουν, ένα ευρύ φάσμα οχημάτων όπως αυτοκίνητα, σκάφη και αεροπλάνα. Συσκευές στο σπίτι και στο γραφείο, συμπεριλαμβανομένων υπολογιστών, συστημάτων χειρισμού αέρα και διαχείρισης νερού καθώς και αγροτικά μηχανήματα, εργαλειομηχανές και αυτοματοποιημένα εργοστασιακά συστήματα και ρομπότ. Γενικότερα, σήμερα υπάρχουν και λειτουργούν χιλιάδες μηχανικά τμήματα και εξοπλισμοί τόσο σε βιομηχανικό επίπεδο όσο και σε καταναλωτικά προϊόντα.

1.1.1 Ταξινόμηση της θεωρίας των μηχανών

Η Θεωρία των μηχανών μπορεί να ταξινομηθεί στους εξής τέσσερις κλάδους:

1. Κινηματική: Ασχολείται με τη σχετική κίνηση μεταξύ των διαφόρων μερών των μηχανών.
2. Δυναμική: Μεταβάλλει τις δυνάμεις και τις επιδράσεις, ενώ ενεργεί με την κίνηση των επιμέρους τμημάτων.
3. Κινητική: Ασχολείται με τις δυνάμεις αδράνειας που προκύπτουν από το συνδυασμένο αποτέλεσμα της μάζας και της κίνησης των μερών της μηχανής.
4. Στατική: Ασχολείται με τις δυνάμεις και τα αποτελέσματά τους, ενώ τα μέρη του μηχανήματος είναι σε ηρεμία. Η μάζα των εξαρτημάτων θεωρείται αμελητέα.

Οι μηχανισμοί είναι ένας συνδυασμός άκαμπτων ή συγκρατημένων μερών ή σωμάτων από τα οποία συναρμολογείται το μηχάνημα. Αυτό πραγματοποιείται, δημιουργώντας ένα από τα μέρη ως σταθερό και η σχετική κίνηση των άλλων εξαρτημάτων καθορίζεται σε σχέση με το σταθερό αυτό μέρος. Ένα παράδειγμα, είναι ένας μηχανισμός ολίσθησης στροφαλοφόρου που χρησιμοποιείται σε κινητήρα εσωτερικής καύσης ή παλινδρομικό αεροσυμπιεστή, όπου η περιστροφική κίνηση του στροφάλου μετατρέπεται μέσω της ράβδου σύνδεσης στην παλινδρομική κίνηση, ή αντίστροφα. Η μηχανή λοιπόν, είναι ένας συνδυασμός των μηχανισμών που λαμβάνουν ενέργεια και τη μετατρέπουν σε κάποια χρήσιμη εργασία από την οποία μειώνονται οι ανθρώπινες προσπάθειες. Ένα μηχάνημα αποτελείται από διάφορα μέρη ή αμαξώματα.

Κάθε μέρος ενός μηχανήματος, το οποίο κινείται σε σχέση με κάποιο άλλο μέρος είναι γνωστό ως κινηματικός σύνδεσμος. Ένας σύνδεσμος μπορεί να αποτελείται από πολλά μέρη, τα οποία στερεώνονται άκαμπτα μεταξύ τους, έτσι ώστε να μην κινούνται σε σχέση με το υπόλοιπο μέρος. Για παράδειγμα, σε έναν παλινδρομικό κινητήρα ατμού, το έμβολο, η ράβδος του εμβόλου και η εγκάρσια κεφαλή αποτελούν έναν σύνδεσμο, η ράβδος σύνδεσης με μεγάλα και μικρά ρουλεμάν αποτελούν έναν δεύτερο σύνδεσμο, στροφαλοφόρος άξονας και σφόνδυλος ένας τρίτος σύνδεσμος και ο κύλινδρος, το πλαίσιο του κινητήρα και τα κύρια έδρανα ένα τέταρτο σύνδεσμο.

Οι τύποι των συνδέσμων είναι ως εξής:

1. Άκαμπτος σύνδεσμος: Ένας άκαμπτος σύνδεσμος είναι αυτός που δεν υφίσταται παραμόρφωση κατά τη μετάδοση κίνησης.
2. Ευέλικτος σύνδεσμος: Ένας εύκαμπτος σύνδεσμος είναι ένας που παραμορφώνεται εν μέρει κατά τρόπο που δεν επηρεάζει τη μετάδοση κίνησης. Για παράδειγμα, οι ζώνες, τα σχοινιά, οι αλυσίδες και τα σύρματα είναι εύκαμπτοι σύνδεσμοι και μεταδίδουν μόνο εφελκυστικές δυνάμεις.
3. Σύνδεσμος ρευστού: Ένας σύνδεσμος ρευστού είναι αυτός που σχηματίζεται, έχοντας ένα ρευστό σε ένα δοχείο και η κίνηση μεταδίδεται μέσω του υγρού μόνο με πίεση ή συμπίεση, όπως στην περίπτωση των υδραυλικών πρεσών, των γρύλων και των φρένων.

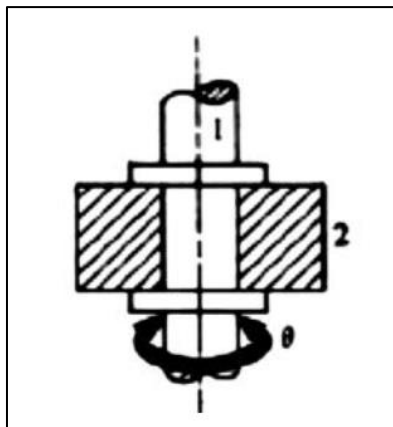
1.1.2 Κινηματικό ζεύγος

Οι δύο σύνδεσμοι μιας μηχανής, όταν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, λέγεται ότι σχηματίζουν ένα ζεύγος. Εάν η σχετική κίνηση μεταξύ τους περιορίζεται πλήρως ή επιτυχώς (δηλαδή σε συγκεκριμένη κατεύθυνση), το ζεύγος είναι γνωστό ως κινηματικό ζεύγος.

Η ταξινόμηση των κινηματικών ζευγών είναι ως εξής:

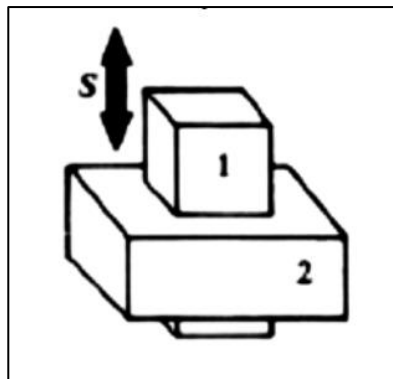
A. Σύμφωνα με τη φύση της σχετικής κίνησης

Ζεύγος περιστροφής / Περιστρεφόμενο ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζευγούς συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί κανείς να γυρίσει ή να περιστραφεί μόνο για έναν σταθερό άξονα άλλου συνδέσμου, το ζεύγος είναι γνωστό ως ζεύγος περιστροφής. Το ζεύγος περιστροφής έχει έναν μόνο βαθμό ελευθερίας.



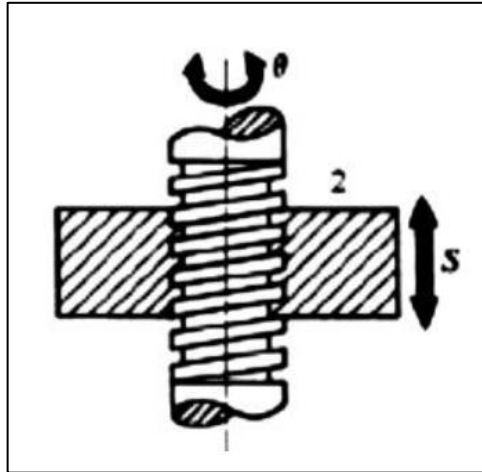
Εικόνα 1.1: Ζεύγος περιστροφής / Περιστρεφόμενο ζεύγος [1]

Συρόμενο ζεύγος / Πρισματικό ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζευγαριού συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε το ένα να μπορεί να ολισθαίνει μόνο σε σχέση με το άλλο, το ζεύγος είναι γνωστό ως συρόμενο ζεύγος. Το συρόμενο ζεύγος έχει ένα μόνο βαθμό ελευθερίας.



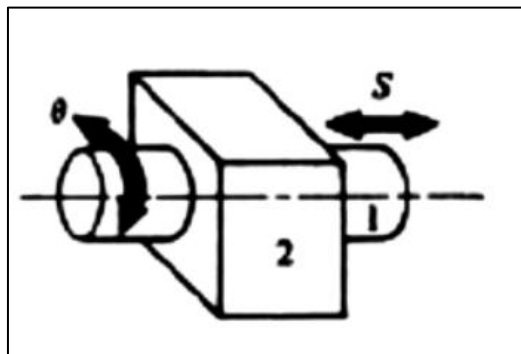
Εικόνα 1.2: Συρόμενο ζεύγος / Πρισματικό ζεύγος [1]

Βιδωτό ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζευγούς συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε ένα στοιχείο να μπορεί να περιστραφεί γύρω από το άλλο με βίδες, το ζεύγος είναι γνωστό ως ζεύγος βιδών. Ο κοχλίας μολύβδου τόννου με παξιμάδι και ο κοχλίας με παξιμάδι είναι παραδείγματα ζευγούς βιδών. Το ζεύγος βιδών έχει ένα μόνο βαθμό ελευθερίας.



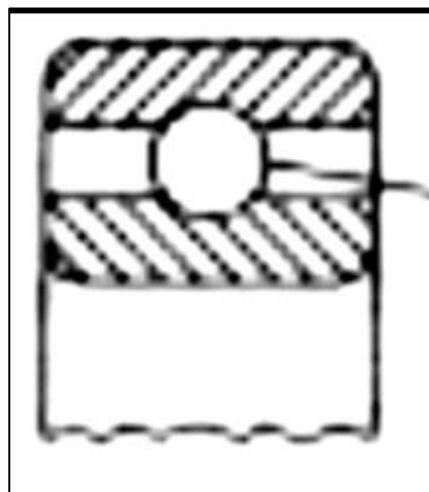
Εικόνα 1.3: Βιδωτό ζεύγος [1]

Κυλινδρικό ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζεύγους συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε ένα στοιχείο περιστροφής ή μετάφρασης να βρίσκεται παράλληλα με τον άξονα περιστροφής προς το άλλο στοιχείο, το ζεύγος είναι γνωστό ως κυλινδρικό ζεύγος. Το κυλινδρικό ζεύγος έχει δύο βαθμούς ελευθερίας.



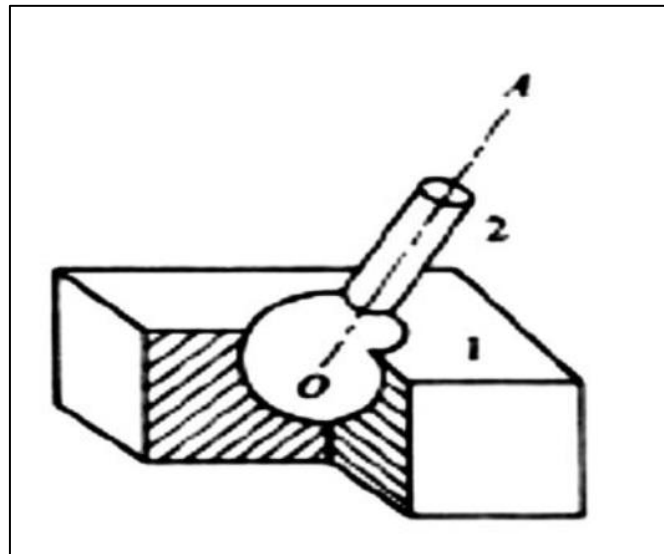
Εικόνα 1.4: Κυλινδρικό ζεύγος [1]

Ζεύγος κύλισης: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζεύγους συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε το ένα να κυλά πάνω από έναν άλλο σταθερό σύνδεσμο, το ζεύγος είναι γνωστό ως ζεύγος κύλισης. Τα ρουλεμάν με σφαιρίδια και κυλίνδρους είναι παραδείγματα τέτοιου ζεύγους.



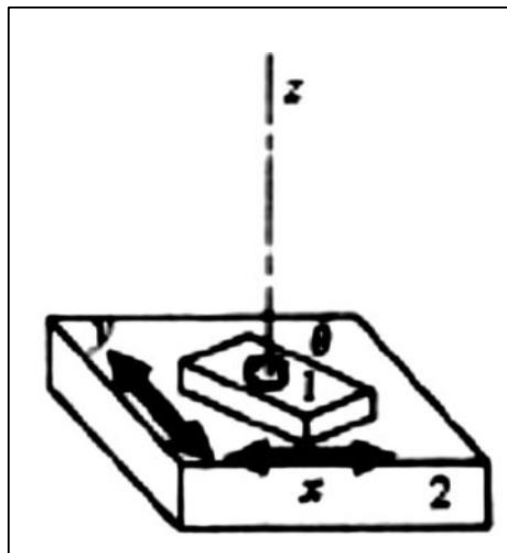
Εικόνα 1.5: Ζεύγος κύλισης [1]

Σφαιρικό ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζεύγους συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε ένα στοιχείο (με σφαιρικό σχήμα) να περιστρέφεται, ή να περιστρέφεται γύρω από το άλλο σταθερό στοιχείο, το ζεύγος που σχηματίζεται ονομάζεται σφαιρικό ζεύγος (π.χ. η άρθρωση της σφαίρας και της σύνδεσης, το εξάρτημα ενός καθρέφτη αυτοκινήτου, ένα στυλό κλπ.).



Εικόνα 1.6: Σφαιρικό ζεύγος [1]

Επίπεδο ζεύγος: Έχει τρεις βαθμούς ελευθερίας. Δύο συντεταγμένες x και y περιγράφουν τη σχετική μετάφραση στο επίπεδο xy και η τρίτη περιγράφουν τη σχετική περιστροφή γύρω από τον άξονα z .

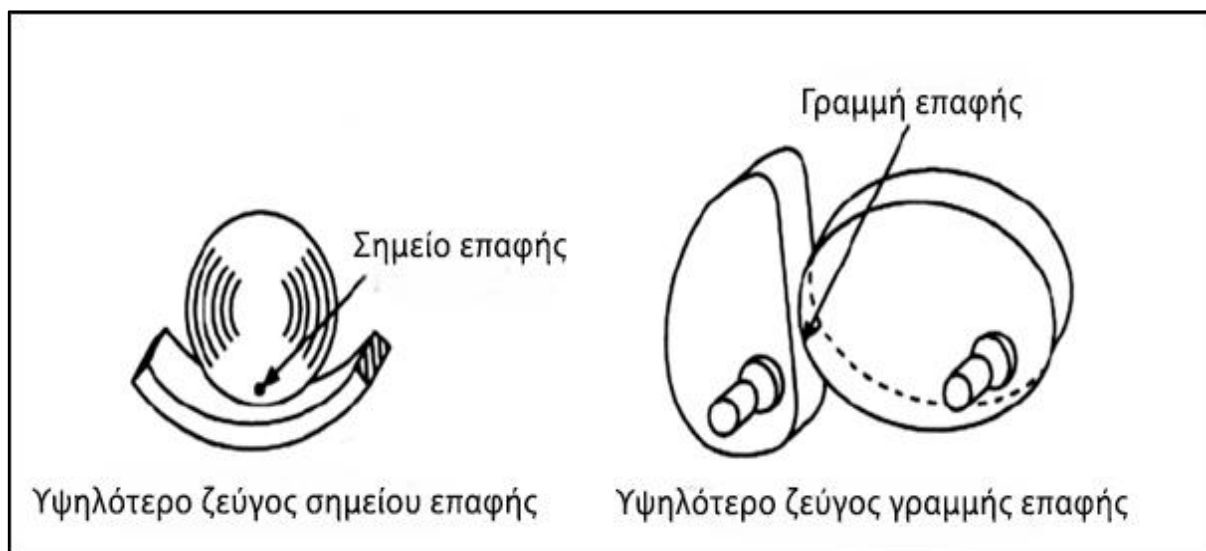


Εικόνα 1.7: Επίπεδο ζεύγος [1]

B. Σύμφωνα με τον τύπο επαφής μεταξύ των συνδέσμων:

1. Κατώτερο ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζεύγους έχουν επαφή επιφάνειας ή περιοχής όταν πραγματοποιείται σχετική κίνηση και η επιφάνεια ενός στοιχείου ολισθαίνει πάνω από την επιφάνεια του άλλου, το ζεύγος που σχηματίζεται είναι γνωστό ως κατώτερο ζεύγος. Γενικότερα, τα συρόμενα ζεύγη, τα ζεύγη περιστροφής, τα κυλινδρικά ζεύγη, τα σφαιρικά ζεύγη, τα επίπεδα ζεύγη και τα ζεύγη βιδών σχηματίζουν κατώτερα ζεύγη.

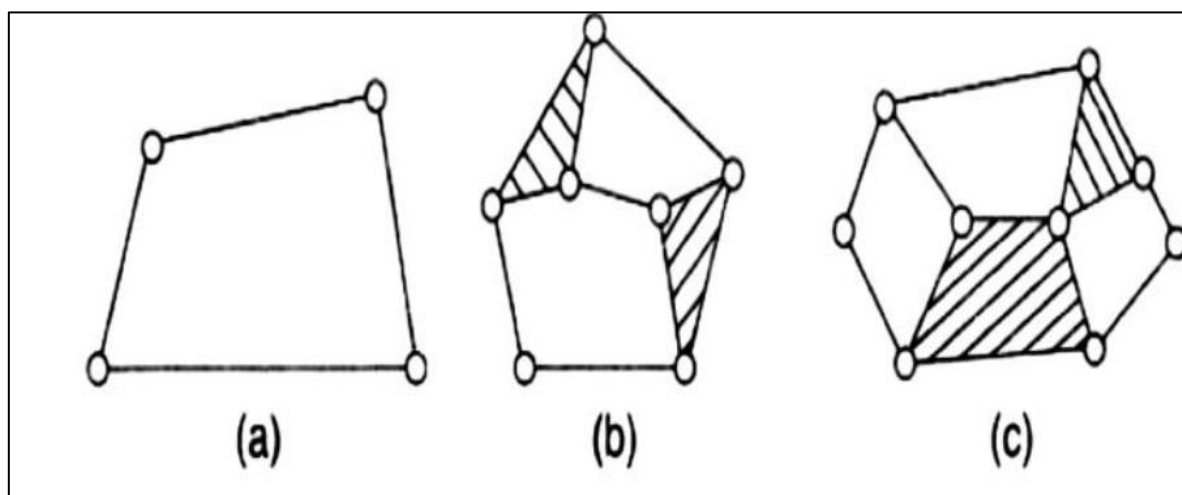
Υψηλότερο ζεύγος: Όταν τα δύο στοιχεία ενός ζεύγους έχουν επαφή γραμμής ή σημείου όταν πραγματοποιείται σχετική κίνηση και η κίνηση μεταξύ των δύο στοιχείων γυρίζει εν μέρει και ολισθαίνει εν μέρει, τότε το ζεύγος είναι γνωστό ως υψηλότερο ζεύγος. Ένα ζευγάρι δίσκων τριβής, οδοντωτών τροχών, κινήσεων ιμάντα και σχοινιού, ρουλεμάν με σφαιρίδια και κυλίνδρους και έκκεντρο, είναι παραδείγματα υψηλότερων ζευγαριών.



Εικόνα 1.8: Υψηλότερο ζεύγος [1]

1.1.3 Κινηματική αλυσίδα

Μια κινηματική αλυσίδα είναι ένα σύνολο συνδέσμων στο οποίο είναι δυνατές οι σχετικές κινήσεις των συνδέσμων και η κίνηση του καθενός σε σχέση με τον άλλο είναι καθορισμένη (Εικόνα 1.9:Κινηματική αλυσίδα [1]).



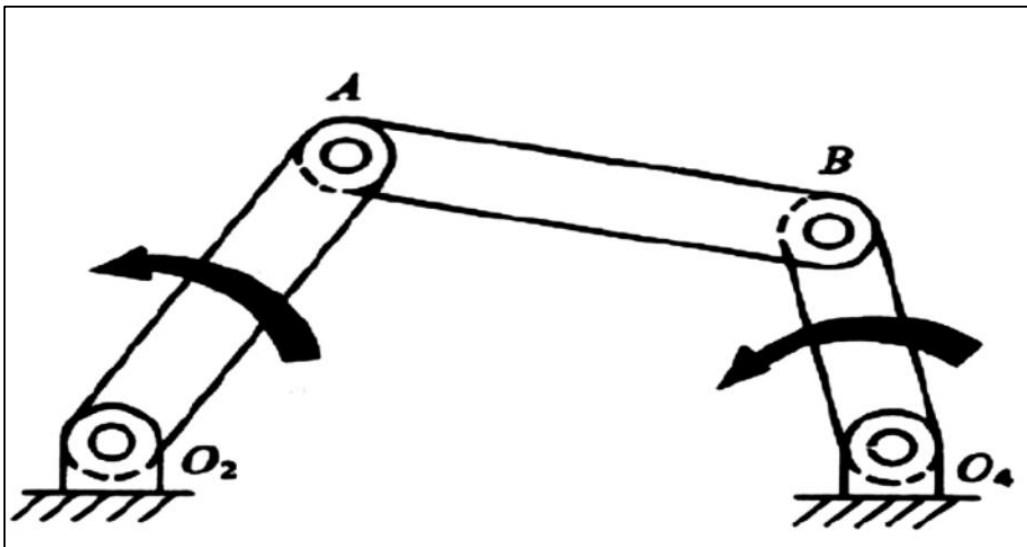
Εικόνα 1.9:Κινηματική αλυσίδα [1]

Σε περίπτωση που η κίνηση ενός συνδέσμου οδηγεί σε απεριόριστες κινήσεις άλλων συνδέσμων, αποτελεί μια μη κινηματική αλυσίδα. Ωστόσο, ορισμένοι συγγραφείς προτιμούν να ονομάζουν όλες τις αλυσίδες που έχουν σχετικές κινήσεις των συνδέσμων ως κινηματικές αλυσίδες. Μια περιττή αλυσίδα δεν επιτρέπει καμία κίνηση συνδέσμου σε σχέση με την άλλη.

Μια κινηματική αλυσίδα είναι μια σειρά συνδέσμων που συνδέονται με κινηματικά ζεύγη. Η αλυσίδα λέγεται ότι είναι κλειστή, εάν κάθε σύνδεσμος συνδέεται με τουλάχιστον δύο άλλους συνδέσμους, αλλιώς ονομάζεται ανοιχτή αλυσίδα. Ένας σύνδεσμος που συνδέεται με ένα μόνο σύνδεσμο είναι γνωστός ως μοναδικός σύνδεσμος. Εάν, συνδέεται με δύο άλλους συνδέσμους, ονομάζεται δυαδικός σύνδεσμος. Ομοίως, εάν ένας σύνδεσμος συνδέεται με τρεις άλλους συνδέσμους, αναφέρεται ως τριμερής σύνδεσμος και ούτω καθεξής.

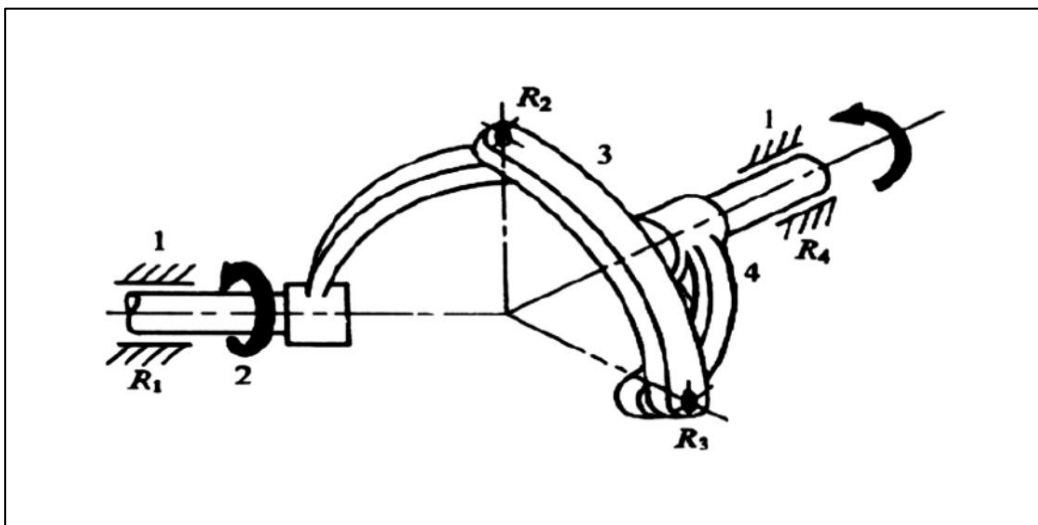
1.1.4 Μηχανισμοί

Εάν όλα τα σημεία ενός μηχανισμού κινούνται σε παράλληλα επίπεδα, τότε ορίζεται ένας επίπεδος μηχανισμός. Ένας απλός μηχανισμός επιπέδου φαίνεται στην Εικόνα 1.10: Επίπεδος μηχανισμός [1].



Εικόνα 1.10: Επίπεδος μηχανισμός [1]

Ένας χωρικός μηχανισμός είναι αυτός στον οποίο όλα τα σημεία του μηχανισμού δεν κινούνται σε παράλληλα επίπεδα. Ένα πολύ κοινό παράδειγμα ενός χωρικού μηχανισμού, γνωστού ως άρθρωση του Hooke, φαίνεται στην Εικόνα 1.11: Χωρικός μηχανισμός [1].



Εικόνα 1.11: Χωρικός μηχανισμός [1]

1.1.5 Βαθμοί ελευθερίας (DOF) ή κινητικότητα

Βαθμοί ελευθερίας είναι στην ουσία ο αριθμός των ανεξάρτητων παραμέτρων (μετρήσεις) που απαιτούνται για το μοναδικό καθορισμό της θέσης ενός συστήματος στο χώρο οποιαδήποτε στιγμή.

Η κινητικότητα ενός μηχανικού συστήματος (M) μπορεί να ταξινομηθεί ανάλογα με τον αριθμό των βαθμών ελευθερίας (DOF). Το DOF ορίζεται σε σχέση με ένα επιλεγμένο πλαίσιο αναφοράς.

Η καθαρή περιστροφή έχει να κάνει με το βασικό σημείο (κέντρο περιστροφής) που δεν έχει κίνηση σε σχέση με το «σταθερό» πλαίσιο αναφοράς. Όλα τα άλλα σημεία κινούνται σε κυκλικά τόξα. Καθαρή κίνηση στην ουσία συμβαίνει όταν όλα τα σημεία στο σώμα περιγράφουν παράλληλες (καμπύλες ή ευθύγραμμες) διαδρομές. Μία σύνθετη κίνηση αποτελεί ένα ταυτόχρονο συνδυασμό περιστροφής και κίνησης.

1.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΕΣ

Ένας μηχανισμός είναι μια συσκευή που μετατρέπει την κίνηση σε κάποιο επιθυμητό σχέδιο και συνήθως αναπτύσσει πολύ χαμηλές δυνάμεις και μεταδίδει μικρή ισχύ. Ο Hunt K. H. (1978) ορίζει έναν μηχανισμό ως «μέσο μετάδοσης, ελέγχου ή περιορισμού της σχετικής κίνησης» [2]. Ένα μηχάνημα περιέχει συνήθως μηχανισμούς που έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν σημαντικές δυνάμεις και να μεταδίδουν σημαντική ισχύ. Μερικά παραδείγματα κοινών μηχανισμών είναι από τα πολύ απλά, μία ξύστρα για μολύβι, ένα κλείστρο μιας κάμερας, ένα αναλογικό ρολόι, μια αναδιπλούμενη καρτέκλα, μια ρυθμιζόμενη λάμπα γραφείου και μια ομπρέλα. Μερικά παραδείγματα μηχανημάτων που έχουν κινήσεις παρόμοιες με τους μηχανισμούς που αναφέρονται παραπάνω είναι ένα μπλέντερ φαγητού, μια πόρτα θησαυροφυλακίου, ένα κιβώτιο αυτοκινήτων, μια μπουλντόζα, ένα ρομπότ και ένα από τα παιχνίδια σε ένα λούνα παρκ. Δεν υπάρχει ξεκάθαρη διαχωριστική γραμμή μεταξύ των μηχανισμών και των μηχανών. Τα παραπάνω, διαφέρουν σε βαθμό και όχι σε είδος. Εάν οι δυνάμεις ή τα επίπεδα ενέργειας εντός της συσκευής είναι σημαντικά, θεωρείται μηχανή, αν όχι, θεωρείται μηχανισμός. Ένας χρήσιμος ορισμός λειτουργίας ενός μηχανισμού είναι ένα σύστημα στοιχείων που είναι διατεταγμένα ώστε να μεταδίδουν κίνηση με προκαθορισμένο τρόπο. Αυτό μπορεί να μετατραπεί σε ορισμό μιας μηχανής προσθέτοντας τη φράση «ενέργεια μετά την κίνηση».

Οι μηχανισμοί, εάν φορτιστούν ελαφρά και λειτουργούν σε χαμηλές ταχύτητες, μερικές φορές μπορούν να αντιμετωπίζονται αυστηρά ως κινηματικές συσκευές. Δηλαδή, μπορούν να αναλυθούν κινηματικά χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι δυνάμεις. Τα μηχανήματα (και οι μηχανισμοί που λειτουργούν με υψηλότερες ταχύτητες), από την άλλη πλευρά, πρέπει πρώτα να αντιμετωπίζονται ως μηχανισμοί. Πρέπει να γίνει μια κινηματική ανάλυση των ταχυτήτων και των επιταχύνσεων τους, και στη συνέχεια πρέπει να αναλυθούν ως δυναμικά συστήματα, στα οποία οι στατικές και δυναμικές δυνάμεις τους λόγω αυτών των επιταχύνσεων αναλύονται, χρησιμοποιώντας τις αρχές της κινητικής.

1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το τσεκούρι του χεριού στα χέρια ενός ανθρώπου μετατρέπει τη δύναμη και την κίνηση του εργαλείου σε εγκάρσιες δυνάμεις διαχωρισμού και κίνηση. Το χέρι με το τσεκούρι είναι το πρώτο παράδειγμα σφήνας, το παλαιότερο από τα έξι κλασικά απλά μηχανήματα, από τα οποία βασίζονται οι περισσότερες μηχανές. Το δεύτερο παλαιότερο απλό μηχανήμα ήταν το κεκλιμένο επίπεδο (ράμπα), το οποίο χρησιμοποιείται από τους προϊστορικούς χρόνους για να μετακινήσει βαριά αντικείμενα.

Επιπλέον άλλα τέσσερα απλά μηχανήματα εφευρέθηκαν στην αρχαία Εγγύς Ανατολή. Ο τροχός, μαζί με τον μηχανισμό του τροχού και του άξονα, εφευρέθηκε στη Μεσοποταμία (σύγχρονο Ιράκ) κατά την 5η χιλιετία π.Χ. Ο μηχανισμός των μοχλών εμφανίστηκε για πρώτη φορά περίπου πριν 5.000 χρόνια στην Εγγύς Ανατολή, όπου χρησιμοποιήθηκε σε μια απλή κλίμακα ισορροπίας και για να μετακινήσει μεγάλα αντικείμενα στην αρχαία αιγυπτιακή τεχνολογία. Ο μοχλός χρησιμοποιήθηκε επίσης στη συσκευή ανύψωσης σκιών, το πρώτο μηχανήμα γερανού, το οποίο εμφανίστηκε στη Μεσοποταμία γύρω στο 3000 π.Χ. και στη συνέχεια στην αρχαία αιγυπτιακή τεχνολογία γύρω στο 2000 π.Χ. Οι πρώτες ενδείξεις τροχαλιών χρονολογούνται από τη Μεσοποταμία στις αρχές της 2ης χιλιετίας π.Χ. και την αρχαία Αίγυπτο κατά τη δωδεκάτη δυναστεία (1991-1802 π.Χ.). Η βίδα, η τελευταία από τις απλές μηχανές που εφευρέθηκε, εμφανίστηκε για πρώτη φορά στη Μεσοποταμία κατά τη Νεο-Ασσυριακή περίοδο (911-609) π.Χ. Οι αιγυπτιακές πυραμίδες κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας τρία από τα έξι απλά μηχανήματα, το κεκλιμένο επίπεδο, τη σφήνα και το μοχλό, για να δημιουργήσουν δομές όπως η Μεγάλη Πυραμίδα της Γκίζας.

Τρία από τα απλά μηχανήματα μελετήθηκαν και περιγράφηκαν από τον Έλληνα φιλόσοφο Αρχιμήδη γύρω στον 3ο αιώνα π.Χ.: ο μοχλός, η τροχαλία και η βίδα. Ο Αρχιμήδης ανακάλυψε την αρχή του μηχανικού πλεονεκτήματος στο μοχλό. Αργότερα, Έλληνες φιλόσοφοι όρισαν τις κλασικές πέντε απλές μηχανές (εκτός του κεκλιμένου επιπέδου) και κατάφεραν να υπολογίσουν περίπου το μηχανικό τους πλεονέκτημα. Ο Ήρωας της Αλεξάνδρειας (περ. 10-75 μ.Χ.) στο έργο του «Mechanics» απαριθμεί πέντε μηχανισμούς που μπορούν να "θέσουν ένα φορτίο σε κίνηση" το μοχλό, το αλεξήνεμο, την τροχαλία, τη σφήνα και τη βίδα και περιγράφει την κατασκευή και τις χρήσεις τους. Ωστόσο, η κατανόηση των Ελλήνων περιορίστηκε στη στατική (την ισορροπία δυνάμεων) και δεν περιλάμβανε δυναμική (η ανταλλαγή δύναμης και απόστασης) ή την έννοια του έργου.

Οι πρώτες πρακτικές μηχανοκίνητες μηχανές, όπως ο τροχός νερού και ο νερόμυλος, εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην Περσική Αυτοκρατορία, στο σημερινό Ιράκ και το Ιράν, στις αρχές του 4ου αιώνα π.Χ. Οι πρώτες πρακτικές αιολικές μηχανές, ο ανεμόμυλος και η αντλία αέρα, εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στο μουσουλμανικό κόσμο κατά τη διάρκεια της Ισλαμικής Χρυσής Εποχής, στο σημερινό Ιράν, το Αφγανιστάν και το Πακιστάν, τον 9ο αιώνα μ.Χ. Το παλαιότερο πρακτικό μηχανήμα με ατμό ήταν ένα βύσμα ατμού που οδηγούσε από μια τουρμπίνα ατμού, που περιγράφηκε το 1551 από τον Taqi al-Din Muhammad ibn Ma'ruf στην Οθωμανική Αίγυπτο.

Τα βαμβακερά ρούχα εφευρέθηκαν στην Ινδία τον 6ο αιώνα μ.Χ. και ο περιστρεφόμενος τροχός εφευρέθηκε στον ισλαμικό κόσμο από τις αρχές του 11ου αιώνα και οι δύο ήταν θεμελιώδη για την ανάπτυξη της βαμβακοβιομηχανίας. Ο στροφαλοφόρος άξονας και ο εκκεντροφόρος άξονας εφευρέθηκαν από τον Al-Jazari στη Βόρεια Μεσοποταμία γύρω στο 1206 και αργότερα έγιναν κεντρικά στα σύγχρονα μηχανήματα όπως η ατμομηχανή, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης και οι διάφοροι αυτόματοι χειρισμοί.

Οι πρώτες προγραμματιζόμενες μηχανές αναπτύχθηκαν στο μουσουλμανικό κόσμο. Ένας μουσικός sequencer, δηλαδή ένα προγραμματιζόμενο μουσικό όργανο, ήταν ο πρώτος τύπος προγραμματιζόμενης μηχανής. Ο πρώτος μουσικός sequencer ήταν ένας

αυτοματοποιημένος παίκτης φλάουτου που εφευρέθηκε από τους αδελφούς Banu Musa, που περιγράφεται στο βιβλίο των έξυπνων συσκευών τους, τον 9ο αιώνα. Το 1206, ο Al-Jazari εφηύρε προγραμματιζόμενα αυτόματα / ρομπότ. Περιέγραψε τέσσερις αυτόματους μουσικούς, συμπεριλαμβανομένων των ντράμερ που λειτουργούν από ένα προγραμματιζόμενο τύμπανο, όπου θα μπορούσαν να παίζουν διαφορετικούς ρυθμούς και διαφορετικά μοτίβα τυμπάνων.

Κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης, η δυναμική των Μηχανικών Δυνάμεων, όπως κλήθηκαν οι απλές μηχανές, άρχισε να μελετάται από την άποψη του πόσο χρήσιμη εργασία θα μπορούσαν να εκτελέσουν, οδηγώντας τελικά στη νέα ιδέα της μηχανικής εργασίας. Το 1586 ο φλαμανδικός μηχανικός Simon Stevin απέκτησε το μηχανικό πλεονέκτημα του κεκλιμένου επιπέδου και συμπεριλήφθηκε με τα άλλα απλά μηχανήματα. Η πλήρης δυναμική θεωρία των απλών μηχανών επεξεργάστηκε από τον Ιταλό επιστήμονα Galileo Galilei το 1600 στο *Le Meccaniche* ("On Mechanics"). Ήταν ο πρώτος που κατάλαβε ότι τα απλά μηχανήματα δε δημιουργούν ενέργεια, αλλά απλώς τη μεταμορφώνουν.

Οι κλασικοί κανόνες της τριβής σε μηχανές ανακαλύφθηκαν από τον Leonardo da Vinci (1452-1519), αλλά παρέμειναν αδημοσίευτοι στα σημειωματάριά του. Ανακαλύφθηκαν εκ νέου από τον Guillaume Amontons (1699) και αναπτύχθηκαν περαιτέρω από τον Charles-Augustin de Coulomb (1785). Ο Τζέιμς Γουατ κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τον παράλληλο σύνδεσμο κίνησης το 1782, ο οποίος έκανε τον κινητήρα ατμού διπλής δράσης πρακτικό. Η ατμομηχανή Boulton και Watt αποτέλεσε αργότερα ατμομηχανές ατμού σε πλοία ατμού και εργοστάσια.

Η Βιομηχανική Επανάσταση ήταν μια περίοδος από το 1750 έως το 1850, όπου οι αλλαγές στη γεωργία, τη μεταποίηση, την εξόρυξη, τις μεταφορές και την τεχνολογία είχαν βαθιά επίδραση στις κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές συνθήκες της εποχής. Ξεκίνησε στο Ηνωμένο Βασίλειο, στη συνέχεια εξαπλώθηκε σε όλη τη Δυτική Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική, την Ιαπωνία και τελικά τον υπόλοιπο κόσμο.

Ξεκινώντας από το τελευταίο μέρος του 18ου αιώνα, ξεκίνησε μια μετάβαση σε τμήματα της προηγούμενης χειροκίνητης εργασίας της Μεγάλης Βρετανίας και της οικονομίας που βασίζεται σε ζώα προς την κατασκευή με βάση τη μηχανή. Ξεκίνησε με τη μηχανοποίηση των βιομηχανιών κλωστοϋφαντουργίας, την ανάπτυξη τεχνικών κατασκευής σιδήρου και την αυξημένη χρήση εξευγενισμένου άνθρακα.

Ιστορικά, ένας σημαντικός μηχανισμός ενδιαφέροντος είναι το γρανάζι. Αυτή η εφεύρεση είναι μια ανάπτυξη του τροχού αλλά για έναν ελαφρώς διαφορετικό σκοπό με ένα νέο μοναδικό χαρακτηριστικό. Παρόμοια με τις τροχαλίες, τα γρανάζια επιτρέπουν τη μετάδοση ισχύος μεταξύ των αξόνων, αλλά έχουν την πρόσθετη χωρητικότητα για τη δημιουργία σαφώς καθορισμένων λόγων ταχύτητας και ροπής μεταξύ διαφορετικών αξόνων. Αν και αυτός ο συντονισμός μπορεί να επιτευχθεί με τροχαλίες, η προσθήκη γραναζιών εξασφαλίζει εξαιρετικά στενή ανοχή. Τα δόντια σε ένα γρανάζι, σε αντίθεση με την επίπεδη επιφάνεια μιας τροχαλίας, περιορίζουν γεωμετρικά την περιστροφή, επιτρέποντας ακριβείς αναλογίες περιστροφής, γεγονός που έκανε τα γρανάζια απαραίτητα στην εφεύρεση εξαιρετικά ακριβών ρολογιών. Επιπλέον, τα δόντια στα γρανάζια επιτρέπουν μεγαλύτερη μεταφορά ροπής χωρίς ολίσθηση, ένα άλλο πλεονέκτημα έναντι των τροχαλιών.

Τα γρανάζια πιστεύεται ότι είχαν τεθεί σε χρήση πριν από το 87 π.Χ. Αυτή η ημερομηνία προέρχεται από το σημαντικό αρχαιολογικό εύρημα ενός παλιού πλοίου που βρίσκεται στα ανοικτά των ακτών των Αντι Κυθήρων, ενός μικρού νησιού που βρίσκεται μεταξύ της Κρήτης και της ηπειρωτικής Ελλάδας το 1900. Βρέθηκαν στο πλοίο τα ερείπια ενός περίπλοκου «ημερολογίου υπολογιστή με εξαιρετικά περίπλοκες αμαξοστοιχίες από χάλκινο γρανάζι».

Αν και ήταν πολύ διαβρωμένο από τις χιλιετίες κάτω από τη θάλασσα, υπήρξε το συμπέρασμα μετά τη μελέτη ότι «Οποιοσ και αν είναι ο σκοπός του, δεν υπάρχει αμφιβολία για

την τεράστια πρακτική ικανότητα και τη σαφή κατανόηση της κινηματικής της ταχύτητας που αποκαλύπτει».

Τα γρανάζια είναι πιθανώς τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα από οποιονδήποτε από τους πιο γνωστούς μηχανισμούς. Είναι πανταχού παρόντα και αναπόσπαστα σε όλα, από τα αυτοκίνητα έως τα ρολόγια και ηλεκτρικά εργαλεία.

Βασισμένος στα γρανάζια αλλά με μια διαφορετική προσέγγιση ο μηχανισμός της Γενεύης εφευρέθηκε αρχικά από έναν κατασκευαστή ρολογιών. Ο κατασκευαστής ρολογιών έθεσε μόνο έναν περιορισμένο αριθμό υποδοχών σε έναν από τους περιστρεφόμενους δίσκους, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να περάσει μόνο τόσες πολλές περιστροφές. Αυτό απέτρεψε το ελατήριο του ρολογιού να τραυματιστεί πολύ σφιχτά, δίνοντας έτσι στον άλλο μηχανισμό το όνομά του, τη στάση της Γενεύης. Αυτός ο μηχανισμός ενσωματώθηκε σε πολλούς από τους πρώτους προβολείς ταινιών που χρησιμοποιήθηκαν στα θέατρα.

Η καστάνια ακολουθεί την πρόοδο από τα γρανάζια και εμφανίζεται όταν αλλάζει το προφίλ ενός γραναζιού για να επιτρέπεται η οδήγηση μόνο σε μία από τις δύο περιστροφικές κατευθύνσεις. Αν και η τεκμηρίωση της ανάπτυξης της καστανίας δεν έχει λάβει τον ίδιο έλεγχο με το γρανάζι και την τροχαλία, μια καστάνια εμπίπτει στην ίδια κατηγορία με το γρανάζι. Για παράδειγμα, σε ένα εύρημα που χρονολογείται μεταξύ 400 - 700 μ.Χ. τμημάτων ενός βυζαντινού ηλιακού ημερολογίου, μια καστάνια απεικονίζεται μαζί με άλλα χάλκινα γρανάζια αν και δε λαμβάνει καμία αναφορά στο σχετικό κείμενο. Αν και αυτό το εύρημα δεν είναι πειστικό, πιθανότατα παρέχει έναν δείκτη της εξέλιξης της καστανίας που δείχνει ότι η καστάνια φαίνεται να είχε χρησιμοποιηθεί από την εποχή του βυζαντινού ηλιακού ημερολογίου.

Η καστάνια χρησιμοποιείται σε μια ευρεία γκάμα συσκευών και συστημάτων. Εμφανίζεται στο πρόγραμμα οδήγησης της υποδοχής της καστανίας, σε πολλά προγράμματα οδήγησης βιδών, βαρούλκα και άλλες συσκευές. Παρέχει έναν από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους για τον περιορισμό της περιστροφικής κίνησης σε μία μόνο κατεύθυνση και ως εκ τούτου είναι απολύτως απαραίτητη.

Ένας από τους πιο μυστηριώδεις στην προέλευση μηχανισμούς που έχουν μελετηθεί είναι ο σκωτσέζικος ζυγός, ένας από τους πολλούς μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της περιστροφικής κίνησης σε ταλαντούμενη γραμμική κίνηση. Για το ζυγό αυτόν έχουν γραφτεί ιστορικά πολύ λίγα γι' αυτό και ως εκ τούτου ο εφευρέτης, ή οι εφευρέτες καθώς και η ημερομηνία της πρώτης εισαγωγής του φαίνεται να έχουν χαθεί στην ιστορία. Μία από τις πρώτες εμφανίσεις του είναι στο «507 Mechanical Movements» από τον Henry Brown που δημοσιεύτηκε πρώτη φορά το 1868 όπου παρουσιάζονται και άλλες παραλλαγές του.

Δεδομένου του γεγονότος ότι ο ζυγός αυτός είναι ένας από τους πολλούς μηχανισμούς που μετατρέπουν την περιστροφική σε ταλάντωση και γραμμική κίνηση, δεν είναι τόσο απαραίτητος και ως εκ τούτου δεν χρησιμοποιείται τόσο ευρέως, όσο οι άλλοι παρόμοιοι μηχανισμοί. Ωστόσο, ο ζυγός χρησιμοποιείται σε διάφορες αντλίες και έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως μέρος ορισμένων μηχανών κοπής διάτμησης και ορισμένων κινητήρων, κυρίως του κινητήρα αυτοκινήτου SyTech που ανέπτυξε η CMC έρευνα στην Αυστραλία. Ο κινητήρας SyTech διαθέτει μικρότερες διαστάσεις, μικρότερο βάρος και μειωμένο θόρυβο.

Το 1545, ο Ιταλός μαθηματικός Girolamo Cardano θεώρησε ότι, αρχή της ισορροπίας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση της περιστροφικής κίνησης μέσω μιας γωνιακής σύνδεσης, η οποία αναπτύχθηκε στον άξονα Cardan, ο οποίος λέγεται ότι προσφέρει μια ομαλότερη διαδρομή. Επιπλέον λέγεται ότι προσφέρει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και είναι λιγότερο επιρρεπής για βλάβες επειδή ο άξονας ήταν πάντα υπό γωνία 90 μοιρών. Αυτή η νέα ιδέα έγινε στην πραγματικότητα για πρώτη φορά το 1548 στη μεταφορά του ιερού Ρωμαίου αυτοκράτορα Κάρολου του 5ου.

Στη συνέχεια, το 1676, ο Robert Hooke επανεξέτασε την ιδέα του Cardano και τη χρησιμοποίησε για να φτιάξει ένα όργανο που θα επέτρεπε έναν ασφαλέστερο τρόπο μελέτης

του ήλιου. Αυτό το νέο όργανο χρησιμοποίησε έναν νέο τύπο συνδέσμου που επέτρεψε τη μετακίνηση της κίνησης σε έναν άξονα σε άλλο, ανεξάρτητα από τον τρόπο προσανατολισμού των δύο αξόνων. Χρειάστηκαν τελικά άλλα 240 χρόνια για να έρθει η Clarence W. Spicer και να εφαρμόσει αυτήν την ιδέα στην αυτοκινητοβιομηχανία και τη βιομηχανία γενικότερα. Η Spicer έλαβε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την ελεύθερη άρθρωση το 1903 ,το οποίο απέδειξε σε ένα αυτοσχεδιασμένο αυτοκίνητο, όπου δεν είχε αλυσίδα και γρανάζι ούτε είχε αλυσίδες και προσαρμογές. Στη συνέχεια, η Spicer θα άρχιζε τελικά την κατασκευή το 1904.

1.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ

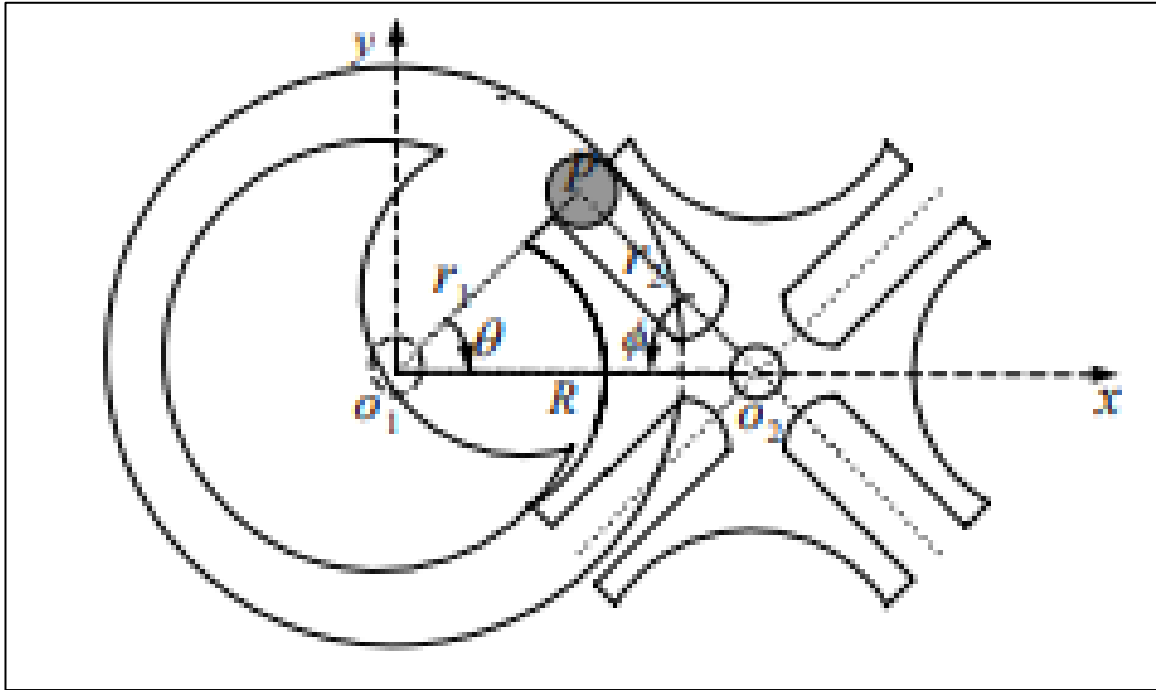
Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι μηχανισμοί που αναλύονται στην παρούσα εργασία. Περιλαμβάνονται χαρακτηριστικά τόσο για τη λειτουργία τους όσο και για τη μηχανική τους. Στο κεφάλαιο 2 υπάρχει εκτενής αναφορά για καθέναν από αυτούς για το ερευνητικό πλαίσιο.

1.4.1 Τι είναι ο μηχανισμός Γενεύης

Οι μηχανισμοί διαίρεσης κίνησης έχουν πρακτική σημασία σε πολλές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των αργαλειών ύφανσης, οργάνων μέτρησης ακριβείας, αυτόματων μηχανημάτων για συσκευασία, εκτύπωση και άλλα. Μια από τις πιο κοινές μορφές μηχανισμού διαίρεσης κίνησης είναι και ο μηχανισμός Γενεύης. Ο μηχανισμός Γενεύης ήταν από καιρό δημοφιλής ως μέσος παράγοντας θετικής αυξητικής κίνησης. Η συχνή εφαρμογή αυτού του μηχανισμού προέρχεται εν μέρει από την απλότητα του μηχανισμού και από το σχεδιασμό και την κατασκευή, γεγονός που τον καθιστά μια συσκευή χαμηλού κόστους. Επιπλέον, ο μηχανισμός παράγει μια λεπτομερή κίνηση με ακρίβεια που είναι απαραίτητη για πολλές εφαρμογές. Γενικά, συνίσταται ένας κύλινδρος οδήγησης που εισέρχεται σε μια σχισμή σε έναν τροχό ή ένα ρυθμιστή (αυλάκωση). Η διαδρομή του κυλίνδρου οδήγησης μπορεί να είναι κυκλική ή μη κυκλική. Οι εγκοπές στον τροχό μπορούν να είναι ευθείες ή καμπύλες.

Ο μηχανισμός Γενεύης είναι στην ουσία μια συσκευή χρονισμού. Η μονάδα δίσκου είναι ένας μηχανισμός που μεταφράζει μια συνεχή περιστροφή σε μια διαλείπουσα περιστροφική κίνηση. Αποτελεί ένα διαλείπον εργαλείο όπου ο κινητήριος τροχός έχει έναν πείρο που φτάνει σε μια εγκοπή του οδηγού και με αυτόν τον τρόπο προωθεί ένα βήμα. Ο κινητήριος τροχός έχει επίσης έναν υπερυψωμένο κυκλικό δίσκο αποκλεισμού που κλειδώνει τον οδηγό του τροχού σε θέση μεταξύ των βημάτων (Εικόνα 1.12:Μηχανισμός Γενεύης με 4 υποδοχές [3]). Οι μηχανισμοί Γενεύης ανήκουν σε μια ομάδα μηχανισμών για τη μετατροπή μιας ομοιόμορφης περιστροφικής κίνησης σε μια διαλείπουσα κίνηση με παρατεταμένη παραμονή.

Στις εφαρμογές όπου ο μηχανισμός αυτός βρίσκει χρήση προς το παρόν, έχει αποδειχθεί εξαιρετικός χωρίς προβλήματα, αλλά και αξιόπιστος. Στο μέλλον, αναμένεται ότι αυτή η συσκευή μπορεί να μην έχει πολλές εφαρμογές που θα απαιτούν υψηλότερες ταχύτητες (και θα χρειαστεί επανασχεδιασμός του). Όπου οι υψηλότερες ταχύτητες θα καθίστανται απαραίτητες, ο μηχανισμός θα γίνεται λιγότερο εφαρμόσιμος ως μια στοιχειώδη συσκευή λόγω των κινηματικών περιορισμών του. Ένας από τους περιορισμούς είναι ότι υπό αυτές τις συνθήκες μπορεί να προκύψει υψηλή μέγιστη επιτάχυνση του τροχού σε σχέση με τη μέση επιτάχυνσή του. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να προκαλέσει υπερβολικά δυναμικά φορτία, κάτι το οποίο μπορεί να προκαλέσει σοβαρή φθορά του πείρου και της υποδοχής του, καθώς και θραύση των τροχών. Ως εκ τούτου, πρέπει να μελετηθεί σε βάθος το πρόβλημα του αναλυτικού σχεδιασμού στην περίπτωση του μηχανισμού Γενεύης στην υψηλή ταχύτητα όπου κυριαρχούν αδρανειακά φορτία. Ο καλύτερος συνδυασμός είναι αυτός που θα περιλαμβάνει μεταβλητές που θα επιδιώκουν να μειώσουν τους κινηματικούς περιορισμούς του μηχανισμού.



Εικόνα 1.12: Μηχανισμός Γενεύης με 4 υποδοχές [3]

$$r_1 \sin(\theta) = r_2 \sin(\varphi) \quad (1.1)$$

$$r_1 \cos(\theta) + r_2 \cos(\varphi) = R \quad (1.2)$$

Σε αυτές τις εξισώσεις το θ υπολογίζεται από την οριζόντια γραμμή. Το αποτέλεσμα των εξισώσεων (1.1) και (1.2):

$$\tan(\varphi) = \frac{r_1 \sin(\theta)}{R - r_2 \cos(\varphi)} \quad (1.3)$$

Διαφορίζοντας την (1.3) μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητα και η επιτάχυνση του κινητήριου τροχού:

$$\dot{\varphi} = r_1 \dot{\theta} \frac{R \cos(\theta) - r_1}{R^2 + r_1^2 - 2Rr_1 \cos(\theta)} \quad (1.4)$$

$$\ddot{\varphi} = r_1 \ddot{\theta} \left(\frac{R \cos(\theta) - r_1}{R^2 + r_1^2 - 2Rr_1 \cos(\theta)} \right) - Rr_1 \dot{\theta}^2 \sin(\theta) \frac{R^2}{(R^2 + r_1^2 - 2Rr_1 \cos(\theta))^2} \quad (1.5)$$

Υποθέτοντας ότι ο τροχός της Γενεύης έχει τέσσερις υποδοχές, σημαίνει με το D 360 του κινητήριου τροχού, ο τροχός της Γενεύης περιστρέφεται 90 μοίρες. Μια επιπλέον υπόθεση είναι ότι στην αρχή της επαφής η απόσταση από το σημείο επαφής προς το κέντρο του τροχού είναι ίσο με την απόσταση αυτού του σημείου από το κέντρο του τροχού. Η αρχή της κίνησης υπάρχει μετά την επαφή του πείρου στην υποδοχή. Ενώ, η είσοδος στον τροχό περιστρέφει με γωνία $\pi/2$ σε χρόνο τ ίσο με το ένα τέταρτο της κίνησης του μηχανισμού, ο τροχός της Γενεύης ολοκληρώνει α περιστροφή ίση με $\pi/2$. Οι διαστάσεις μπορούν να προέρχονται τότε από τον ορισμό των ακόλουθων μη διαστατικών παραμέτρων:

$$T = \frac{t}{\tau} \quad (1.6)$$

$$\theta = \frac{\theta}{\pi/2} \quad (1.7)$$

$$\theta(t) = \frac{\pi}{2} \theta(T) \rightarrow \dot{\theta}(t) = \frac{\pi}{2\tau} \dot{\theta}(T) \rightarrow \ddot{\theta}(t) = \frac{\pi}{2\tau^2} \ddot{\theta}(T) \quad (1.8)$$

όπου $t \in [0, \tau]$, $\theta \in [0, \pi / 2]$, ενώ T και Θ διαφέρουν μεταξύ 0, 1 και -0,5, +0,5 αντίστοιχα. Αντικαθιστώντας τις (6), (7), (8) και (4), (5) μετατρέπονται:

$$\dot{\phi} = c \left(\frac{\pi}{2\tau} \dot{\theta} \right) \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\theta\right) - c}{1 + c^2 - 2cc\cos\left(\frac{\pi}{2}\theta\right)} \quad (1.9)$$

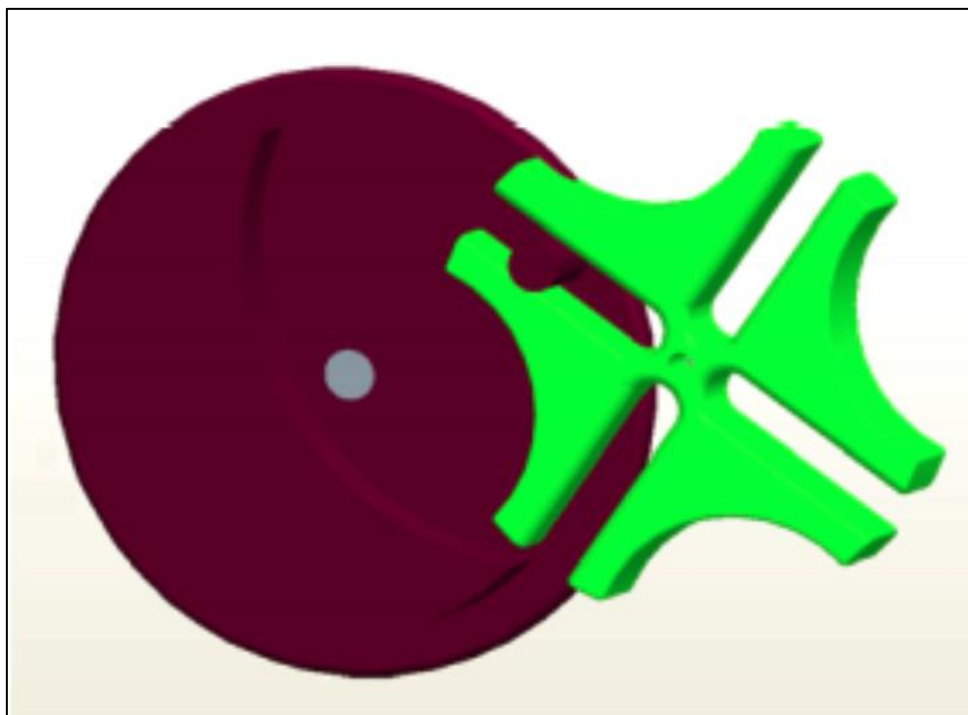
$$\ddot{\phi} = c \left(\frac{\pi}{2\tau^2} \ddot{\theta} \right) \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\theta\right) - c}{1 + c^2 - 2cc\cos\left(\frac{\pi}{2}\theta\right)} - c \left(\frac{\pi}{2\tau} \dot{\theta} \right)^2 \sin\left(\frac{\pi}{2}\theta\right) \frac{1 - c^2}{(1 + c^2 - 2cc\cos\left(\frac{\pi}{2}\theta\right))^2} \quad (1.10)$$

Όπου

$$c = \frac{r_1}{R} \quad (1.11)$$

Είναι προφανές ότι η γωνιακή ταχύτητα εξόδου, η επιτάχυνση και η γωνιακή πίεση είναι υπερευαίσθητα στην παραλλαγή του Θ . Μπορεί να καθοδηγήσει στη χρήση της μετατόπισης της γωνιακής εισόδου για τον έλεγχο των χαρακτηριστικών εξόδου.

Στην Εικόνα 1.13: Τρισδιάστατο μοντέλο του μηχανισμού Γενεύης [3] αποτυπώνεται το τρισδιάστατο μοντέλο μηχανισμού της Γενεύης από το λογισμικό cad PTC-pro. Η κινηματική ανάλυση του ίδιου λογισμικού χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της μεθόδου βελτιστοποίησης στις περισσότερες εφαρμογές.



Εικόνα 1.13: Τρισδιάστατο μοντέλο του μηχανισμού Γενεύης [3]

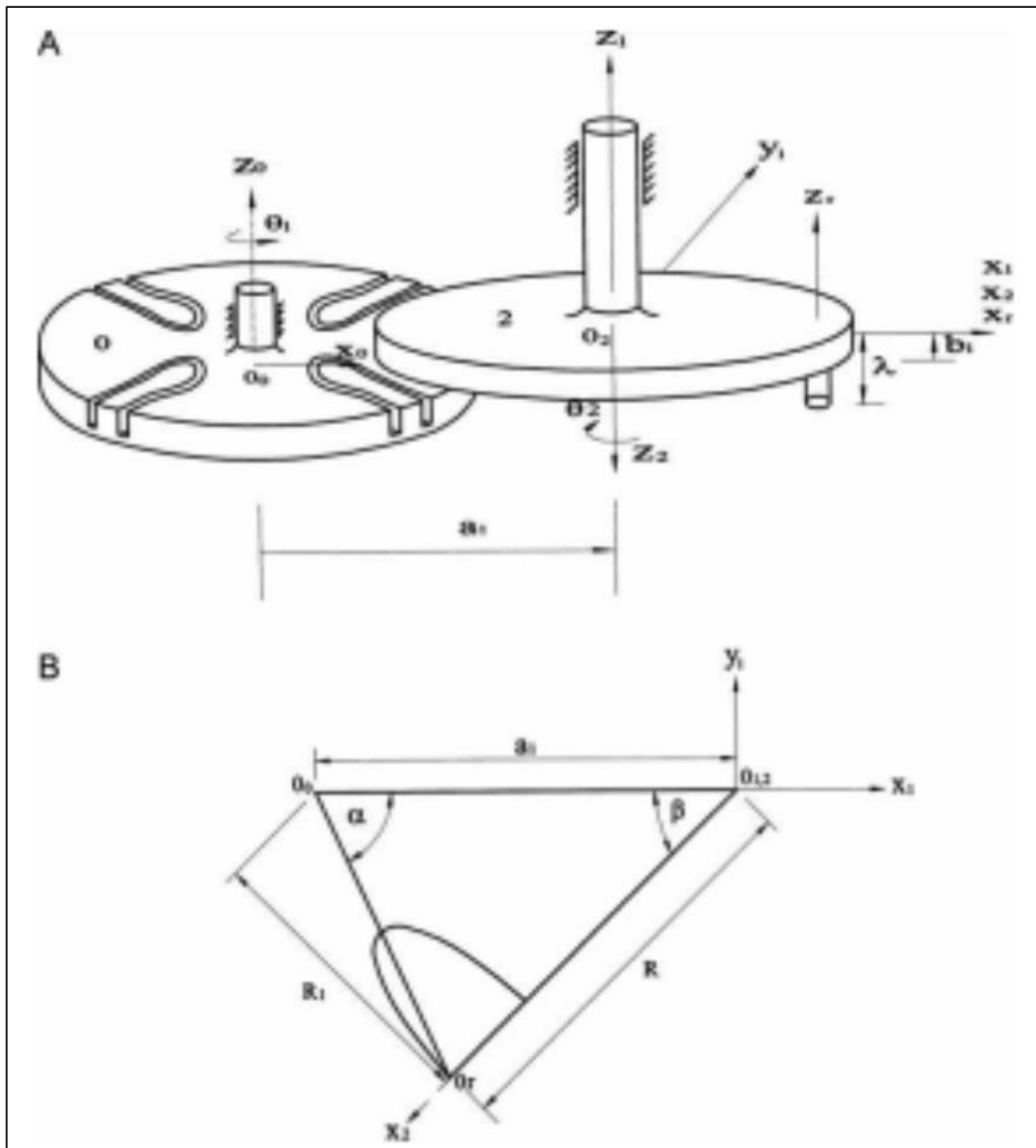
Έχει αποδειχθεί ότι η μεταβλητή εισόδου είναι αποτελεσματική μέθοδος για τη βελτίωση της απόδοσης των χαρακτηριστικών των μηχανισμών. Στο μηχανισμό Γενεύης που οδηγείται από μια σταθερή ταχύτητα, η επιτάχυνση του κινητήριου τροχού δεν είναι μηδενική στην αρχή και στο τέλος της επαφής.

Πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στην επιτυχή σχεδίαση του μηχανισμού Γενεύης, όπως τα υλικά που χρησιμοποιούνται, το φινίρισμα της επιφάνειας, οι ανοχές, τα φορτία, τα επίπεδα πίεσης, η λίπανση κ.λπ. Συνήθως, προκύπτουν πειραματικές εφαρμογές αυτού του μηχανισμού σε δύο τρόπους αστοχίας: φθορά των πείρων και θραύση των τροχών. Για το σχεδιασμό, απαιτείται να ομαλοποιηθούν οι παράμετροι στις αντίστοιχες παραμέτρους ενός συνόλου «τυπικών» προκαθορισμένων παραμέτρων για ευκολία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Ο σχεδιασμός και η κατεργασία ενός συμβατικού μηχανισμού Γενεύης είναι γενικά αρκετά απλή, καθώς η δομή του αποτελείται κυρίως από ένα σύνδεσμο οδήγησης και έναν τροχό με ευθείες αυλακώσεις. Ωστόσο, ένα μεγάλο μειονέκτημα του μηχανισμού Γενεύης είναι τα φορτία που δημιουργούνται στα αρχικά και τελικά στάδια της λειτουργίας, καθώς ο κύλινδρος εισέρχεται και εξέρχεται από την υποδοχή, αντίστοιχα. Αυτό το φαινόμενο περιορίζει τη χρήση του μηχανισμού Γενεύης σε εφαρμογές χαμηλής ταχύτητας και σε περίπτωση θορύβου και κραδασμών δεν προκαλούν μεγάλη ανησυχία. Έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις βελτίωσης των κινηματικών χαρακτηριστικών και της δυναμικής απόδοσης του μηχανισμού Γενεύης. Για παράδειγμα, χρησιμοποιήθηκαν σύνθετοι μηχανισμοί για την εξάλειψη της μη μηδενικής επιτάχυνσης που είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία του φορτίου πρόσκρουσης κατά τα αρχικά και τελικά στάδια της λειτουργίας [4].

Κάποιες από τις βασικές παραμέτρους σχεδιασμού που είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό ενός μηχανισμού Γενεύης είναι η ταχύτητα του οδηγού, ο αριθμός των διακένων, η διάμετρος του τροχού, η διάμετρος των ακίδων, το πάχος του άκρου κ.λπ.

Οι μηχανισμοί Γενεύης έχουν σχεδιαστεί για να μετατρέπουν τη συνεχή ομοιόμορφη περιστροφική κίνηση ενός τροχού (ή στροφάλου) σε διαλείπουσα περιστροφική κίνηση. Όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 1.14, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, ένας κύλινδρος προσαρτημένος στον κινητήριο τροχό εμπλέκεται σε μια από τις σχισμές στον κινητήριο τροχό και περιστρέφει τον τροχό με μια απόσταση $1/N$ στροφών (όπου N είναι ο αριθμός των αυλακώσεων στον κινητήριο τροχό), καθώς ο κινητήριος τροχός ολοκληρώνει μια περιστροφή. Στο διάστημα μεταξύ της διαδοχικής προόδου της κίνησης, ο κινητήριος τροχός είναι κλειδωμένος στη θέση του από την επιφάνεια. Στην Εικόνα 1.14: Μηχανισμός Γενεύης με καμπύλες υποδοχές (δε φαίνεται ο μηχανισμός κλειδώματος) [5] η γωνιακή μετατόπιση της κίνησης του τροχού λαμβάνει χώρα περίπου στο κέντρο με δεξιόστροφη κατεύθυνση. Όταν ο κύλινδρος στον κινητήριο τροχό εμπλέκεται με την υποδοχή και περιστρέφεται υπό γωνία 2β , ο κινητήριος τροχός περιστρέφεται αριστερόστροφα γύρω από το κέντρο. Η Εικόνα 1.14: Μηχανισμός Γενεύης με καμπύλες υποδοχές (δε φαίνεται ο μηχανισμός κλειδώματος) [5] Β παρουσιάζει τη βασική γεωμετρία μιας καμπύλης της σχισμής και απεικονίζει τις γεωμετρικές σχέσεις μεταξύ του κέντρου του κυλίνδρου και του κέντρου της κίνησης καθώς και της κίνησης του τροχού, αντίστοιχα. Όταν ο κύλινδρος αρχίζει την περιστροφή η καμπύλη στη σχισμή στο κέντρο, βρίσκεται σε απόσταση $R1$ από το κέντρο του κινητήριου τροχού. Στην Εικόνα 1.15: Μέτρηση των εγχοπών μηχανής σε μια μηχανή μέτρησης συντεταγμένων τριών αξόνων [5] φαίνεται η χρήση του μηχανισμού Γενεύης στη μέτρηση των εγχοπών σε μια μηχανή μέτρησης συντεταγμένων τριών αξόνων.



Εικόνα 1.14: Μηχανισμός Γενεύης με καμπύλες υποδοχές (δε φαίνεται ο μηχανισμός κλειδώματος) [5]



Εικόνα 1.15: Μέτρηση των εγκοπών μηχανής σε μια μηχανή μέτρησης συντεταγμένων τριών αξόνων [5]

Το μειονέκτημα του συμβατικού μηχανισμού της Γενεύης είναι ότι η κίνηση εξόδου του ξεκινά και τελειώνει με μη μηδενική επιτάχυνση, περιορίζει τις εφαρμογές σε λειτουργίες χαμηλής ταχύτητας. Ο Fenton R. G. (1965) πρότεινε μια διαμόρφωση δύο μηχανισμών της Γενεύης που συνδέονται σε σειρά για την εξάλειψη της προκληθείσας φόρτισης από το πρόβλημα που προαναφέρθηκε με την αρχική μη μηδενική επιτάχυνση της κίνησης εξόδου [6]. Άλλοι συνδυασμοί του μηχανισμού της Γενεύης έχουν προταθεί από αρκετούς ερευνητές [7].

1.4.2 Τι είναι ο μηχανισμός καστάνιας

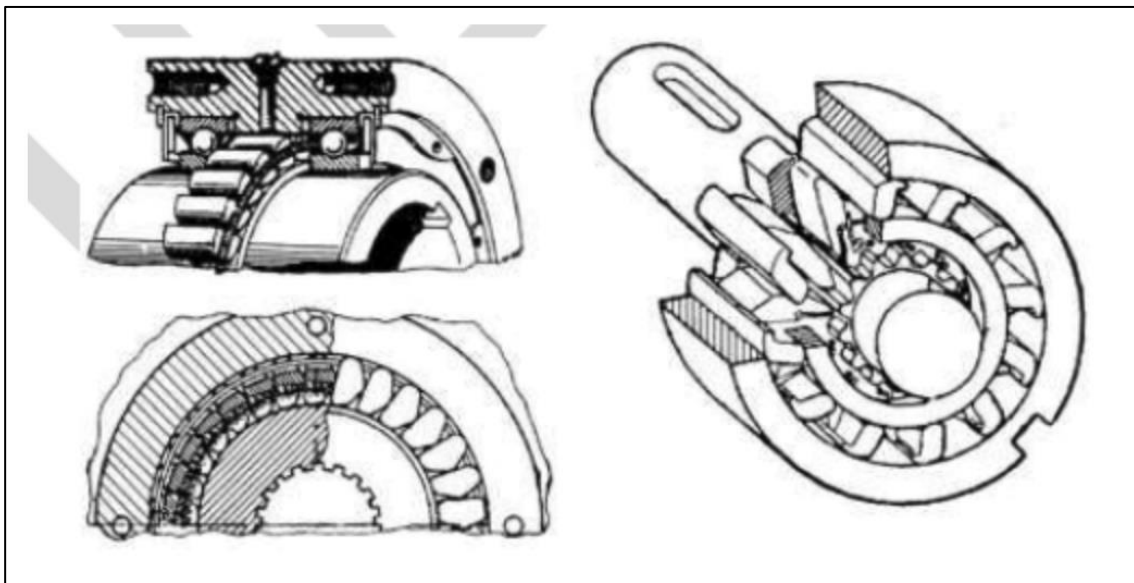
Η καστάνια είναι μια μηχανική συσκευή που επιτρέπει μια συνεχή γραμμική ή περιστροφική κίνηση σε μία μόνο κατεύθυνση, ενώ εμποδίζει την κίνηση στην αντίθετη κατεύθυνση. Η καστάνια χρησιμοποιείται ευρέως σε μηχανήματα και εργαλεία. Η λέξη καστάνια χρησιμοποιείται επίσης ανεπίσημα για να αναφερθεί κανείς σε ένα κλειδί με καστάνια.

Μια καστάνια αποτελείται από ένα στρογγυλό γρανάζι ή μία γραμμική οδοντωτή ράβδο και ένα περιστρεφόμενο δακτύλιο με ελατήριο που ονομάζεται γάντζος (π.χ. σε ρολόγια) ο οποίος εμπλέκει περιμετρικά τα δόντια. Τα δόντια είναι ομοιόμορφα αλλά ασύμμετρα, με κάθε δόντι να έχει μέτρια κλίση στη μία άκρη και πολύ πιο απότομη κλίση στην άλλη άκρη.

Όταν τα δόντια κινούνται προς την απεριόριστη (δηλαδή προς τα εμπρός) κατεύθυνση, ο γάντζος γλιστρά εύκολα προς τα πάνω από τις απαλά κεκλιμένες άκρες τους, με ένα ελατήριο που το αναγκάζει (συχνά με ένα ηχητικό «κλικ») στην κατάθλιψη μεταξύ των δοντιών, καθώς περνά την άκρη κάθε δοντιού. Όταν τα δόντια κινούνται προς την αντίθετη (προς τα πίσω) κατεύθυνση, ο γάντζος θα πιάσει στο απότομα κεκλιμένο άκρο του πρώτου δοντιού που συναντά, κλειδώνοντας έτσι το δόντι και αποτρέποντας οποιαδήποτε περαιτέρω κίνηση προς αυτή την κατεύθυνση.

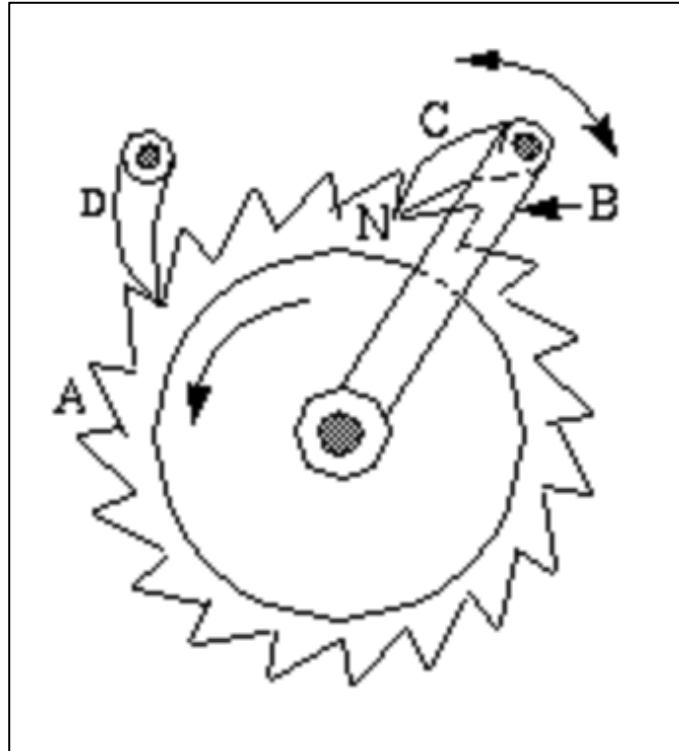
Επειδή, η καστάνια μπορεί να σταματήσει την κίνηση προς τα πίσω μόνο σε διακριτά σημεία (δηλαδή, στα όρια των δοντιών), επιτρέπει περιορισμένη ποσότητα οπισθοκίνητης κίνησης. Αυτή η κίνηση προς τα πίσω η οποία περιορίζεται σε μια μέγιστη απόσταση ίση με την απόσταση μεταξύ των δοντιών, ονομάζεται αντίδραση. Σε περιπτώσεις όπου η αντίδραση πρέπει να ελαχιστοποιηθεί, μερικές φορές χρησιμοποιείται μια ομαλή, χωρίς δόντια καστάνια με επιφάνεια υψηλής τριβής, με χρήση υλικού όπως το καουτσούκ. Ο γάντζος φέρει γωνία κατά μήκος της επιφάνειας έτσι ώστε οποιαδήποτε κίνηση προς τα πίσω να προκαλέσει εμπλοκή του στην επιφάνεια και έτσι να αποτρέψει οποιαδήποτε περαιτέρω κίνηση προς τα πίσω. Δεδομένου, ότι η απόσταση της κίνησης προς τα πίσω είναι κυρίως συνάρτηση της συμπίεσής της επιφάνειας υψηλής τριβής, αυτός ο μηχανισμός μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά μειωμένη αντίστροφη αντίδραση [8].

Ο τροχός της καστανίας μπορεί να περιστρέφεται μόνο σε μια κατεύθυνση. Στη μηχανική, τα μηχανήματα που εναλλάσσονται και σταματούν, εναλλακτικά χρησιμοποιούν μηχανισμούς καστανίας. Συγκεκριμένα, αυτοί οι μηχανισμοί ονομάζονται μηχανισμοί ελεύθερης καστανίας (Εικόνα 1.16). Χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, σε ανυψωτικά μηχανήματα, σε μηχανισμούς μεταφοράς, σε μηχανισμούς εφοδιασμού για μηχανές κοπής μετάλλων, σε υδροδυναμικά κιβώτια, σε συστήματα εκκίνησης για κινητήρες εσωτερικής καύσης και σε αεριοστροβίλους, σε ποδήλατα και μεταδόσεις ελικόπτερων, σε παλμικές μηχανικές μεταδόσεις και σε συνεχείς μηχανικές μεταδόσεις.



Εικόνα 1.16: Ελεύθερος μηχανισμός καστανίας [9]

Για παράδειγμα, στην Εικόνα 1.17: Καστάνια [10] το Α είναι ο τροχός της καστανίας και το Β είναι ένας ταλαντευόμενος μοχλός που φέρει τον κινητήριο γάντζο. Όταν ο βραχίονας Β κινείται αριστερόστροφα, ο γάντζος C θα ωθήσει τον τροχό μέσω ενός κλασματικού τμήματος μιας περιστροφής που εξαρτάται από την κίνηση του Β. Όταν ο βραχίονας κινείται προς τα πίσω (δεξιόστροφα), ο γάντζος C θα γλιστρήσει πάνω από τα σημεία των δοντιών ενώ ο τροχός παραμένει σταθερός λόγω του σταθερού γάντζου D. Ο τροχός θα είναι σε θέση να ωθηθεί προς τα εμπρός (αριστερόστροφη κίνηση) όπως πριν. Η πιθανή κίνηση προς τα πίσω ποικίλλει ανάλογα με το ύψος των δοντιών. Αυτή η κίνηση θα μπορούσε να μειωθεί με τη χρήση μικρών δοντιών (μερικές φορές αυτό επιτυγχάνεται, τοποθετώντας πολλούς γάντζους με διαφορετικά μήκη, δίπλα-δίπλα στον ίδιο άξονα).



Εικόνα 1.17: Καστάνια [10]

Οι επιφάνειες επαφής του τροχού και του γάντζου πρέπει να είναι κεκλιμένες έτσι ώστε να μην τείνουν να αποδεσμεύονται υπό πίεση. Εάν αυτή η συνηθισμένη φυσιολογική λειτουργία περάσει έξω από αυτά τα όρια, ο γάντζος θα αναγκαστεί να μην έρθει σε επαφή υπό φορτίο εκτός εάν συγκρατείται από τριβή και να κινείται ανεξέλεγκτα ο τροχός. Σε πολλούς μηχανισμούς καστάνιας, ο γάντζος συγκρατείται στον τροχό κατά τη διάρκεια της κίνησης με τη δράση ενός ελατηρίου.

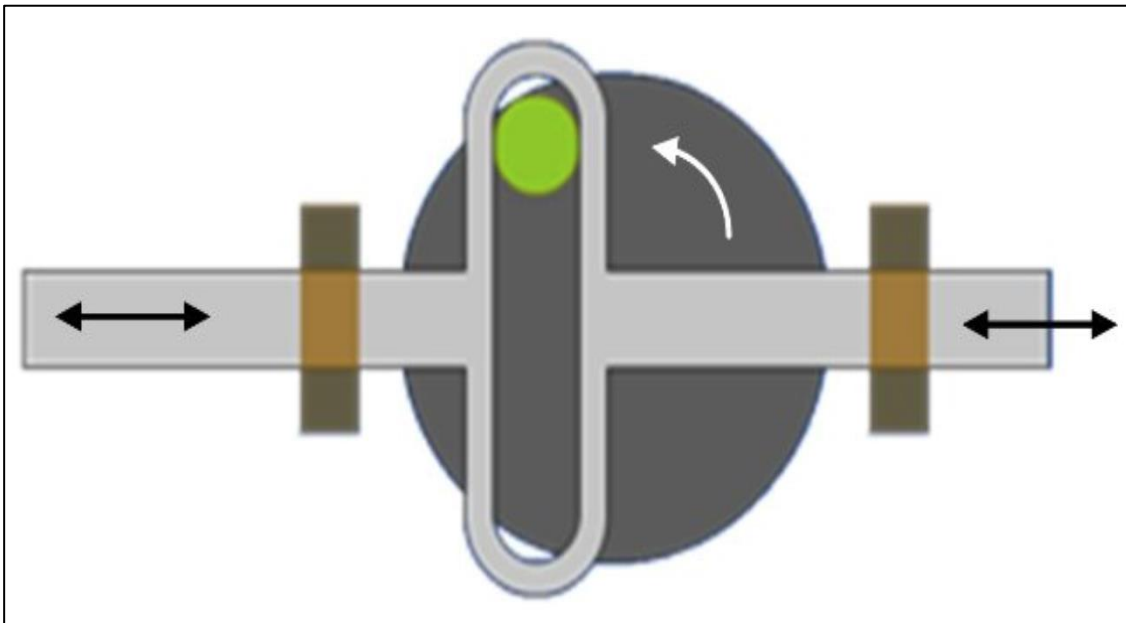
Η συνήθης μορφή των δοντιών ενός τροχού καστάνιας είναι αυτή που παρουσιάστηκε προηγουμένως αλλά σε μηχανισμούς τροφοδοσίας, όπως χρησιμοποιούνται σε πολλά μηχανολογικά εργαλεία, είναι απαραίτητο να τροποποιηθεί το σχήμα του δοντιού για ένα αναστρέψιμο γάντζο, έτσι ώστε η κίνηση να μπορεί να είναι προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.

Ο μηχανισμός καστάνιας διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην παροχή μιας μονόδρομης μετάδοσης και ασφάλειας ενάντια σε βαριές συνθήκες φόρτωσης. Σε ένα μηχανικό ανυψωτικό για παράδειγμα όταν είναι κλειδωμένο, επιτρέπει μόνο μία κίνηση για να ανυψώνει τις μάζες και περιορίζει την πτώση τους, ακόμη και αν αφαιρεθούν οι εντάσεις στις αντίθετες πλευρές.

1.4.3 Τι είναι ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού

Η εξισορρόπηση της ροπής εισόδου μέσω της προσθήκης ενός βοηθητικού μηχανισμού είναι ένας πολύ γνωστός τρόπος βελτίωσης της δυναμικής συμπεριφοράς των μηχανισμών. Μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την επίλυση αυτού του προβλήματος, είναι η δημιουργία ενός μηχανισμού έκκεντρου ελατηρίου. Ωστόσο, η χρήση μηχανισμού έκκεντρου δεν είναι πάντα δυνατή ή επιθυμητή λόγω του φαινομένου φθοράς, λόγω της τάσης επαφής και της υψηλής τριβής μεταξύ του κυλίνδρου και του εκκέντρου.

Ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού (Εικόνα 1.18: Μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού [11]) είναι ένας αρκετά απλός μηχανισμός για τη μετατροπή της γραμμικής κίνησης σε περιστροφική ή το αντίστροφο. Τα μέρη αυτής της συσκευής περιλαμβάνουν μια συρόμενη ράβδο, ένα ζυγό στη ράβδο με μια εγκοπή και μια μικρότερη ράβδο. Αυτή η ράβδος συνδέεται με το ζυγό και στερεώνεται από έναν πείρο μέσω της εγκοπής στη συρόμενη ράβδο. Καθώς, η ράβδος ολισθαίνει εμπρός και πίσω, ή παλινδρομεί, η μικρότερη ράβδος αναγκάζεται να ολισθήσει πάνω και κάτω στην υποδοχή του ζυγού, δημιουργώντας μια περιστροφική κίνηση. Επίσης, μπορεί να πραγματοποιηθεί και το αντίστροφο αυτής της σχέσης κίνησης. Καθώς ο πείρος ξεκινά μια περιστροφική κίνηση, ο ολισθητήρας δημιουργεί αντίστοιχα μια αμοιβαία ή εμπρός και πίσω κίνηση. Κατά τη λειτουργία, το παλινδρομικό τμήμα συνδέεται απευθείας με τη συρόμενη ράβδο ή ζυγό με μια εγκοπή που εμπλέκει τον πείρο στο περιστρεφόμενο τμήμα. Η κίνηση του μηχανισμού αυτού είναι τέτοια, που η καθαρή απλή αρμονική κίνηση παράγεται από τον μηχανισμό όταν οδηγείται από έναν έκκεντρο ή στρόφαλο. Επειδή η ταχύτητα και η επιτάχυνση είναι παράγωγα της καμπύλης του χρόνου μετατόπισης, αυτά τα γραφήματα έχουν επίσης μια τέλεια μορφή κύματος κατά τη λειτουργία τους.



Εικόνα 1.18: Μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού [11]

Ο μηχανισμός του σκωτσέζικου ζυγού χρησιμοποιείται συχνότερα σε ενεργοποιητές βαλβίδων ελέγχου σε αγωγούς πετρελαίου και φυσικού αερίου υψηλής πίεσης. Αν και δεν είναι μια συνηθισμένη μεταλλουργική μηχανή σήμερα, οι ακατέργαστοι διαμορφωτές χρησιμοποιούν επίσης τέτοιους μηχανισμούς. Γενικότερα, τέτοιοι μηχανισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορους κινητήρες εσωτερικής καύσης, όπως τον κινητήρα Bourke, τον κινητήρα SyTech και τον κινητήρα Waissi. Ορισμένες άλλες σύγχρονες χρήσεις περιλαμβάνουν τα μηχανήματα Can Crusher, Powerbrush Brushes και ρομπότ ιατρικής / οδοντιατρικής βοήθειας.

1.4.4 Τι είναι ο μηχανισμός ελεύθερης άρθρωσης

Ο μηχανισμός ελεύθερης άρθρωσης (καθολικός σύνδεσμος, σύνδεσμος U, σύνδεσμος Cardan, σύνδεσμος Spicer, ή Hardy Spicer, ή σύνδεσμος Hooke) είναι ένας σύνδεσμος ή

άρθρωση που συνδέει άκαμπτες ράβδους των οποίων οι άξονες έχουν κλίση ο ένας ως προς τον άλλο και χρησιμοποιείται συνήθως σε άξονες που μεταδίδουν περιστροφική κίνηση. Αποτελείται από ένα ζευγάρι βραχίονες που βρίσκονται κοντά μεταξύ τους, προσανατολισμένες στις 90° (μεταξύ τους), που συνδέονται με ένα σταυρό άξονα. Η ελεύθερη άρθρωση δεν είναι ένας σύνδεσμος σταθερής ταχύτητας.

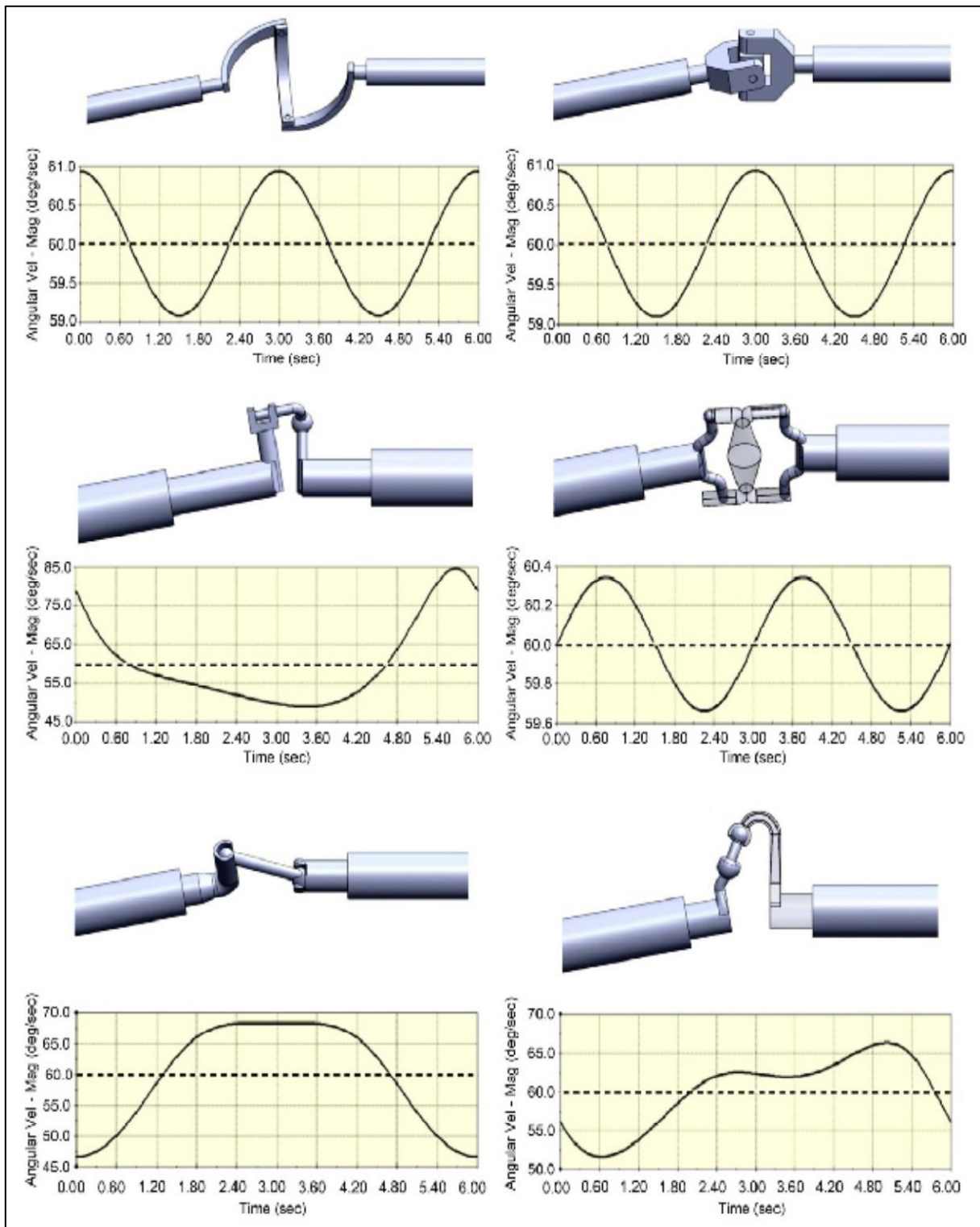
Η κύρια ιδέα της ελεύθερης άρθρωσης βασίζεται στο σχεδιασμό των αντίζυγων, τα οποία χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα. Στην Ευρώπη, η ελεύθερη άρθρωση ονομάζεται συχνά ως Cardano ή άξονας Cardan, μετά τον Ιταλό μαθηματικό Gerolamo Cardano. Ωστόσο, στα γραπτά του, ανέφερε μόνο βάσεις ανάρτησης, όχι καθολικές αρθρώσεις [12]. Ο μηχανισμός περιγράφηκε αργότερα από τον Gaspar Schott, ο οποίος κατά λάθος ισχυρίστηκε ότι ήταν ένας σύνδεσμος σταθερής ταχύτητας [13].

Η ελεύθερη άρθρωση χρησιμοποιείται πολύ συχνά στην κατασκευή μηχανών, ειδικά τη σημερινή εποχή, για βαρέα και κινητήρια οχήματα και κιβώτια ταχυτήτων που βρίσκονται σε απόσταση από τους κινητήριους τροχούς. Χρησιμοποιείται επίσης και για οχήματα με τετρακίνηση. Ο μηχανισμός cardan σε αυτή την περίπτωση μεταφέρει την κίνηση περιστροφής από το ένα διαφορικό στο άλλο.

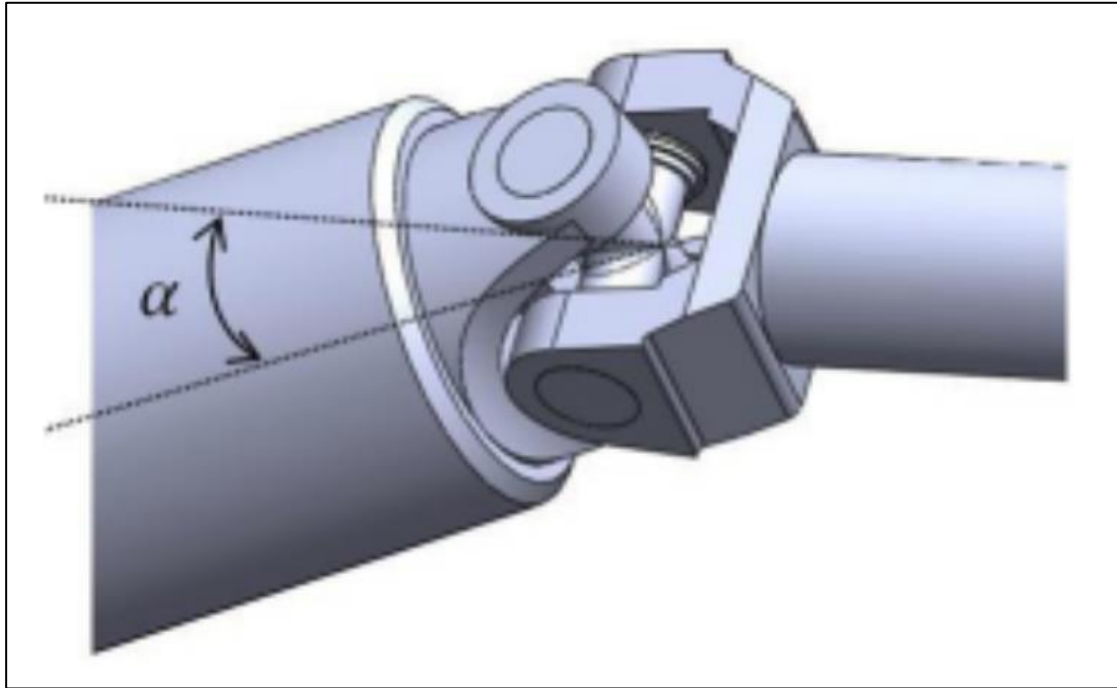
Η ιδέα ενός μηχανισμού που μπορεί να προσφέρει μια ελαφριά κλίση προς την κατεύθυνση των περιστρεφόμενων αξόνων έχει απασχολήσει αρκετά τους μηχανικούς. Ο Artobolevsky I. I. (1900) εισήγαγε ένα τέτοιο μηχανισμό στο βιβλίο του από πολύ νωρίς [14]. Μερικοί από αυτούς τους μηχανισμούς των ελεύθερων αρθρώσεων με τις αντίστοιχες χαρακτηριστικές καμπύλες τους παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.19.

Γενικότερα, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες για την αναγνώριση της φύσης των αντίστοιχων δυνάμεων και τις αστοχίες μέσα σε αυτούς τους μηχανισμούς. Για παράδειγμα, οι Bayrakceken H. και Hajirezaei H. (2010) ανέφεραν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους για την επίδραση των ρωγμών σε αστοχίες των αρθρώσεων, σε μηχανισμούς cardan [15]. Σε άλλες έρευνες αναφέρθηκαν τα αποτελέσματα της αποτυχίας στο σύστημα μετάδοσης ισχύος σε οχήματα εξοπλισμένα με ελεύθερες αρθρώσεις [16]. Σχεδόν, όλες οι μελέτες έχουν επικεντρωθεί γενικά στην αστοχία των αρθρώσεων ή των συνδετικών ράβδων. Δεν υπάρχει σχεδόν καμία ερευνητική μελέτη που να αφορά ειδικά την αστοχία των ρουλεμάν στις καθολικές αρθρώσεις. Ωστόσο, στην πραγματικότητα υπάρχουν πολλές περιπτώσεις αστοχίας που σχετίζονται με τα δυσλειτουργικά ρουλεμάν αρθρώσεων.

Το 1904, ο Clarence Spicer, νέος πτυχιούχος μηχανικής από το Πανεπιστήμιο Cornell, καταχώρησε την εφεύρεσή του για έναν μηχανισμό [17]. Έκτοτε, ο μηχανισμός που ονομάστηκε σύνδεσμος ή άρθρωση Cardan έχει βρει εκτεταμένες βιομηχανικές εφαρμογές. Η άρθρωση Cardan είναι από τις πιο δημοφιλείς ελεύθερες αρθρώσεις. Χρησιμοποιείται ευρέως στις μηχανικές συζεύξεις και αρθρώσεις με την προϋπόθεση ότι οι άξονες κίνησης εισόδου και εξόδου δεν είναι ευθυγραμμισμένοι. Μπορεί επίσης να είναι επιθυμητό να επιτρέπονται ορισμένες γωνιακές αποκλίσεις κατά μήκος του άξονα περιστροφής (Εικόνα 1.20 Σχήμα μιας άρθρωσης Cardan [18]). Η άρθρωση Cardan περιλαμβάνει τα τρία κύρια μέρη, τον άξονα κίνησης εισόδου, τον άξονα κίνησης εξόδου και το τμήμα του σταυρού. Δύο σημεία του εγκάρσιου τεμαχίου συνδέονται στον άξονα κίνησης εισόδου και δύο άλλα σημεία συνδέονται στον άξονα κίνησης εξόδου. Οι συνδέσεις στηρίζονται στα ρουλεμάν.



Εικόνα 1.19: Δείγματα από μηχανισμούς ελεύθερης άρθρωσης και οι αντίστοιχες χαρακτηριστικές καμπύλες που εισήχθησαν από τον Artobolevsky. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν την γωνιακή ταχύτητα του κινητήριου άξονα της εισόδου και οι συνεχείς γραμμές δείχνουν τη γωνιακή ταχύτητα του κινητήριου άξονα εξόδου [18]

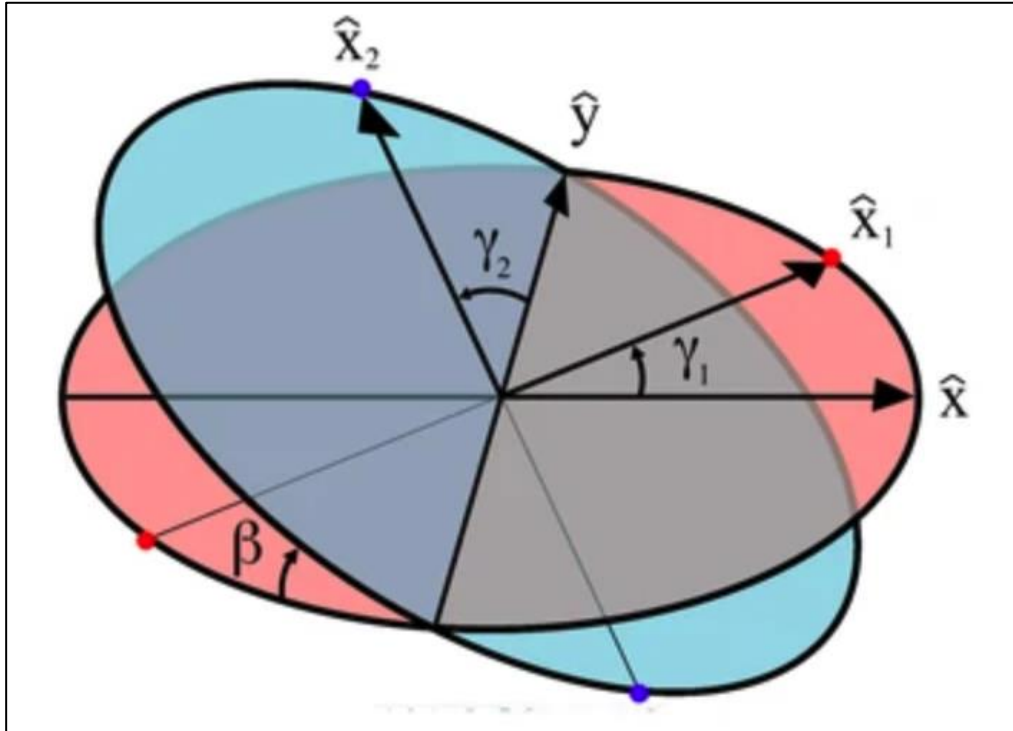


Εικόνα 1.20 Σχήμα μιας άρθρωσης Cardan [18]

Η άρθρωση Cardan πάσχει από ένα μεγάλο πρόβλημα. Ακόμη και όταν ο άξονας κίνησης εισόδου περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα, ο άξονας κίνησης εξόδου περιστρέφεται με μεταβλητή ταχύτητα, προκαλώντας έτσι δονήσεις και φθορά. Η διακύμανση της ταχύτητας του κινητήριου άξονα εξαρτάται από τη διαμόρφωση του συνδέσμου, η οποία καθορίζεται από τρεις μεταβλητές:

- γ_1 τη γωνία περιστροφής για τον άξονα 1
- γ_2 τη γωνία περιστροφής για τον άξονα 2
- β τη γωνία κάμψης της άρθρωσης ή τη γωνία μεταξύ των αξόνων, με το 0 να είναι παράλληλοι οι άξονες

Αυτές οι μεταβλητές απεικονίζονται στην Εικόνα 1.21. Εμφανίζονται επίσης ένα σύνολο σταθερών αξόνων συντεταγμένων με διανύσματα μονάδας \hat{x} και \hat{y} και τα επίπεδα περιστροφής κάθε άξονα. Αυτά τα επίπεδα περιστροφής είναι κάθετα στους άξονες περιστροφής και δεν κινούνται καθώς περιστρέφονται οι άξονες. Οι δύο άξονες ενώνονται με μηχανισμό που δε φαίνεται. Ωστόσο, ο άξονας 1 προσκολλάται με το μηχανισμό στα κόκκινα σημεία στο κόκκινο επίπεδο περιστροφής στην εικόνα, και ο άξονας 2 συνδέεται στα μπλε σημεία στο μπλε επίπεδο. Τα συστήματα συντεταγμένων που είναι σταθερά σε σχέση με τους περιστρεφόμενους άξονες ορίζονται ως έχοντα διανύσματα μονάδας άξονα x (\hat{x}_1 και \hat{x}_2) που δείχνουν από την αρχή προς ένα από τα σημεία σύνδεσης. Όπως φαίνεται, το \hat{x}_1 είναι υπό γωνία γ_1 σε σχέση με την αρχική του θέση κατά μήκος του άξονα x και το \hat{x}_2 είναι υπό γωνία γ_2 σε σχέση με την αρχική του θέση κατά μήκος του άξονα y .



Εικόνα 1.21: Αποτύπωση των μεταβλητών της ελεύθερης άρθρωσης [19]

Το \hat{x}_1 περιορίζεται στο κόκκινο επίπεδο στην εικόνα και σχετίζεται με το γ_1 από:

$$\hat{x}_1 = [\cos\gamma_1, \sin\gamma_1, 0] \quad 1.12$$

Το \hat{x}_2 περιορίζεται στο μπλε επίπεδο στην εικόνα και είναι το αποτέλεσμα του διανύσματος μονάδας στον άξονα $x \hat{x} = [1, 0, 0]$ που περιστρέφεται μέσω των γωνιών Euler $[\pi/2, \beta, 0]$:

$$\hat{x}_2 = [-\cos\beta \sin\gamma_2, \cos\gamma_2, \sin\beta \sin\gamma_2] \quad 1.13$$

Ένας περιορισμός στα \hat{x}_1 και \hat{x}_2 διανύσματα είναι ότι επειδή είναι σταθερά στο αντίζυγο, πρέπει να παραμένουν σε ορθή γωνία μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει όταν το τελικό προϊόν τους είναι μηδέν.

$$\hat{x}_1 \times \hat{x}_2 = 0 \quad 1.14$$

Έτσι η εξίσωση της κίνησης που σχετίζεται με τις δύο γωνιακές θέσεις δίνεται από:

$$\tan\gamma_1 = \cos\beta \tan\gamma_2 \quad 1.15$$

και

$$\gamma_2 = \tan^{-1}\left[\frac{\tan\gamma_1}{\cos\beta}\right] \quad 1.16$$

Η λύση για το γ_2 δεν είναι μοναδική, καθώς η συνάρτηση του τόξου της εφαπτομένης είναι πολύτιμη, ωστόσο απαιτείται λύση για το γ_2 να είναι συνεχές στις γωνίες ενδιαφέροντος. Για

παράδειγμα, η εξίσωση 1.17 χρησιμοποιώντας το $\text{atan2}(y,x)$, η συνάρτηση θα είναι έγκυρη για $-\pi < \gamma_1 < \pi$:

$$\gamma_2 = \text{atan2}(\sin\gamma_1, \cos\beta \cos\gamma_1) \quad 1.17$$

Οι γωνίες γ_1 και γ_2 σε μια περιστρεφόμενη άρθρωση θα είναι συναρτήσεις του χρόνου. Η διαφοροποίηση της εξίσωσης κίνησης σε σχέση με το χρόνο και η χρήση της ίδιας εξίσωσης κίνησης για την εξάλειψη μιας μεταβλητής αποδίδει τη σχέση μεταξύ των γωνιακών ταχυτήτων

$$\omega_2 = d\gamma_1/dt \text{ και } \omega_2 = d\gamma_2/dt \quad 1.18$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1 \cos\beta}{1 - \sin^2\beta \cos^2\gamma_1} \quad 1.19$$

Τελικά αποδεικνύεται ότι:

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1 \cos\beta}{1 - \sin^2\beta \cos^2\gamma_1} - \frac{\omega_1^2 \cos\beta \sin^2\beta \sin 2\gamma_1}{(1 - \sin^2\beta \cos^2\gamma_1)^2} \quad 1.20$$

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

Αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται στην έρευνα και βιβλιογραφία σχετικά με το μηχανισμό Γενεύης, το μηχανισμό καστάνιας, το μηχανισμό σκωτσέζικου ζυγού και ελεύθερης άρθρωσης. Σύμφωνα με την απόκτηση της υψηλής ποιότητας και τα πρότυπα ικανότητας μαζικής παραγωγής στη βιομηχανία, οι ερευνητές έχουν ως κίνητρο να ερευνήσουν αποτελεσματικούς μηχανισμούς και προσεγγίσεις σχεδιασμού για τη βελτίωση της απόδοσης των αυτόματων μηχανών.

2.1 Ο μηχανισμός Γενεύης

2.1.1 Έρευνα

Οι συμβατικές μέθοδοι υποθέτουν ότι οι μηχανισμοί οδηγούνται με σταθερή ταχύτητα εισόδου και υπάρχουν προτάσεις για τον επανασχεδιασμό τους. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να δημιουργηθεί ένας μηχανισμός με υψηλότερη κινηματική προσέγγιση, ενώ αυτό είναι αποδεκτό γενικότερα σε μηχανοκίνητους μηχανισμούς. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο βέλτιστος σχεδιασμός του έκκεντρου μηχανισμού [20]. Ο μηχανισμός μέσα από παραλλαγές στο σχεδιασμό του θα είναι πιο αποτελεσματικός εάν η παραλλαγή της εισόδου της ταχύτητας μπορεί να ελέγχεται πρακτικά από την επιθυμία του σχεδιαστή. Ως αποτέλεσμα, η βελτίωση των χαρακτηριστικών του μηχανισμού θα μπορεί να διευκολυνθεί σύμφωνα με τη σχεδίαση.

Ο πρωταρχικός στόχος της μελέτης των Hasty C. E. και Potts J. F. (1966) από πολύ νωρίς ήταν να παρουσιάσει σαφή γραφικές σχέσεις μεταξύ των περιοριστικών τάσεων (φθορά και θραύση) και τις διαθέσιμες μεταβλητές σχεδιασμού [21]. Επίσης, αναφέρεται στην ποσοτική τους επίδραση που μπορεί να αξιολογηθεί εύκολα από το σχεδιαστή για την παραγωγή ενός βέλτιστου σχεδιασμού του μηχανισμού της Γενεύης. Αυτές οι σχέσεις δε θα επιτρέψουν μόνο σε κάποιον να αναλύσει ένα υπάρχον σχέδιο αλλά το πιο σημαντικό, θα επιτρέψουν στο σχεδιαστή να συνθέσει τη διαμόρφωση των τροχών από κριτήρια μέγιστης πίεσης και φορτίων. Στην προσέγγιση τους για το σχεδιασμό μελέτησαν τη μείωση της φθοράς με αλλαγή της γεωμετρίας του τροχού της Γενεύης, για μείωση της τάσης επαφής(φθορά), διατηρώντας παράλληλα αποδεκτά επίπεδα τάσης σε άλλες περιοχές του τροχού.

Για τη δημιουργία μη σταθερής ταχύτητας που λαμβάνεται με βελτιστοποίηση της επιτάχυνσης, χρησιμοποιείται ένα ζεύγος μη κυκλικών γραναζιών. Η εφαρμογή αυτής της διαδικασίας δείχνει πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα και μπορεί να βελτιώσει το κινηματικό χαρακτηριστικό του μηχανισμού, αντί να σχεδιαστεί ένας νέος μηχανισμός.

Η πρόοδος των σερβοκινητήρων και ο έλεγχός τους έχουν παροτρύνει τους ερευνητές να χρησιμοποιήσουν έναν ελεγχόμενο από ηλεκτρονικό υπολογιστή σερβοκινητήρα ως κινητήριο μέσο. Αυτή η λύση είναι πιο αποδοτική από τη χρήση των συμβατικών κινητήρων σε αυτόματες μηχανές για τη βελτίωση των κινηματικών χαρακτηριστικών των μηχανισμών. Αυτοί οι σερβομηχανισμοί χαρακτηρίζονται με την ελεγχόμενη ταχύτητα από τον υπολογιστή.

Το 1994, οι Chew M. και Plan M. χρησιμοποίησαν ένα DC σερβοκινητήρα για τη μείωση των υπολειπόμενων κραδασμών σε υψηλές ταχύτητες σε ηλεκτρομηχανικές μηχανές

συγκόλλησης [22]. Η νέα ιδέα της μεταβολής της ταχύτητας εισόδου ενός μηχανισμού αναφέρθηκε και από τον Rothbart H.A (1956) [23]. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ταχύτητας εισόδου ενός μηχανισμού εκκέντρου. Σε αυτόν το μηχανισμό η είσοδος ήταν η παραγωγή ενός μηχανισμού γρήγορης επιστροφής Withworth. Αυτός εφάρμοσε την παραλλαγή της ταχύτητας εισόδου για να μειώσει το έκκεντρο και κατά συνέπεια τη μείωση της γωνίας πίεσης.

Οι Tesar F.K και Matthew D. (1996) προχώρησαν στις κινηματικές εξισώσεις του μηχανισμού παρακολούθησης των εκκέντρων με την παραδοχή της υπόθεσης της μεταβλητής ταχύτητας με αισθητήρα [24]. Επιπλέον, υπάρχουν μελέτες που δείχνουν τόσο τον πειραματικό, όσο και το θεωρητικό τρόπο για την κινηματική προσέγγιση [25] [26]. Σε αυτές τις μελέτες, οι ερευνητές βελτίωσαν τα χαρακτηριστικά ενός μηχανισμού παρακολούθησης εκκέντρων με τη χρήση μιας λειτουργίας ταχύτητας εισόδου που λαμβάνεται από ένα σερβοκινητήρα, ελεγχόμενο (μέσω του δρομέα) από μικροϋπολογιστή. Χρησιμοποίησαν, επίσης μεταβλητή ταχύτητα εισόδου σε πρέσα τύπου Watt, με τη σύνδεση τεσσάρων ράβδων και μηχανισμών slider-crank και ανέλυσαν τις επιρροές [27] [28]. Επίσης, οι Mundo D. και Yan H.S. (2007) χρησιμοποίησαν ένα γενετικό αλγόριθμο για την ταχύτητα εισόδου ενός μηχανισμού μανιβέλας προς την ενίσχυση των χαρακτηριστικών κίνησης του μηχανισμού [29]. Ο μηχανισμός της Γενεύης χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία. Μπορεί να αποτελεί τον απλούστερο και λιγότερο ακριβό από όλους τους διακοπτόμενους μηχανισμούς κίνησης.

Ένα από τα σημαντικά θέματα αυτού του μηχανισμού είναι η επιτάχυνση του κινούμενου τροχού. Για το λόγο ότι ξεκινά και σταματά ξαφνικά και επιταχύνεται κατά την αρχή της κίνησης, οι Lee και ο Cho χρησιμοποίησαν τη βέλτιστη μέθοδο ελέγχου για τη βελτίωση των κινηματικών χαρακτηριστικών του τροχού της Γενεύης [30]. Οι έρευνες επικεντρώνονται στη χρήση του γενετικού αλγορίθμου ως τρόπου για τη βέλτιστη συμβολή στο μηχανισμό της Γενεύης. Ο στόχος τους ήταν να παρουσιαστεί μια προσέγγιση για την εύρεση της σωστής καμπύλης ταχύτητας εισόδου που δείχνει καλές κινηματικές και ιδιότητες της δομής.

Ο στόχος των Heidari M. et al. (2008) ήταν η μείωση της επιτάχυνσης και των κραδασμών του τροχού [3]. Γι' αυτό, ο πρώτος στόχος ορίζεται στις λειτουργίες και τους περιορισμούς, ώστε ο γενετικός αλγόριθμος να αποτελέσει την εφαρμογή για την επίλυση του προβλήματος της βελτιστοποίησης. Επιπλέον, ανέλυσαν μια κινηματική προσομοίωση. Χρησιμοποιήθηκε η βελτιστοποίηση της επιτάχυνσης και ένα ζεύγος μη κυκλικών γραναζιών για τη δημιουργία της απαιτούμενης μη σταθερής ταχύτητας. Η μελέτη τους παρουσίασε μια μέθοδο για τη βελτίωση των κινηματικών χαρακτηριστικών του μηχανισμού της Γενεύης. Η ταχύτητα εισόδου του μηχανισμού θεωρήθηκε μεταβλητή. Ο γενετικός αλγόριθμος εφαρμόστηκε δύο φορές, πρώτα για τη βελτιστοποίηση της μέγιστης επιτάχυνσης και δεύτερον για τη βελτιστοποίηση της επιτάχυνσης και των κραδασμών ταυτόχρονα. Επιπλέον, έγινε σύγκριση μεταξύ του κινηματικού χαρακτηριστικού του κινητήριου τροχού πριν και μετά τη βελτιστοποίηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση κατά 42,5% στην κορυφή της επιτάχυνσης στο βέλτιστο μηχανισμό όταν η επιτάχυνση ήταν αντικειμενική συνάρτηση. Γενικότερα, χρησιμοποιήθηκαν μη κυκλικά γρανάζια για την παραγωγή της απαιτούμενης μη σταθερής ταχύτητας για την κίνηση. Η εφαρμογή αυτής της διαδικασίας έδειξε πώς μπορεί να βελτιωθεί η μεταβλητή ταχύτητα εισόδου, καθώς και τα χαρακτηριστικά εξόδου του μηχανισμού χωρίς την απαίτηση για σχεδιασμό άλλων μηχανισμών.

Υπάρχει γενικότερα εκτεταμένη έρευνα σχετική με αναλυτικά αποτελέσματα, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε σχεδιασμούς υψηλής ταχύτητας της Γενεύης. Τα αποτελέσματα τους προέρχονται από τη θεωρία της κλασικής μηχανικής, παρέχουν σαφείς σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων απόδοσης (αυτές οι παράμετροι όπως η τάση επαφής, το μέγιστο φορτίο κ.λπ.,

οι οποίες μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην απόδοση του μηχανισμού) και μεταβλητές σχεδιασμού που καθορίζουν έναν μηχανισμό της Γενεύης (αριθμός διακένων, διάμετρος τροχού, διάμετρος πείρου κ.λπ.). Στο παρελθόν, η πολυπλοκότητα της μαθηματικής διατύπωσης αυτού του προβλήματος απέκλεισε τη σύνθετη αναλογία των τροχών της Γενεύης. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας αυτά τα αποτελέσματα, είναι πλέον δυνατό να συντεθούν άμεσα η διαμόρφωση του τροχού, έναντι επαναλαμβανόμενων δοκιμών και ανάλυση των σφαλμάτων [21].

Έχει αποδειχθεί "ότι η αδράνεια του τροχού της Γενεύης πρέπει να είναι τρία μισά της αδράνειας του φορτίου για τη διατήρηση της ελάχιστης τάσης επαφής των ακίδων. Στη μελέτη του ο Hsieh J.F. (2007) παρουσίασε μια απλή αλλά ολοκληρωμένη μέθοδο για το σχεδιασμό και τη μηχανική κατεργασία ενός μηχανισμού της Γενεύης με καμπύλες σχισμές [5]. Το κινηματικό μοντέλο του μηχανισμού της Γενεύης αναπτύσσεται, χρησιμοποιώντας ομοιογενή μετασχηματισμό συντεταγμένων και θεωρία επιφανειακής συζεύξεως. Η γωνία πίεσης του κύριου μηχανισμού της Γενεύης και οι καμπυλότητες των θυρίδων αναλύονται, χρησιμοποιώντας μια αναλυτική έκφραση που προέρχεται για το προφίλ υποδοχής. Η προτεινόμενη μεθοδολογία σχεδιασμού επαληθεύεται με κατεργασία των σχεδιασμένων καμπυλωτών θυρίδων με χρήση τριών αξόνων (X,Ψ,Z) της μηχανής CNC. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η προσέγγιση που παρουσιάζεται σε αυτήν τη μελέτη επιτρέπει το σχεδιασμό του μηχανισμού της Γενεύης καθώς και τον επιτυχή τρόπο της ενσωμάτωσης της κατασκευής, καθιστώντας έτσι δυνατή μια ευέλικτη, αυτόματη, οικονομικά αποδοτική και ελεγχόμενη διαδικασία παραγωγής.

Υιοθετώντας μια εναλλακτική προσέγγιση σε μια άλλη μελέτη, εγκαταστάθηκαν στοιχεία απόσβεσης εντός του μηχανισμού για την καταστολή των κραδασμών [31]. Τα αποτελέσματα γενικά ποικίλλουν ανάλογα με την γεωμετρία των αυλακώσεων στον κινητήριο τροχό [32].

Ο Lee H. P. (1996) παρουσίασε ένα παραμετρικό πολυώνυμο για τη δημιουργία των καμπυλών σχισμών ενός μηχανισμού της Γενεύης. Η πρόσθετη παράμετρος δίνει στο σχεδιαστή μια επιπλέον ελευθερία στην τροποποίηση του κινηματικού χαρακτηριστικού του μηχανισμού της Γενεύης, χωρίς να επηρεάζεται η αναλογία του χρόνου παραμονής προς την κίνηση στο χρόνο [33].

Γενικότερα, στα σημεία λειτουργίας σε διάφορες γραμμές παραγωγής, η κανονική επιτάχυνση του περιστρεφόμενου στροφαλοφόρου μεταδίδεται στον τροχό με πρόσκρουση, που οδηγεί σε μεγάλα χτυπήματα και ανεπιθύμητες δονήσεις στο μηχανισμό [34]. Δύο ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά που συνυπάρχουν σε αυτόν τον μηχανισμό είναι (1) η υψηλή τάση επαφής μεταξύ του πείρου κίνησης και της υποδοχής του τροχού και (2) η δονητική κίνηση του κινούμενου φορτίου αδράνειας. Και οι δύο αυτοί παράγοντες επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση και τη ζωή του μηχανισμού [35]. Έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι για τη μείωση της επιτάχυνσης των τροχών προκειμένου να μειωθεί η δύναμη της αδράνειας και η επακόλουθη φθορά. Πολλοί συγγραφείς σκέφτηκαν να ελαχιστοποιήσουν την αδράνεια των δυνάμεων στον τροχό της Γενεύης, χρησιμοποιώντας ένα σύνδεσμο τεσσάρων ράβδων σε συνδυασμό με τον πείρο κίνησης [36].

Ένα τμήμα της έρευνας έχει ασχοληθεί με το μηχανισμό της Γενεύης διπλού στροφάλου. Τα χαρακτηριστικά της κίνησης που καθορίζονται από το σχεδιαστή μπορούν να ληφθούν, χρησιμοποιώντας το διπλό στρόφαλο στο μηχανισμό της Γενεύης [37]. Αυτός ο μηχανισμός αποτελείται από το διπλό στρόφαλο καθώς και από διπλών καμπυλών θυρίδες, που συνεργάζονται για τη δημιουργία της επιθυμητής κίνησης εξόδου. Με άλλα λόγια, τα προφίλ των αυλακώσεων καθορίζονται με βάση τη καθορισμένη κίνηση εξόδου. Αυτή η δυνατότητα ανοίγει την πόρτα για διάφορες βελτιώσεις, όπως την ελαχιστοποίηση της μέγιστης

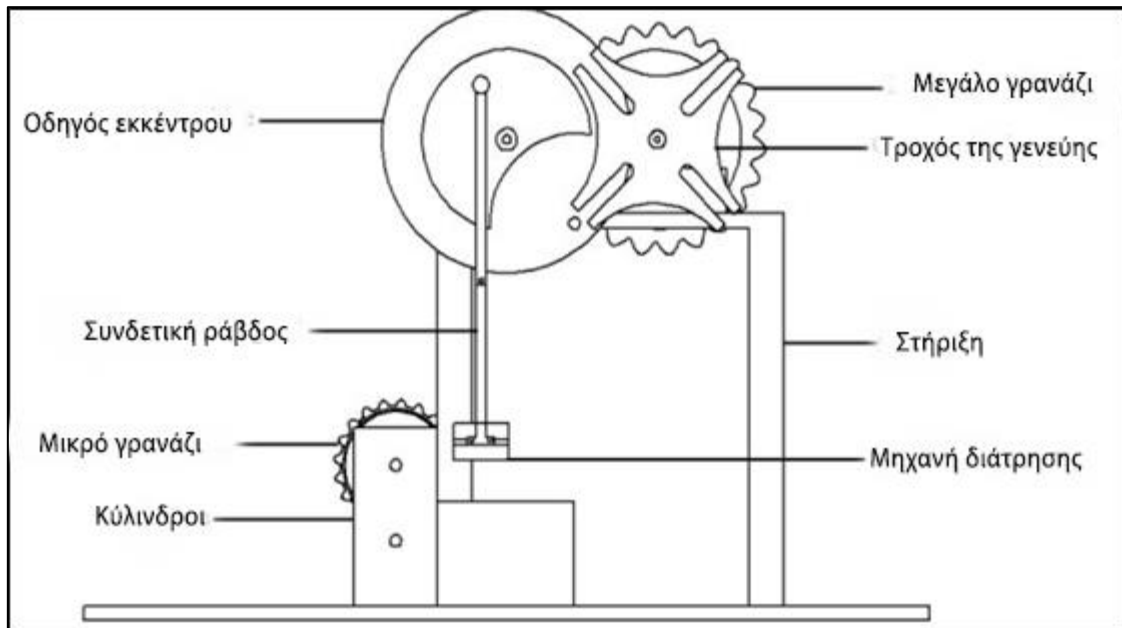
επιτάχυνσης. Επιπλέον, επιτρέπει γωνίες βηματισμού μεγαλύτερες από 120 βαθμούς (το ανώτερο όριο για τον απλό μηχανισμό της Γενεύης) και λειτουργεί ακόμη και σε μικρότερη συνολική γωνία πίεσης. Οι εξισώσεις τίθενται σε εφαρμογή με ένα παράδειγμα σχεδιασμού μηχανισμού αντικατάστασης διπλής θυρίδας της Γενεύης, που δείχνει τη δυνατότητα εφαρμογής της προσέγγισης και της βελτίωσης που επιτεύχθηκε στη μείωση της πίεσης.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο μηχανισμός της Γενεύης είναι ένας πολύ γνωστός τρόπος δημιουργίας μιας διαλείπουσας κίνησης από ομοιόμορφη γωνιακή περιστροφή κίνησης. Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του μηχανισμού είναι η απλότητα. Ωστόσο, το κύριο μειονέκτημά του έγκειται, στην απότομη εκκίνηση που συμβαίνει στην αρχή και στο τέλος του κάθε βήματος κίνησης και στη μεγάλη μέγιστη επιτάχυνση. Για τις περισσότερες εφαρμογές αυτός ο μηχανισμός λειτουργεί ικανοποιητικά. Ωστόσο, για εφαρμογές που περιλαμβάνουν λειτουργία υψηλής ταχύτητας, όπως συμβαίνει με τα σημερινά μηχανήματα, προκύπτουν πολύ σοβαρά προβλήματα με τη μορφή κραδασμών, και υψηλής τάσης επαφή, που επηρεάζει αρνητικά την απόδοση και τη διάρκεια ζωής και επιβάλλει σοβαρό περιορισμό στη λειτουργία υψηλής ταχύτητας. Κατά συνέπεια, ο σχεδιασμός ενός μηχανισμού της Γενεύης για της υψηλές εφαρμογές ταχύτητας έχουν σημασία και πρακτικό ενδιαφέρον. Το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας που ασχολήθηκε αφορούσε το μηχανισμό οδήγησης, αντικαθιστώντας τον απλό στρόφαλο με κάποιους συνδέσμους ή άλλος μηχανισμός της Γενεύης συνδεδεμένους σε σειρά.

Αυτές οι προσεγγίσεις ήταν χρήσιμες σε πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, εισάγουν πρόσθετα προβλήματα που αφορούν τα διαστήματα, βάρος, αδράνεια, τάσεις, κ.λπ. Επιπλέον, τέτοιοι μηχανισμοί μπορεί να μην είναι εφικτό να αντικαταστήσουν έναν απλό υπάρχον μηχανισμό της Γενεύης. Παρόλα αυτά, οι προαναφερθέντες μηχανισμοί αντιμετώπισαν το μεγάλο πρόβλημα των κραδασμών αλλά σε πολλές περιπτώσεις χωρίς μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης και τάση επαφής. Συμπερασματικά, αποδείχθηκε ότι η διπλή αυλάκωση στο μηχανισμό της Γενεύης μπορεί να είναι μια εξαιρετική αντικατάσταση του υπάρχοντος απλού τροχού της Γενεύης για λειτουργία υψηλής ταχύτητας. Οι εξισώσεις σχεδιασμού αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν στο σχεδιασμό μιας αντικατάστασης του τροχού της Γενεύης. Είναι πάντα επιθυμητό (όχι συνθήκη) να διατηρείται το προφίλ υποδοχής ομαλό και συνεχές. Ωστόσο, για ορισμένες παραμέτρους, το προφίλ υποδοχής μπορεί να μην είναι ομαλό και μπορεί ακόμη και να τέμνεται.

Οι Rao S. R. et al. (2017) στη μελέτη τους σχεδίασαν και κατασκεύασαν έναν πρωτότυπο αυτοματισμό που χρησιμοποιεί το μηχανισμό της Γενεύης [38]. Αυτή η μελέτη ήταν ειδικά σχεδιασμένη για αυτόματη λειτουργία σε μεταλλικά φύλλα. Μέσω αυτής της μελέτης είναι εφικτή η πιο εύκολη εισαγωγή του αυτοματισμού στη βιομηχανία. Οι κύριες εργασίες συμμετέχουν σε αυτό το έργο με κινητήρα DC, διάταξη κάμερας, αλυσίδα κίνησης, το μηχανισμό της Γενεύης και το εργαλείο διάτρησης. Στη μελέτη τους χρησιμοποίησαν δύο κυλίνδρους για τη μετακίνηση του φύλλου κατά τη λειτουργία, ενώ ο κινητήρας DC συνδέθηκε με κάμερα. Από την άλλη, το έκκεντρο συνδέθηκε με τον τροχό της Γενεύης. Ο τροχός της Γενεύης είναι προσαρτημένος στην κίνηση της αλυσίδας. Το άλλο άκρο της αλυσίδας είναι συνδεδεμένο με τους κυλίνδρους που κυλούν το μεταλλικό φύλλο κατά τη διάτρηση, ενώ η λειτουργία γίνεται με το εργαλείο διάτρησης. Το τελικό μηχανήμα που δημιουργήθηκε είναι κατάλληλο για κατασκευή μαζικής παραγωγής λαμαρίνα. Στην ουσία η διάταξη σχεδιάστηκε με τη χρήση του μηχανισμού της Γενεύης και του μηχανισμού διάτρησης. Ο μηχανισμός διάτρησης σχεδιάστηκε με μηχανική διάταξη στην οποία οι κινήσεις ελέγχονται χρησιμοποιώντας το μηχανισμό της Γενεύης (Εικόνα 2.1: Αυτόματη μηχανή διάτρησης βασισμένη στο μηχανισμό Γενεύης [38]). Η αυτόματη μηχανή διάτρησης των κυλίνδρων αποτελείται από δύο τμήματα. Το πρώτο τμήμα είναι αυτόματος μηχανισμός τροφοδοσίας και το δεύτερο τμήμα είναι μετατροπή της περιστροφικής κίνησης σε γραμμική παλινδρομική κίνηση του εργαλείου διάτρησης. Το πρώτο τμήμα αποτελείται από τον τροχό της Γενεύης με

κλειδί στον άξονα στο ένα άκρο και το άλλο άκρο συνδέεται με αλυσοτροχό. Αυτός ο οδοντωτός τροχός μεταδίδει την περιστροφική κίνηση από τον τροχό της Γενεύης στους κυλίνδρους τροφοδοσίας μέσω μιας αλυσίδας. Ως εκ τούτου, όταν ο τροχός της Γενεύης περιστρέφεται, μετατοπίζεται επίσης το λειτουργικό μέρος της διάτρησης.



Εικόνα 2.1: Αυτόματη μηχανή διάτρησης βασισμένη στο μηχανισμό Γενεύης [38]

Η έρευνα των Gonabadi A. M. και Damghani M. N. (2017) στοχεύει στη χρήση της βελτιστοποίησης τριπλών κινήσεων (αυλακώσεων) του τροχού της Γενεύης [39]. Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι βελτιστοποίησης, συμπεριλαμβανομένου του γενετικού αλγορίθμου (GA) και του αλγορίθμου ICA. Οι συναρτήσεις και στις δύο μεθόδους είναι της τάξης της μέγιστης γωνιακής ταχύτητας εξόδου, το μέγεθος της μέγιστης γωνιακής επιτάχυνσης εξόδου, καθώς και του κινητήριου τροχού. Στη συνέχεια, οι παραπάνω αντικειμενικές συναρτήσεις ελαχιστοποιήθηκαν, χρησιμοποιώντας τους εξεταζόμενους αλγόριθμους. Η χρήση της ταχύτητας εισόδου μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των κινηματικών χαρακτηριστικών εξόδου του μηχανισμού. Η εξέλιξη στις βιομηχανίες οδήγησε στην ευρεία εφαρμογή των μηχανισμών σε διάφορες βιομηχανίες παρακινώντας τους ερευνητές να αυξήσουν τις προσπάθειές τους κατά τη διάρκεια ενίσχυσης των λειτουργιών των μηχανισμών, καθώς και της απόδοσης των αυτόματων μηχανών. Σήμερα, πολλές έρευνες που υποβάλλονται είναι αφιερωμένες στην ανάλυση των μηχανισμών και τη σύνθεσή τους. Σε συμβατικές μεθόδους, για οποιονδήποτε μηχανισμό θεωρείται μια σταθερή ταχύτητα εισόδου. Λόγω αυτού, η βελτίωση της απόδοσης των μηχανισμών είναι αδύνατη σε πολλές περιπτώσεις και οι ερευνητές είναι αναγκασμένοι να σχεδιάσουν έναν νέο μηχανισμό με υψηλότερη κινηματική απόδοση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι βελτιστοποιημένες τιμές της γωνιακής ταχύτητας ήταν ελαφρώς πιο ικανοποιητικές μέσω του ICA και όχι εκείνων που έλαβε η GA. Επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης όσον αφορά τη μέγιστη τιμή της γωνιακής ταχύτητας καθώς και της μέγιστης γωνιακής έντασης βελτιώθηκαν σε σχέση με τα αποτελέσματα άλλων μελετών [40]. Μια τέτοια βελτίωση μειώνει τον κίνδυνο σοκ και ζημιών στη γραμμή παραγωγής και στα μηχανήματα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η επιλογή ενός μεγαλύτερου αριθμού αντικειμενικών συναρτήσεων θα επιτρέψει στο σχεδιαστή να επιτύχει ανώτερα κινηματικά

χαρακτηριστικά κατά το σχεδιασμό ενός μηχανισμού της Γενεύης με μεταβλητή ταχύτητα εισόδου. Επομένως, για παρόμοιες μελέτες με μη γραμμικές εξισώσεις, η μέθοδος ICA είναι μία από τις σημαντικές μεθόδους για δυναμική βελτιστοποίηση.

2.1.2 Παραδείγματα χρήσης

Το μη αυτόματο πλύσιμο φιαλών από ποτά δεν παρέχει την επιθυμητή απαίτηση παραγωγικότητας της βιομηχανίας λαμβάνοντας υπόψη και την προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποβλήτων από τη βιομηχανική παραγωγή, καθώς υπάρχει αύξηση της ανάγκης ανάκτησης κενών γυάλινων και πλαστικών δοχείων. Οι Ujam A. et al. (2015) στόχευσαν στην ανάπτυξη ενός μηχανισμού της Γενεύης για το πλύσιμο μπουκαλιών σε μια τυπική ζυθοποιία [41].

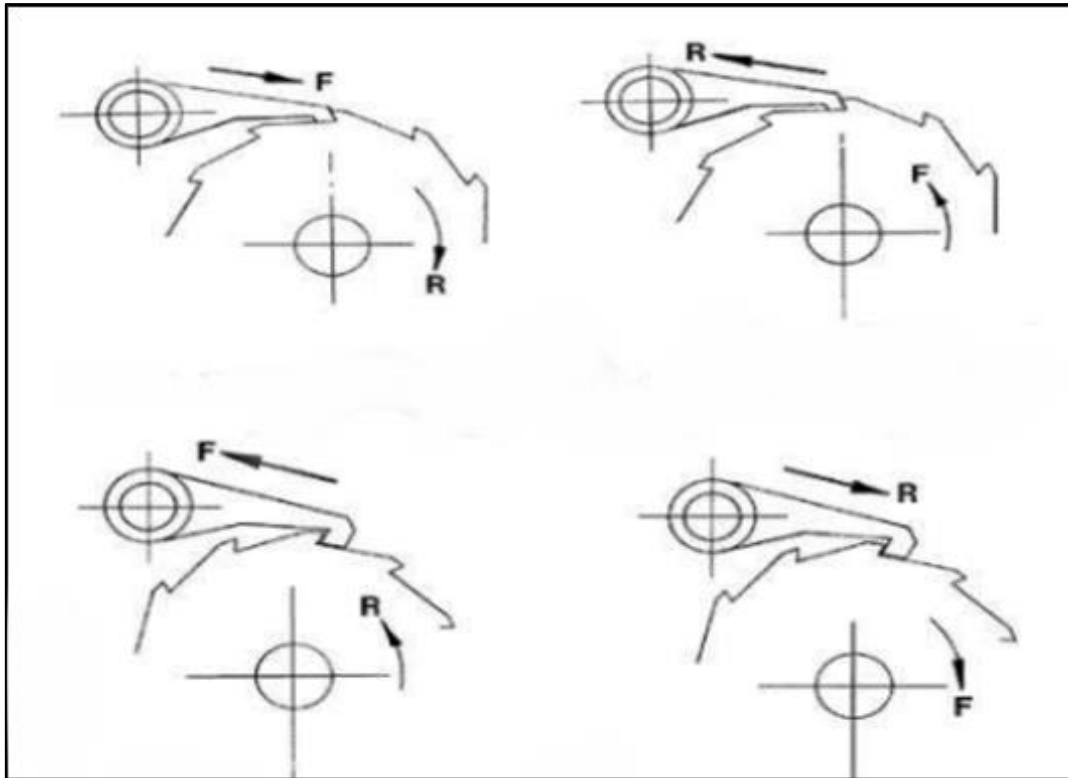
Σχεδίασαν μία βάση, η οποία κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της απόδοσης. Η βάση λειτουργεί με διαλείπουσα περιστροφική κίνηση από έναν εξωτερικό μηχανισμό Γενεύης τεσσάρων υποδοχών και απαιτεί χειροκίνητη φόρτωση και εκφόρτωση φιαλών. Οι φιάλες φορτώνονται στο επόμενο μέρος του περιστρεφόμενου τραπέζιου και πλένονται, η μία μετά την άλλη. Οι δυνάμεις που παρήχθησαν ήταν σχετικές για να δημιουργηθεί διατμητική δύναμη και διαγράμματα ροπής κάμψης.

Ο μηχανισμός της Γενεύης είναι ένας απλός και ευρέως χρησιμοποιούμενος μηχανισμός χρονισμού που παρέχει διαλείπουσα κίνηση από μια συνεχώς περιστρεφόμενη είσοδο. Αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο τροχό κίνησης (Driver) με έναν πείρο που φτάνει σε μια σχισμή του κινητήριου τροχού (τροχό της Γενεύης) προχωρώντας με ένα βήμα. Είναι φθηνότερος από τις κάμερες (σε μηχανισμούς που λειτουργούν με αυτές), έχει καλά χαρακτηριστικά καμπύλης και διατηρεί καλό έλεγχο του φορτίου του ανά πάσα στιγμή. Επιπροσθέτως, εάν έχει σωστό μέγεθος στο φορτίο, ο μηχανισμός εμφανίζει γενικά μεγάλη μακροζωία. Χρησιμοποιείται σε εργαλειομηχανές για την μεταφορά ατράκτων βάρους αρκετών τόνων, σε μηχανήματα μεταφοράς για διάφορα κομμάτια εργασίας από ένα σταθμό εργασίας σε έναν άλλο, ως μηχανισμός πυργίσκου σε αυτόματο τόρνο, σε όργανα μέτρησης, σε μονάδες περισταλτικής αντλίας στην κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, στη διαλείπουσα προώθηση ταινιών σε βίντεο-προβολείς (διακριτές κινήσεις) και σε ρομποτικούς χειριστές [42].

2.2 Ο μηχανισμός της καστανίας

2.2.1 Έρευνα

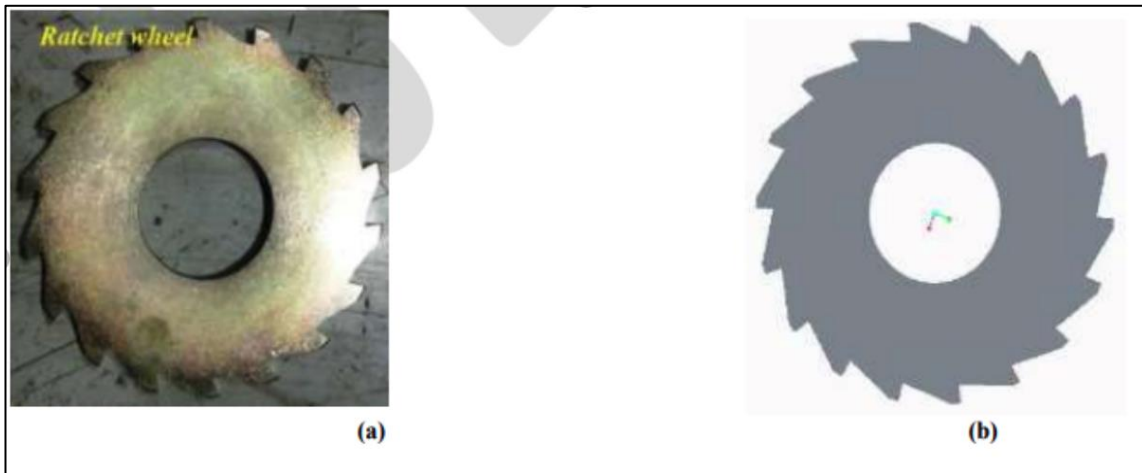
Κατά το σχεδιασμό της καστανίας, τα δόντια πρέπει να είναι σχεδιασμένα, έτσι ώστε ο γάντζος να παραμένει σε εμπλοκή κατά τη φόρτωση της καστανίας. Στα συστήματα γραναζιών καστανίας, ο γάντζος είτε θα ωθήσει τον τροχό της καστανίας είτε ο τροχός της καστανίας θα ωθήσει το γάντζο. Στην Εικόνα 2.2 φαίνονται τέσσερις παραλλαγές της δράσης της καστανίας και του γάντζου. Το F δείχνει την προέλευση και την κατεύθυνση της δύναμης και το R δείχνει την κατεύθυνση της αντίδρασης.



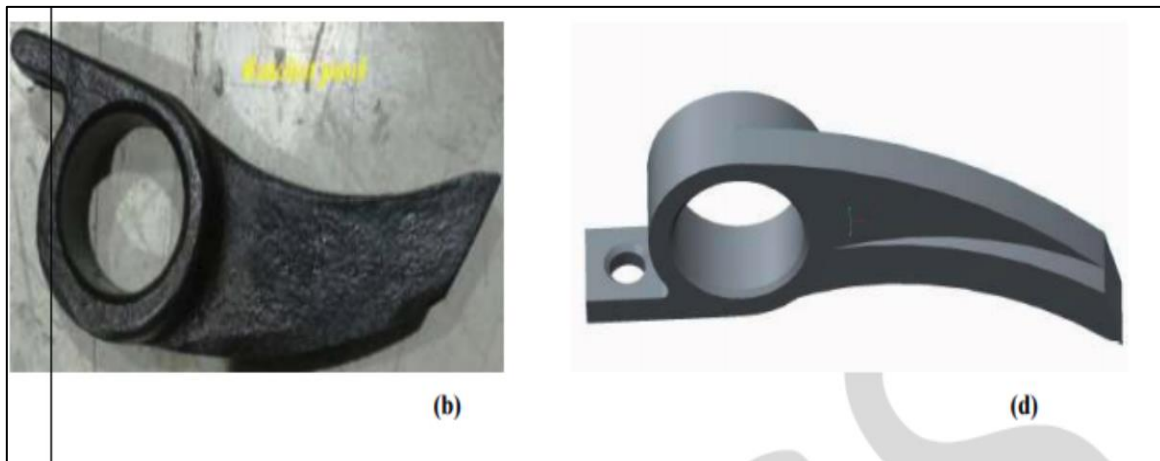
Εικόνα 2.2: Παραλλαγή της δράσης της κασάνιας και του γάντζου (F=δύναμη, R=αντίδραση) [9]

Ο μηχανισμός της κασάνιας που περιγράφηκε στη μελέτη των Patil H. M. και Chandak P. A. (2015) σχεδιάστηκε με συγκεκριμένα κριτήρια σχεδιασμού [9]. Ο τροχός της κασάνιας πρέπει να προωθείται ανά ένα και μόνο δόντι ανά βήμα. Ο μηχανισμός οδήγησης του τροχού της κασάνιας και ο μηχανισμός της συγκράτησης θα βρίσκονται σε επίπεδη διάταξη. Ο μηχανισμός της κασάνιας πρέπει να λειτουργεί σε όσο το δυνατόν μικρότερο χώρο. Τα αυτόνομα ελατήρια και τα περίπλοκα συγκροτήματα έπρεπε να ελαχιστοποιηθούν ή να εξαλειφθούν. Τα κινούμενα μέρη έπρεπε να είναι ισορροπημένα ως προς τα σημεία περιστροφής τους. Ο λόγος των διαστάσεων των μερών στην παραπάνω μελέτη ήταν 10:1 ή λιγότερο. Η συσκευή έπρεπε να μπορεί να ενεργοποιείται από έναν ηλεκτρομαγνήτη. Ο μηχανισμός του οδηγού λειτούργησε ως ρότορας στον ηλεκτρομαγνήτη συμπληρώνοντας ένα μαγνητικό κύκλωμα. Ο τροχός της κασάνιας είχε 36 δόντια. Επιπλέον, δε λήφθηκαν υπόψη λιπαντικά για τη μείωση της τριβής και ο μηχανισμός της κασάνιας σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας μικροσύρματο EDM¹. Ο σχεδιασμένος τροχός αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.3: Τροχός της κασάνιας και ο σχεδιασμένος γάντζος στην Εικόνα 2.4: Γάντζος της κασάνιας.

¹ Το Micro-EDM είναι μια πρόσφατα αναπτυγμένη μέθοδος παραγωγής μικρο-εξαρτημάτων τα οποία κυμαίνονται από 50 μm -100 μm. Το Micro-EDM είναι μια αποτελεσματική διαδικασία κατεργασίας για την κατασκευή μιας μικρο-μεταλλικής οπής με διάφορα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τα χαρακτηριστικά της μη επαφής και της θερμικής διαδικασίας.

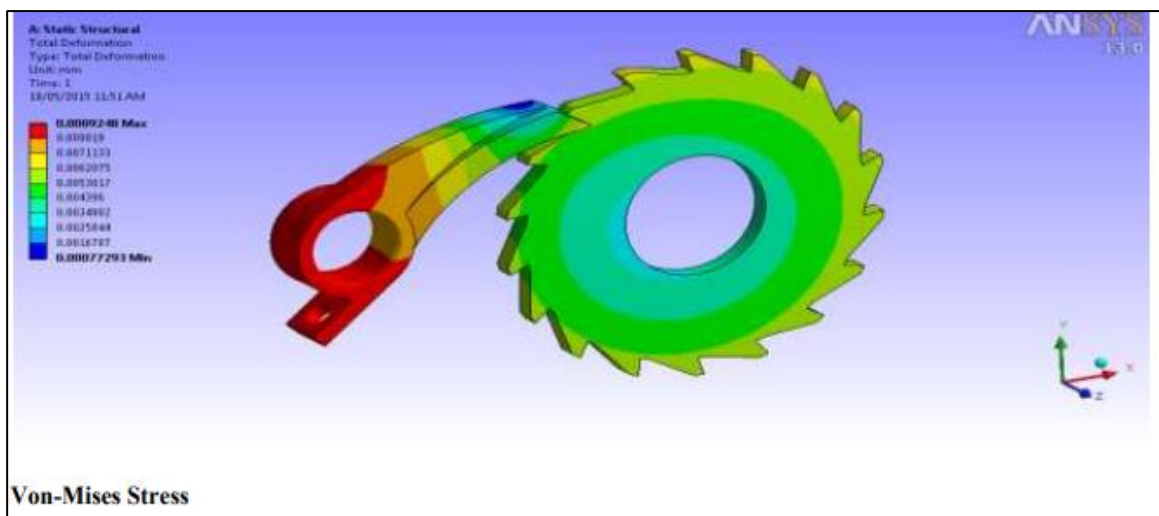


Εικόνα 2.3: Τροχός της καστανίας [9]



Εικόνα 2.4: Γάντζος της καστανίας [9]

Στην Εικόνα 2.5 αποτυπώνεται η σχεδιασμένη καστανία με τις τάσεις μέσα από το πρόγραμμα ANSYS.



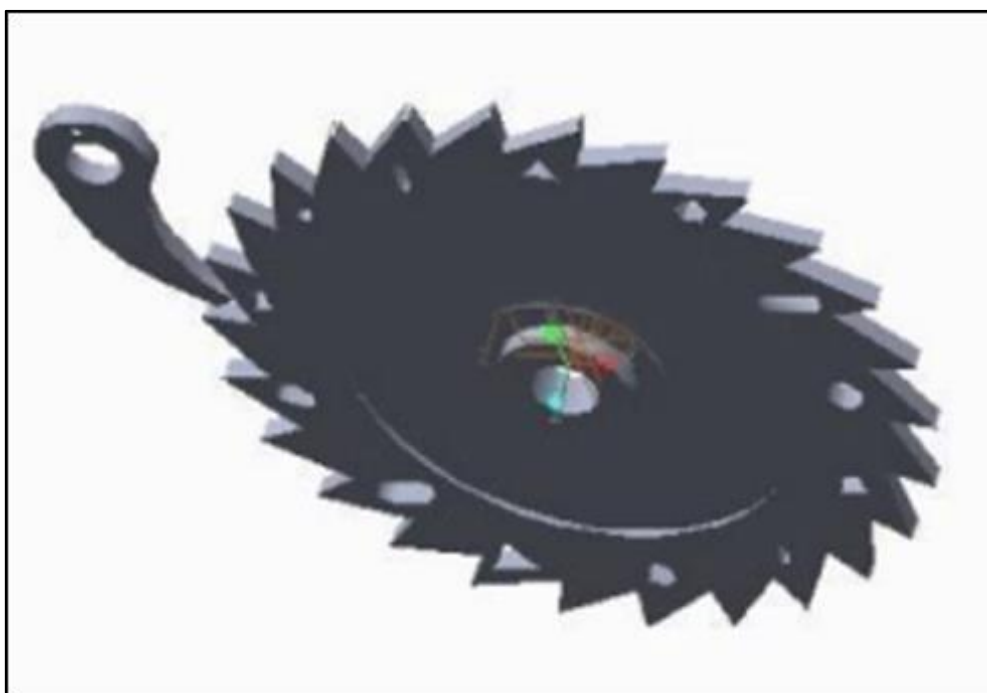
Εικόνα 2.5: Σχεδιασμένη καστανία και τάσεις στο πρόγραμμα ANSYS [9]

2.2.2 Παραδείγματα χρήσης

Ο μηχανισμός καστάνιας και γάντζου χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές αποτελεσματικά όπως για παράδειγμα (α) σε μεγάλους τροχούς: Στην περιοχή που ο τροχός χρησιμοποιείται στα λούνα παρκ για περιστροφή προς μία κατεύθυνση, κατά μήκος του οριζόντιου άξονα ενώ μεταφέρει έναν αριθμό επιβατών, (β) σε μηχανικά ρολόγια όπου τα χέρια περιστρέφονται (κουρδίζουν το ρολόι προς μια κατεύθυνση) μόνο σε δεξιόστροφη κατεύθυνση, (γ) στις περιστρεφόμενες εισόδους πολλών κτιρίων που περιστρέφονται σε κάθετο άξονα προς μία κατεύθυνση εισόδου, (δ) σε μηχανές διαμόρφωσης στο στρόφαλο και στο βραχίονα με εγκοπές (σχισμές).

Ποικίλα παραδείγματα βρίσκουν εφαρμογή αυτού του μηχανισμού τόσο σε καθημερινά προϊόντα, όσο και σε βιομηχανίες και βιομηχανικά προϊόντα. Σε κατάσταση στάσης για παράδειγμα σε ένα λόφο, το πιο κοινό πρόβλημα για τους οδηγούς είναι να σταθμεύσουν τα αυτοκίνητά τους στην πλαγιά και να ξεκινήσουν το αυτοκίνητο από εκεί. Επιπλέον, ενώ περιμένουν στην κίνηση, τα αυτοκίνητα πρέπει να προχωρήσουν βήμα προς βήμα πολύ αργά και αυτή η κατάσταση μπορεί να είναι κάποιες φορές δύσκολη. Οι οδηγοί πρέπει να κάνουν το αυτοκίνητό τους να μην κυλίσει προς τα πίσω στην πλαγιά. Έτσι, ο μηχανισμός πρέπει να μπλοκάρει για να σταματήσει το όχημα από το να γυρίσει προς τα πίσω και δεν πρέπει να παραμείνει μπλοκαρισμένος κατά την επιτάχυνση προς τα εμπρός. Αυτή η λειτουργία μπορεί να επιτευχθεί, χρησιμοποιώντας το μηχανισμό καστάνιας.

Η καστάνια πρέπει να είναι σχεδιασμένη κατάλληλα και να ταιριάζει, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ενός μπροστινού άξονα μετάδοσης κίνησης στην περίπτωση των εμπροσθοκίνητων οχημάτων. Οι Anish V. και Venkatamuni T. (2015) μελέτησαν ακριβώς αυτή την περίπτωση και για τη σχεδίαση έλαβαν υπόψη τη χειρότερη περίπτωση μιας μέγιστης κλίσης του δρόμου [43]. Στην Εικόνα 2.6: και στην Εικόνα 2.7:, αποτυπώνεται ο σχεδιασμένος και προτεινόμενος μηχανισμός καστάνιας.



Εικόνα 2.6: Τρισδιάστατος μηχανισμός καστάνιας [43]



Εικόνα 2.7: Κατασκευασμένος και εφαρμοσμένος μηχανισμός καστανίας [43]

Με την ίδια λογική έχουν πατενταριστεί αρκετά σχέδια που βελτιώνουν τα υπάρχοντα και παλιότερα. Σε μία άλλη πατέντα υπάρχει εγκατεστημένος ένας αισθητήρας φορτίου συνδεδεμένος με έναν τροχό στο φρένο για να αντιλαμβάνεται μια αλλαγή στη ροπή της πέδησης των τροχών και να ανταποκρίνεται με το μηχανικό φρένο (συσκευή ελέγχου) [44]. Εάν ένα αυτοκίνητο σταματήσει σε κλίση ενώ ο κινητήρας συνεχίζει να λειτουργεί, υπάρχει μια πιθανότητα κατά την εκκίνηση να χρειαστεί έλεγχος λόγω της κλίσης. Ένας αισθητήρας που ανιχνεύει μια κλίση μεγαλύτερη από ένα ορισμένο ποσό, τρεις μοίρες ή και περισσότερες, μπορεί να στείλει ένα σήμα στον έλεγχο εκκίνησης που δείχνει ότι το όχημα έχει τη δυνατότητα να αρχίσει να κυλά. Το μειονέκτημα της ανίχνευσης της κλίσης είναι ότι μερικές φορές μπορεί ένα αυτοκίνητο να βρίσκεται σε μια κλίση, χωρίς να χρειάζεται ο έλεγχος εκκίνησης (για παράδειγμα, όταν ένα ελαστικό γλιστράει σε μια λακκούβα). Η χρήση μιας συσκευής εμβόλου, ελεγχόμενη από ηλεκτρονική μονάδα η οποία είναι συνδεδεμένη με ένα υδραυλικό σύστημα πίεσης και λειτουργεί με το πεντάλ του φρένου για δύο δευτερόλεπτα, θα μπορούσε να λύσει τέτοιου είδους προβλήματα [45].

Ο μηχανισμός απελευθέρωσης για μια συσκευή συγκράτησης σε λόφο όπως διατυπώθηκε και σε επόμενες πατέντες χρησιμοποίησε το στοιχείο φόρτωσης με ηλεκτρικό έλεγχο για το σύστημα πέδησης [46]. Από την άλλη, μια τέτοια εφαρμογή απαιτεί συνεχή ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή και εμφάνιση των σημάτων. Επίσης, απαιτείται και ένα κύκλωμα ενίσχυσης για την παραγωγή εμφάνισης εξόδου, επειδή τα σήματα που παράγονται από το μετρητή είναι πολύ χαμηλής τάσης σχεδόν της τάξεως των milli-volt. Σε οχήματα με πεντάλ συμπλέκτη και πεντάλ φρένου η συσκευή στήριξης χρησιμοποιείται για τη διατήρηση

του πεντάλ του φρένου στην τοποθετημένη θέση έτσι ώστε το πόδι του χειριστή του οχήματος να είναι ελεύθερο.

Η συσκευή ελέγχου μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ του συμπλέκτη και του πεντάλ του φρένου, με το πεντάλ του συμπλέκτη να είναι συνδεδεμένο στη συσκευή ελέγχου των φρένων, έτσι ώστε να απελευθερωθεί ο συμπλέκτης. Το πεντάλ θα προκαλέσει απενεργοποίηση της συσκευής του ελέγχου των φρένων και θα έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση του πεντάλ του φρένου από την εφαρμοσμένη θέση. Ο μηχανισμός απελευθέρωσης θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε μια μηχανική συσκευή ελέγχου πέδησης είτε σε ένα βοηθητικό σύστημα σερβοκινητήρα για τα φρένα.

2.3 Ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού

2.3.1 Έρευνα

Οι Junzhi Y. et al. (2009), ασχολήθηκαν με το σχεδιασμό, την κατασκευή και τον έλεγχο της κίνησης ενός ρυθμιζόμενου μηχανισμού που δημιουργεί την επιθυμητή κινηματική για ρομπότ που μοιάζουν με δελφίνια [47]. Δεδομένου ότι τα δελφίνια ωθούνται με ταλαντώσεις, ακολουθώντας μια ημιτονοειδή διαδρομή, ένας μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού δύο κινητήρων υιοθετείται ως ο πρωταρχικός προωθητής για την παραγωγή ημιτονοειδών ταλαντώσεων. Ένας συγκεκριμένος συνδυασμός ενός κορυφαίου μηχανισμού βιδών και ενός μηχανισμού γραναζιών κινούνται από τον εξαρτημένο κινητήρα και ενσωματώνονται για να αλλάζουν ανεξάρτητα το μήκος του στροφάλου που ενεργοποιείται από τον κύριο κινητήρα. Εν τω μεταξύ, η έξοδος του σκωτσέζικου ζυγού, δηλαδή η παλινδρομική κίνηση, μετατρέπεται σε ταλαντώσεις (πάνω-κάτω) μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων και μετάδοσης. Ένα ενσωματωμένο σχήμα ελέγχου κίνησης βασισμένο σε DSP στη συνέχεια παρουσιάστηκε στην παραπάνω μελέτη και εφαρμόστηκε για την επίτευξη πρόωσης τύπου δελφινιού. Οι προκαταρκτικές δοκιμές, σε ένα πλαίσιο ρομποτικής, επιβεβαίωσαν τη σκοπιμότητα του επινοημένου μηχανισμού να διακόπτεται ως ειδικός προωθητής για βιο-εμπνευσμένες κινήσεις.

Οι Manthan K. et al. (2015) παρουσίασαν την αυτοματοποίηση του ελλειπτικού μηχανισμού του τραμ, εφαρμόζοντας μια διάταξη με γρανάξι και DC κινητήρα στη ράβδο που κινείται στο κανάλι [48]. Η ισχύς τροφοδοτήθηκε από μπαταρίες και ολόκληρο το σύστημα πραγματοποιήθηκε για να λειτουργήσει κάνοντας ελλείψεις διαφορετικών μεγεθών. Επιπλέον, ένα σύστημα πυξίδας προσαρτημένο στο άκρο του γραναζιού διευκόλυνε τη στερέωση και την αφαίρεση των εργαλείων κοπής κάθε είδους. Προέκυψαν εξισώσεις που σχετίζονται με τη θέση των δύο ρυθμιστικών σε σχέση με τη θέση του στοιχείου σχεδίασης ή κοπής που παρέχεται στο τέλος της ράβδου σύνδεσης. Τα αποτελέσματα επαληθεύτηκαν πειραματικά, κατασκευάζοντας ένα ελλειπτικό πέταλο και αντλώντας ελλείψεις από αυτό. Τα ρυθμιστικά του μηχανισμού κινούνται κάθετα το ένα στο άλλο και το στοιχείο σχεδίασης ή κοπής παράγει την έλλειψη στην απαιτούμενη επιφάνεια και των απαιτούμενων μεγάλων και δευτερευόντων αξόνων. Αυτοί οι άξονες με τη σειρά τους παρέχουν έναν πολύ βολικό μηχανισμό για την κοπή ελλειπτικών τεμαχίων οποιουδήποτε μεγέθους από οποιοδήποτε είδος υλικού.

Οι Galinski και Zbikowski (2005), περιέγραψαν το σκεπτικό, την έννοια, το σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός μηχανισμού σταθερής κίνησης (μη ρυθμιζόμενο) για μικρά αεροπορικά οχήματα με πτερυγία που μοιάζουν με έντομα, εμπνευσμένα από τα φτερά από τις μύγες [49]. Αυτός ο χωρικός (σε αντίθεση με τον επίπεδο) μηχανισμός, βασίστηκε στη νέα ιδέα ενός διπλού σφαιρικού ζυγού. Ο μηχανισμός κατασκευάστηκε για δύο κύριους σκοπούς: (α) ως δοκιμαστική βάση για την αερομηχανική έρευνα σχετικά με την αιωρούμενη πτήση και (β) ως

σχεδιασμός για ένα μελλοντικό όχημα με μικρό πτερύγιο. Τα έντομα πετούν με ταλάντωση (βύθιση) και περιστροφή (ρίψη) των φτερών τους σε μεγάλες γωνίες, ενώ τα κινούν προς τα εμπρός και προς τα πίσω. Κατά τη διάρκεια αυτής της κίνησης, το άκρο χαράσει περίπου ένα «σχήμα-οκτώ» και το φτερό αλλάζει σημαντικά τη γωνία (pitching). Τα κινηματικά και αεροδυναμικά δεδομένα από έντομα που πετούν ελεύθερα ήταν ασαφή και αβέβια και δεν ήταν σαφές ποιές αεροδυναμικές συνέπειες έχουν διαφορετικές κινήσεις των φτερών.

Ο σκωτσέζικος ζυγός είναι ισοδύναμος με το μηχανισμό ολίσθησης στροφάλου των συμβατικών παλινδρομικών συμπιεστών, όταν η ράβδος σύνδεσης μπορεί να υποθεθεί ότι έχει άπειρο μήκος. Δεδομένου ότι δημιουργείται καθαρή αρμονική κίνηση, οι δυνάμεις επηρεάζουν μόνο στη θεμελιώδη συχνότητα λειτουργίας του συμπιεστή και είναι δυνατή η τέλεια δυναμική ισορροπία. Αυτό το χαρακτηριστικό και μια συμπαγής σχεδίαση είναι τα κύρια πλεονεκτήματα ενός τέτοιου μηχανισμού στο σχεδιασμό του συμπιεστή. Μέχρι πρόσφατα, οι μηχανισμοί αυτοί έχουν χρησιμοποιηθεί μόνο σε συμπιεστές σχετικά μικρής χωρητικότητας.

Για την εφαρμογή των Adesola O. K. et al. (2017), ένας μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού χρησιμοποιήθηκε σε μια σειρά τετρακύλινδρων ερμητικών συμπιεστών που κυμαίνονται από 90.000 BTJH έως 145.000 BWH [50]. Με αυτό το σχέδιο, χρησιμοποιήθηκαν δύο ζεύγη αντίθετων εμβόλων κάθετα και σε ελαφρώς μετατοπισμένα επίπεδα. Τελικά, διαπίστωσαν ότι η γωνιακή ταχύτητα είναι ευθέως ανάλογη με τη γραμμική ταχύτητα του μηχανισμού του σκωτσέζικου ζυγού, υπό κανονική κίνηση. Αυτό το πειραματικό εύρημα βοηθά γενικότερα στην αποσαφήνιση των τρεχουσών γνώσεων σχετικά με τη λειτουργία του συγκεκριμένου μηχανισμού.

Παλιότερα οι Elson J. P. και Amin J. J. (1974) αλλά και αργότερα οι Gregory W. S. et al. (2003), ανέπτυξαν ένα μοντέλο που αρχικά δεν ήταν διαστατικό και απλοποιήθηκε, για να προβλέψει τη σημασία της συμπερίληψης της σύζευξης που βασίζεται αποκλειστικά σε μια αναλογία μέγιστου επιτρεπόμενου ορίου φθοράς προς την ακτίνα του στροφαλοφόρου [51] [52]. Τα πειράματα δείχνουν μια γραμμική εξέλιξη της φθοράς σε δύο διαφορετικές περιοχές, γεγονός που υποδηλώνει μια ξαφνική μετάβαση στους τρόπους φθοράς αμέσως μετά από 1,5 εκατομμύρια κύκλους. Η ανάγκη για ποσοστά φθοράς που εξαρτώνται από τον κύκλο ή το χρόνο, η οποία είναι μια πιθανώς πολύ πιο σημαντική πηγή σφάλματος, απεικονίζεται σαφώς από το πείραμα.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της εφαρμογής του σκωτσέζικου ζυγού περιλαμβάνουν επίσης τη μείωση της τριβής, των κραδασμών και της φθοράς του εμβόλου. Ωστόσο, η ροπή εισόδου του μηχανισμού είναι μεταβλητή, αλλά μπορεί να είναι και ισορροπημένη. Οι Arakelian V. et al. (2015) πρότειναν την εξισορρόπηση της ροπής εισόδου των μηχανισμών σκωτσέζικου ζυγού χωρίς καμία βοηθητική σύνδεση μόνο με την προσθήκη γραμμικών ελατηρίων σαν ρύθμιση στην έξοδο [53]. Απέδειξαν ότι μετά την ακύρωση των αδρανειακών επιδράσεων, η ροπή εισόδου σταθεροποιήθηκε, γεγονός που διευκόλυνε τον έλεγχο του μηχανισμού. Ένας βέλτιστος έλεγχος θεωρήθηκε ότι βελτιώνει την ισορροπημένη λειτουργία των μηχανισμών αυτών. Τέλος, απεικόνισαν την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης τεχνικής μέσω προσομοιώσεων από τη χρήση λογισμικού ADAMS.

2.3.2 Παραδείγματα χρήσης

Ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού υπόκειται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Αυτός ο μηχανισμός χρησιμοποιείται πιο συχνά σε ενεργοποιητές βαλβίδων ελέγχου σε λάδι και αέριο υψηλής πίεσης (Εικόνα 2.8: Αέριο απευθείας από σκωτσέζικου ζυγό [54], σε αγωγούς όπως έχει ήδη αναφερθεί, καθώς και σε διάφορους κινητήρες εσωτερικής καύσης, όπως στον

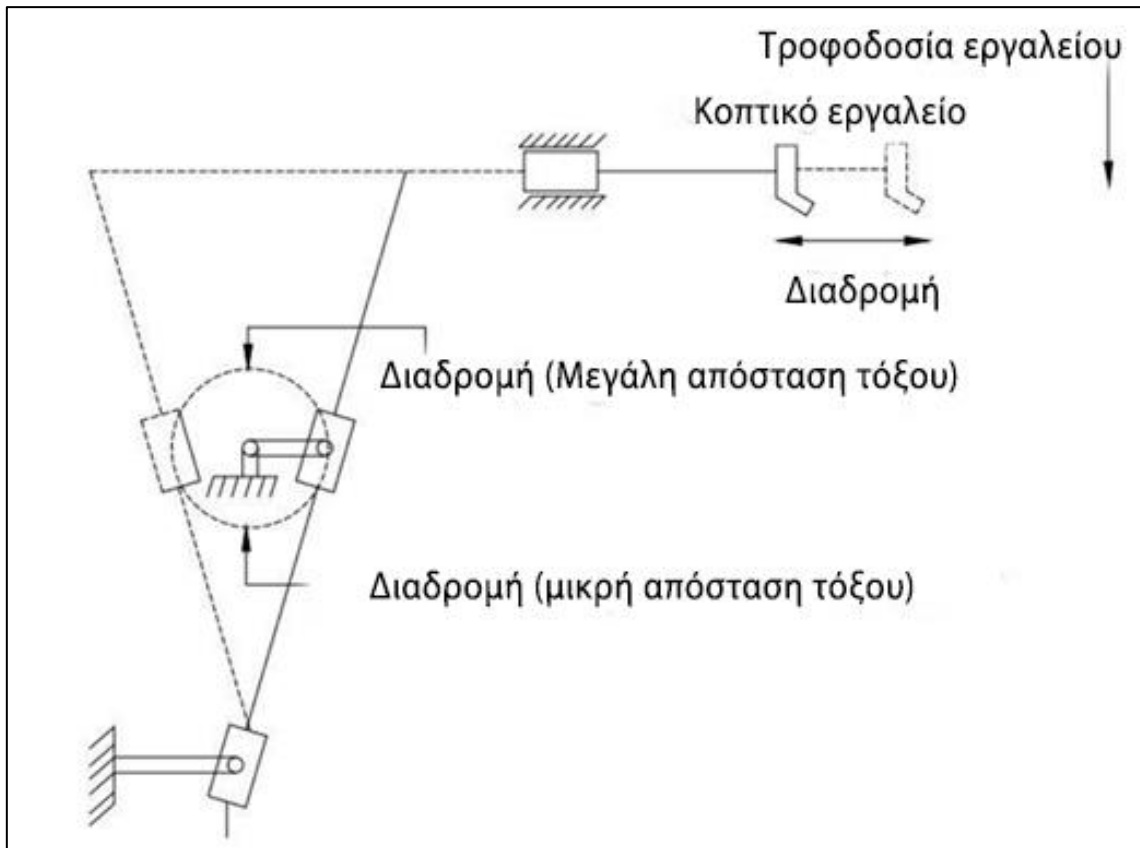
κινητήρα Bourke, στον κινητήρα SyTech και σε πολλούς κινητήρες ζεστού αέρα και ατμομηχανές. Χρησιμοποιείται επίσης σε μηχανήματα δοκιμής για προσομοίωση δονήσεων, έχοντας απλή αρμονική κίνηση. Ο σκωτσέζικος ζυγός δε δημιουργεί πλευρικές δυνάμεις στο έμβολο. Ως εκ τούτου, τα κύρια πλεονεκτήματα του φαίνονται σε εφαρμογές που περιλαμβάνουν μείωση της τριβής, δόνηση και φθορά του εμβόλου.



Εικόνα 2.8: Αέριο απευθείας από σκωτσέζικου ζυγού [54]

Η αντλία σύριγγας (παλμική) χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρορευστά, όπου απαιτείται ακριβής ρυθμός ροής (η ροή υγρού πρέπει να ρυθμίζεται και να διατηρείται στο κατάλληλο επίπεδο) [55]. Αυτές οι διακυμάνσεις προκαλούνται κυρίως λόγω ροπής και ταχύτητας του κινητήρα που χρησιμοποιείται. Ο ακριβής ρυθμός ροής επιτυγχάνεται με τη χρήση ελάχιστης ροπής. Σε χαμηλή ταχύτητα, για τέτοιες απαιτήσεις θα πρέπει να κατασκευαστεί εξειδικευμένος μηχανισμός. Η είσοδος προέρχεται από ένα βηματικό κινητήρα, οπότε περιστρέφεται σε γραμμική κίνηση. Επιπλέον, απαιτείται μηχανισμός μετατροπής, ο οποίος θα λειτουργεί αποτελεσματικά σε τέτοιες εφαρμογές χαμηλής ροπής.

Ο μηχανισμός του σκωτσέζικου ζυγού έχει εφαρμογή και στη βιομηχανία. Γενικότερα, υπάρχουν αρκετές μηχανές πολλαπλών χρήσεων στη βιομηχανία όπου χρησιμοποιούν τον εν λόγω μηχανισμό [56]. Μία μηχανή πολλαπλών χρήσεων που θα μπορούσε να υπάρχει σε μια γραμμή παραγωγής, έχει ένα πριόνι για την κοπή των μετάλλων (με υψηλή ταχύτητα). Η λεπίδα είναι τοποθετημένη στο πλαίσιο και με τα δύο δόντια στραμμένα μακριά από ένα σημείο στο σκελετό, πραγματοποιώντας τη δράση κοπής. Υποθέτοντας, ότι ένα κομμάτι εργασίας απαιτεί αρκετές εργασίες για να πραγματοποιηθεί την ίδια στιγμή και τα εργαλεία βρίσκονται σε διάφορες τοποθεσίες στη διάταξη του εργοστασίου, είναι πολύ λειτουργικό μια μηχανή να μπορεί να επινοηθεί που θα κάνει τη δουλειά αποτελεσματικά και αποδοτικά. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.9:, σε ένα τέτοιο μηχανήμα εμπλέκεται ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού.



Εικόνα 2.9: Λειτουργία διαμόρφωσης με τη χρήση του σκωτσέζικου ζυγού [56]

2.4 Ο μηχανισμός της ελεύθερης άρθρωσης

2.4.1 Έρευνα

Πολλοί μηχανισμοί χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση ισχύος μεταξύ αξόνων. Μεταξύ αυτών, οι αρθρώσεις του Hooke είναι ο ένας εκ των δημοφιλέστερων μηχανισμών [57]. Η άρθρωση του Hooke χαρακτηρίζεται στην ουσία, ως μια άρθρωση Cardan και φέρει σφαιρική άρθρωση. Αυτές οι αρθρώσεις έχουν τεμνόμενες γωνίες 15 και 45 μοιρών, αντίστοιχα. Αυτοί οι τύποι αρθρώσεων χρησιμοποιούνται στους εξοπλισμούς που είναι ικανοί να μεταδίδουν υψηλή ισχύ. Ωστόσο, η γωνιακή ταχύτητα του κινητήριου άξονα δεν είναι σταθερή. Αυτό, σημαίνει ότι η αναλογία της ταχύτητας εξόδου προς την ταχύτητα εισόδου δεν είναι ίδια σε όλες τις γωνιακές θέσεις [58].

Οι Bayrakceken H. et al. (2007) πραγματοποίησαν ανάλυση της θραύσης ενός ελεύθερου συνδέσμου άρθρωσης και ενός άξονα μετάδοσης κίνησης αυτοκινήτου. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ρωγμές προέκυψαν από υψηλές σημειακές τάσεις. Από την άλλη, οι θραύσεις λόγω κόπωσης ήταν οι βασικοί λόγοι πίσω από τις αστοχίες των εν λόγω αρθρώσεων. Τελικά κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μπορεί να ληφθεί υπόψη κάποια τροποποίηση στο σχεδιασμό της άρθρωσης, προκειμένου να αποφευχθούν τέτοιου τύπου αστοχίες [16].

Η συγκέντρωση τάσης όπως ήδη αναφέρθηκε, επιταχύνει την αστοχία. Το σύστημα μετάδοσης ισχύος των οχημάτων αποτελείται από πολλά στοιχεία που αντιμετωπίζουν συχνά ατυχείς αστοχίες. Ο Heyes A. M. (1998) μελέτησε τους κοινούς τύπους αστοχίας στα

αυτοκίνητα [59]. Αποκάλυψε ότι οι αστοχίες στο σύστημα μετάδοσης είναι κοινές γενικότερα στα αυτοκίνητα. Μερικοί κοινοί λόγοι για τέτοιες αστοχίες είναι η κατασκευή και ο σχεδιασμός, η έλλειψη συντήρησης, το ελαττωματικό υλικό, καθώς και η κακομεταχείριση από τους χειριστές. Υπάρχουν επίσης διάφορες άλλες αναφορές σχετικά με την αστοχία του συστήματος μετάδοσης ισχύος [60] [61].

Οι Hummel S. R. και Chassapis C. (2014) ερεύνησαν το σχεδιασμό της ελεύθερης άρθρωσης. Πρότειναν ένα σχεδιασμό για τη βελτιστοποίηση των ελεύθερων αρθρώσεων με ανοχές στην κατασκευή. Ανέπτυξαν επίσης μια συστηματική προσέγγιση για το σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση της ιδανικής ελεύθερης άρθρωσης που είχαν προτείνει παλιότερα. Γενικότερα, διερεύνησαν μια συστηματική προσέγγιση στο σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση του ιδανικού ελεύθερου συνδέσμου [62] [63]. Ήταν ένδειξη ότι αναπτύσσονται εξαιρετικά υψηλές εσωτερικές δυνάμεις σε επαφή όπου, αυτό συμβαίνει μεταξύ των διαφόρων συστημάτων του μηχανισμού [64].

Σε παλαιότερα σχέδια του αυτοκινήτου, ο εμπρός τροχός όπου χρησιμοποιούσε τις ελεύθερες αρθρώσεις για να μεταδώσει ισχύ από τον κινητήρα, αντιμετώπισε προβλήματα στο σύστημα κίνησης. Αυτό προερχόταν λόγω των ροπών των ελεύθερων αρθρώσεων. Τέτοιες ροπές αναλύθηκαν από τους Dodge A. Y. (1940) και Evernden H. I. F. (1948) [65] [66]. Ο οδηγός για το σχεδιασμό της ελεύθερης άρθρωσης γράφτηκε από τους Wagner E. R. και Cooney C. E. (1979) [67]. Ο οδηγός αφορά την ανάλυση της κινηματικής και της αντοχής της ιδανικής ελεύθερης άρθρωσης χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η παρέμβαση και να αναλαμβάνει μικρές γωνίες άρθρωσης. Στην Εικόνα 2.1: Αυτόματη μηχανή διάτρησης βασισμένη στο μηχανισμό Γενεύης [38] αποτυπώνεται μια αποτυχημένη άρθρωση Cardan.

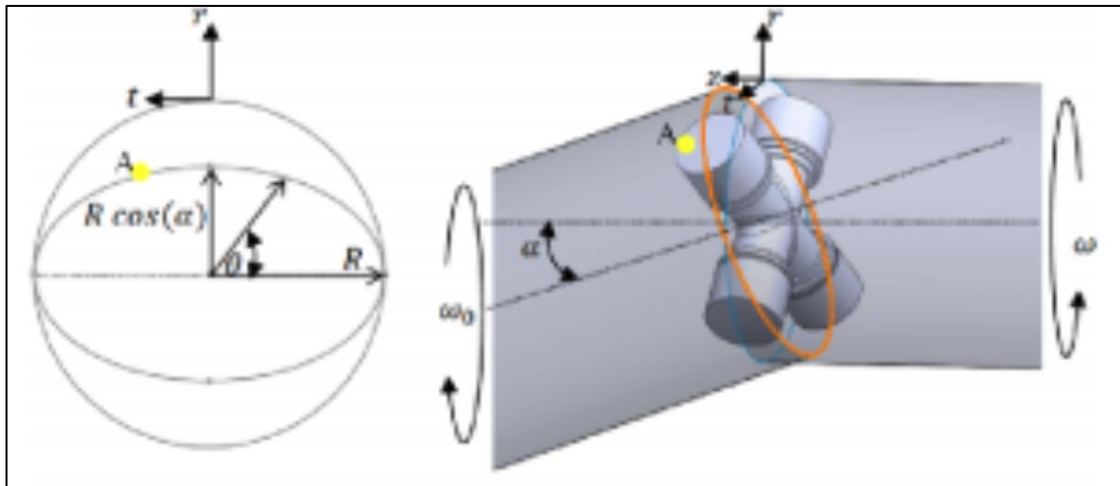


Εικόνα 2.10: Δείγμα αποτυχημένης άρθρωσης Cardan [18]

Η ανάγκη για προώθηση των μηχανισμών μετάδοσης ισχύος είναι πάντα επίκαιρη. Οι μηχανικοί είναι ανήσυχοι στις προσπάθειές τους να εξερευνήσουν πιο εξελιγμένα συστήματα που μπορούν να κάνουν τη δουλειά περισσότερο αποτελεσματική. Η ανάγκη μετάδοσης της

ισχύος συνυπάρχει με τη φιλοδοξία για μείωση των επιπέδων των ανεπιθύμητων δονήσεων στα μηχανήματα [68].

Προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα της μετάδοσης ισχύος, μια δεύτερη προσέγγιση είναι η βελτίωση του υλικού των επιφανειακών εδράνων. Ο Sasaki S. (2010) πρότεινε την τροποποίηση της επιφάνειας για τα έδρανα. Μια επιφάνεια με διαφορετικά μεγέθη, η οποία είναι μια νέα ιδέα της τροποποίησης της επιφάνειας για τριβο-υλικά, εισήχθη ως μια αναμενόμενη μελλοντική ανάπτυξη. Θεωρείται ως μια αποτελεσματική τεχνολογία μηχανικής που μπορεί να συμβάλει αισθητά στη βιομηχανία. Στην Εικόνα 2.11: Μια εξιδανίκευση άρθρωσης cardan [18] αποτυπώνεται μια εξιδανίκευση άρθρωσης Cardan.



Εικόνα 2.11: Μια εξιδανίκευση άρθρωσης cardan [18]

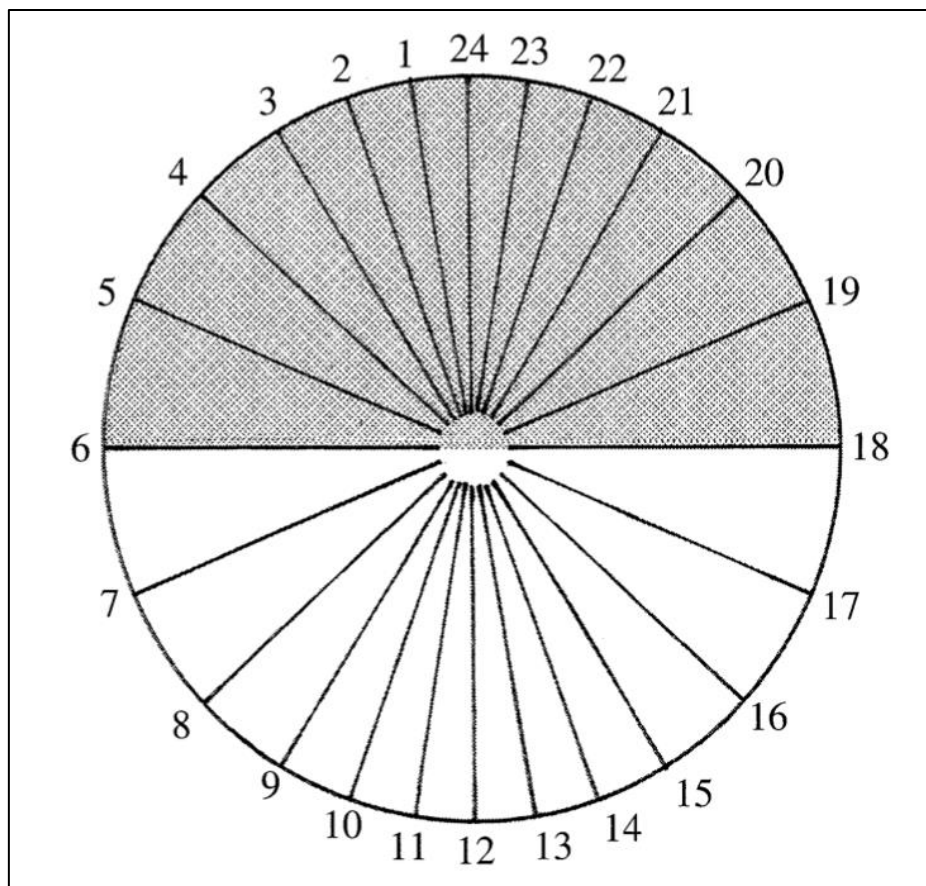
2.4.2 Παραδείγματα χρήσης

Παραδείγματα χρήσης των ελεύθερων αρθρώσεων συναντώνται συχνά σε ποικίλες εφαρμογές και τομείς, τόσο στην αυτοκινητοβιομηχανία, όσο και στη βιομηχανία γενικότερα. Οι Lu H. et al. (2006) για παράδειγμα, σχεδίασαν ένα νέο ηλεκτρονικό χειριστήριο χωρίς επαφή, χρησιμοποιώντας ένα μόνο αισθητήρα, ο οποίος ανιχνεύει ένα οριζόντιο διάνυσμα στο μαγνητικό πεδίο. Επιπλέον, απεικόνισαν τον μη γραμμικό χαρακτήρα μεταξύ της εξόδου του αισθητήρα και της κίνησης της ράβδου του χειριστηρίου. Ολόκληρη η παραπάνω λειτουργία, βασίστηκε στη χρήση της ελεύθερης άρθρωσης [69]. Συνήθως, αρκετοί είναι αυτοί που φαντάζονται τη χρήση πολύπλοκων μηχανισμών σε μεγάλης κλίμακας μηχανήματα. Η παραπάνω μελέτη, αποτελεί μια απόδειξη ότι οποιοσδήποτε μηχανισμός μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε διάσταση.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο Hooke R. θεωρείται ως ο εφευρέτης της «άρθρωσης Hooke» ή της «ελεύθερης άρθρωσης». Ωστόσο, φαίνεται ότι αυτή η εύκαμπτη σύζευξη (βασισμένη σε τετράπλευρο σταυρό που περιστρέφεται μεταξύ ημικυκλικών ζυγών που συνδέονται με δύο άξονες) ήταν στην πραγματικότητα άγνωστη πολύ πριν από την εποχή του Hooke, αλλά υποτίθεται πάντα ότι δίνει έξοδο που αντιστοιχεί, ακριβώς σε αυτή του άξονα εισόδου. Ο Hooke μέτρησε προσεκτικά τις σχετικές μετατοπίσεις των δύο αξόνων και διαπίστωσε ότι εάν κάποιος από τους άξονες έτεινε προς την άλλη πλευρά, μια ομοιόμορφη περιστροφή της εισόδου, προκαλούσε ποικίλο ρυθμό περιστροφής της εξόδου. Αναγνώρισε επίσης, ότι αυτός ο μεταβλητός ρυθμός αντιστοιχούσε ακριβώς στην κίνηση της σκιάς ενός

ωροδείκτη σε ένα ηλιακό ρολόι, όπως δημιουργείται από την προβολή της ομοιόμορφης κίνησης του ηλίου γύρω από έναν κεκλιμένο πολικό άξονα. Πρότεινε λοιπόν, ότι ένα «μηχανικό ηλιακό ρολόι» θα μπορούσε να δημιουργηθεί, συνδέοντας μια 24ωρη κίνηση ρολογιού (με τον άξονα του στην κατάλληλη κλίση) σε ένα δείκτη μέσω μιας ελεύθερης άρθρωσης. Αυτή η πρόταση έχει διερευνηθεί τόσο πρακτικά όσο και μαθηματικά, και έχει αποδειχθεί ότι είναι έγκυρη. Οι μελέτες του Hooke για την ελεύθερη άρθρωση την έκαναν να ταυτιστεί με το όνομά του και τελικά αποδείχθηκε πολύ πιο σημαντική ως περιστροφική ζεύξη παρά ως ένα ηλιακό ανάλογο. Οι πιο περίπλοκες εκδόσεις που στη συνέχεια σχεδίασε ο Hooke περιλάμβαναν την πρόβλεψη για σύνδεση δύο βασικών συνδέσμων από έναν ενδιάμεσο άξονα. Με την κατάλληλη ρύθμιση των γωνιών φάσης και του άξονα, αυτός ο «διπλός σύνδεσμος Hooke» θα μπορούσε να ακυρώσει το χαρακτηριστικό της μεταβλητής ταχύτητας εξόδου της ενιαίας άρθρωσης.

Η αρχή του ηλιακού ρολογιού ίσης ώρας είναι ότι ο ήλιος λάμπει στην άκρη ενός τριγωνικού ωροδείκτη που κλίνει προς τα πάνω, προς τη σκιά του ισλανδικού πόλου, της οποίας η κατεύθυνση είναι ανεξάρτητη από τη μεταβαλλόμενη απόκλιση του ηλίου. Ελέγχεται μόνο από τη γωνία της ώρας, έτσι ώστε ένας επιλογέας (άξονας) τοποθετημένος σε ορθή γωνία ως προς τον πολικό άξονα (ένας ισημερινός πίνακας) να μπορεί να χωρίσει την επιφάνεια σε 24 ίσα τμήματα με 15° γωνία για να υποδείξει τις ώρες. Η μεσημεριανή σκιά πέφτει σε κατακόρυφο επίπεδο και συμπίπτει με τη χαμηλότερη γραμμή στο καντράν. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.12: Ώρες ημέρας και νύχτας για κάθετο ηλιακό ρολόι στις 52° N. Η σκιά μπορεί να ληφθεί επίσης και σε άλλα επίπεδα, οριζόντια ή κατακόρυφα.



Εικόνα 2.12: Ώρες ημέρας και νύχτας για κάθετο ηλιακό ρολόι στις 52° N [70]

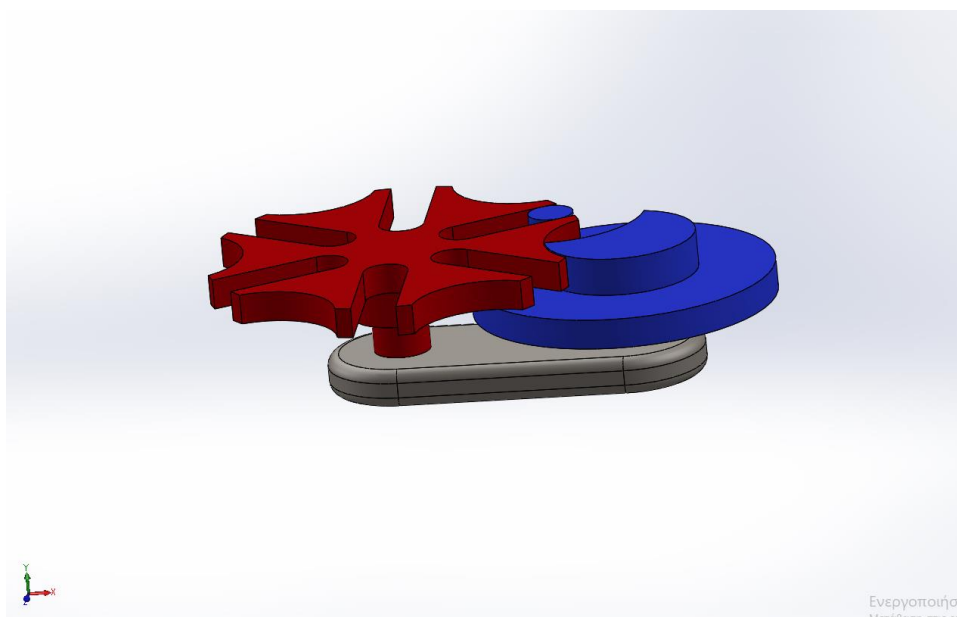
Η ελεύθερη άρθρωση σήμερα χρησιμοποιείται και σε ρομποτικούς βραχίονες. Επιπλέον, υπάρχει μια αρκετά διαδεδομένη ανάπτυξη της σε ιατρικές εφαρμογές. Οι Shang J.

et al. (2011) για παράδειγμα, παρουσίασαν μια αρθρωτή ρομποτική συσκευή που βασίζεται σε ελεύθερες αρθρώσεις με ενσωματωμένους μικροκινητήρες για ελάχιστα επεμβατική χειρουργική επέμβαση. Η συσκευή τους διαθέτει ένα αρθρωτό άκρο με επτά ανεξάρτητα ελεγχόμενους βαθμούς ελευθερίας (DoF), διατεταγμένες ως δύο ελεύθερες αρθρώσεις και τρεις μονές αρθρώσεις με δύο εσωτερικά κανάλια ($\varnothing 3\text{mm}$). Το ένα ήταν για την ενσωματωμένη κάμερα για οπτικοποίηση και το άλλο για τη μετάβαση των επεμβατικών μέσων. Ο σχεδιασμός επέτρεπε στο ρομπότ να εξερευνήσει ολόκληρη την περιτοναϊκή κοιλότητα από ένα επιλεγμένο μοναδικό σημείο τομής [71].

3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Σημείωση: Οι διαστάσεις που εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες, αποδίδονται σε χιλιοστά.

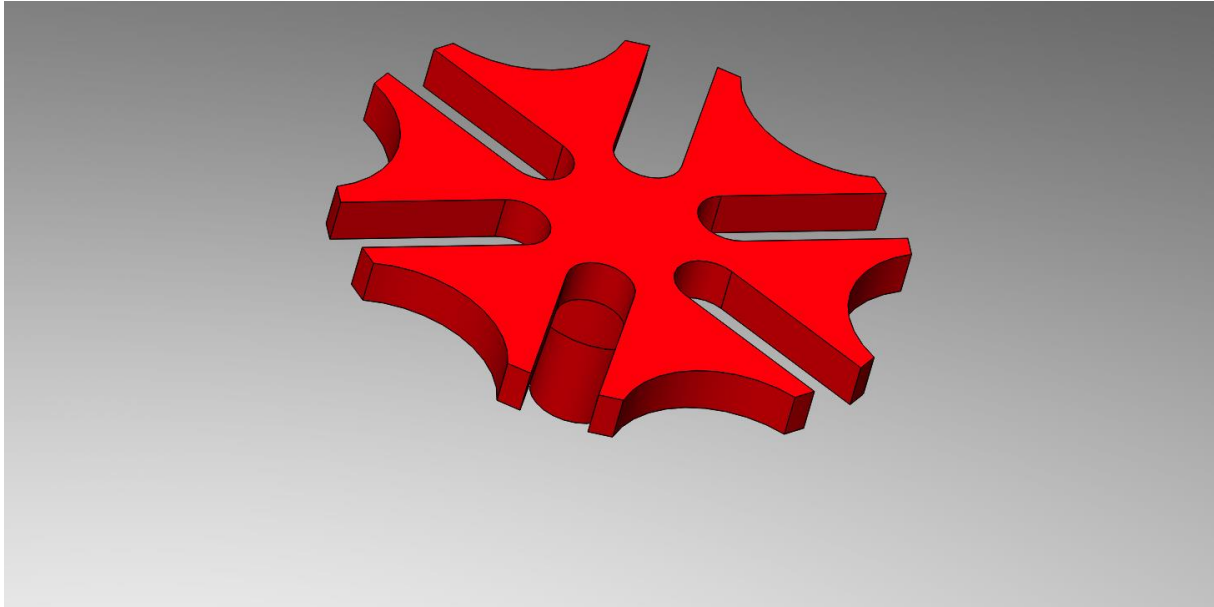
3.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΓΕΝΕΥΗΣ



Εικόνα 3.1: Τρισδιάστατη απεικόνιση του μηχανισμού της Γενεύης.

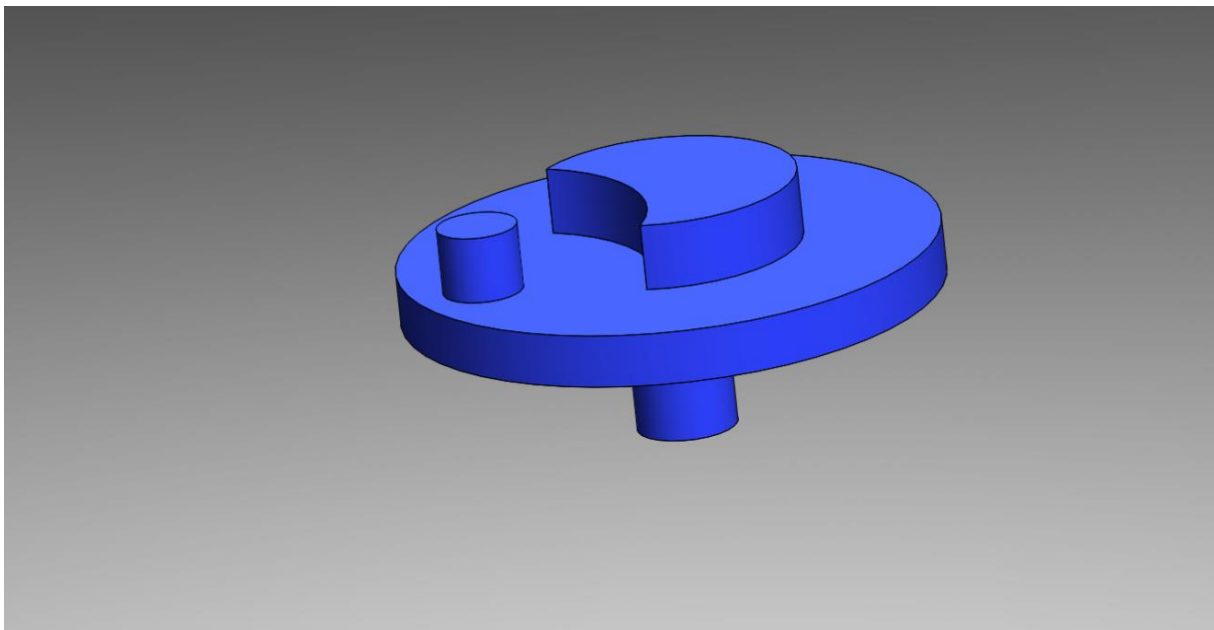
3.1.1 ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ

Σε αυτό το μηχανισμό σχεδιάστηκαν τρία μέρη , ο κινούμενος τροχός, ο κινητήριος τροχός και η βάση .Παρακάτω δίνονται οι εικόνες για κάθε εξάρτημα.



Εικόνα 3.2: Τρισδιάστατη απεικόνιση κινούμενου τροχού

Η σχεδίαση του εξαρτήματος του σταύρου της μάλτας έγινε αρχικά σε δύο διαστάσεις και έπειτα προστέθηκε υλικό για να πάρει πλήρης μορφή. Οι υπολογισμοί των εσοχών και των καμπύλων καθώς και η διάμετρος του σταυρού έγιναν με βάση τη σχέση μετάδοσης ανάμεσα στον κινητήριο και κινούμενο τροχό. Στην περιπτώσή μας για μια πλήρη περιστροφή του κινούμενου τροχού ο κινητήριος θα χρειαστεί έξι περιστροφές.



Εικόνα 3.3: Τρισδιάστατη απεικόνιση κινητήριου μέρους μηχανισμού

Η σχεδίαση του κινητήριου τροχού έγινε αρχικά σε δύο διαστάσεις .Οι υπολογισμοί των διαστάσεων έγιναν με βάση τον αριθμό των περιστροφών του κινούμενου τροχού. Το κέντρο του πείρου βρίσκεται σε τέτοια απόσταση έτσι ώστε όταν περιστρέφεται να εφάπτεται στις εσοχές του σταυρού.

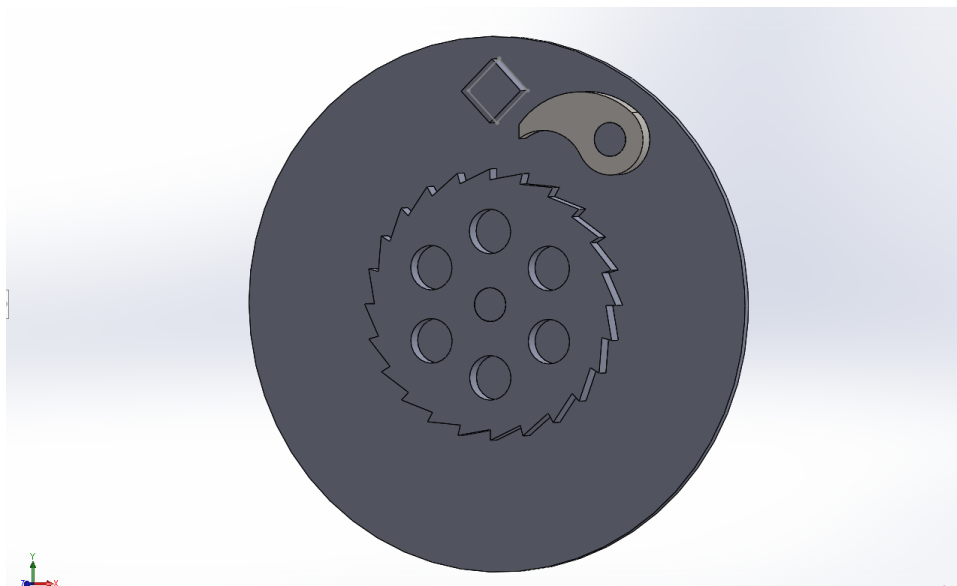


Εικόνα 3.4: Τρισδιάστατη απεικόνιση βάσης στήριξης μηχανισμού

Η βάση του μηχανισμού αποτελείται από ένα πλακάκι με δύο οπές οι οποίες έχουν απόσταση , την απόσταση των κέντρων του κινητήριου και κινούμενου τροχού αντίστοιχα.

3.1.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

3.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ

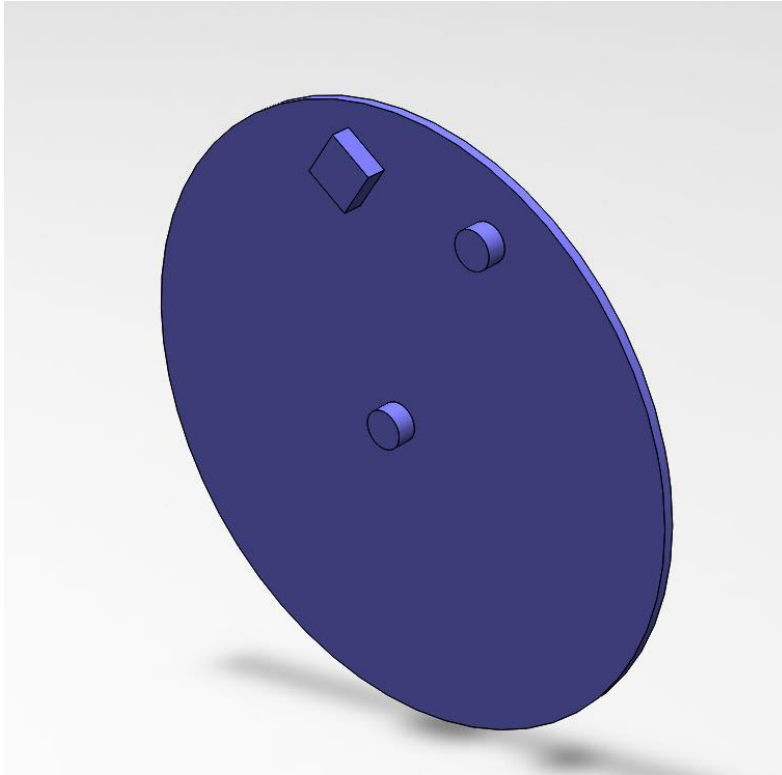


Εικόνα 3.8:Μηχανισμός καστανίας

ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ

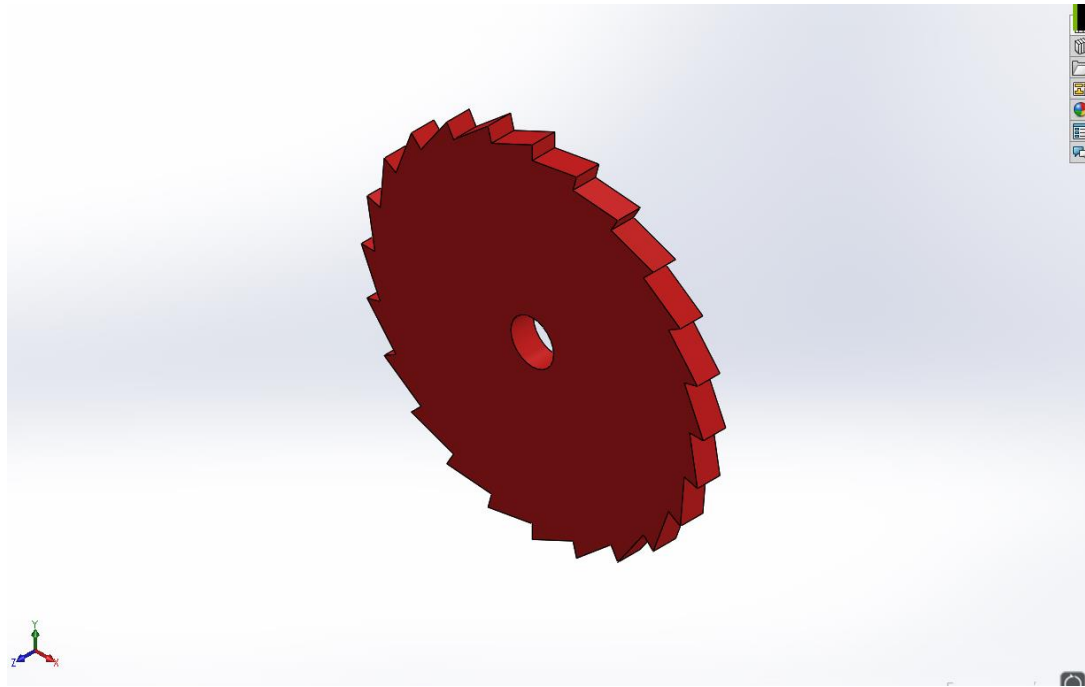
Βάση μηχανισμού

Σχεδιάστηκε σε 2D και έπειτα προστέθηκε υλικό για να πάρει πλήρη μορφή. Για τον σχεδιασμό των πείρων υπολογίστηκε η απόσταση των κέντρων τους έτσι ώστε η επιφάνεια του γραναζιού να εφάπτεται με την επιφάνεια του γάντζου.



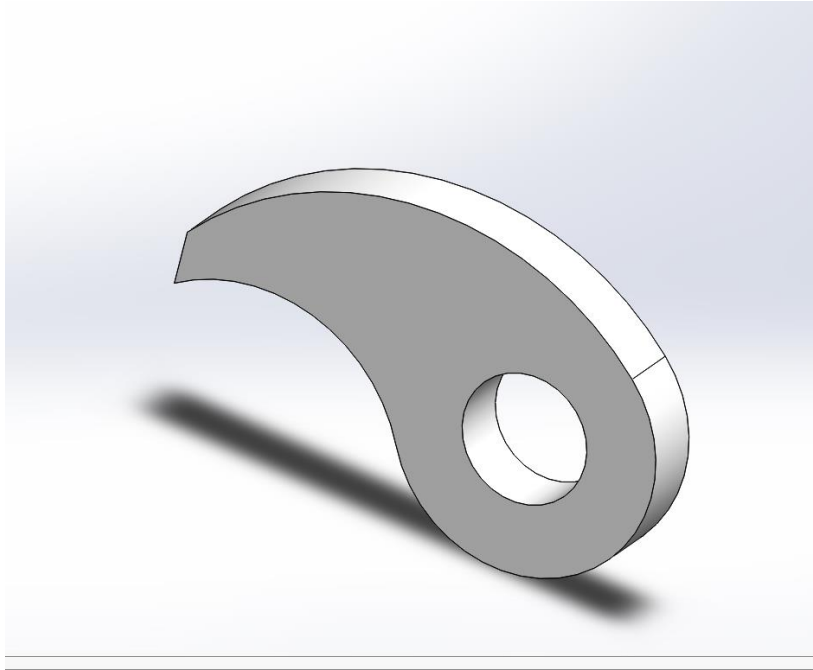
Εικόνα 3.9: Τρισδιάστατη βάση μηχανισμού καστανίας

Το γρανάζι της καστανίας σχεδιάστηκε με εικοσιτέσσερα δόντια . Έχουν κλίση προς τα δεξιά καθώς θα γυρίζει ο μηχανισμός κάτι που επιτρέπει, ελεύθερη κίνηση μόνο προς τα αριστερά. Στο κέντρο δημιουργήθηκε οπή για την τοποθέτηση πάνω σε βάση στήριξης .



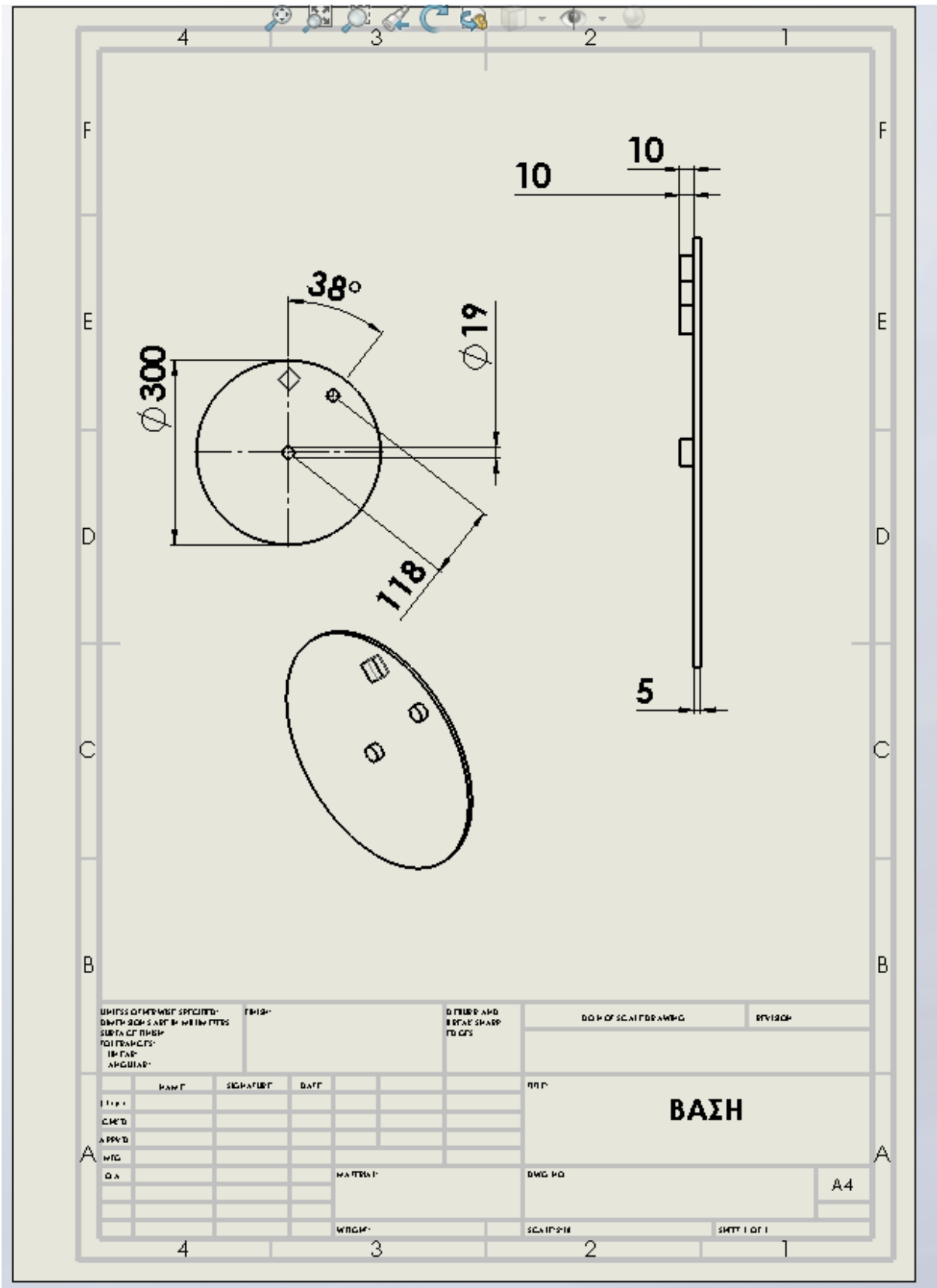
Εικόνα 3.10: Τρισδιάστατη απεικόνιση τροχού κασάνιας

Ο γάντζος συγκράτησης γραναζιού είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση του γραναζιού μόνο προς μία κατεύθυνση , κυλώντας επάνω στα λοξά δόντια και να ακινητοποιεί τον μηχανισμό όταν έχουμε κίνηση προς την αντίθετη κατεύθυνση .

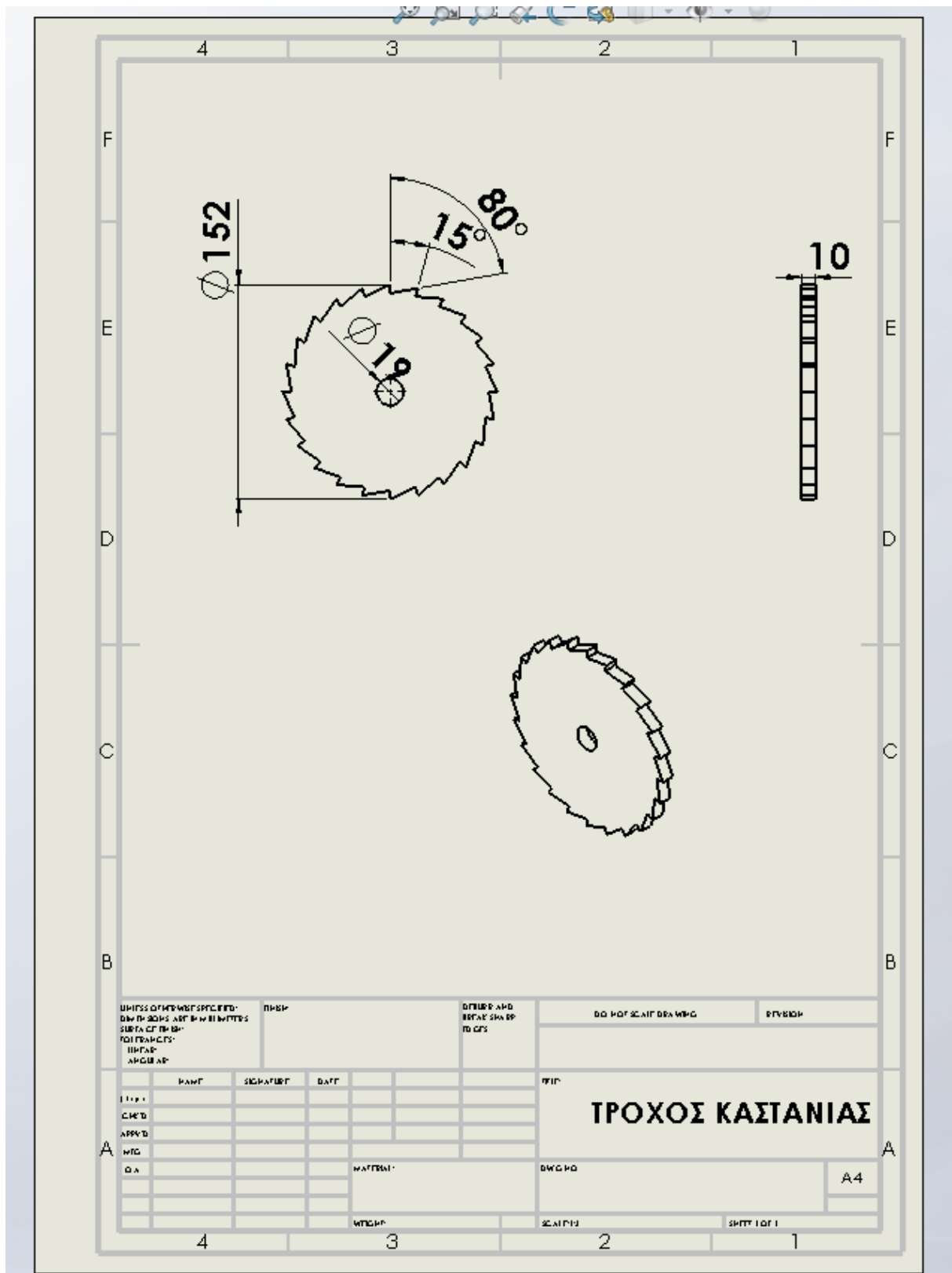


Εικόνα 3.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση γάντζου συγκράτησης μηχανισμού

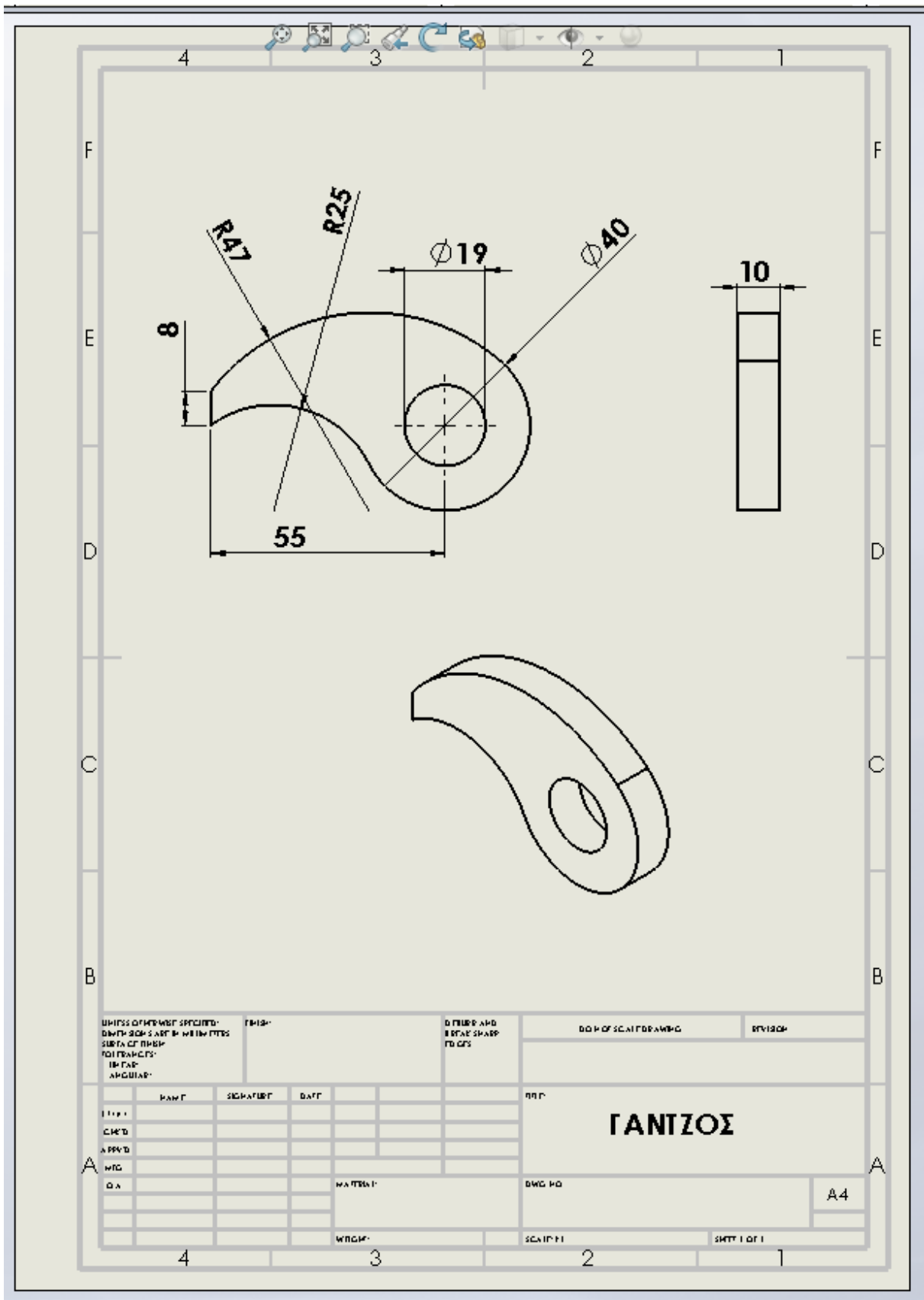
3.2.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ



Εικόνα 3.12: Βάση στήριξης

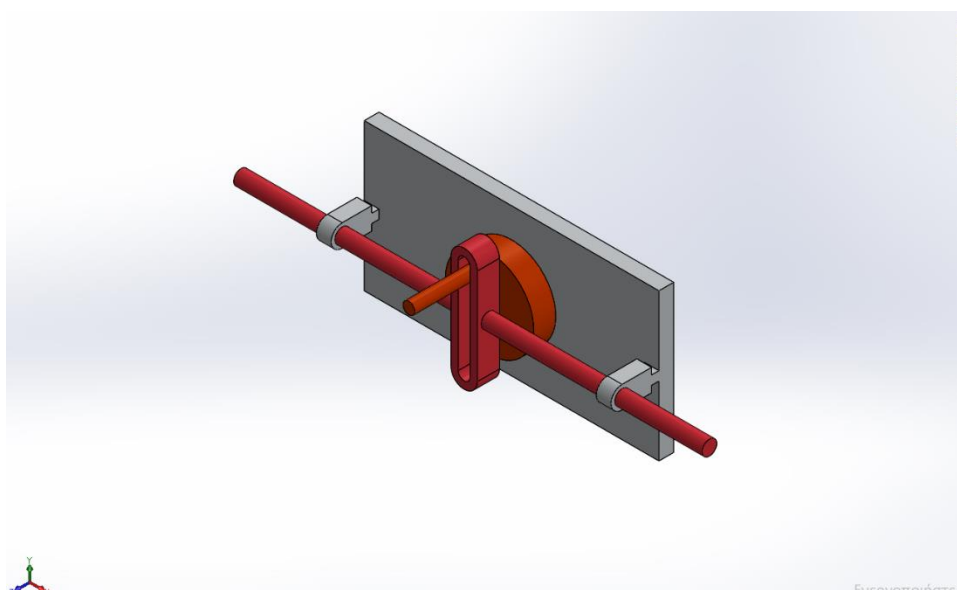


Εικόνα 3.13: Τροχός καστανίας



Εικόνα 3.14: Γάντζος συγκράτησης

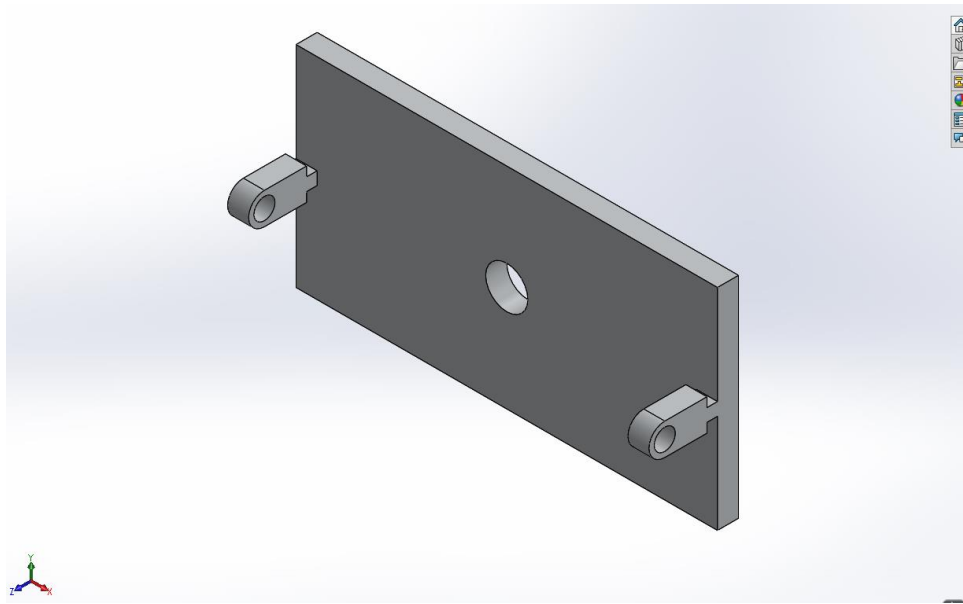
3.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΚΟΤΣΕΖΙΚΟΥ ΖΥΓΟΥ



Εικόνα 3.15: Μηχανισμός σκοτσέζικου ζυγού

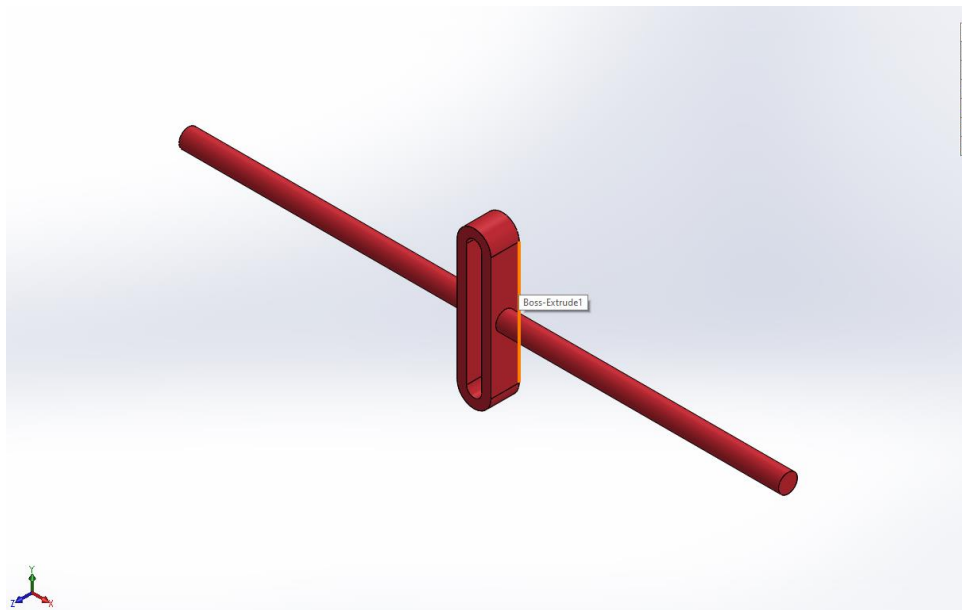
ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ

Η βάση του σκοτσέζικου ζυγού σχεδιάστηκε εξ αρχής σε δύο διαστάσεις και έπειτα προστέθηκε υλικό για να πάρει πλήρη μορφή . Αποτελείται από μία πλάκα πάνω στην οποία βρίσκονται δύο βάσεις στήριξης (κουζινέτα) του εμβόλου και μία οπή για την στήριξη του εκκεντρου.



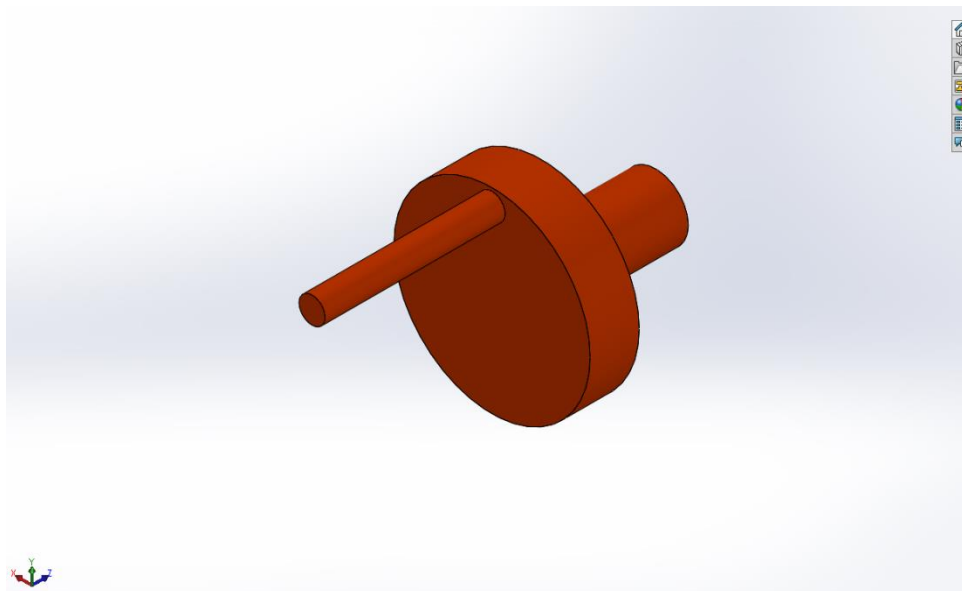
Εικόνα 3.16: Τρισδιάστατη απεικόνιση βάσης στήριξης μηχανισμού

Ο οδηγός εμβόλου αποτελείται από δυο άξονες εκατέρωθεν της εσοχής οδήγησης του εμβόλου. Οι εσωτερικές διαστάσεις της εσοχής είναι ίσες με την διάμετρο του πείρου του έκκεντρου.



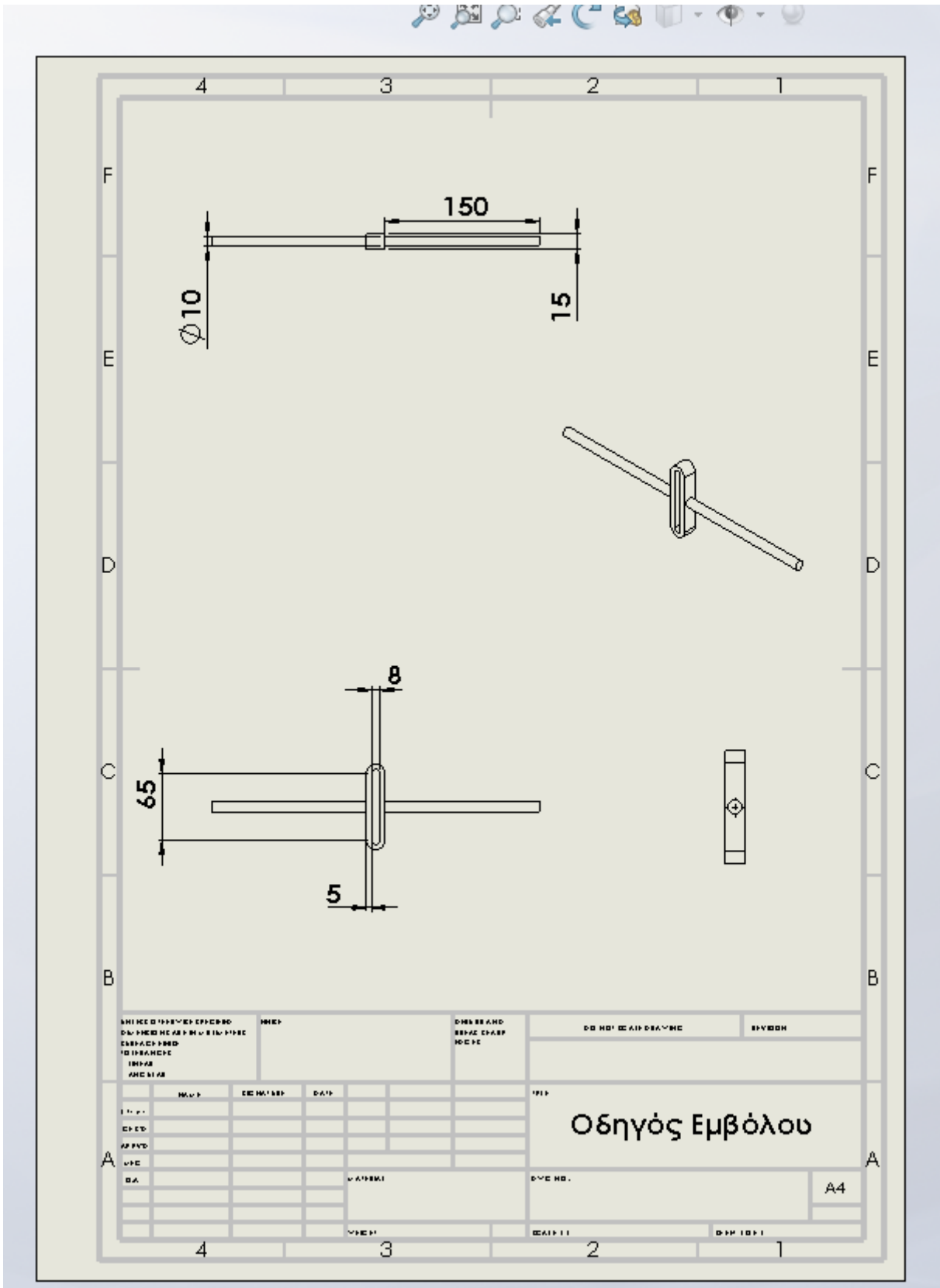
Εικόνα 3.17: Τρισδιάστατη απεικόνιση εμβόλου κίνησης ζυγού

Το έκκεντρο αποτελείται από έναν κυκλικό δίσκο , στον οποίο από την μία πλευρά βρίσκεται ο άξονας κίνησης του έκκεντρου και από την άλλη ο πείρος που δίνει κίνηση στο έμβολο δημιουργώντας έτσι αυτή την παλινδρομική κίνηση.

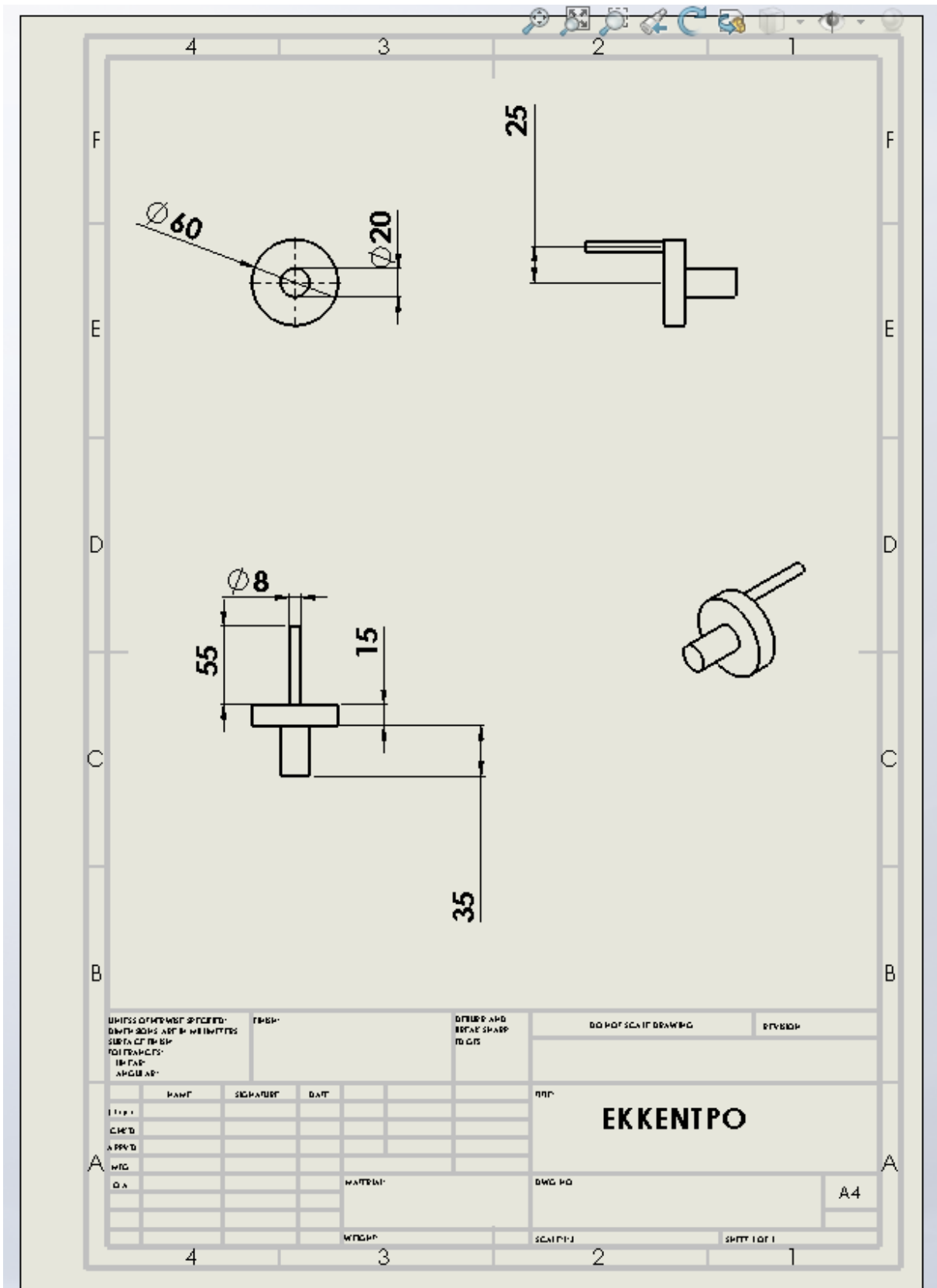


Εικόνα 3.18: Τρισδιάστατη απεικόνιση έκκεντρου εξαρτήματος μετάδοσης κίνησης

3.3.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

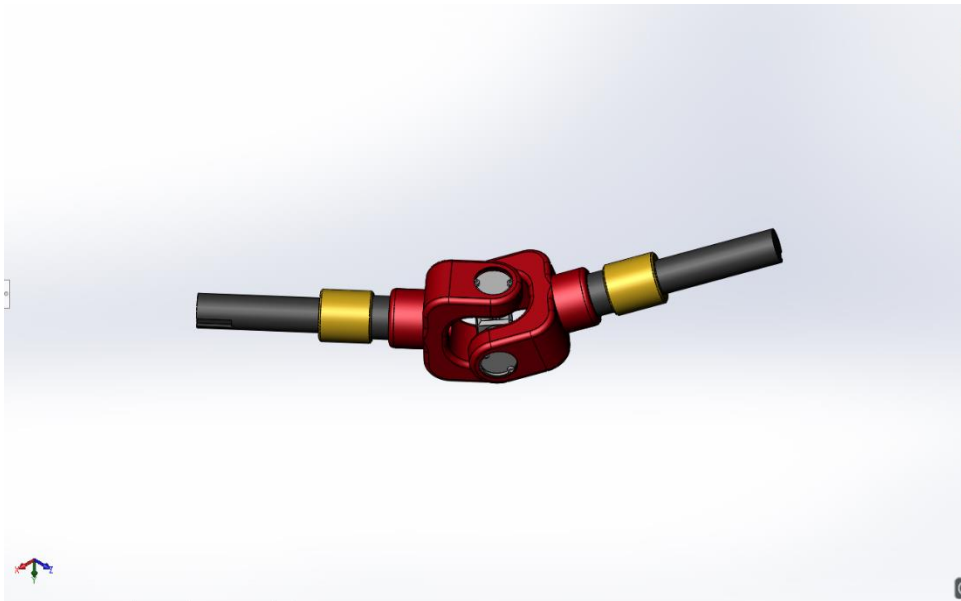


Εικόνα 3.20: Οδηγός εμβόλου



Εικόνα 3.21: Έκκεντρος μηχανισμός

3.4.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ



Εικόνα 3.22: Τρισδιάστατη απεικόνιση ελεύθερης άρθρωσης

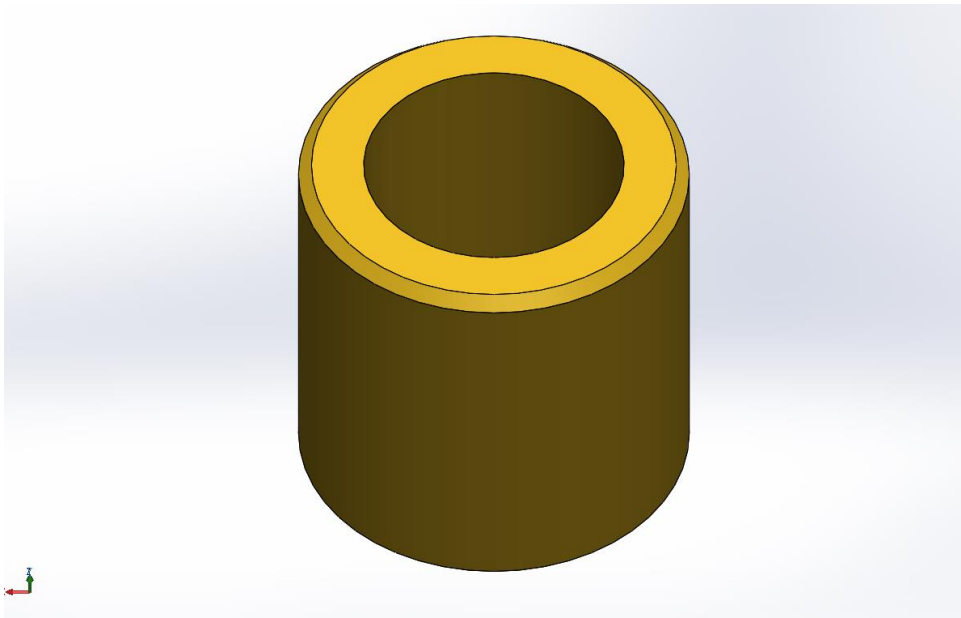
Κύρια μέρη

Ο άξονας μετάδοσης κίνησης άρθρωσης σχεδιάστηκε σε δύο διαστάσεις και έπειτα δόθηκε υλικό για την διαμόρφωση του. Αποτελείται από έναν αξόνα ο οποίος διαθέτει σφηνόδρομο στη άκρη του για να πάρει κίνηση από μοτέρ. Στο άλλο άκρο διαθέτει άξονα με κατάλληλη διάμετρο για σφιχτή συναρμογή με τον βραχίονα.



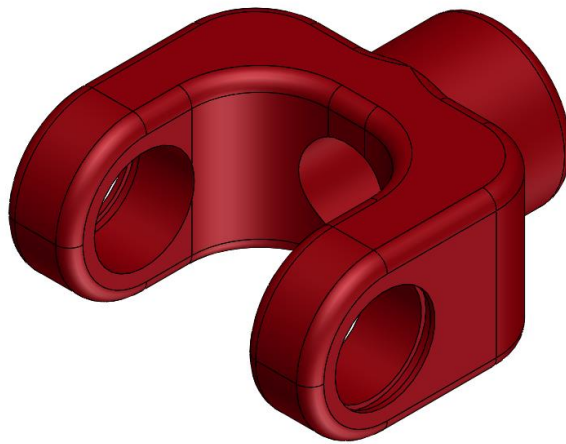
Εικόνα 3.23: Άξονας μετάδοσης κίνησης

Οι βάσεις εδράνων στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ατσάλινα δαχτυλίδια για ρουλεμαν, με εσωτερική διάμετρο την διάμετρο του άξονα κίνησης. Δίνουν την στήριξη στον μηχανισμό για την σταθερή περιστροφή με γωνία κλίσης που παραμένει αμετάβλητη.



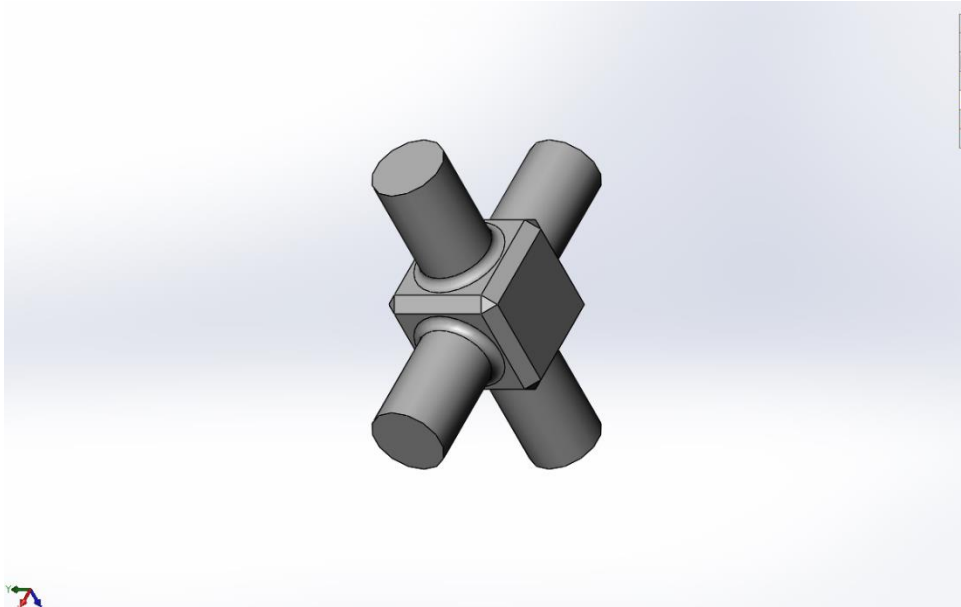
Εικόνα 3.24: Έδρανο κύλισης (Ρουλεμάν)

Ο βραχίονας είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε στο ένα άκρο του να δέχεται τον άξονα κίνησης με σφιχτή συναρμογή. Οι δύο απέναντι οπές έχουν διάμετρο την διάμετρο των ρουλεμάν και διαθέτουν εσωτερικό λούκι για την υποδοχή των ασφαλείων.



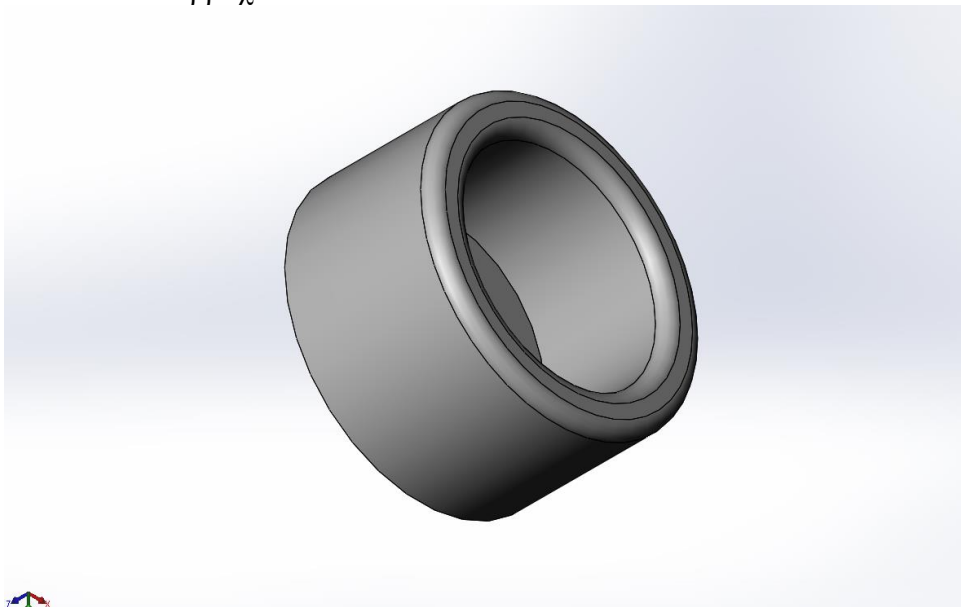
Εικόνα 3.25: Βραχίονας

Ο σταυρός είναι το εξάρτημα το οποίο συνδέει τα δύο άκρα μεταξύ τους. Αποτελείται από 4 άξονες σε σχήμα σταυρού. Σε κάθε άκρο εδράζουν βελοννοειδή ρουλεμάν τα οποία μεταφέρουν την κίνηση από τον σταυρό στο βραχίονα που δέχεται την κίνηση.



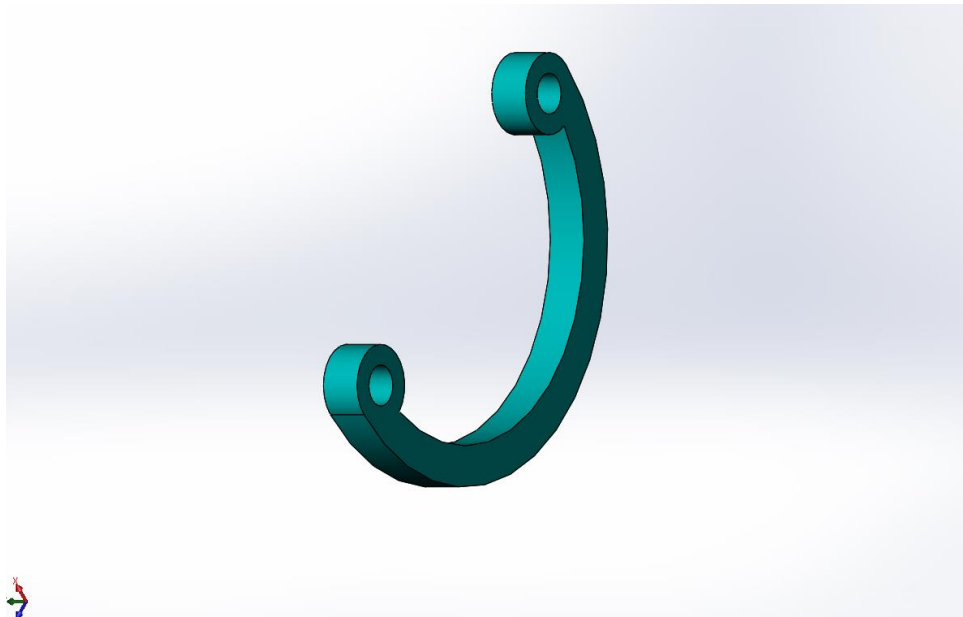
Εικόνα 3.26: Σταυρός

Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε το εξωτερικό κέλυφος του ρουλεμάν (ποτήρι) , έχοντας εσωτερική διάμετρο (διάμετρο άξονα σταυρού + διάμετρο ρουλεμάν x2) και εξωτερική την διάμετρο των οπών του βραχίονα.



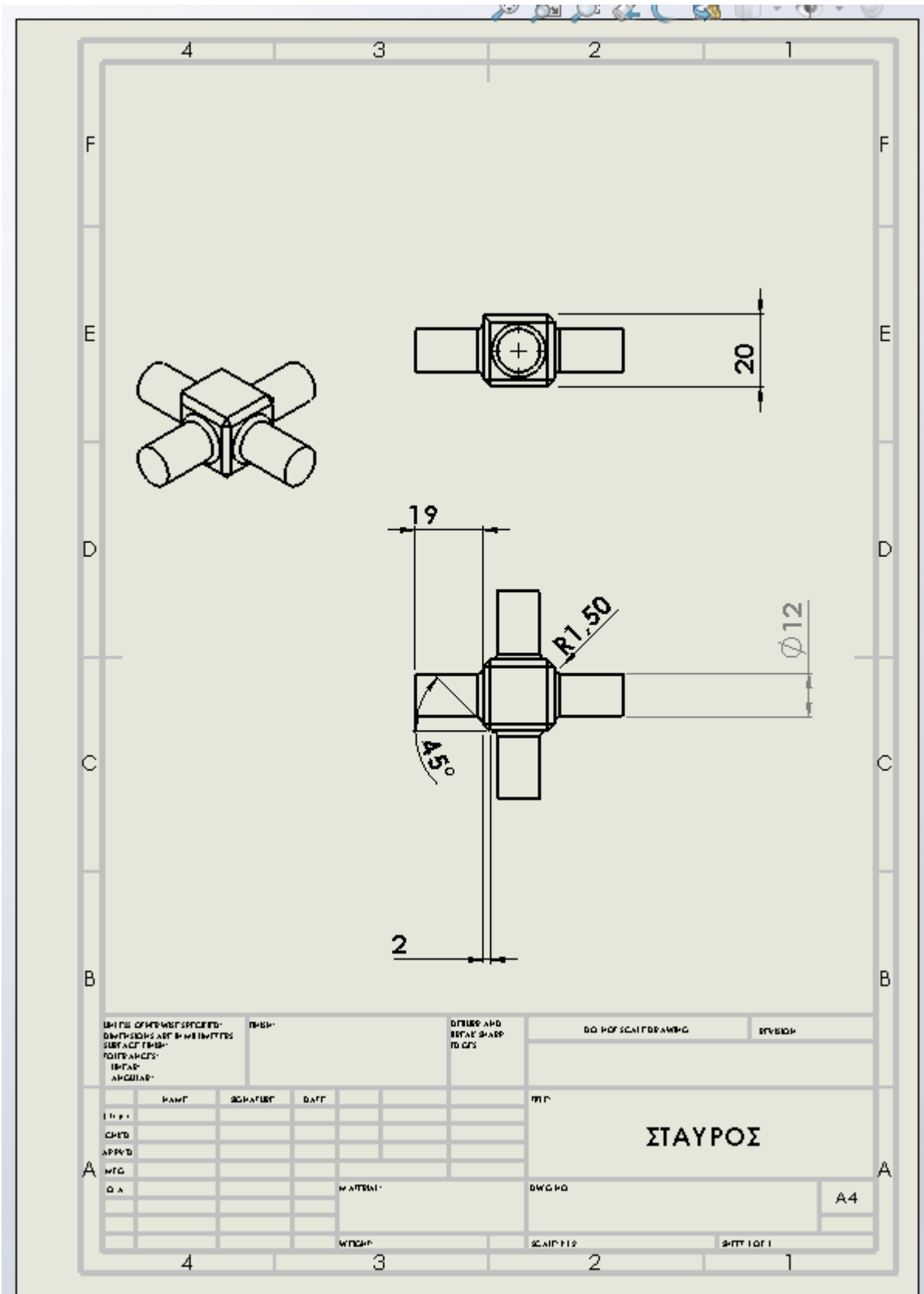
Εικόνα 3.27: Ποτήρι

Τέλος βλέπουμε την ασφάλεια οπής η οποία έχει διαστάσεις έτσι ώστε να μην αφήνει το ρουλεμάν (ποτήρι) να γλιστρήσει από τον βραχίονα.

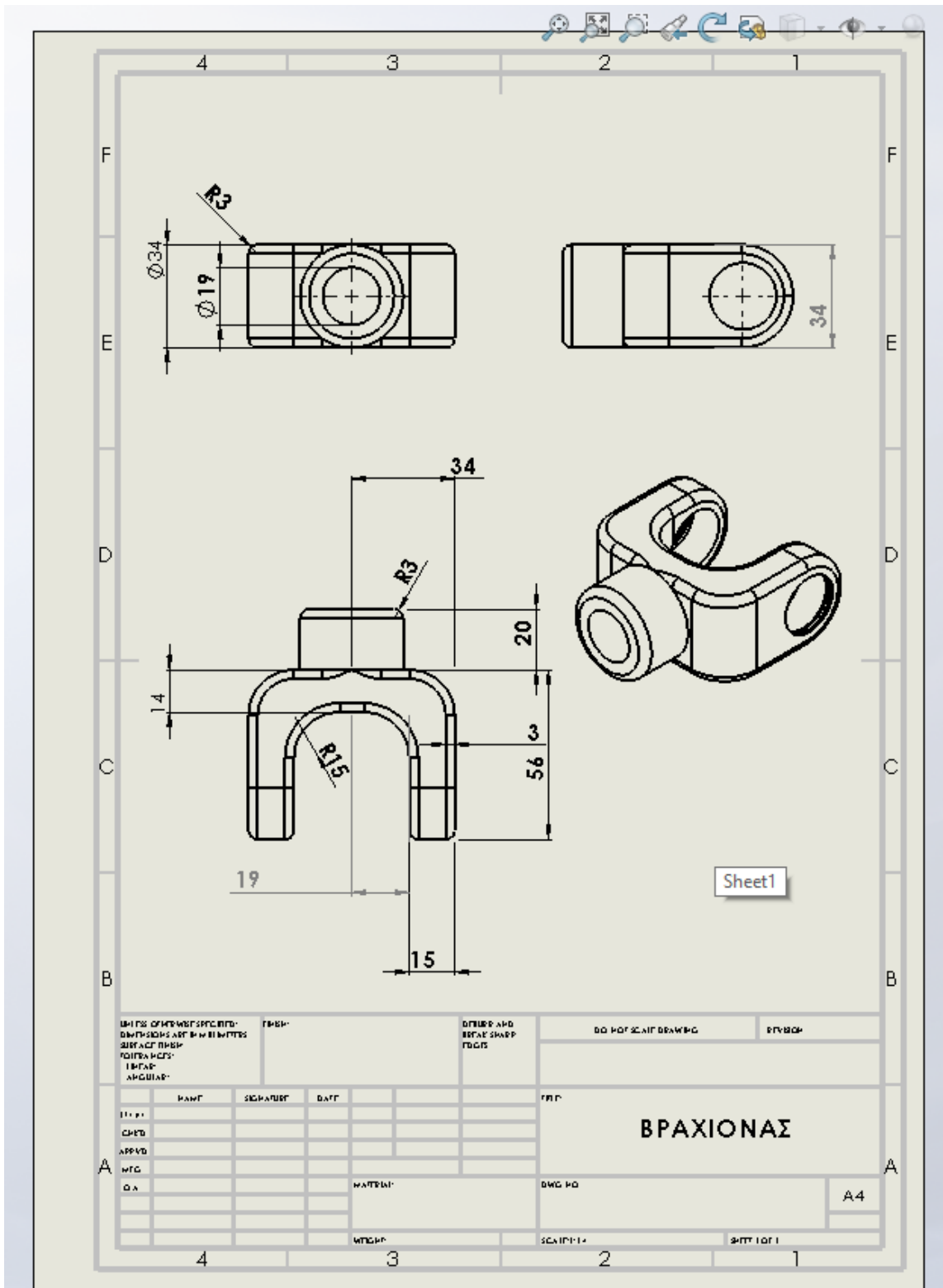


Εικόνα 3.28:ασφάλεια οπής

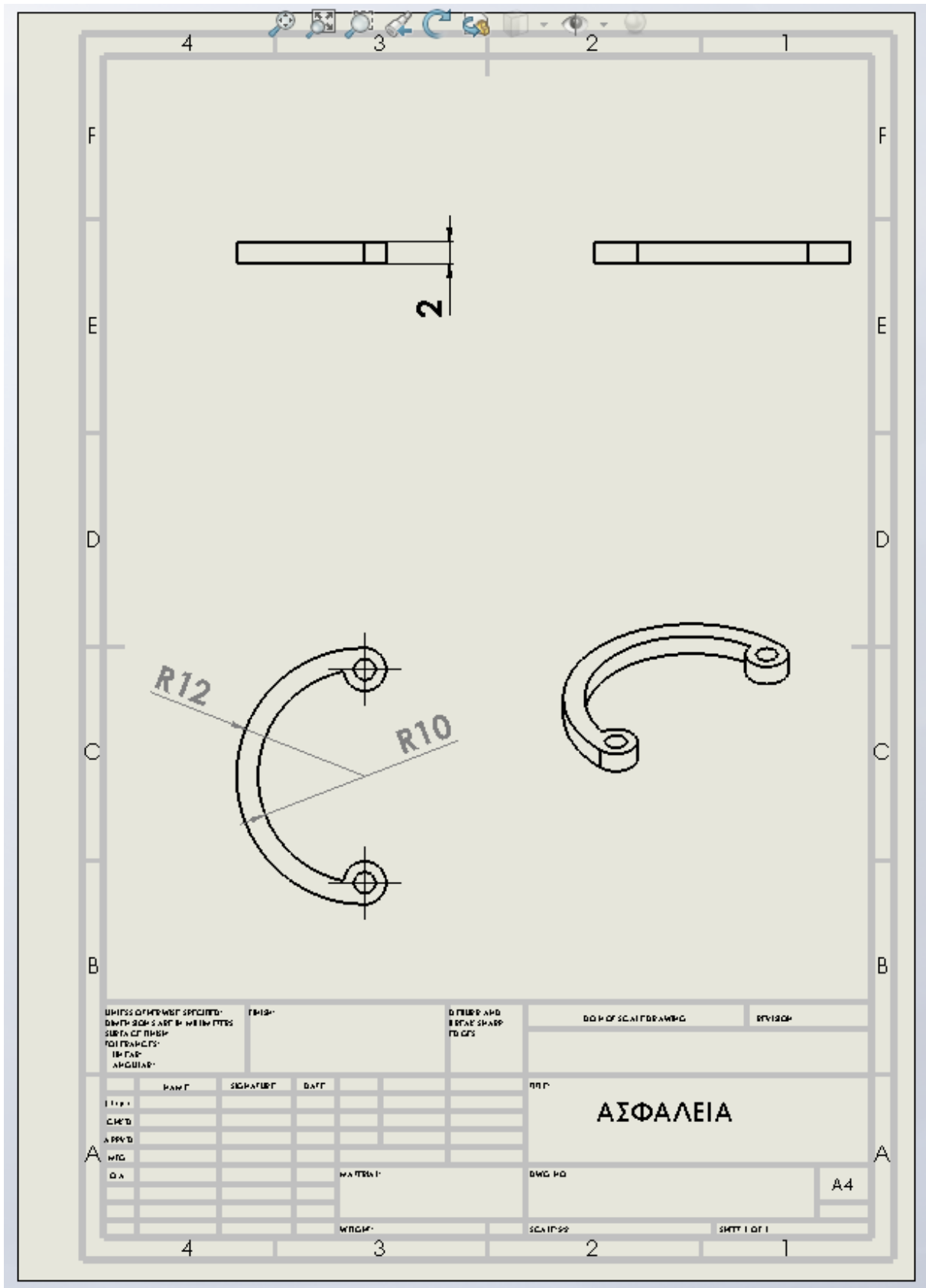
3.4.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ



Εικόνα 3.29: Σταυρός

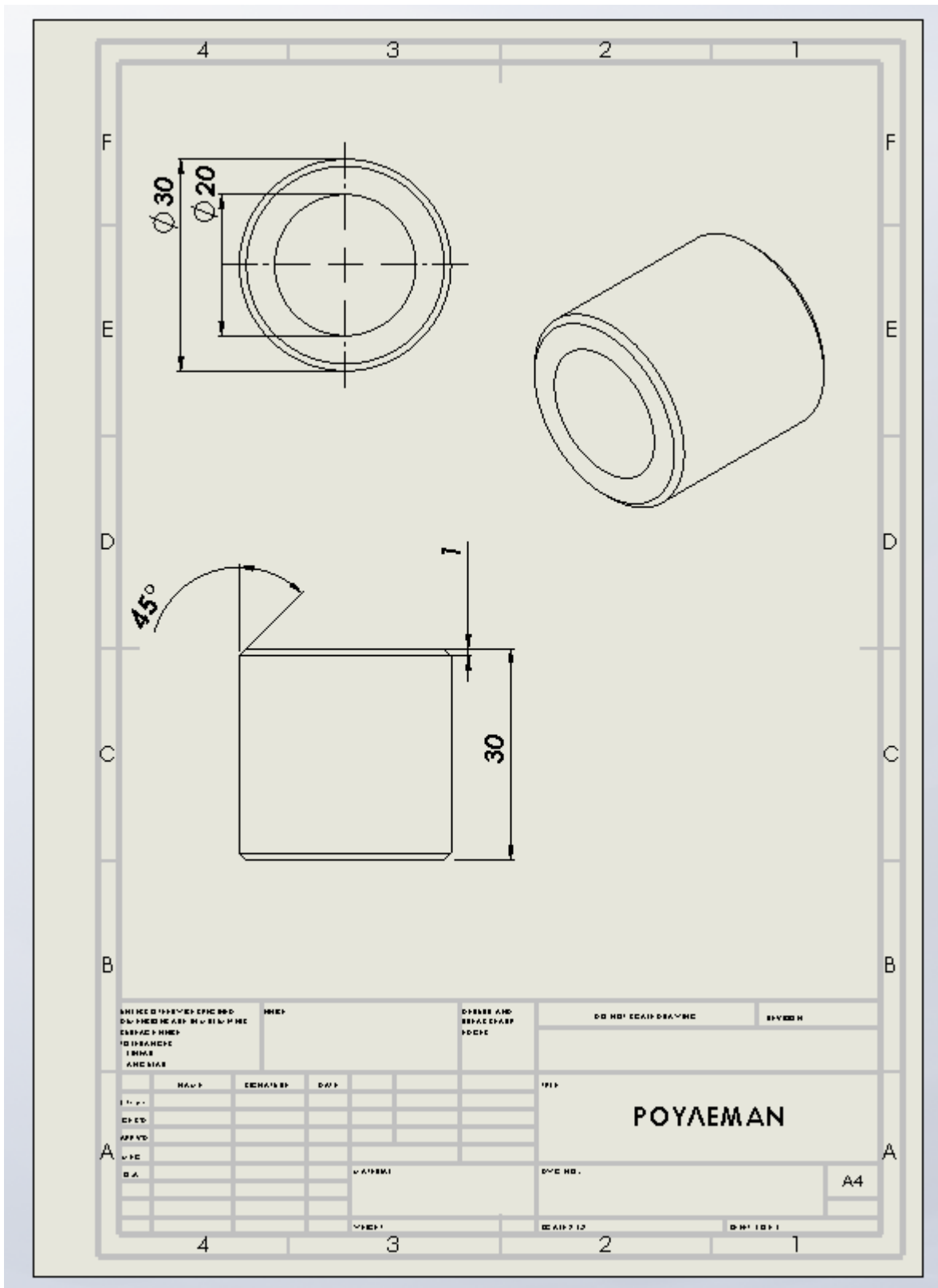


Εικόνα 3.31: Βραχίονας



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED		FINISH		DIMENSIONS ARE TO BE SHARP EDGES		DATE OF SCALE DRAWING		REVISION	
ITEM	NAME	SIGNATURE	DATE	PROJ.		ΑΣΦΑΛΕΙΑ			
CMC'D									
APP'D									
MTC									
QA									
SCALE				DWG. NO.		A4			
WPCOM				SCALE		SHEET 1 OF 1			

Εικόνα 3.32: Ασφάλεια



Εικόνα 3.33: Έδρανο κύλισης (Ρουλεμάν)

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Θεωρία των μηχανημάτων γεννήθηκε με τη Βιομηχανική Επανάσταση πριν από σχεδόν 230 χρόνια. Η παλινδρομική ατμομηχανή ήταν το κύριο μέσο εργασίας για πάνω από εκατό χρόνια κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα και σταδιακά έχασε τη θέση της στην ιστορία μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα. Τότε, ήρθε η σειρά των κινητήρων εσωτερικής καύσης και των περιστρεφόμενων μηχανημάτων.

Η κινηματική και η δυναμική των παλινδρομικών και περιστρεφόμενων μηχανημάτων είναι η θεμελιώδης μελέτη για τους μηχανικούς πριν προχωρήσουν στο σχεδιασμό της τάσης. Αυτές οι αναλύσεις γίνονται κυρίως με γραφικές μεθόδους για επίπεδους μηχανισμούς καθώς δίνουν καλή εικόνα για το μηχανισμό και το επαναλαμβανόμενο ιστορικό των ταχυτήτων, των επιταχύνσεων, των στατικών, των δυνάμεων κ.λπ.

Όλα τα μηχανήματα λειτουργούν περιοδικά ανάλογα με τους μηχανικούς νόμους ή αντίστοιχους, όπως για παράδειγμα οι μηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με τους θερμοδυναμικούς κύκλους (για παράδειγμα μία περιστροφή σε δίχρονο κινητήρα ή δύο περιστροφές σε τετράχρονο κινητήρα). Όταν τεθεί το ζήτημα των δυνάμεων που κάνουν την κίνηση, οι ερευνητές ασχολούνται με την κινητική. Μαζί δημιουργείται η δυναμική των μηχανημάτων. Όταν συμπεριλαμβάνονται οι πτυχές του μηχανήματος, όπως οι σύνδεσμοι, οι κινηματικές αλυσίδες, οι μηχανισμοί κ.λπ., για να σχηματιστεί μια δεδομένη μηχανή, δημιουργείται το θέμα της Θεωρίας των Μηχανών.

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκαν κάποια συστήματα μηχανολογικού εξοπλισμού (μηχανισμός Γενευής, ο μηχανισμός καστάνιας, ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού και ο μηχανισμός ελεύθερης άρθρωσης). Μηχανικό εξοπλισμό, αποτελεί στην ουσία οποιοδήποτε μηχανήμα ή σύστημα που περιέχει κινούμενα μέρη. Τα σύγχρονα μηχανήματα είναι πολύπλοκα και αποτελούνται από δομικά στοιχεία, μηχανισμούς και στοιχεία ελέγχου και περιλαμβάνουν διεπαφές για βολική χρήση. Επιπλέον οι σύγχρονες γραμμές παραγωγής περιλαμβάνουν ποικίλο βιομηχανικό εξοπλισμό για την πλήρη λειτουργία τους και την εκπλήρωση των ανταγωνιστικών απαιτήσεων.

Οι μηχανισμοί που αναφέρθηκαν είναι ο μηχανισμός της Γενευής, ο μηχανισμός της καστάνιας, ο μηχανισμός του σκωτσέζικου ζυγού και ο μηχανισμός της ελεύθερης άρθρωσης. Για καθέναν από τους μηχανισμούς ερευνήθηκε η υπάρχουσα βιβλιογραφία και δόθηκαν παραδείγματα χρήσης τους. Επιπλέον, σχεδιάστηκαν όλοι αυτοί οι μηχανισμοί μέσω του προγράμματος Solidworks.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Chaturvedi S., "Introduction to theory of the machines," *Brown Hills College of Engineering & Technology, Kinematics of the machines*, 2015.
- [2] Hunt K. H. , "Kinematic Geometry of Mechanisms," *Oxford University Press*, 1978.
- [3] Heidari M., Zahiri M., Zohoor H., "Optimization of Kinematic Characteristic of Geneva Mechanism by Genetic Algorithm," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2008.
- [4] AL-Sabeeh A. K. , "Double crank external Geneva mechanism," *ASME, J. Mech. Des.*, , vol. 115, p. 666–670, 1993.
- [5] Hsieh J. F., "Application of homogenous transformation matrix to the design and machining of a Geneva mechanism with curved slots," *Proc. IMechE, Mechanical Engineering Science*, vol. 221, 2007.
- [6] Fenton R. G., "Machine Design," vol. 37, no. 177, 1965, .
- [7] Fenton R. G., Zhang Y, Xu, J., "Cams, Gears, Robot and Mechanism Design," *ASME Publication*, vol. 126, 1990.
- [8] Bondaletov V. P., Medvedev V. I. Petrov A. V. , "“Extending the Life of Free_Wheel Ratchet Mechanisms by Backup of the Working Components”,, " *Russian Engineering Research*, vol. 30, no. 12, p. ISSN 1068_798X, 2010.
- [9] Patil H. M. & Chandak P. A., "STRESS ANALYSIS OF RATCHET PAWL DESIGN IN HOIST USING FINITE ELEMENT ANALYSIS," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 3, no. 4, 2015.
- [10] Zhang Y., Finger S., Behrens S., "Introduction to Mechanisms," *Rapid Design through Virtual and Physical Prototyping*, pp. 39-245, 2009.
- [11] Asim M., Amjad M., Qamar M., Farooq A., Muhammad., " Gravity Assisted Water Filtration Model for Flood Affected Areas of Pakistan, An Experimental Study.," 2017.
- [12] Thoss H., Schmelz F., Aucktor E., *Universal Joints and Driveshafts: Analysis, Design*, Berlin, Germany: Springer Verlag,., 1992.
- [13] Mills A., "Robert Hooke's 'universal joint' and its application to sundials and the sundial-clock," *Notes & Records of the Royal Society*, 2007.

- [14] Artobolevsky I. I., "Mechanisms in modern engineering design," (N. Weinstein, Trans.) Moscow: Mir Publisher, 1900.
- [15] Bayrakceken H., Hajirezaei A., A. Ahmadi, "Study on the effect of cracks in the failure of the Cardan joint," in *The 6th international conference on maintenance*, Tehran, 2010.
- [16] Bayrakceken H., Tasgetiren S. , Yavuz I. , "Two cases of failure in the power transmission system on vehicles: A universal joint yoke and a drive shaft," *International Journal of Engineering Failure Analysis*, vol. 14, no. 4, pp. 716-724. , 2007.
- [17] Covington A., " A universal idea," *Light & Medium Truck*, 2004.
- [18] Vesali F., Rezvani M. A., Kashfi M., "Dynamics of universal joints, its failures and some propositions for practically improving its performance and life expectancy," *Journal of Mechanical Science and Technology, Springer*, vol. 26, no. 8, p. 2439~2449, 2012.
- [19] [Online]. Available: https://tractors.fandom.com/wiki/Universal_joint. [Accessed 10 3 2021].
- [20] Mills J.K., Notash L., Fenton R.G., "Optimal design and sensitivity analysis of flexible cam mechanisms," *Mechanism and Machine Theory* 28, p. 563–581, 1993.
- [21] Hasty C. E. & Potts J. F. , "Analysis and Synthesis Procedures for Geneva Mechanism Design," *IBM Journal of Research and Development*, vol. 10, no. 3, 1966.
- [22] Chew M. & Plan M., "Application of learning control theory to mechanisms; Part I: Inverse kinematics and parametric error compensation; Part II: Reduction of residual vibrations in high-speed electro- mechanical bonding machines," in *Proceedings of the 23rd ASME Mechanisms Conference*, , Minneapolis, USA, 1994.
- [23] Rothbart H.A., *Cams Design, Dynamics and Accuracy*, New York: Wiley, 1956.
- [24] Tesar F.K. & Matthew, "The Dynamics Synthesis," *Analysis and Design of Modeled Cam Systems*, 1996.
- [25] Yan H.S., Tsai M.C., Hsu M.H., "A variable-speed method for improving motion characteristics of cam-follower systems," *Transactions of the ASME* 118, 1996.
- [26] Yan H.S., Tsai M.C., Hsu M.H., "An experimental study of the effects of cam speeds on cam-follower systems," *Mech. Mach. Theory* 31 , vol. 4, p. 397– 412 , 1996 .
- [27] Yan H.S. & Soong R.C., "Kinematic and dynamic design of four-bar linkage by links counterweighing with variable input speed," *Mechanism and Machine Theory* , vol. 36, pp. 1051-1071, 2001.
- [28] Yan H.S. & Chen W.R., "on the output motion characteristics of variable input speed servo-controlled slider-crank mechanisms," *Mechanism and Machine Theory* , vol. 35, pp. 541-561, 2000.

- [29] Mundo D. & Yan H.S., "Kinematic optimization of ball-screw transmission mechanisms," *Mechanism and Machine Theory* 42, p. 34–47, 2007.
- [30] Lee J. J. & Cho C. C., "Improving kinematic and structural performance of Geneva mechanism using the optimal control method," in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, ProQuest Science Journals*, 2002.
- [31] Cheng C.Y. & Lin Y., "Improving dynamic performance of the Geneva mechanism using non-linear spring elements," *Mech. Mach. Theory*, vol. 30, p. 119–129, 1995.
- [32] Lee J. J. & Huang K.F., "Geometry analysis and optimal design of Geneva mechanisms with curved slots," in *Proc. Instn Mech. Engrs, Part C: J. Mechanical Engineering Science*, 2004.
- [33] Lee H. P. , "DESIGN OF A GENEVA MECHANISM WITH CURVED SLOTS USING PARAMETRIC POLYNOMIALS," *Mech. Mach. Theor*, vol. 33, no. 3, pp. 321-329, 1996.
- [34] Sujan V. A. & Meggiolaro M. A., "Dynamic Optimization of Geneva Mechanism," *International Conference on Gearing, Transmissions and Mechanical Systems, Daizhong Su, Professional Engineering Publishing*, pp. 687-696, 2000.
- [35] Johnson R. C., "How to Design Geneva Mechanisms to Minimize Contact Stresses and Torsional Vibrations," *Machine Design* , vol. 28, no. 6, pp. 107-111 , 1956.
- [36] Hall A.JR., Holowenko A. M. S, Laughlin H. G., "Schaum's Outline Series of Theory and Problems of Machine Design," *Tata McGraw- Hill Edition*, 2009.
- [37] AI-Sabeeh A. K. , "Double Crank External Geneva Mechanism," *J. Mech. Des.* , vol. 115, no. 3, pp. 666-670, 1993.
- [38] Rao S. R., Tej H. A., Sai C. S., Kumar A. R., Reddy A. N., Krishna B. S., "DESIGN OF GENEVA WHEEL BASED AUTO-ROLL PUNCHING MACHINE," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 4, no. 3, 2017.
- [39] Gonabadi A. M. & Damghani M. N. , "Multi-Objective Optimization of Kinematic Characteristics of Geneva Mechanism Using High-Tech Optimization Methods," *Mechanics, Materials Science & Engineering*, p. DOI: 10.2412/mmse.26.65.331, 2017.
- [40] Ivorra B., Mohammadi B., Ramos A. M., "A multi-layer line search method to improve the initialization of optimization algorithms," *European Journal of Operational Research*, vol. 247, no. 3, pp. 711-720, 2015.
- [41] Ujam A., Ejeogo G., Onyeneho K. C. , "Development and Application of Geneva Mechanism for Bottle Washing.," *American Journal of Engineering Research (AJER)*, vol. 4, no. 11, pp. 63-73, 2015.

- [42] Groover P. M., "Automation, Production Systems and Computer integrated Manufacturing," *Third Edition, Pearson Education* , pp. 467-471 , 2009.
- [43] Anish V. & Venkatamuni T. , "DESIGN AND FABRICATION OF ANTI SLIDING AND SLOPING SYSTEM IN VEHICLES USING RATCHET AND PAWL MECHANISM," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 2, no. 9, 2015.
- [44] K. W. C. A. C. Messersmith, "Improved release mechanism for a hill holder device". Patent EP0221299A3 , 1985.
- [45] J. G., "Improved release mechanism for a hill holder device". 1995.
- [46] M. W. K., "Release mechanism for a hill holder device". Patent US4666021A, 1986.
- [47] Junzhi Y., Yonghui H., Jiyan H., Long W. , "Dolphin-like propulsive mechanism based on an adjustable Scotch yoke,," *Mechanism and Machine Theory*, vol. 44, pp. 603– 614, <http://www.researchgate.net/publication/228648655>, 2009.
- [48] Manthan K., Anmol V., Manish S., Utkarsh S., Tyagi R.K. , "Kinematic analysis of Automated Elliptical Trammel for cutting applications," *Archives of Applied Science Research*, vol. 7, no. 5, pp. 97-101, <http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>., 2015.
- [49] Galinski C. & Zbikowski R, "Insect-like flapping wing mechanism based on a double spherical Scotch yoke," *J. R. Soc. Interface*, vol. 2, pp. 223–235, doi:10.1098/rsif., 2005.
- [50] Adesola O.K., Oluwagbemileke S. A., Taofik O. K., Aderibigbe A. D., Olakunle A. N., "An Automated Scotch Yoke Mechanism," *American Journal of Biomedical Science and Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 8-14, 2017.
- [51] Elson J. P. & Amin, J. J., *Experimental Evaluation of a Scotch-Yoke*, 1974.
- [52] Gregory W. S, Kelvin I. D, Matthew A. H., Brian M., "Evaluation of a Model for the Evolution of Wear in a Scotch-Yoke Mechanism," *Journal of Tribology, Transactions of the ASME*, vol. 125, p. 678 – 681, 2003.
- [53] Arakelian V., Baron J.P, Mkrtchyan M., "Design of Scotch yoke mechanisms with improved driving dynamics," in *Proc IMechE Part K: J Multi-body Dynamics*, 2015.
- [54] [Online]. Available: <https://badran-co.com/product-category/actuator/pneumaticgas-direct-scotch-yoke/>. [Accessed 4 3 2021].
- [55] Li Z., Mak S. Y., Sauret A., Shum H.C., "Syringe pump induced fluctuation in all aqueous medium," *Royal Society of Chemistry*, pp. 744-749, 2013.

- [56] Saravanakumar R., Govindarajan N.M., Vattikuti C., Sampathkumar S., Rajendrakumar S., "Fabrication and usage of multipurpose mechanical machine using scotch yoke mechanism," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.
- [57] Erdman G. & Sandor G. N., "Mechanism design, Prentice Hall Publication," 1991.
- [58] Shirkorshidian A., "Design of mechanisms for designer and machine makers," *Nashretarrah Publication* , 2004.
- [59] Heyes A. M., "Automotive component failures," *Engineering Failure Analysis*, vol. 5, no. 2, pp. 129-141, 1998.
- [60] Tasgetiren S., Aslantas K., Uzun I., "Effect of press fitting pressure on the fatigue failure of spur gear tooth root," *Technol Res: EJMT* , pp. 21-29 , 2004.
- [61] Ranganath V. R., Das G., Tarafder S. Das S. K., "Failure of a swing pinion shaft of a dragline," *Engineering Failure Analysis* , vol. 11, pp. 599-604, 2004.
- [62] Hummel S. R., Chassapis C. , "Configuration design and optimization of universal joints with manufacturing tolerances," *Mechanism and Machine Theory*, vol. 35 , pp. 463-476, 2000.
- [63] Hummel S. R. & Chassapis C., "Configuration design and optimization of universal joint," *Mechanism and Machine Theory* , vol. 33, no. 5, pp. 479-490, 1998.
- [64] Fischer I. S., "Internal force and torque transmission in a Cardan joint with manufacturing tolerances," *Eng. Sci. D. Dissertation, Columbia University, New York* , 1985.
- [65] Dodge A. Y., *Automotive industries*, 1940.
- [66] Evernden H. I. F., "The propeller shaft or hooke's coupling and the Cardan joint," in *Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers*, 1948.
- [67] Wagner E. R. & Cooney C. E., "Universal joint and driveshaft design manual," *Advances in Engineering Series, No. 7, Society of Automotive Engineers*, 1979.
- [68] Chen H. W., Ji W. X., Zhang Q. J., Cao Y., Fan S. Y. , "A method for vibration isolation of a vertical axis automatic washing machine with a hydraulic balancer," *The Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 26 , no. 2, pp. 335-343, 2012 .
- [69] Lu H., Kim H., Lee, J., Li X., "Novel Universal Joint Joystick Based on Linear Compensation," in *Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA'06)*, 2006.
- [70] Mills A., "Robert Hooke's 'Universal Joint' and Its Application to Sundials and the Sundial-Clock," *The royal society*, vol. 61, no. 2, pp. 219-236, 2007.

- [71] Shang J., Noonan D.P., Payne C., Clark J., Sodergren M.H., Darzi A., Yang G., "An Articulated Universal Joint Based Flexible Access Robot for Minimally Invasive Surgery," in *International Conference on Robotics and Automation Shanghai International Conference Center, Shanghai, 2011.*