

2025

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

<http://www.m3.tuc.gr>


M3 School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν η αναπαράσταση της λειτουργίας των μηχανισμών μετάδοσης κίνησης.

Μηχανισμός είναι: «Ένα σύστημα διασυνδεδεμένων στοιχείων το οποίο μεταφέρει κίνηση σύμφωνα με ένα καθορισμένο πρότυπο».

Κινηματική ανάλυση: Ασχολείται με τη σχετική κίνηση μεταξύ των διαφόρων μερών των μηχανών.

ΣΤΑΔΙΑ ΥΛΟΠΟΗΣΗΣ

1. Επιλογή μηχανισμών μετάδοσης κίνησης
2. Εύρεση θεωρητικού υποβάθρου της κινηματικής ανάλυσης των επιμέρους μηχανισμών
3. Σχεδιασμός
4. Κατασκευή και συναρμολόγηση
5. Εγκατάσταση και λειτουργία μηχανισμών

2025

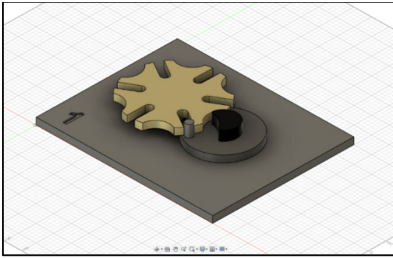


ΓΕΝΙΚΑ

<http://www.m3.tuc.gr>


M3 School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



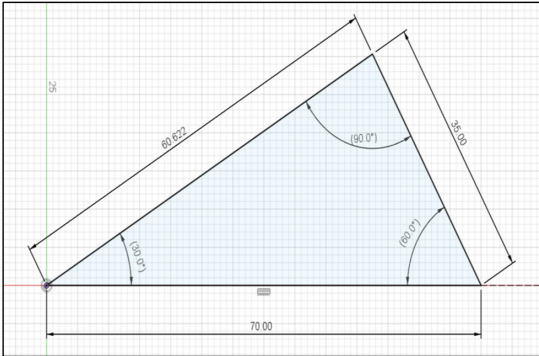
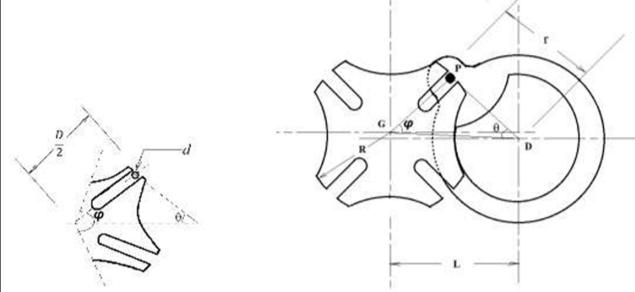
Ο μηχανισμός της Γενεύης, γνωστός και ως σταυρός της Μάλτας, αποτελεί έναν γραναζωτό μηχανισμό που μετατρέπει τη συνεχόμενη περιστροφική κίνηση σε περιοδική (διακεκομμένη) μέσω ενός τροχού κίνησης.

$$(GP) * \sin(\varphi) = (PD) * \sin(\theta) \quad (1)$$

$$(GP) * \cos(\varphi) + (PD) * \cos(\theta) = L \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει:

$$\tan(\theta) = (GP) * \frac{\sin(\varphi)}{L - (GP) * \cos(\varphi)} \quad (3)$$



Τα κύρια μέρη του μηχανισμού της Γενεύης είναι ο τροχός κίνησης, ο τροχός της Γενεύης, το εξάρτημα ασφάλισης και ο πείρος (Driving Pin). Ο τροχός της Γενεύης σχεδιάστηκε με έξι εγκοπές ($n=6$). Δηλαδή, μία πλήρης περιστροφή 360° του τροχού κίνησης περιστρέφει τον τροχό της Γενεύης κατά $60^\circ = 2 * \phi$.

2025

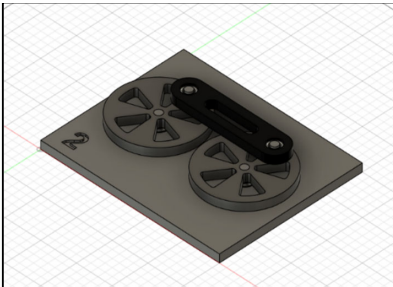


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>

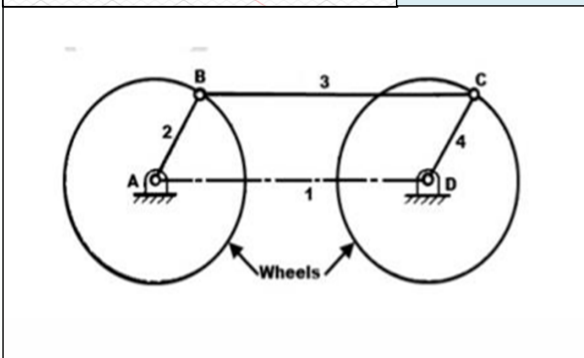

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



Ο μηχανισμός σύζευξης τροχών σε ατμομηχανές, γνωστός και ως μηχανισμός διπλού στροφάλλου, αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο στη μετάδοση της περιστροφικής κίνησης μεταξύ των τροχών.

Ο μηχανισμός αποτελείται από τους δύο τροχούς και την ράβδο σύζευξης. Η είσοδος είναι ο δεξιός τροχός και η έξοδος ο αριστερός τροχός.



$$(AB) = (DC) \text{ \& } (AD) = (BC) \quad (4)$$

Ο μηχανισμός σχεδιάστηκε με χαρακτηριστικά:

- $(AB)=(CD)=35\text{mm}$
- $(AD)=(BC)=120\text{mm}$

Περιορισμός: Κατά την περιστροφή των τροχών, η ράβδος σύζευξης πρέπει να κινείται εντός της διαμέτρου των τροχών.

Αυτός ο σχεδιασμός εξασφαλίζει ότι και οι δύο τροχοί στρέφονται συγχρονισμένα προς την ίδια κατεύθυνση σε όλη τη διάρκεια λειτουργίας και εφαρμόζεται για τη μετάδοση κίνησης από τον άξονα οδήγησης στον άξονα που δέχεται την κίνηση στις ατμομηχανές.

2025

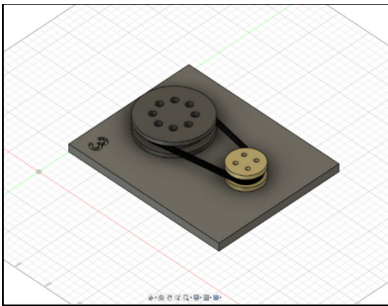


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



Ο μηχανισμός μετάδοσης κίνησης μέσω επίπεδου/κυλινδρικού μάντα και τροχαλιών εφαρμόζεται για τη μεταφορά περιστροφικής κίνησης και ροπής μεταξύ δύο ή περισσότερων αξόνων

Τα κύρια μέρη του μηχανισμού είναι η μεγάλη τροχαλία (έξοδος-κινούμενη τροχαλία), η μικρή τροχαλία (είσοδος-τροχαλία οδηγός) και ο μάντας.

Σχέση γωνιακών ταχυτήτων:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (5)$$

n_1, n_2 : οι στροφές ανά λεπτό (rpm) τροχαλιών 1 και 2.
 d_1, d_2 : οι διάμετροι των αντίστοιχων τροχαλιών.

Μήκος μάντα (ανοιχτή μετάδοση)

$$L = 2 * a + \pi * \left(\frac{d_2+d_1}{2}\right) + \left(\frac{1}{a}\right) * \left(\frac{d_2-d_1}{2}\right)^2 \quad (6)$$

L: συνολικό μήκος μάντα
 α: απόσταση μεταξύ των αξόνων

Για τιμές $a=120\text{mm}$, $d_1=80\text{mm}$ και $d_2=40\text{mm}$, το μήκος μάντα είναι $L=431,33\text{mm}$ και η σχέση μετάδοσης $i = \frac{d_1}{d_2} = 2$.

2025

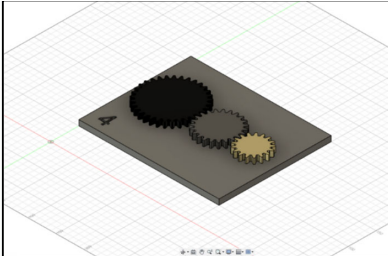


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
 Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
 Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης

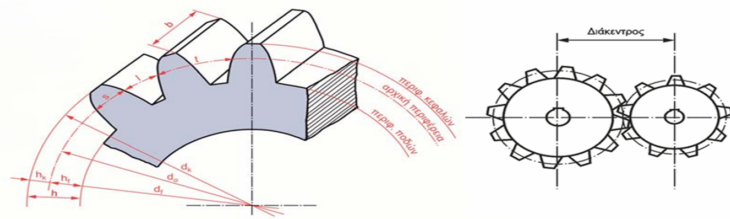


Βασικά χαρακτηριστικά μετωπικού οδοντωτού τροχού

- m : μέτρο οδόντωσης (module)
- N : αριθμός δοντιών
- d_k : διάμετρος κεφαλής
- d : αρχική διάμετρος (Pitch diameter)
- d_f : διάμετρος ποδιού
- h : ύψος δοντιού
- h_k : ύψος κεφαλής
- h_f : ύψος ποδός
- b : πάχος οδοντωτού τροχού
- l : διάκενο δοντιού
- s : πάχος δοντιού
- t : βήμα οδόντωσης
- φ : γωνία πίεσης

Ισχύει: $m = \frac{d}{N} \quad (7)$

Ο μηχανισμός μετωπικών οδοντωτών τροχών με ευθεία οδόντωση εφαρμόζεται για τη μεταφορά περιστροφικής κίνησης και ροπής μεταξύ δύο ή περισσότερων αξόνων.



Για να είναι λειτουργικά δύο γρναζία με αρχική διάμετρο d_1 και d_2 πρέπει να έχουν ίδιο module ($m_1=m_2$) αλλά να είναι τοποθετημένα και σε κατάλληλη απόσταση (a =διάκεντρος) μεταξύ τους.

$$a = \frac{d_1+d_2}{2} \quad (8)$$

Σχέση μετάδοσης μετωπικών οδοντωτών τροχών

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (9)$$

n_1 και n_2 είναι οι στροφές ανά λεπτό σε (rpm) του κάθε γρναζιού ενώ ως ω συμβολίζεται η γωνιακή ταχύτητα

2025



ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
 Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
 Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης

Ο μηχανισμός τριών μετωπικών οδοντωτών τροχών που σχεδιάστηκε παρουσιάζει τρία γρανάζια όπου είσοδο έχουν το μεσαίο γρανάζι και ως έξοδο θεωρούνται τα αλλά δυο.

Χαρακτηριστικά γραναζιού (μεγάλου γρανάζι)

- Pitch diameter $d_1=99\text{mm}$
- Module: 3mm
- Αριθμός δοντιών $N_1=33$
- Γωνιά πίεσης: $\alpha=20^\circ$
- Πάχος γραναζιού=10mm

Χαρακτηριστικά γραναζιού (μεσαίο γρανάζι)

- Pitch diameter $d_2=69\text{mm}$
- Module: 3mm
- Αριθμός δοντιών $N_2=23$
- Γωνιά πίεσης: $\alpha=20^\circ$
- Πάχος γραναζιού: 10mm

Χαρακτηριστικά γραναζιού (μικρό γρανάζι)

- Pitch diameter $d_3=51\text{mm}$
- Module: 3mm
- Αριθμός δοντιών $N_3=17$
- Γωνιά πίεσης: $\alpha=20^\circ$
- Πάχος γραναζιού: 10mm

Η σχέση μετάδοσης ανάμεσα στο μεσαίο και το μεγάλο γρανάζι υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{33}{23} = 1,435$$

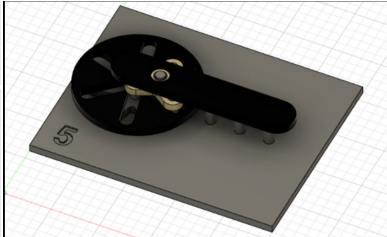
Η σχέση μετάδοσης ανάμεσα στο μεσαίο και το μικρό γρανάζι υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$i = \frac{N_3}{N_2} = \frac{17}{23} = 0,739$$

Η διάκεντρος αναμεσά στα γρανάζια είναι ίση με:

$$a_1 = \frac{d_1+d_2}{2} = 84\text{mm} \quad \& \quad a_2 = \frac{d_2+d_3}{2} = 60\text{mm}$$

2025



Σχέση μετάδοσης

$$i = \frac{r}{R_t} \quad (9)$$

- Το R_t είναι η ακτίνα τροχιάς των τριβέων (δηλαδή, η απόσταση από το κέντρο του τροχού με τις ακτινικές εσοχές ως τη θέση επαφής των τριβέων στις αυλακώσεις).
- Το r είναι η ακτίνα από το κέντρο του μικρού τριγωνικού τροχού μέχρι τον τριβέα (δηλαδή η τροχιά των τριβέων γύρω από τον μικρό τροχό).

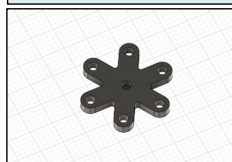
Τοποθέτηση του κέντρου του τριγωνικού εξαρτήματος

$$x = R_t - r \quad (10)$$

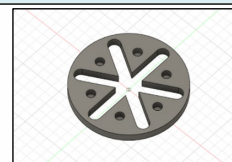
Το x είναι η μετατόπιση του άξονα του τριγωνικού εξαρτήματος στον x ή y άξονα.

Ο Μηχανισμός Multiple Gearing με Τριβείς και Ακτινικές εσοχές πραγματοποιεί μετάδοση περιστροφικής κίνησης ανάμεσα σε παράλληλους μη ευθυγραμμισμένους άξονες διαφορετικού επιπέδου μέσω μικρών αξόνων (τριβέων) και εσοχών.

Ο μηχανισμός αποτελείται από τα εξής μέρη: τον περιστρεφόμενο δίσκο (είσοδος), τον τροχό με τις ακτινικές εσοχές, το τριγωνικό εξάρτημα (έξοδος), και την στήριξη του τριγωνικού εξαρτήματος.



Περιστρεφόμενο δίσκο



Τροχός με τις ακτινικές εσοχές

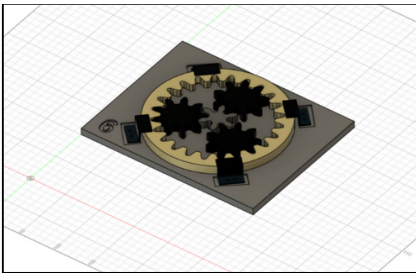


Τριγωνικό εξάρτημα

Κατά τον σχεδιασμό ορίστηκε ότι $R_t=50\text{mm}$ και $r=25\text{mm}$. Το τριγωνικό εξάρτημα είναι συμμετρικό και ο τροχός με τις ακτινικές εσοχές σχεδιάστηκε με 6 εσοχές. Τέλος, υπολογίστηκε ότι η σχέση μετάδοσης ισούται με $i=0,5$ και η τοποθέτηση του τριγωνικού εξαρτήματος πραγματοποιήθηκε σε απόσταση 25mm.

2025





Ο πλανητικός μηχανισμός αποτελεί έναν ιδιαίτερο τύπο συστήματος μετάδοσης ισχύος που περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στοιχεία: έναν κεντρικό γριναζωτό τροχό "ήλιο", μια ομάδα μικρότερων γριναζιών "πλανήτες", μια εσωτερική "στεφάνη" και τον "φορέα" των πλανητικών γριναζιών που επιτρέπει να περιστρέφονται ταυτόχρονα γύρω από τον άξονα του ηλίου και γύρω από τον δικό τους άξονα.

Ο πλανητικός μηχανισμός προσφέρει τη δυνατότητα πολλαπλών διαμορφώσεων λειτουργίας του, που εξαρτάται από το ποιο από τα κύρια μέρη παραμένει σταθερό και ποιο περιστρέφεται. Η συγκεκριμένη μοντελοποίηση φέρει σταθερό (ακίνητο) φορέα, ενώ ο ήλιος (είσοδος), οι τρεις πλανήτες και η στεφάνη (έξοδος) περιστρέφονται.

Γεωμετρική συνθήκη

$$\text{ακτινα στεφανης} = \text{ακτινα ηλιου} + 2 * (\text{ακτινα πλανητη}) \quad (11)$$

Σχέση μετάδοσης

$$i_{1,3} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{N_3}{N_1} = \frac{d_3}{d_1} \quad (12)$$

Χαρακτηριστικά Sun gear:

- Pitch diameter $d_1=36\text{mm}$
- Module: 6mm
- Αριθμός δοντιών $N_1=6$
- Γωνία πίεσης: $\alpha=20^\circ$

Χαρακτηριστικά Planet gear:

- Pitch diameter $d_2=54\text{mm}$
- Module: 6mm
- Αριθμός δοντιών $N_2=9$
- Γωνία πίεσης: $\alpha=20^\circ$

Χαρακτηριστικά στεφάνης:

- Pitch diameter $d_3=144\text{mm}$
- Module: 6mm
- Αριθμός δοντιών $N_3=24$
- Γωνία πίεσης: $\alpha=20^\circ$

- ω_1, ω_3 οι γωνιακές ταχύτητες του ήλιου και της στεφάνης αντίστοιχα
- n_1, n_3 οι στροφές ανά λεπτό του ήλιου και της στεφάνης αντίστοιχα
- N_1, N_3 ο αριθμός δοντιών του ήλιου και της στεφάνης αντίστοιχα
- d_1, d_3 η αρχική διάμετρος του ήλιου και της στεφάνης αντίστοιχα

Η σχέση μετάδοσης του μηχανισμού είναι ίση με:

$$i = \frac{d_3}{d_1} = \frac{144}{36} = 4$$

2025

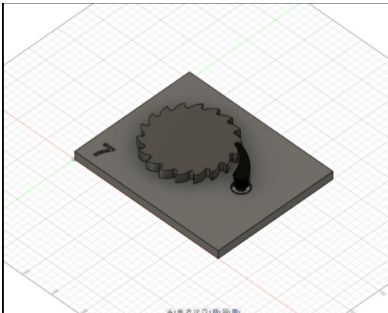


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



Ο μηχανισμός καστανίας, γνωστός και ως ratchet mechanism, αποτελεί μια διάταξη που επιτρέπει την κίνηση μόνο προς μία προκαθορισμένη κατεύθυνση, αποτρέποντας την αντίστροφη περιστροφή.

Ο μηχανισμός καστανίας αποτελείται κυρίως από δύο βασικά εξαρτήματα:

- έναν οδοντωτό δίσκο (γνωστό ως γριναζι καστανίας).
- και έναν μοχλό συγκράτησης (ή "γλώσσα").

Η γεωμετρία του μηχανισμού καστανίας καθορίζει τη σωστή εμπλοκή μεταξύ των δοντιών του τροχού και της γλώσσας (pawl). Τα δόντια έχουν κεκλιμένη ή καμπύλη μορφή για ολίσθηση προς μία κατεύθυνση και ασφάλιση στην αντίθετη. Η γλώσσα σχεδιάστηκε με τρόπο ώστε κατά την κίνηση του οδοντωτού τροχού να εφάπτεται συνεχώς στα δόντια του και είτε να γλιστράει είτε να μπλοκάρει την κίνηση.

Εφαρμογή

- Κλειδιά καστανίας,
- Σε μηχανισμούς χειροκίνητης ανύψωσης ή σύσφιξης,
- Σε ρολόγια και άλλους μηχανισμούς χρονισμού,
- Σε συστήματα πέδησης ή ασφάλειας που βρίσκονται σε βαρούλκα και γεραμούς.

2025

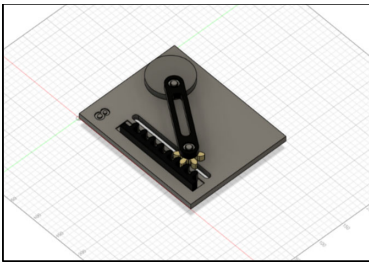


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



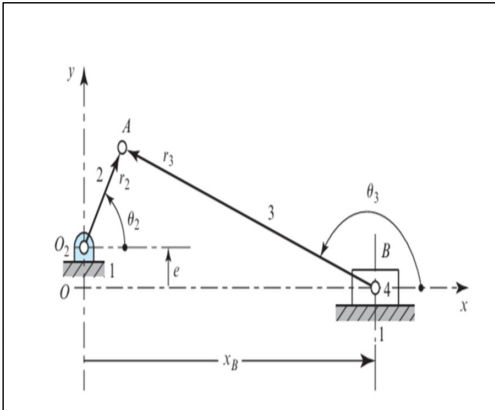
Ο μηχανισμός γραναζιού και οδοντωτής ράβδου μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε ταυτόχρονη γραμμική και παλινδρομική περιστροφική κίνηση.

Ο μηχανισμός γραναζιού και σταθερής οδοντωτής ράβδου αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δίσκο (είσοδος), τον σύνδεσμο, το γρανάτζι (έξοδος) και την ακίνητη οδοντωτή ράβδο.

Η τοποθέτηση του γραναζιού και της οδοντωτής ράβδου ορίζεται από τον τύπο:

$$\alpha = \frac{d}{2} + h \quad (13)$$

- α ορίζεται η διάκεντρος, απόσταση ανάμεσα στο γρανάτζι και την οδοντωτή ράβδο.
- d η αρχική διάμετρος του γραναζιού
- h το ύψος της αρχικής γραμμής του οδοντωτού κανόνα.



Θέση εμβόλου σε σχέση με το κέντρο του δίσκου

$$X_b = r_2 * \cos(\theta_2) + ((r_3)^2 - (e + r_2 * \sin(\theta_2))^2)^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

Χαρακτηριστικά γραναζιού:

- Pitch diameter $d=36\text{mm}$
- Module: 3mm
- Αριθμός δοντιών $N=6$
- Γωνία πίεσης: $\alpha=20^\circ$

Κύρια χαρακτηριστικά οδοντωτού κανόνα:

- Ύψος της αρχικής γραμμής του οδοντωτού κανόνα $h=18\text{mm}$
- Module: 3mm
- Αριθμός δοντιών $N=8$
- Γωνιά πίεσης: $\alpha=20^\circ$

Δοθηκαν τιμές $r_2=30\text{mm}$, $r_3=130\text{mm}$ και $e=87\text{mm}$. Παραγωγίζοντας την σχέση (14) ως προς θ_2 βρέθηκαν τα ακρότατα της συνάρτησης για γωνίες $\theta_2=-32,9^\circ$ με $X_{b\max}=134,28\text{mm}$ και $\theta_2=119,5^\circ$ με $X_{b\min}=49,305\text{mm}$.

Η διάκεντρος υπολογίστηκε από τον τύπο (13):

$$\alpha = \frac{d}{2} + h = 36\text{mm}$$

2025

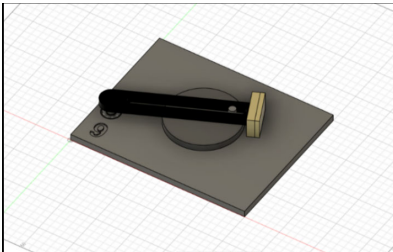


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

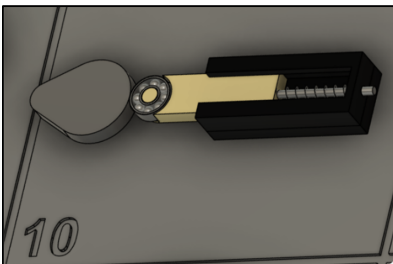
Βασίλης Κοκοσάλης



Ο μηχανισμός σφύρας μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε παλινδρομική περιστροφική κίνηση.

Ο μηχανισμός σφύρας αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δίσκο, τον σύνδεσμο, τη σφύρα και ο πείρος (Driving Pin). Η είσοδος είναι ο περιστρεφόμενος δίσκος και η έξοδος η κίνηση του συνδέσμου με την σφύρα.

Ο γωνία περιστροφής της σφύρας καθορίζεται από την απόσταση του κέντρου του τροχού και του άξονα περιστροφής του βραχίονα, αλλά και από την απόσταση του πείρου (Driving pin) από το κέντρο του τροχού.



Ο μηχανισμός εκκεντροφόρου (cam) και ακολουθητή (follower) with spring return είναι ένας τύπος μηχανικού συστήματος που μετατρέπει την περιστροφική κίνηση σε γραμμική κίνηση.

Αποτελείται από τον εκκεντροφόρο (είσοδος), το Follower (έξοδος), το ελατήριο πίεσεως και την θήκη του Follower.

Οι εκκεντροφόροι μπορεί να έχουν διάφορα σχήματα και προφίλ, ανάλογα με την επιθυμητή κίνηση που θέλουμε να μεταδώσουν στον ακολουθητή. Κάθε τύπος διαθέτει διαφορετικά χαρακτηριστικά και περιορισμούς και μπορεί να παράγει διάφορες μορφές κίνησης στον ακολουθητή, όπως ανύψωση, παύση, επιστροφή ή ταλάντωση. Σημαντικό είναι η επαφή του εκκεντροφόρου με τον ακολουθητή να είναι συνεχής.

2025

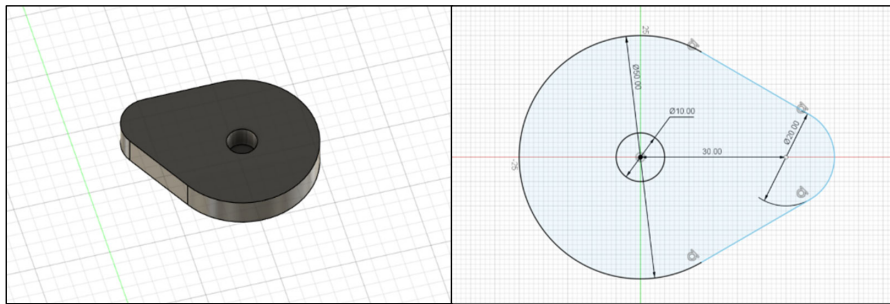


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

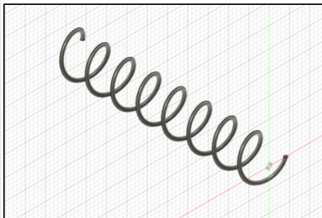
<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



Ο σχεδιασμός του εκκεντροφόρου δημιούργησε μια περιοχή ανύψωσης διάρκειας 60 μοιρών, μια περιοχή παραμονής 240 μοιρών και μια περιοχή καθόδου 60 μοιρών. Στην περιοχή παραμονής, το Follower βρίσκεται στην θέση $x_{\min}=0\text{mm}$. Στην περιοχή ανύψωσης, το x αυξάνεται μέχρι να φτάσει τη μέγιστη τιμή $x_{\max}=15\text{mm}$. Στην περιοχή καθόδου, ξεκινώντας από την τιμή x_{\max} μειώνεται έως ότου φτάσει το $x_{\min}=0\text{mm}$.



Ο ρόλος του ελατήριου ήταν να εφαρμόζει δύναμη ώστε να διατηρεί συνεχή την επαφή ανάμεσα στον εκκεντροφόρο και το Follower. Το ελεύθερο μήκος του ελατηρίου σχεδιάστηκε έτσι ώστε να υπάρχει μόνιμη επαφή και ήταν ίσο με 55mm. Η διάμετρος του σύρματος ήταν ίση με 0.8mm και η εξωτερική διάμετρος 9mm.

2025

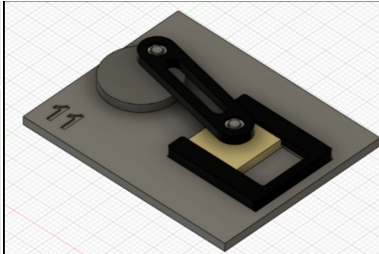


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>

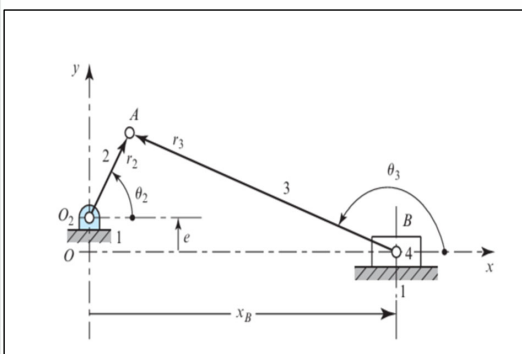
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



Slider-crank mechanism πραγματοποιεί μετατροπή της περιστροφικής κίνησης σε παλινδρομική γραμμική κίνηση.

Ο μηχανισμός Slider mechanism αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δίσκο (είσοδος), τον σύνδεσμο, το έμβολο (έξοδος) και τη θήκη του εμβόλου.



Η θέση του εμβόλου σε σχέση με το κέντρο του δίσκου (x_B) δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$x_B = r_2 * \cos(\theta_2) + \left((r_3)^2 - (e + r_2 * \sin(\theta_2))^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

Δοθήκαν τιμές $r_2=25\text{mm}$, $r_3=122\text{mm}$ και $e=0\text{mm}$. Παραγωγίζοντας την τύπο (15) ως προς θ_2 βρέθηκαν τα ακρότατα της συνάρτησης για γωνίες $\theta_2=0^\circ$ με $x_{B\max}=147\text{mm}$ και $\theta_2=180^\circ$ με $x_{B\min}=97\text{mm}$. Το έμβολο διανύει απόσταση ίση με τη διαφορά $x_{B\max}$ και του $x_{B\min}$ η οποία ισούται με 50mm.

Εφαρμογή: σε κινητήρες εσωτερικής καύσης, όπου το πιστόνι κινείται παλινδρομικά μέσα στον κύλινδρο.

2025

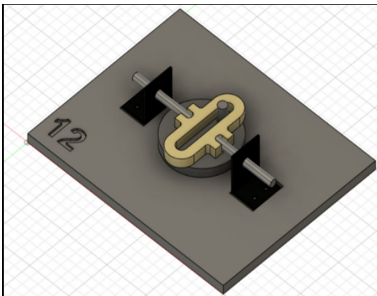


ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

<http://www.m3.tuc.gr>

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης



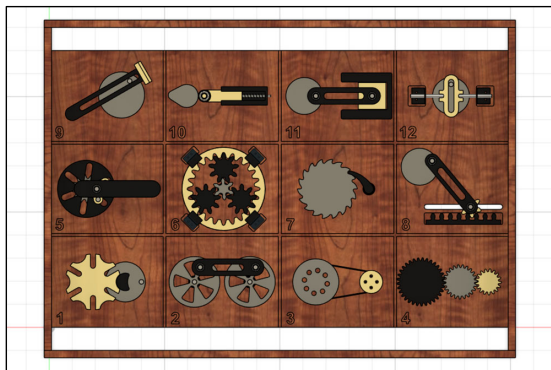
Ο μηχανισμός Σκωτσέζικου ζυγού αποτελεί μία απλή αλλά αποτελεσματική διάταξη, η οποία χρησιμοποιείται για τη μετατροπή ευθύγραμμης κίνησης σε περιστροφική ή το αντίστροφο.

Ο μηχανισμός σκωτσέζικου ζυγού αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δίσκο (είσοδος), το έμβολο κίνησης ζυγού και τους συρόμενους άξονες (έξοδος).

Τοποθέτηση ζυγού: ο ζυγός τοποθετείται επάνω στον περιστρεφόμενο δίσκο και κατά τη μετάδοση κίνησης ολισθαίνει επάνω του.

Εφαρμογή: Κυρίως χρησιμοποιείται σε ενεργοποιητές βαλβίδων που ελέγχουν τη ροή σε αγωγούς πετρελαίου και φυσικού αερίου υψηλής πίεσης, καθώς και σε κινητήρες εσωτερικής καύσης όπως ο κινητήρας Bourke, ο κινητήρας SyTech, καθώς και σε διάφορους αερόθερμους και ατμοκίνητους κινητήρες. Επιπλέον, εφαρμόζεται σε μηχανές δοκιμών για την αναπαράσταση κραδασμών με απλή αρμονική κίνηση.

2025



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ FUSION 360

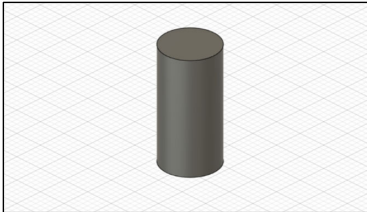
1. Παραμετρικό σχεδιασμό
2. Τρισδιάστατη απεικόνιση εξαρτημάτων
3. Δημιουργία Assembly
4. Δυνατότητα animation

Όλα τα εξαρτήματα των μηχανισμών σχεδιάστηκαν στο λογισμικό σχεδίασης Fusion 360 και κάθε μηχανισμός προσομοιώθηκε ψηφιακά ώστε να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του πριν την κατασκευή. Η επιλογή των διαφορετικών τύπων μετάδοσης που επιλέχθηκαν, ανέδειξαν την ποικιλία στις κινήσεις των μηχανισμών.

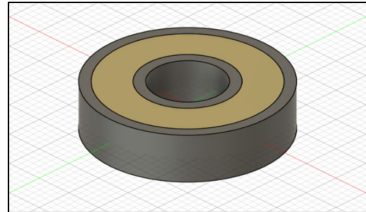
Επιπλέον, σχεδιάστηκαν όλα τα εξαρτήματα στήριξης και σύνδεσης των μηχανισμών μέσα στα οποία ανήκαν οι άξονες, τα έδρανα κύλισης, οι βάσεις των DC Motor, οι βάσεις των μηχανισμών και κάποιες ειδικές γωνίες στήριξης των μηχανισμών.

2025

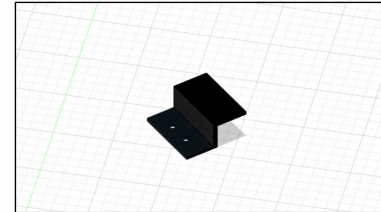




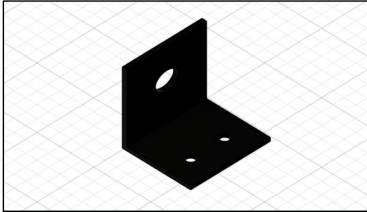
Άξονες διαφορετικού μήκους και πάχους



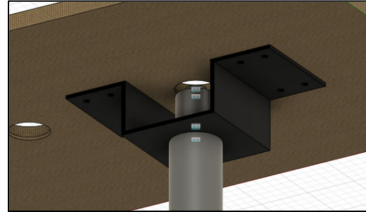
Έδρανο κύλισης τύπου 6000z



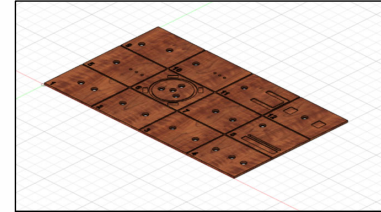
Στήριξη στεφάνης πλανητικού μηχανισμού



Γωνία στήριξης συρόμενων αξόνων στο μηχανισμό σκωτσέζικου ζυγού



Βάση σύνδεσης DC Motor με ενιαία βάση μηχανισμών



Ενιαία βάση τοποθέτησης μηχανισμών

2025



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

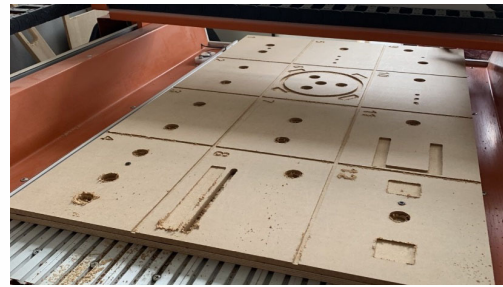
Βασίλης Κοκοσάλης

ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

- Κατεργασία κοπής εξαρτημάτων με CNC Router
- Προστασία ξύλου MDF και βαφή
- Κατασκευή αξόνων αλουμινίου
- Συναρμολόγηση
- Εγκατάσταση και λειτουργία κινητήρων συνεχούς ρεύματος (DC)
- Ολοκλήρωση κατασκευαστικής διαδικασίας

Κατεργασία κοπής εξαρτημάτων με CNC Router

Χρησιμοποιήθηκε ξύλο MDF και με την βοήθεια ενός CNC Router τα θεωρητικά σχέδια έλαβαν υλική μορφή.



2025



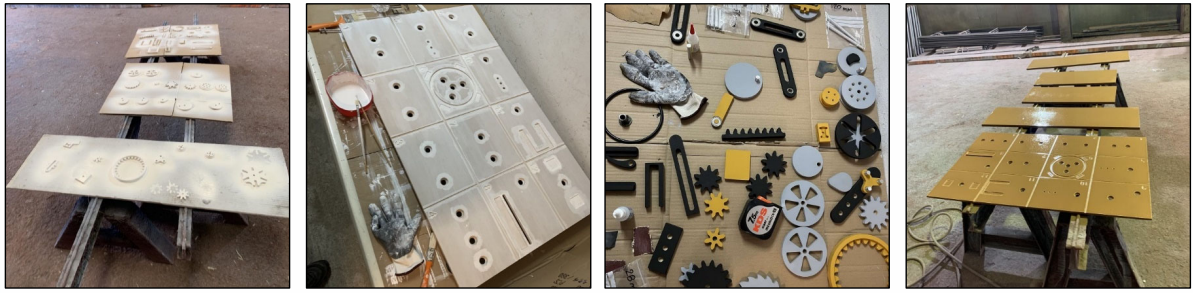
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

<http://www.m3.tuc.gr>

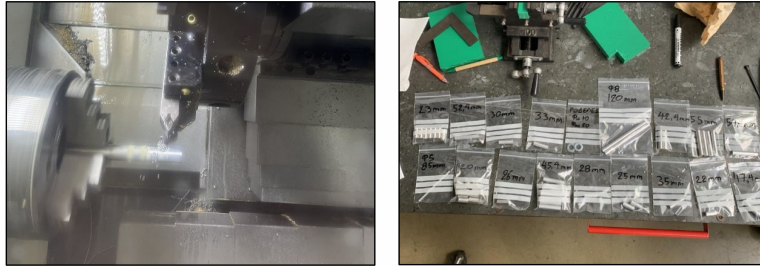

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης

Προστασία ξύλου MDF και βαφή



Κατασκευή αξόνων αλουμινίου



Διάμετρος (mm)	Μήκος (mm)	Ποσότητα (τεμάχια)
10	35	1
10	45,4	7
10	25	3
10	23	9
8	72	2
10	22	2
10	42,4	2
10	20	13
10	33	1
10	55	4
10	30	1
10	52,4	1
10	47,4	1
10	28	1
10	54,4	1
5	85	1
		Σύνολο: 50

2025

Σχεδιασμός και κατασκευή μηχανισμών μετάδοσης κίνησης



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης

ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

Συναρμολόγηση μηχανισμών



2025

Σχεδιασμός και κατασκευή μηχανισμών μετάδοσης κίνησης



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

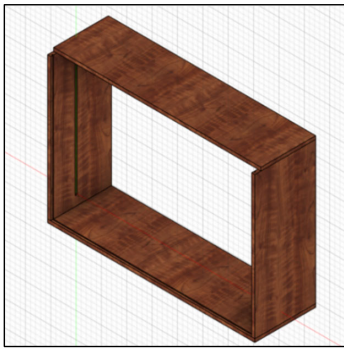
<http://www.m3.tuc.gr>



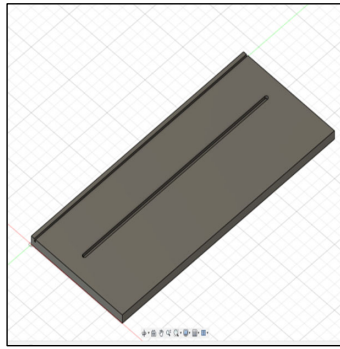
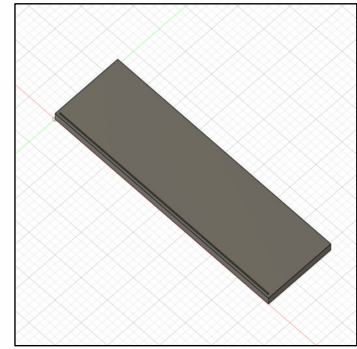
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης

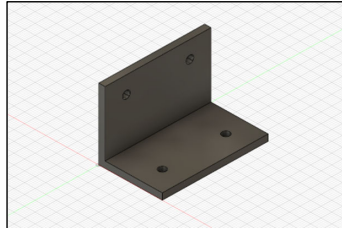
Συναρμολόγηση σκελετού



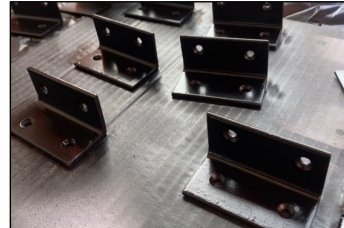
Σκελετός

Δεξί και αριστερό μέρος
σκελετού

Κάτω μέρος σκελετού



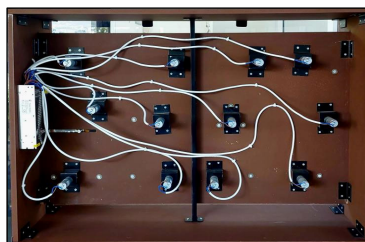
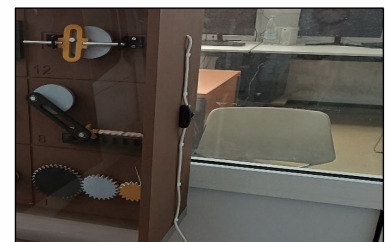
Γωνίες σύνδεσης σκελετού



Εγκατάσταση και λειτουργία κινητήρων συνεχούς ρεύματος (DC)

Βάση σύνδεσης Motor DC με
ενιαία βάση μηχανισμώνMotor DC 12V 16RPM current
(stall) 1,2AΤοποθέτηση κινητήρων
συνεχούς ρεύματος (DC)

Τροφοδοτικό 12V 20A 240W

Διάταξη ηλεκτρικού
κυκλώματος

Διακόπτης ON/OFF



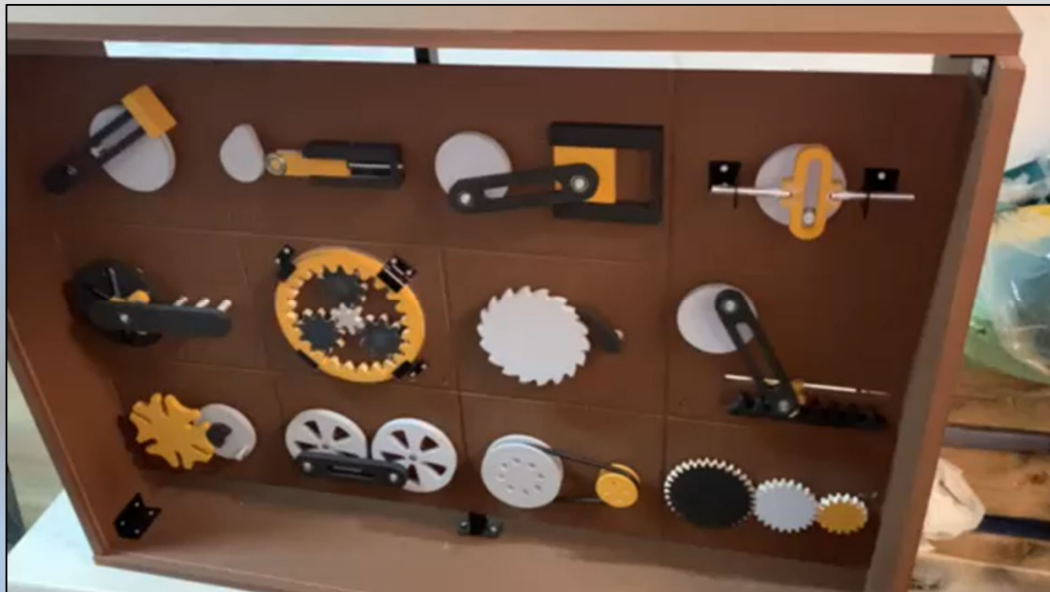
ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Κατά τον σχεδιασμό:
 1. Τα εξαρτήματα που σχεδιάστηκαν έπρεπε να είναι συμβατά με τις δυνατότητες του CNC Router,
 2. Η τελική κατασκευή είχε προκαθοριστεί να είναι όρθια και έπρεπε να προηγηθεί σωστή μελέτη για τη συγκράτηση των εξαρτημάτων με διάφορες μεθόδους.
- Κατά την κατασκευή:
 1. Όλες οι οπές είχαν σχεδιαστεί με ακρίβεια ώστε τα εξαρτήματα με τους άξονες να εφαρμόζουν σωστά. Η προσθήκη ασταριού και βαφής επηρέασε τη διαστασιολόγηση των οπών, με αποτέλεσμα να προκύψουν δυσκολίες κατά τη συναρμολόγηση. Επιπλέον, η αύξηση της τριβής λόγω της βαφής οδήγησε σε δυσλειτουργία των μηχανισμών.
- Κατά τη συναρμολόγηση:
 1. Η τοποθέτηση των εδράνων κύλισης στην ενιαία βάση πραγματοποιήθηκε με υγρή κόλλα. Όλοι οι άξονες περιστροφής στερεώθηκαν στα έδρανα κύλισης επίσης με κόλλα και η τοποθέτηση των αξόνων έπρεπε να είναι κάθετη στο επίπεδο της βάσης, γεγονός που παρουσίασε δυσκολίες κατά την εισαγωγή τους στα έδρανα.
 2. Κάθε μηχανισμός λειτουργούσε σωστά μόνο όταν όλα τα εξαρτήματα είχαν τοποθετηθεί με ακρίβεια.
- Κατά τη λειτουργία:
 1. Ολοκληρώνοντας όλες τις προηγούμενες διαδικασίες, οι μηχανισμοί τέθηκαν σε λειτουργία και αποτυπώθηκαν τυχόν αστοχίες και προβλήματα που έπρεπε να επιλυθούν.

2025

**ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**<http://www.m3.tuc.gr>

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!**

2025

**ΤΕΛΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ**<http://www.m3.tuc.gr>

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Βασίλης Κοκοσάλης