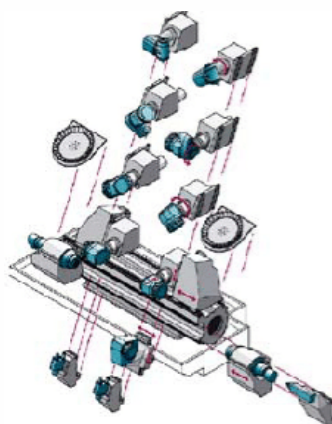


ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ

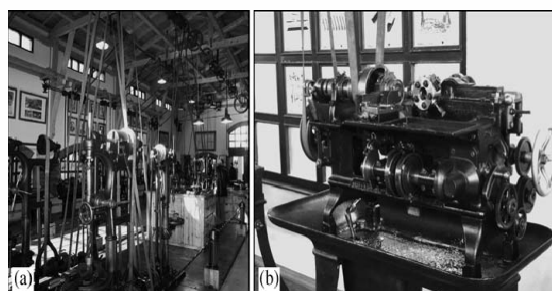


<http://www.m3.tuc.gr>



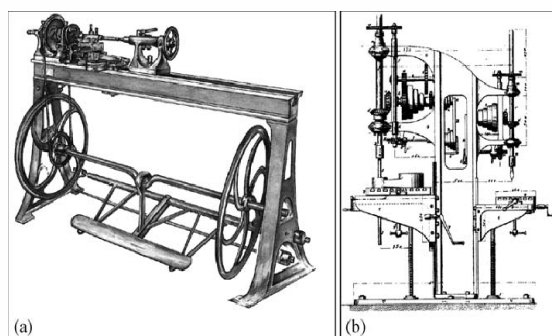
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Μαρία Κ. Αλπά



Σχήμα 1

- (a) Μία θεώρηση των καθοδηγούμενων από ιμάντες μηχανών που χρησιμοποιούνται σήμερα στο μουσείο εργαλειομηχανών «Elgoibar» (Ισπανία).
- (b) Λεπτομέρεια από ένα τύμπανο περιστρεφόμενου πυργίσκου τórνου.



Σχήμα 2

- (a) Τórνος καθοδηγούμενος από πηδάλιο.
- (b) Τρύπημα μεταβλητής πίεσης, στο τέλος του 19^{ου} αιώνα.



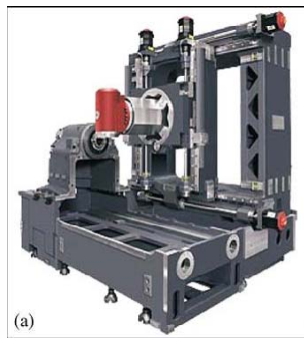
<http://www.m3.tuc.gr>



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

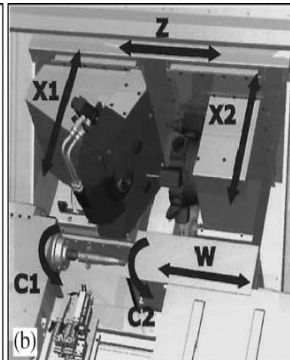
Ιστορική αναδρομή

Μαρία Κ. Αλπά



Σχήμα 3 : Η μηχανή πολλαπλών εργασιών MoriSeiki.

- (a) Δομή box-in-box με μία ram οκταγωνικού τομέα.
- (b) Επίπεδη επιφάνεια με ένα τμήμα τόνου με κεφαλή και την δυνατότητα περιστροφικού πυργίσκου χαμηλής μηχανοκίνησης.

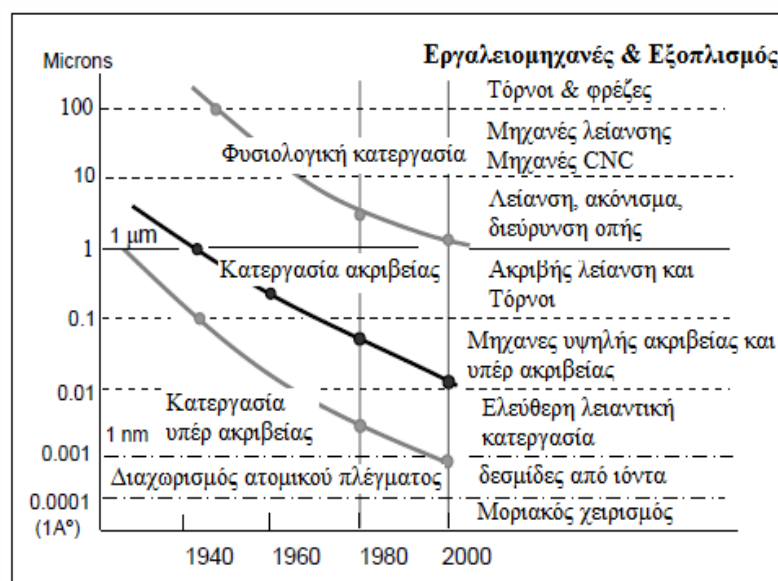


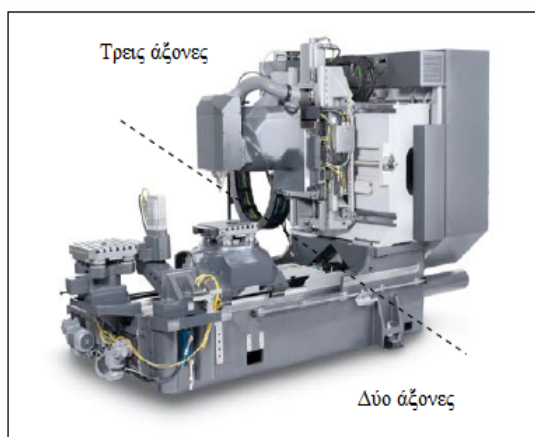
Σχήμα 4 : Υβριδικές μηχανές.

- (a) Μοντέλο ComboGrind από τον Schaudt. Συνδυάζοντας περιστροφή και εσωτερική λείανση.
- (b) CombiGrind από τον Schaudt, συνδυάζοντας περιστροφή και κυλινδρική λείανση.



Εξέλιξη της ακρίβειας των εργαλειομηχανών (κατά τον 19^ο αιώνα)

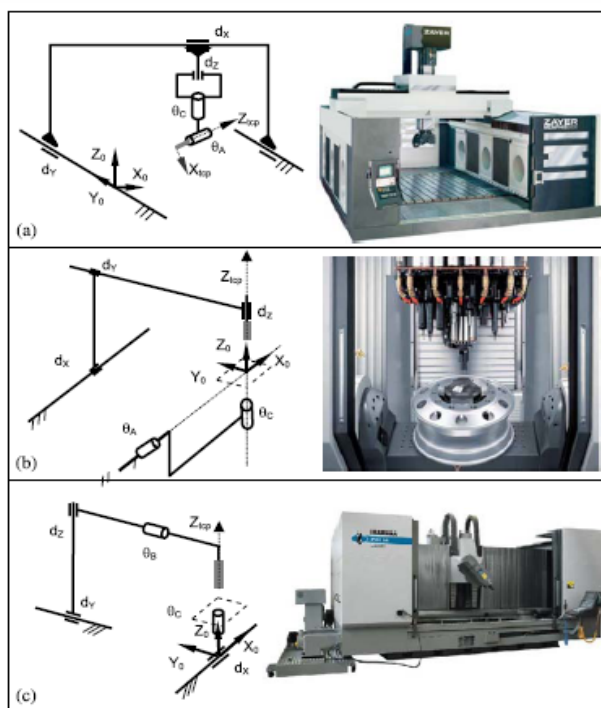




Το DMG 60 UDuoblock, μία μηχανή RLLLR

LLLRR:

Μία κεφαλή δύο περιστροφικών αξόνων, τοποθετείται στο τέλος του Καρτεσιανού μηχανισμού. Ο ένας άξονας περιστρέφει την κεφαλή, ενώ ο άλλος της δίνει κλίση. Από την άλλη, οι Καρτεσιανές κινήσεις μπορεί να παραχθούν είτε από το εργαλείο ή από την επίπεδη επιφάνεια της μηχανής. Αυτή η διαμόρφωση χρησιμοποιείται σε εργαλειομηχανές με μεγάλο ατσάλινο σκελετό, συνήθως σε μεγάλα καλούπια κατεργασίας.



Τρεις μηχανισμοί για μία μηχανή φραιζαρίσματος πέντε αξόνων.

- (a) Μοντέλο LLLRR
- (b) Μοντέλο RLLLL.
- (c) Μοντέλο RLLLR.

RLLLL:

Το επεξεργαζόμενο τμήμα υποστηρίζεται από μία επίπεδη επιφάνεια διπλής περιστροφής. Η μία περιστροφή είναι σαν λικνιζόμενη κίνηση, ενώ η άλλη γύρω από έναν άξονα, κάθετα στην πλάκα. Αυτή η διαμόρφωση χρησιμοποιείται κοινώς σε μικρές συμπαγείς μηχανές, ή σε μηχανές τριών αξόνων που παρέχονται με συμπληρωματικές περιστρεφόμενες επίπεδες επιφάνειες.

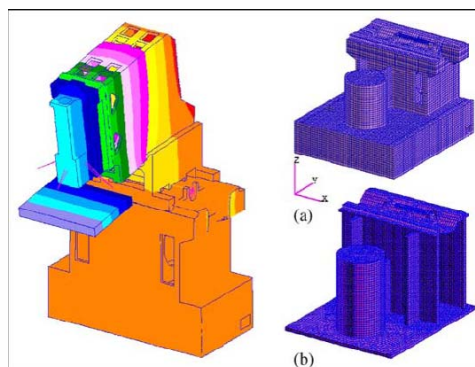
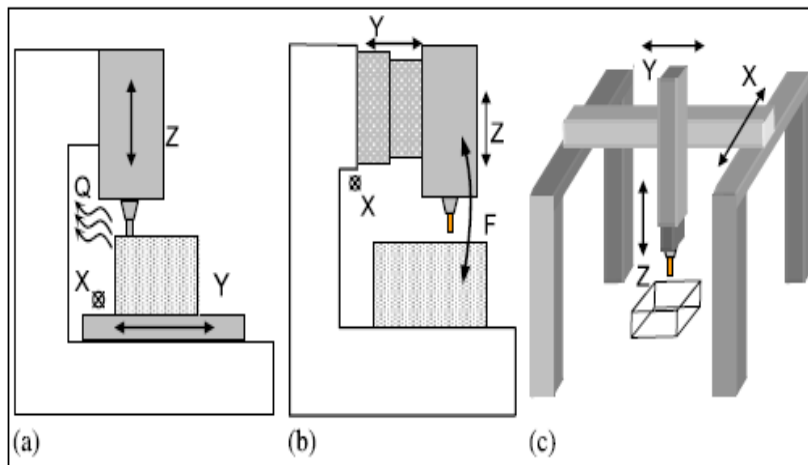
RLLLR:

Το επεξεργαζόμενο τμήμα υποστηρίζεται από μία περιστροφική επίπεδη επιφάνεια και συγχρόνως μία περιστροφική κεφαλή παρέχει έναν άλλο περιστροφικό βαθμό ελευθερίας. Αυτές οι μηχανές πέντε αξόνων είναι πολύ κατάλληλες για ψηλά τμήματα προς επεξεργασία ή για κυλινδρικά τμήματα με ανικριστές πλάκες και περιμετρικές τρύπες.



Τρία πλαίσια μηχανών.

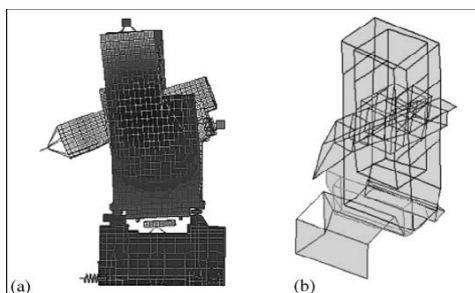
- (a) Σταθερής στήλης πλαίσιου-C.
- (b) Κάθετης στήλης πλαίσιου-C.
- (c) Ατσάλινου σκελετού με μετακινούμενη δέσμη, με όλες τις κινήσεις στο εργαλείο



Παραμόρφωση μίας μηχανής ηλεκτρο-φόρτισης, υπολογισμένη από FEM.

Η μέγιστη παραμόρφωση είναι 12μm όταν κρατά ένα βαρύ ηλεκτρόδιο.

- (a) Πρότερο σχέδιο.
- (b) Βελτιωμένη περίπτωση.

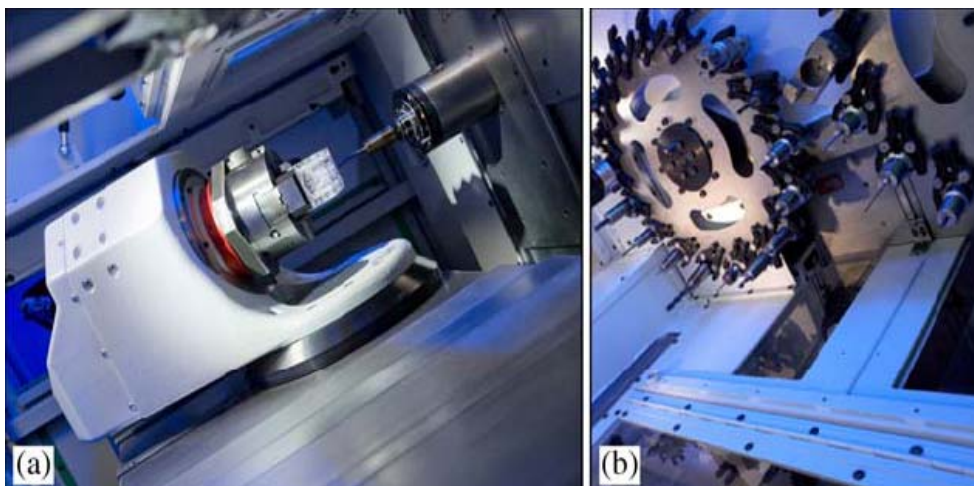
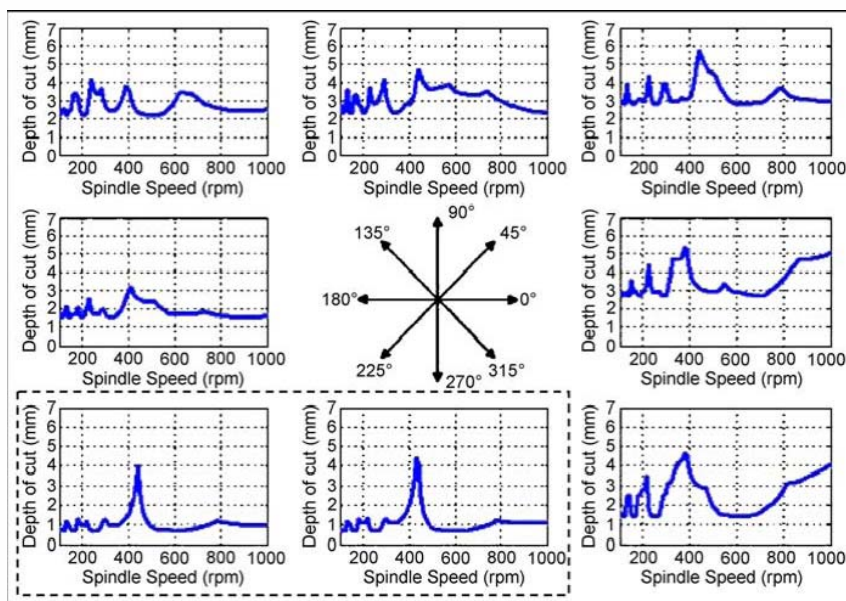


Ανάλυση μίας μηχανής φραιζαρίσματος οριζόντιας στήλης.

- (a) Ανάλυση πεπερασμένου στοιχείου (τύπος των 80Hz).
- (b) Πειραματική ανάλυση (τύπος των 33Hz)



Διαγράμματα λοβού για μία θέση της μηχανής φραιζαρίσματος, κατά μήκος πολλών κατευθύνσεων τροφοδοσίας.



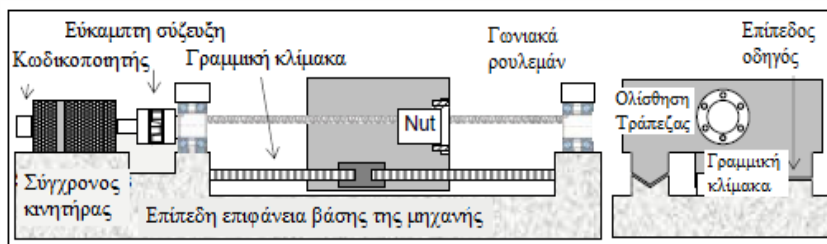
a) Μονάδα με δύο περιστροφικούς άξονες B και C της μηχανής μεταφοράς MultistepXT-200, της εταιρίας Mikron.

b) Επιλογή πολλαπλών αξόνων.



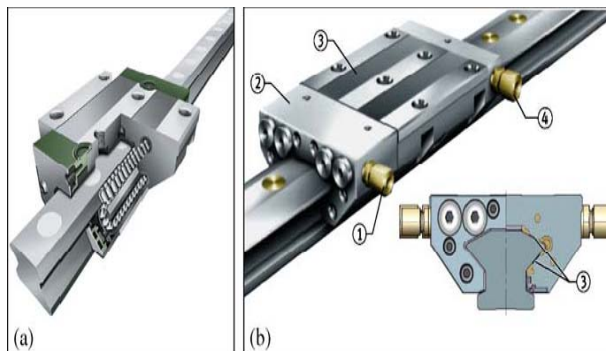
ΟΔΗΓΟΙ

Το βασικό τρένο οδήγησης, με πλευρικές και μπροστινές όψεις.



Γραμμικοί οδηγοί από την INA.

- (a) Μοντέλο RUE κυλινδρικής καθοδήγησης.
- (b) Μοντέλο HLE45 ειδικού υδροστατικού φορτίου: τα σημεία 1 και 4 είναι η είσοδος και η έξοδος του λαδιού.



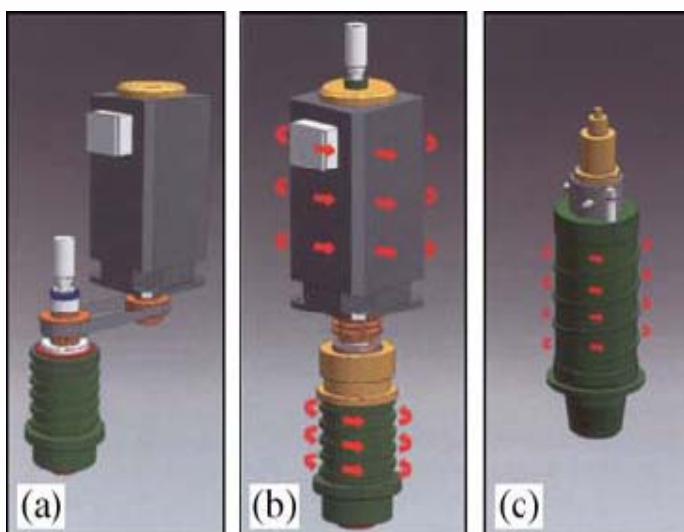
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά

ΒΑΣΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ



Τρεις λύσεις για ερναλειομηχανή βασικού άξονα.

- (a) Κινητήρας και μάντας,
- (b) Άμεση σύζευξη,
- (c) Ηλεκτροάξονας.



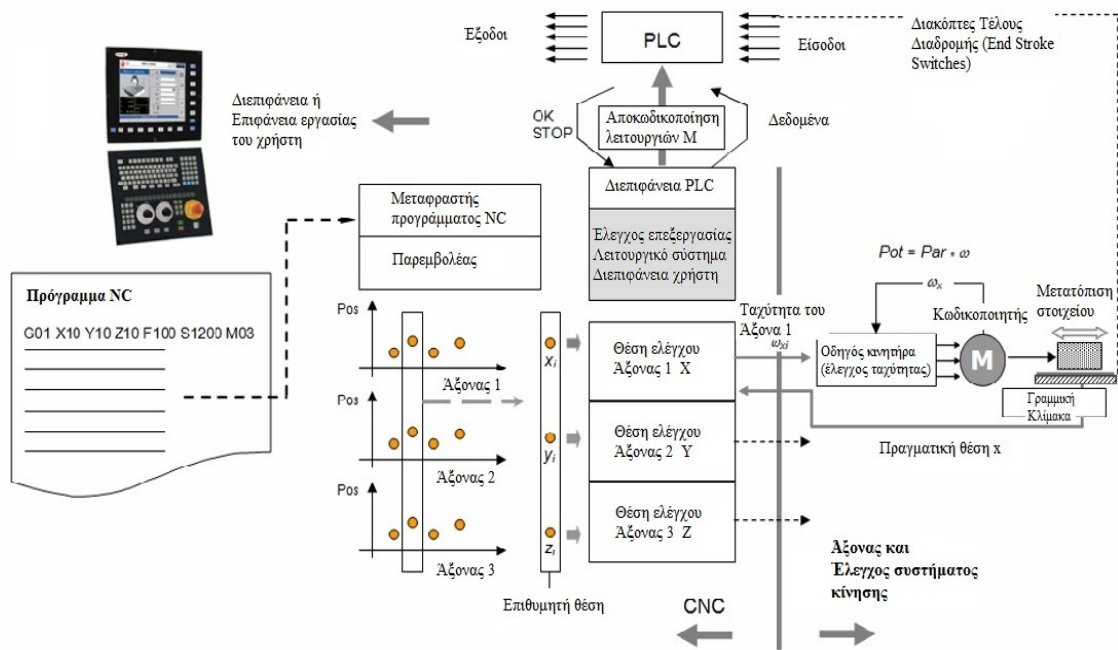
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά

Η εντοποίηση του CNC



Η πέντε αξόνων μηχανή φραιζας

Κεφαλή περιστροφικού άξονα σε μηχανή φραιζας





Φραιζα FU152 από Lagun.



Παράλληλος τόννος, μοντέλο SP250 από Pinacho.

- (a) Λεπτομέρεια τροφοδοσίας κιβωτίου.
- (b) Γενικός πυργίσκος.

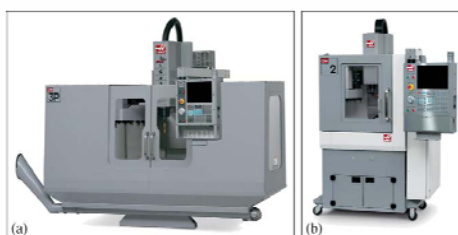


<http://www.m3.tuc.gr>



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

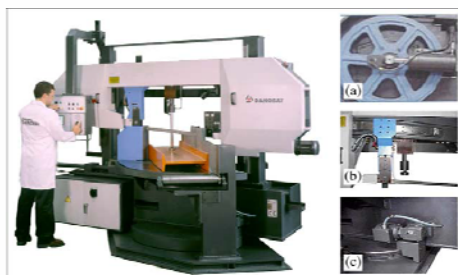
Μαρία Κ. Αλπά



- (a) Haas TM-3P
- (b) Haas OM-φραιζα γραφείου



Τόννος βαρέως τύπου από Goratu, μοντέλο GHT11



Πριονοκορδέλα CPI από Danobat.

- (a) Λεπτομέρεια της λεπίδας της συσκευής τάνυσης.
- (b) Οδηγός της πριονοκορδέλας.
- (c) Χειροκίνητη ή NC ελεγχόμενη τοποθέτηση της μίτρας.

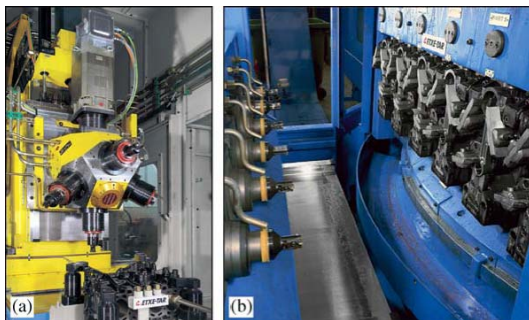


<http://www.m3.tuc.gr>



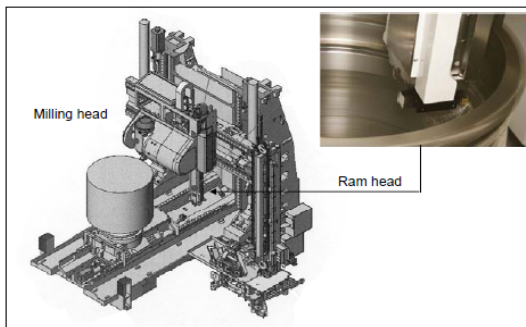
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Μαρία Κ. Αλπά



Μηχανές μεταφοράς από την Etce-tar.

- (a) Μονάδα κατεργασίας για κυλινδρικά μπλοκ.
- (b) Παράλληλοι άξονες



Κέντρο φραιζαρίσματος πέντε αξόνων με επιπρόσθετο έμβολο άξονα, Mazak μοντέλο IntegrexRamtecV/8.

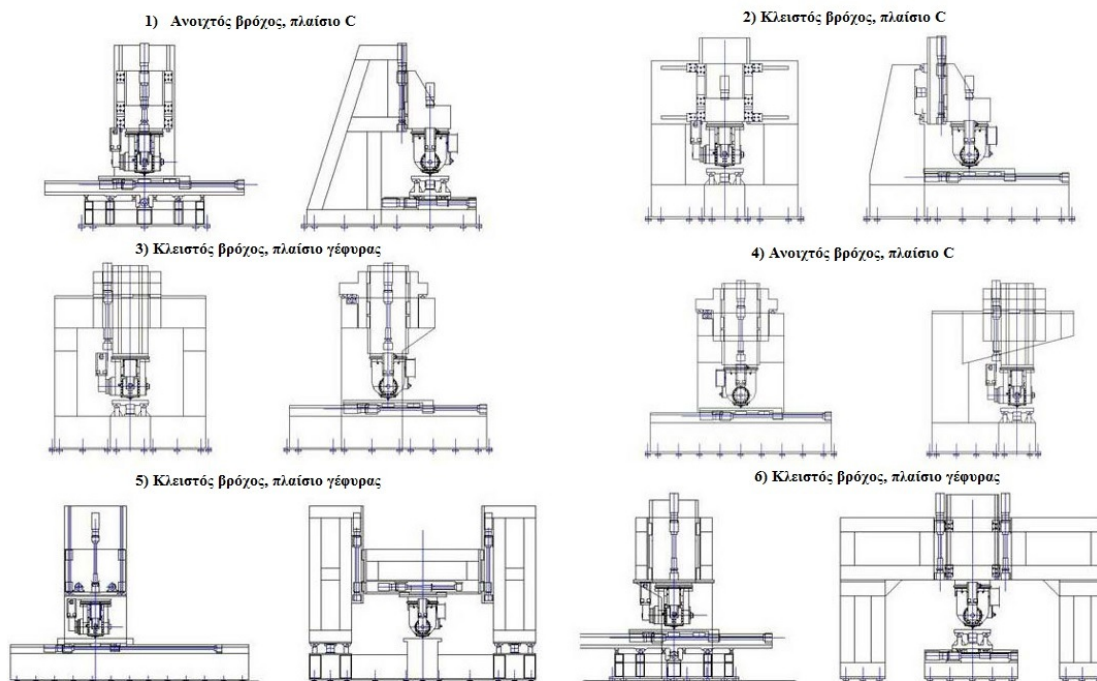


<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά

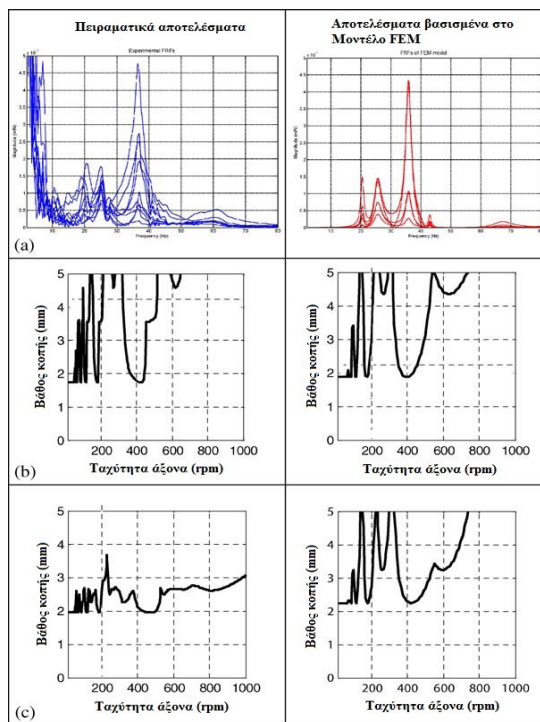


<http://www.m3.tuc.gr>

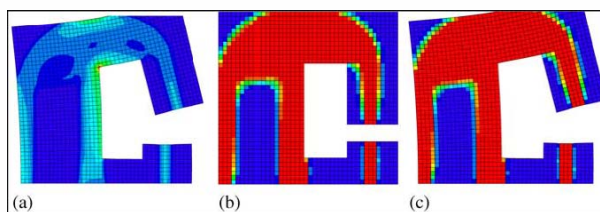


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

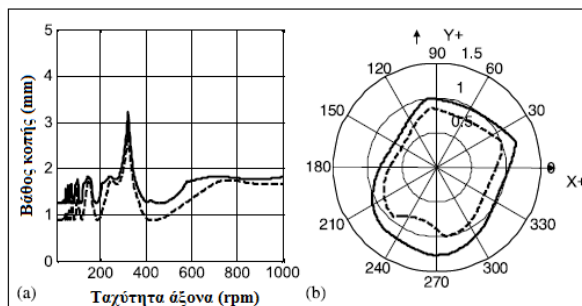
Μαρία Κ. Αλπά



- (a) Πειραματικά και FEMFRF
- (b) Αντίστοιχοι λοβοί σταθερότητας στην κατεύθυνση τροφοδοσίας 0°.
- (c) Αντίστοιχοι λοβοί σταθερότητας στην κατεύθυνση τροφοδοσίας των 270°

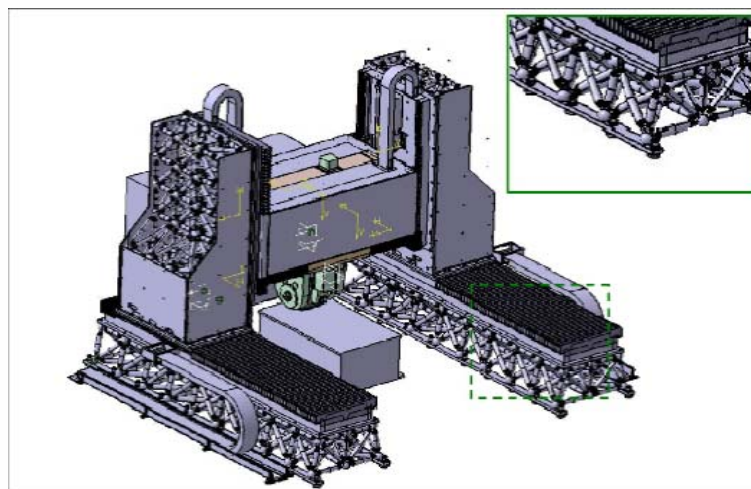


- Τοπολογική βελτιστοποίηση μίας μηχανής πλαισίου C.
- (a) Χάρτης κατανομής πιέσεων.
 - (b) Αποτελέσματα της κατανομής μαζών για την επίτευξη της μέγιστης ακαμψίας.
 - (c) Παραμόρφωση της νέας κατανομής.



- Επίδραση της απόσβεσης υλικού στους λοβούς σταθερότητας.
- (a) Τροφοδοσία στην κατεύθυνση Y.
 - (b) Πολικός σχεδιασμός του κρίσιμου βάθους κοπής σε κάθε κατεύθυνση.

Πρωτότυπο με δομικά εξαρτήματα φτιαγμένα με πλαίσιο σφαίρας-ράβδου



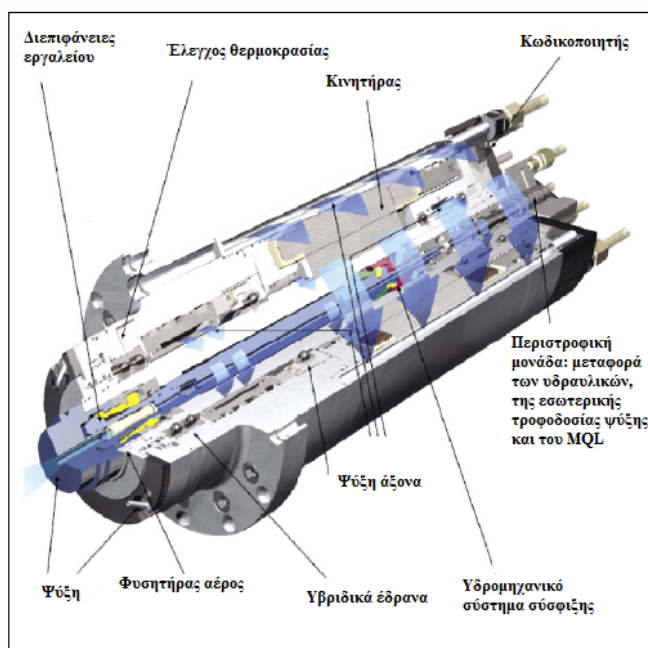
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά

Κύρια μέρη ενός άξονα



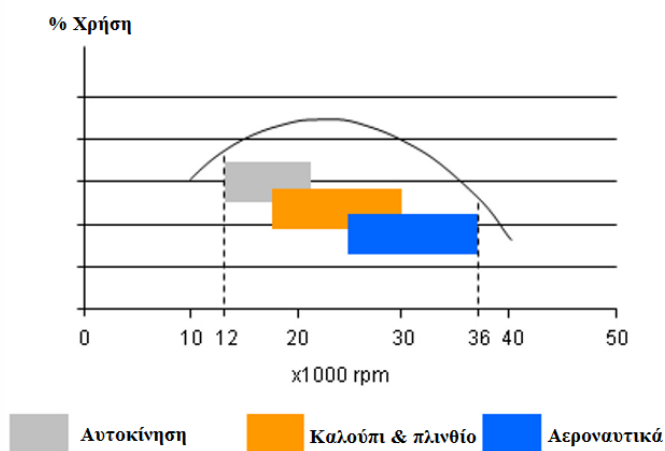
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά

Απαιτήσεις ταχύτητας διαφορετικών τομέων για ηλεκτροόξονες

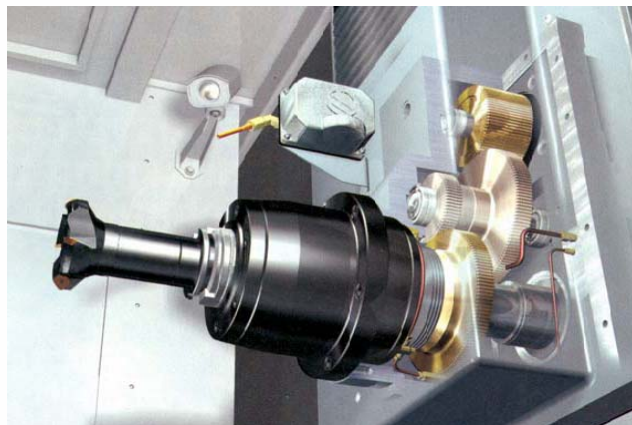


<http://www.m3.tuc.gr>

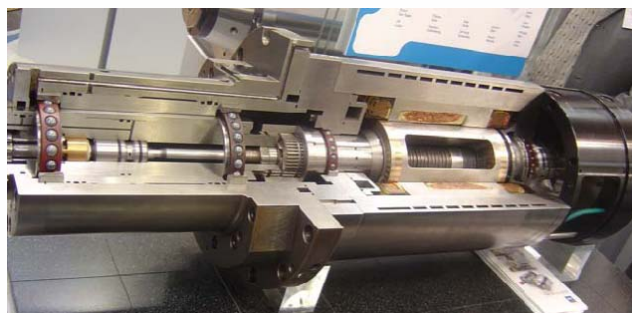


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Μαρία Κ. Αλπά



Μετάδοση κίνησης μέσω οδοντοτροχού με κιβώτιο δύο ταχυτήτων HassEC-630: 610 ft-lb της ροπής για βαριά μηχανική κατεργασία, ή 6,000rpm για τομές, από HassAutomation.



Ενοποιημένος άξονας με τον κινητήρα μεταξύ των μπροστά και πίσω εδράνων

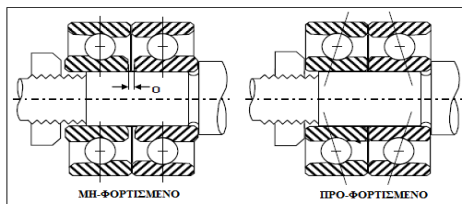


<http://www.m3.tuc.gr>

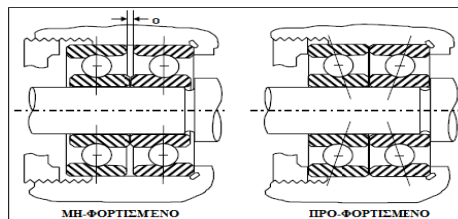


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

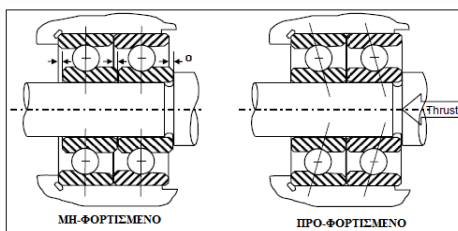
Μαρία Κ. Αλπά



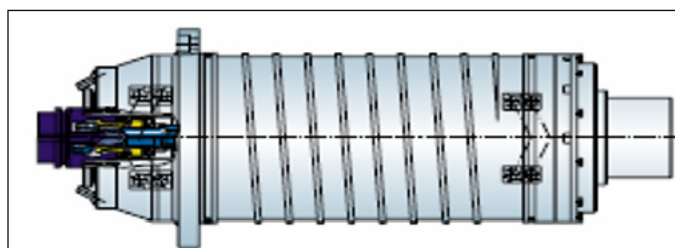
Στήριξη εδράνου back-to-back, «ο» είναι το συνολικό εκτόπισμα της προφόρτισης.



Στηρίγματα εδράνων Tandem, «ο» είναι το συνολικό εκτόπισμα της προφόρτισης



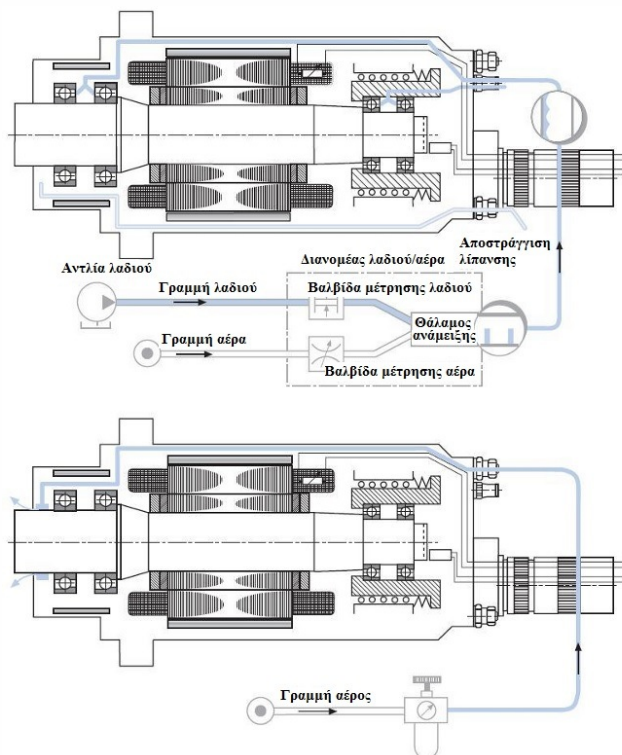
Στήριξη εδράνων «Face-to-face» και Tandem, «ο» είναι το συνολικό εκτόπισμα της προφόρτισης



Άξονας κινητήρα	Πρότυπο	Επιλογή 1	Επιλογή 2	Επιλογή 3
Ισχύς	21 kW	12 kW	27 kW	60 kW
Κίνηση	Ασύγχρονος	Ασύγχρονος	Σύγχρονος	Σύγχρονος
Ροπή (S6)	120 Nm (S6)	42 Nm (S6)	178 Nm (S6)	100 Nm (S1)
Μεγ. ταχύτητα	18000 r.p.m.	30000 r.p.m.	10000 r.p.m.	24000 r.p.m.
Ονομ. ταχύτητα	2000 r.p.m.	2840 r.p.m.	2000 r.p.m.	8000 r.p.m.
Διεπ. εργαλείου	HSK A63	HSK E50	HSK A63	HSK A63
Συστ. σύσφιξης	Υδρομηχανικός			
Ισχύς σύσφιξης	19 kN	12 kN	19 kN	19 kN

Η βιομηχανία αξόνων παρέχει διαφορετικές διαμορφώσεις αξόνων (CourtesyEDEL). Επάνω, η διαμόρφωση των γωνιακών εδράνων στον άξονα: γενική διαμόρφωση DB με διευθέτηση DT στο μπροστινό έδρανο, και DT στο πίσω έδρανο.

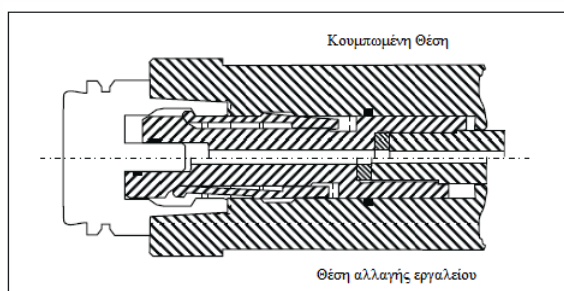




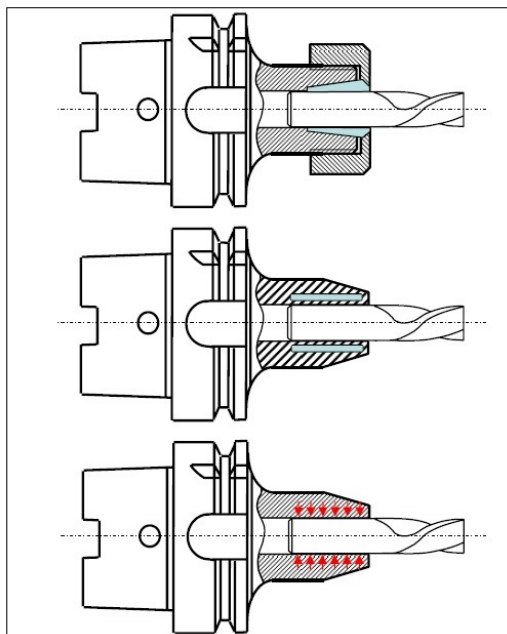
Η μέθοδος λαδιού-αέρα, πάνω, απαιτεί την προσθήκη ενός συστήματος λίπανσης για να αντλήσει, ελέγξει και να ανακατέψει το μέσο λίπανσης. Σε σύγκριση, η λίπανση με γράσο, κάτω, είναι πιο απλή. Εδώ παρουσιάζεται το κύκλωμα του αέρα που δημιουργεί μία υπέρ-πίεση στην μύτη του άξονα. Τα σχηματικά είναι από GMN.



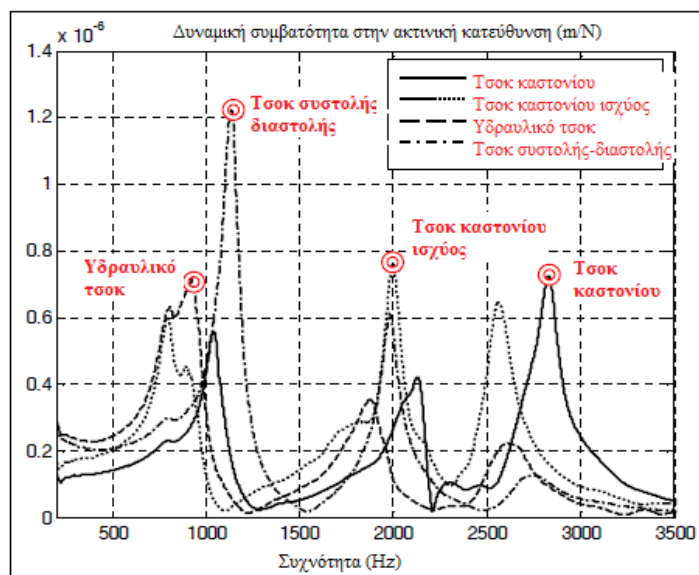
Τυπικές εργαλειοθήκες από την Maritool, από αριστερά προς τα δεξιά:
BT50, CAT50, ISO30, HSK50A



Θέσεις σύσφιξης και αλλαγής εργαλείου της εργαλειοθήκης HSK.

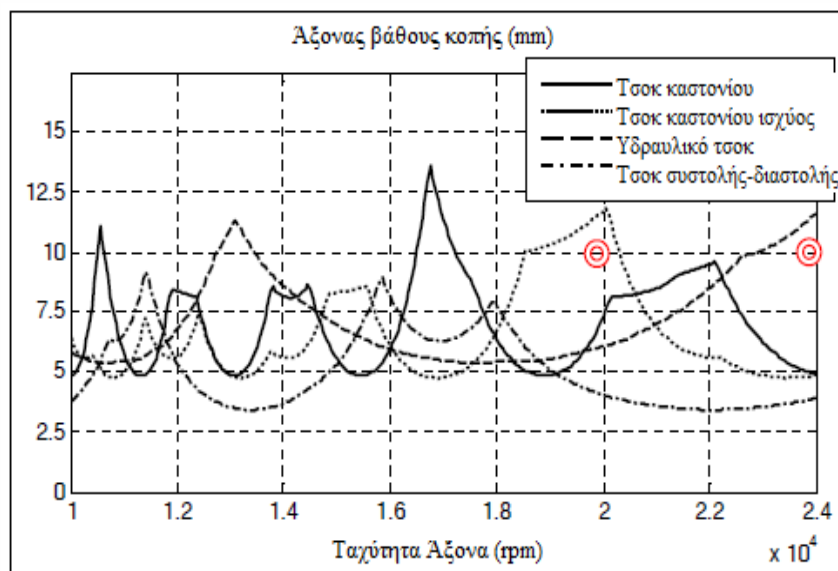


Σχηματική αναπαράσταση ενός μηχανισμού σύσφιξης, ενός υδραυλικού τσοκ, και ενός στελέχους εργαλείου συστολής-διαστολής.

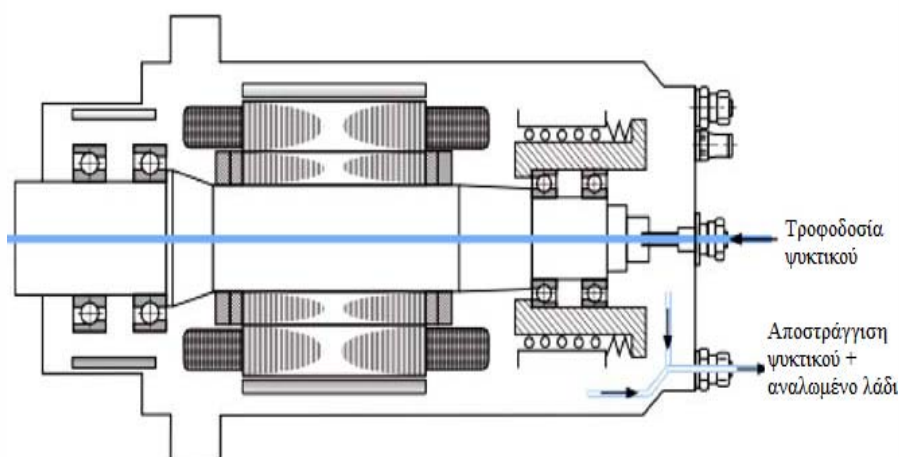


Δυναμική ευκαμψία που μετρίεται στην άκρη του εργαλείου για τέσσερις διαφορετικές εργαλειοθήκες με το ίδιο εργαλείο στον ίδιο άξονα.



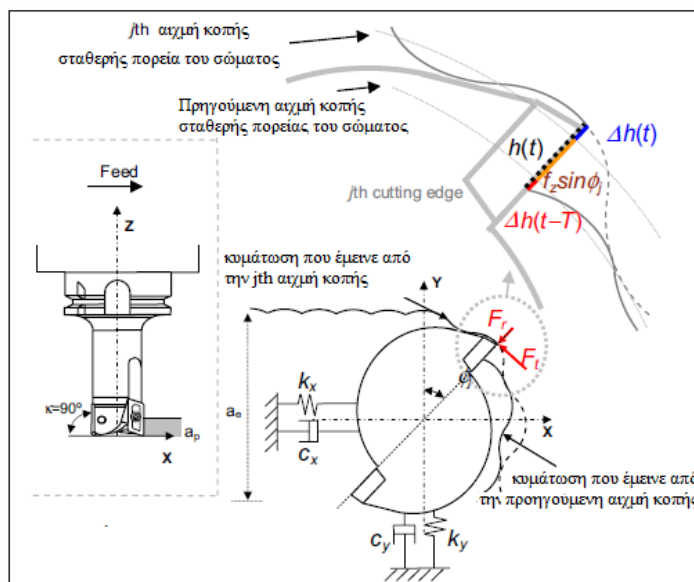


Λοβοί σταθερότητας πλήρους ακτινικής απορρόφησης για τέσσερις διαφορετικές εργαλειοθήκες με το ίδιο εργαλείο στον ίδιο άξονα. Οι κύκλοι δηλώνουν τις καλύτερες συνθήκες κοπής για το υδραυλικό τσοκ και το τσοκ καστονίου ισχύος.

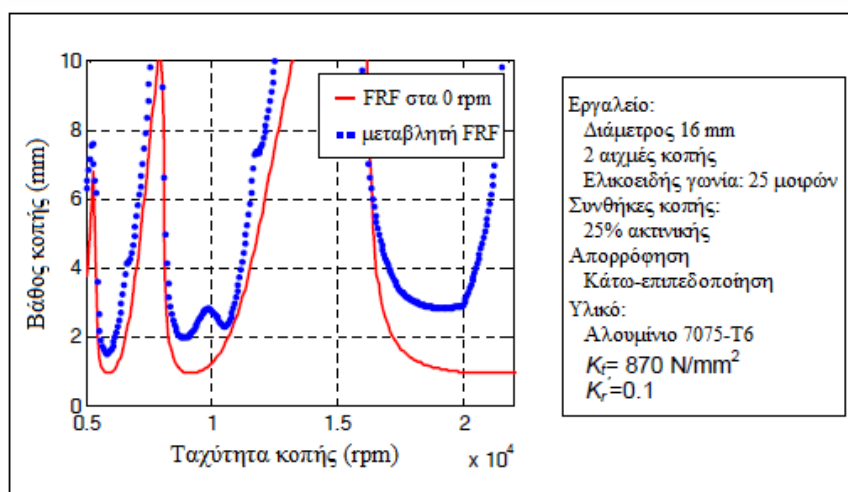


Ψυκτικό μέσω του άξονα με σφράγιση κενού, από την GMN.

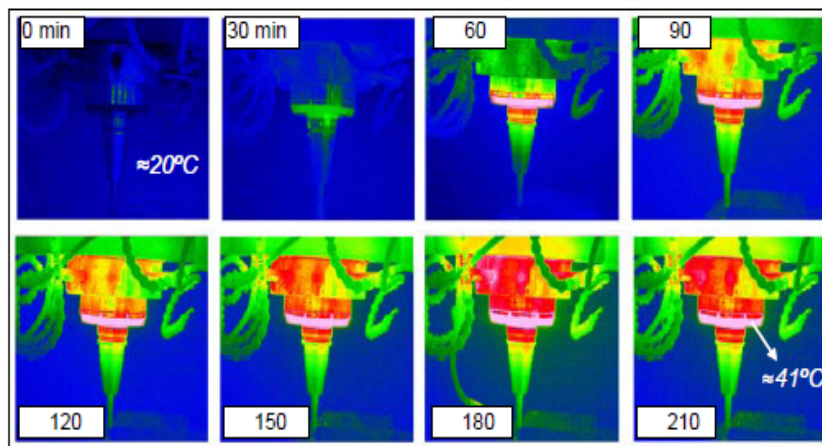




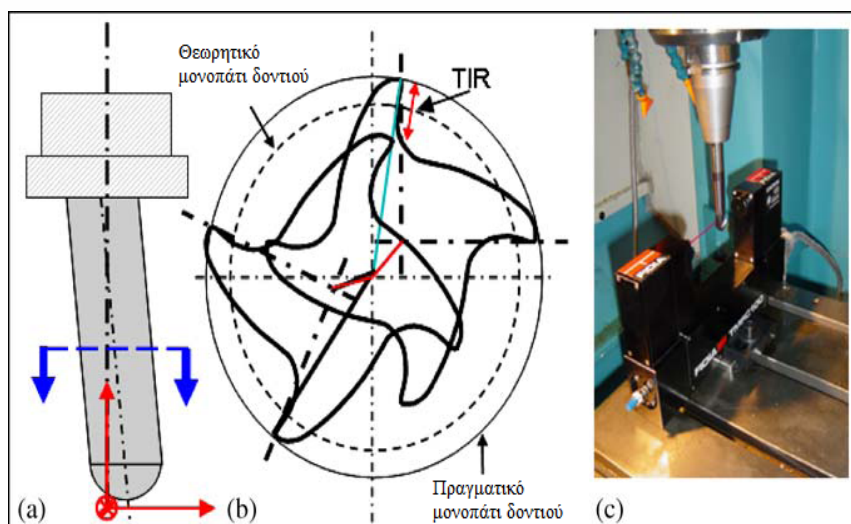
Σχηματικό διάγραμμα ενός 2D μοντέλου φραιζαρίσματος.



Οι λοβοί σταθερότητας που αποκτώνται με την FRF μετριούνται στα 0 rpm και με την επίδραση της ταχύτητας της ατράκτου πάνω στην FRF.



Βασική θερμοκρασία της ατράκτου κατά τη διάρκεια 3.5 ωρών. Κάθε εικόνα έχει ληφθεί με προσαιξήσεις 30 λεπτών.



α) Σχηματικό εκκεντρότητας εργαλείου.
β) Επίδραση της εκκεντρότητας του εργαλείου στο μονοπάτι πραγματικής αιχμής κοπής και TIR,
γ) Έλεγχος με λέιζερ της εκκεντρότητας του εργαλείου.





Ικανότητες Συστήματος Παραγωγής

- Συμβατική/Υψηλής Ταχύτητας Κατεργασία
- Παραγωγικότητα (MRR)
- Ευελιξία
- Τραχύ/ημίφινιρμένο/φινιρισμένο/υπέρφινιρμένο
- Εργαλεία και μανδύες

Απαιτήσεις Τελικού Προϊόντος

- Γεωμετρικές πολυπλοκότητες
- Υλικό
- Ευελιξία
- Ανοχές
- Φινίρισμα επιφάνειας

Χαρακτηριστικά Ατράκτου

- Ταχύτητα ατράκτου
- Ισχύς και ροπή
- Μέθοδος κίνησης
- Εδρανα
- Ακαμψία
- Εκκεντρότητα και κραδασμός
- Εργαλειοθήκη
- Θερμικές ιδιότητες

Απαιτήσεις επεξεργαζόμενου κομματιού:

- Φινίρισμα επιφάνειας
- Ακρίβεια
- Υλικό (Κ Πίνακας 3.3)
- Γεωμετρικές πολυπλοκότητες
- Τραχύ, ημίφινιρμένο, φινιρισμένο, κλπ.

Ικανότητες εργαλειομηχανής:

- Μέγιστο ποσοστό τροφοδοσίας (μηχανή/Vf)
- Συμβατική HSM
- Ποσοστό απομάκρυνσης υλικού

Εργαλειομηχανή:

- Σχήμα
- Τροφοδοσία ανά δόντι (f_z)
- Διάμετρος (D)
- Πλάτος κοπής (a_e)
- Βάθος κοπής (a_p)
- Ταχύτητα κοπής (V_c)
- Αριθμός δοντιών (z)

$$N = \frac{V_c \cdot 1,000}{D \cdot \pi}$$

$$V_f = f_z \cdot z \cdot N$$

if: $V_f \leq V_{f \text{ machine}}$

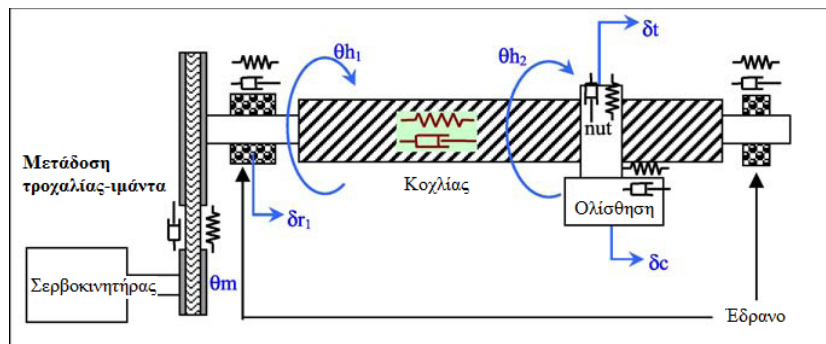
$$N = \frac{V_{f \text{ machine}}}{f_z \cdot z}$$

if: $V_f \geq V_{f \text{ machine}}$

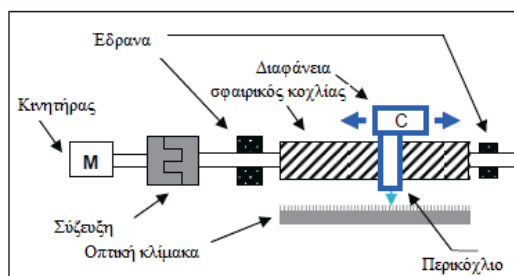
$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot V_f}{1,000}$$

$$P = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot K}{100,000}$$

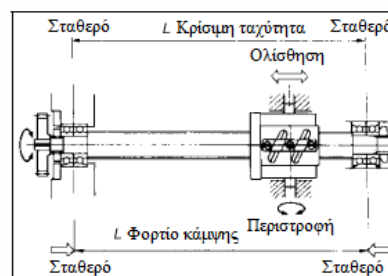




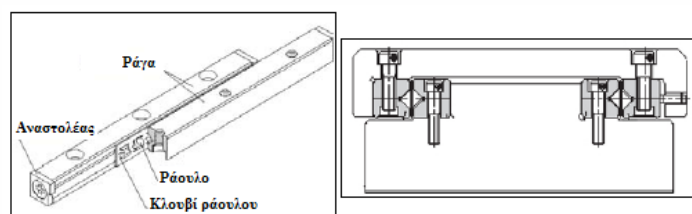
Δυναμικό μοντέλο ενός οδηγού κίνησης σφαιρικού κοχλίας με μετάδοση τροχαλία.



Η πρότυπη διαμόρφωση του περιστροφικού κοχλίας.



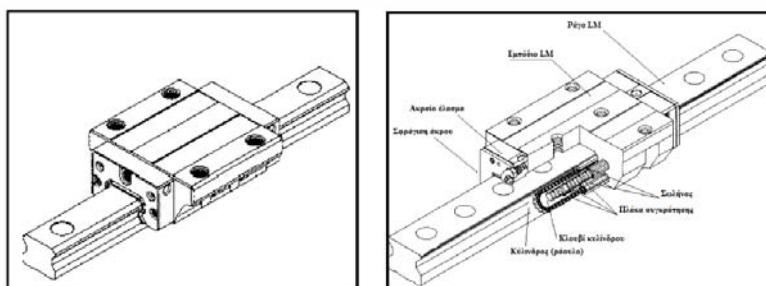
Προαιρετική διαμόρφωση από το περιστροφικό περικόχλιο.



Γραμμικά κυλινδρικά έδρανα χωρίς επανακυκλοφορία, από ΤΗΚ.

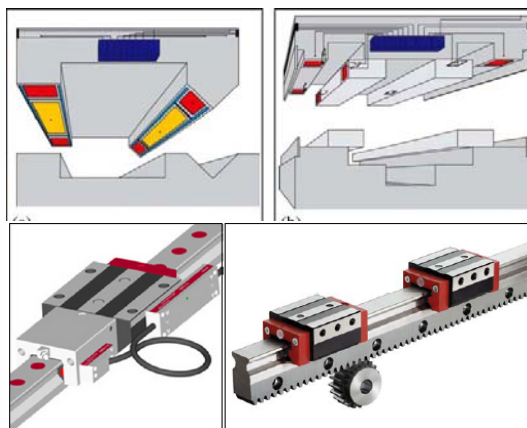


Γραμμικά κυλινδρικά έδρανα χωρίς επανακυκλοφορία, από ΙΝΑ.



Μοντέλο κυλινδρικού οδηγού επανακυκλοφορίας, από ΤΗΚ.



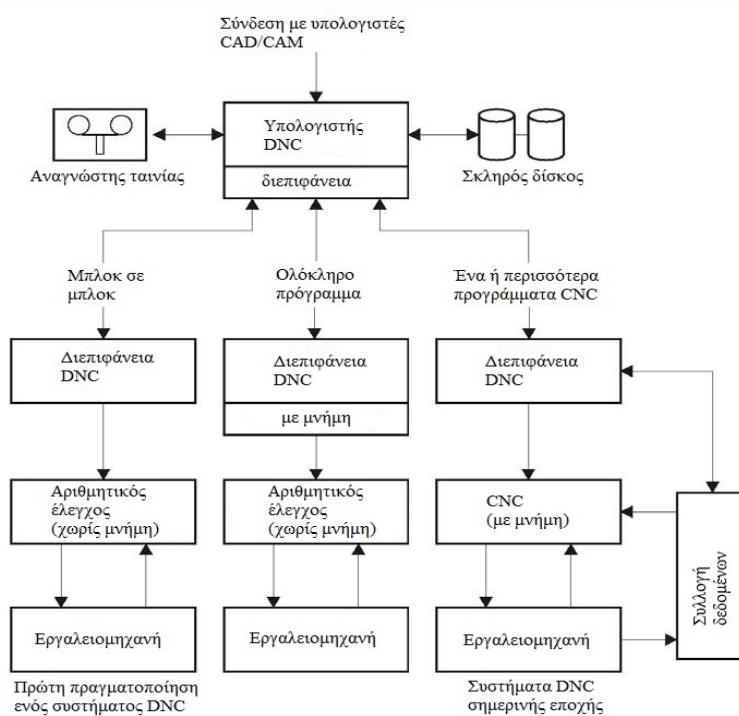


- a) Υδροστατικός επίπεδος οδηγός V.
- b) Υδροστατικός οδηγός με περιτύλιξη (Hydrostatik).

Κυλινδρικοί οδηγοί με ενσωματωμένες λειτουργίες, από Schneberger.

	Διαδρομή (X και Y) 100 mm Μέγιστη ταχύτητα 60 m/min Μέγιστη επιτάχυνση 20 m/s² Κραδασμός 1,000 m/s³ Κv 10 m/mm.min Γραμμική ανάλυση 60 nm Γωνιακή ανάλυση 0.046 arcsec Γραμμική ακρίβεια 0.2 μm Βάρος επεξ. κομματιού 120 kg Γραμμική ισχύς 2,000 N
---	---

Επίπεδος κινητήρας μαγνητικά ανυψωμένος, από Tekniker



Η Ιδανική Μονάδα Κατεργασίας.



2014

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ



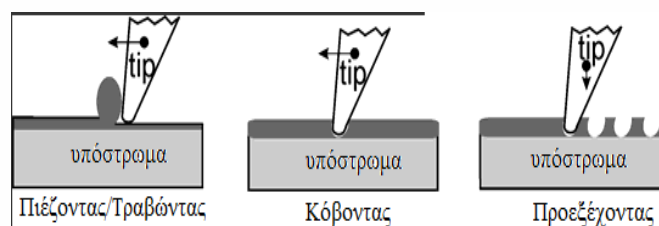
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά

Λειτουργίες κοπής στην νάνο-κατεργασία.



2014

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ

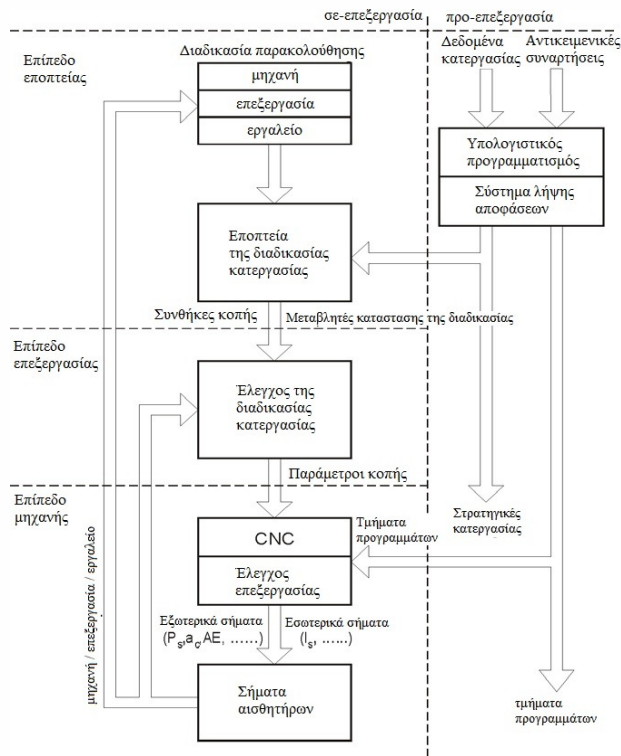


<http://www.m3.tuc.gr>

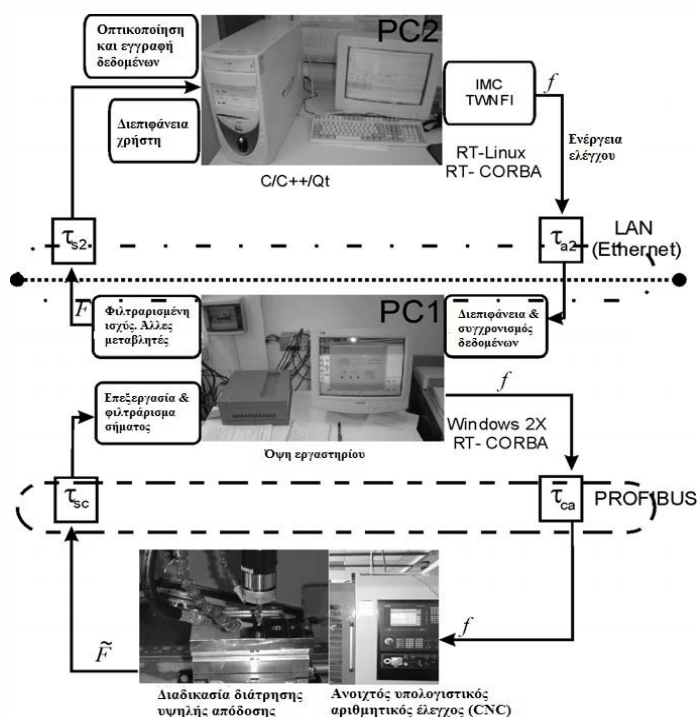


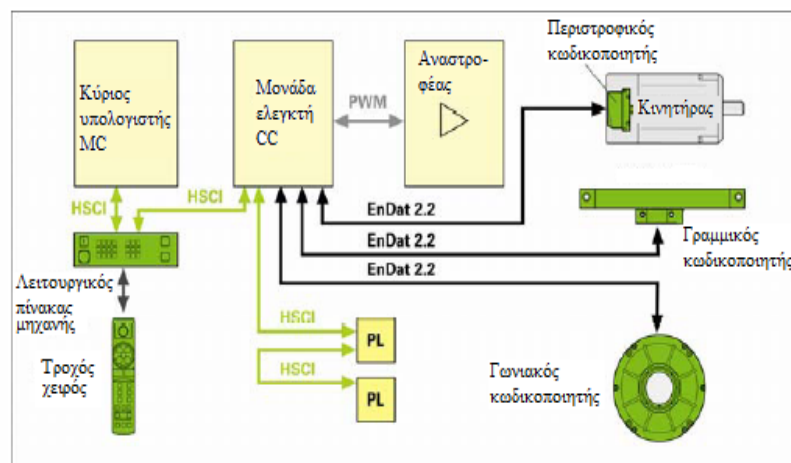
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Μαρία Κ. Αλπά



Αρχιτεκτονική του δικτυωμένου συστήματος.





Ψηφιακές συνδέσεις των ποικίλων στοιχείων ελέγχου.

Ενεργός έλεγχος κραδασμού, ο οποίος μειώνει την δόνηση που προκαλείται από την κίνηση των αξόνων και συνεπώς δίνει υψηλή θέση ακρίβειας. Αυτό δημιουργεί υψηλότερη ποιότητα επιφάνειας και καλύτερη προστασία του εργαλείου κατά τη διάρκεια της κατεργασίας.



Επτά έξυπνες λειτουργίες για τη συντήρηση της μηχανής, από Mazak



AVC

Ελαχιστοποιημένος κραδασμός
ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ
Ελαχιστοποιημένος κραδασμός για υψηλή ταχύτητα, υψηλή ακρίβεια κατεργασίας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εργαλείου



ITS

Έλεγχος μετατόπισης θερμοκρασίας
ΕΞΥΠΝΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΣΠΙΔΑ
Μοναδικό σύστημα Mazak αντιστάθμισης της μετατόπισης της θερμοκρασίας



ISS

Αποτροπή παρεμβολών της μηχανής
ΕΞΥΠΝΗ ΑΣΠΙΔΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
Συναρτήσεις για την ομαλή λειτουργία κατά τη διάρκεια εγκατάστασης της μηχανής και χειροκίνητης λειτουργίας



MVA

Σύστημα φωνητικού μηνύματος
ΦΩΝΗΤΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΜΑΖΑΚ
Φωνητική υποστήριξη για την εγκατάσταση της μηχανής και για ασφαλείς συνθήκες επιβεβαίωσης



IPS

Περιεκτική παρακολούθηση της ατράκτου
ΑΤΡΑΚΤΟΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
Κατάσταση παρακολούθησης της ατράκτου - για προληπτική συντήρηση



IBA

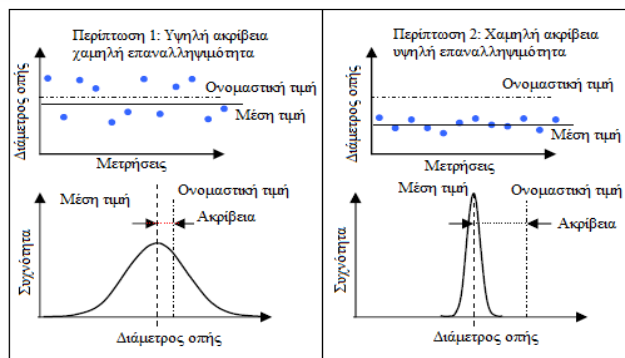
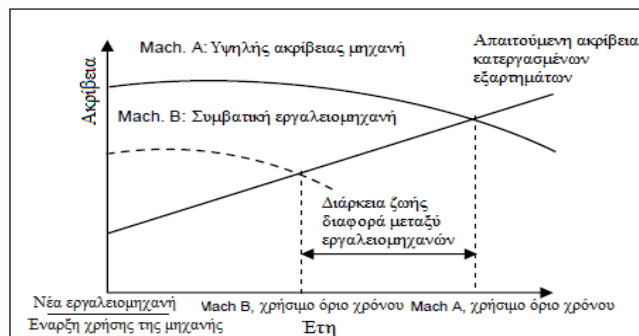
Ασταθής ανίχνευση και ανάλυση τράπεζας
ΕΞΥΠΝΟΣ ΑΝΑΛΥΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ
Δείχνει το απαιτούμενο βάρος και τις τοποθεσίες για να εξαλειφθεί η κατάσταση αστάθειας



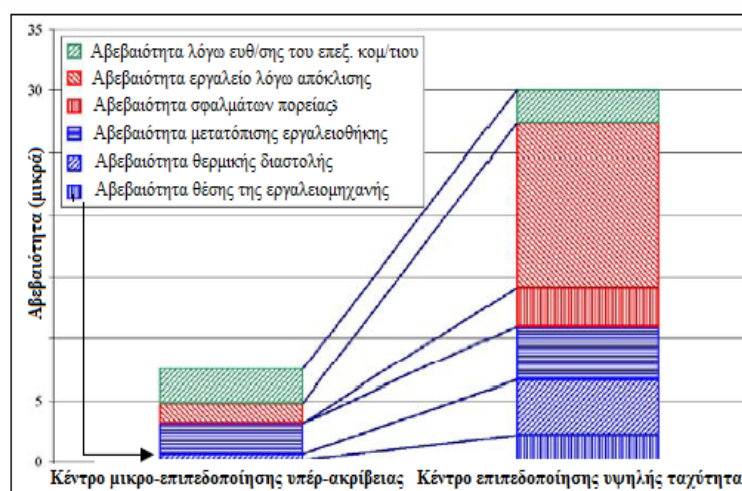
IMS

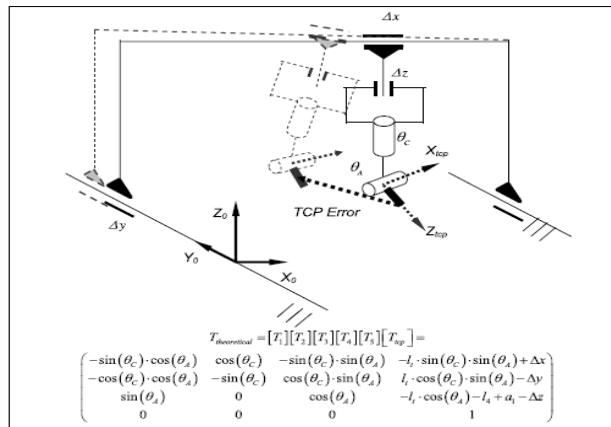
Οθόνη περιεκτικής συντήρησης
ΕΞΥΠΝΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΣΥΝΤΗΡΙΣΗΣ
Χρήσιμες πληροφορίες για αποτρεπτική συντήρηση



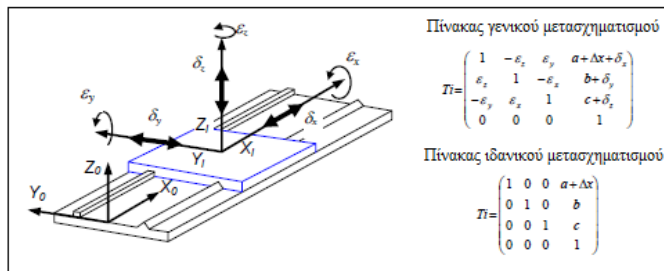


Προϋπολογισμοί σφάλματος υπέρ-ακρίβειας και συμβατικών κέντρων κατεργασίας.

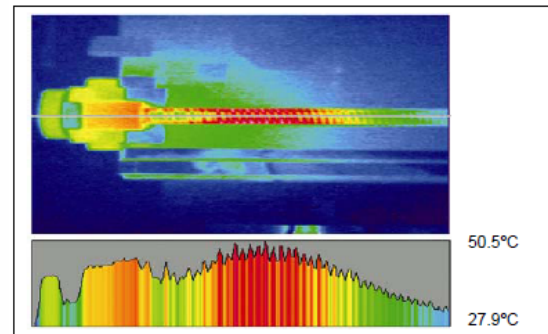
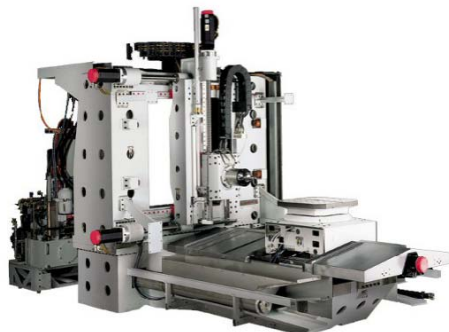
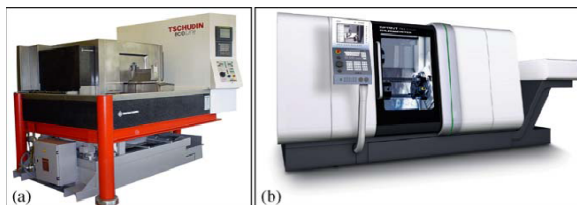


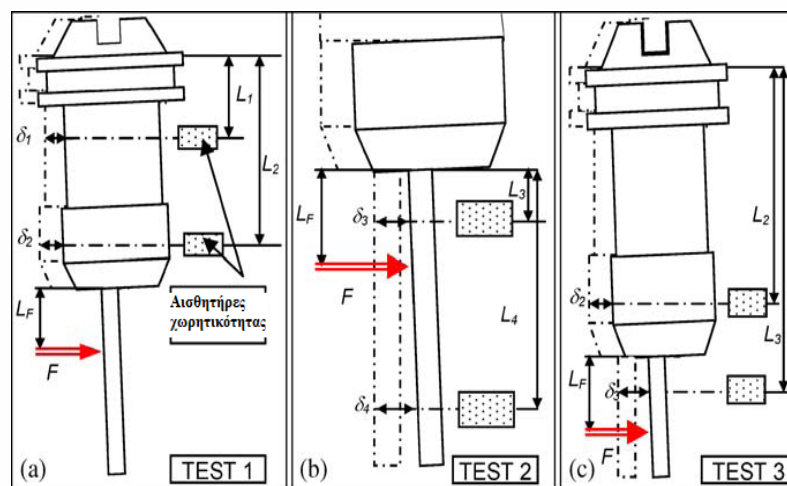
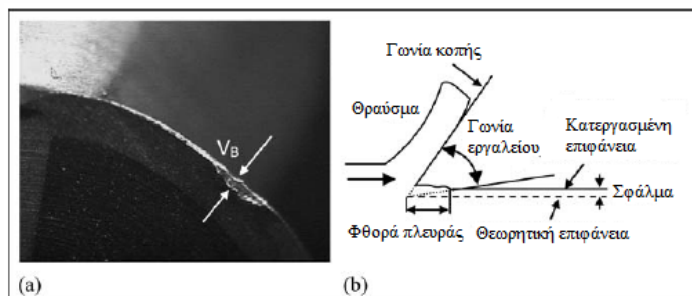
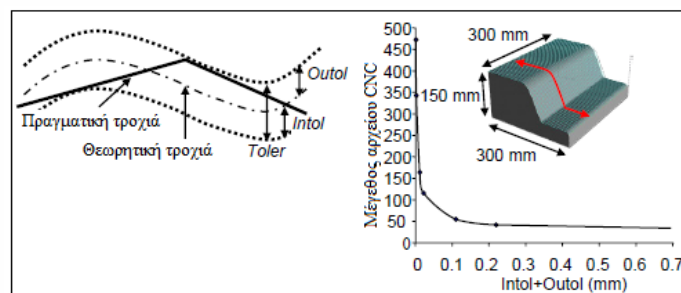


Κινηματικά μοντέλα ενός τέλει και ενός πραγματικού κέντρου φραιζαρίσματος πέντε αξόνων

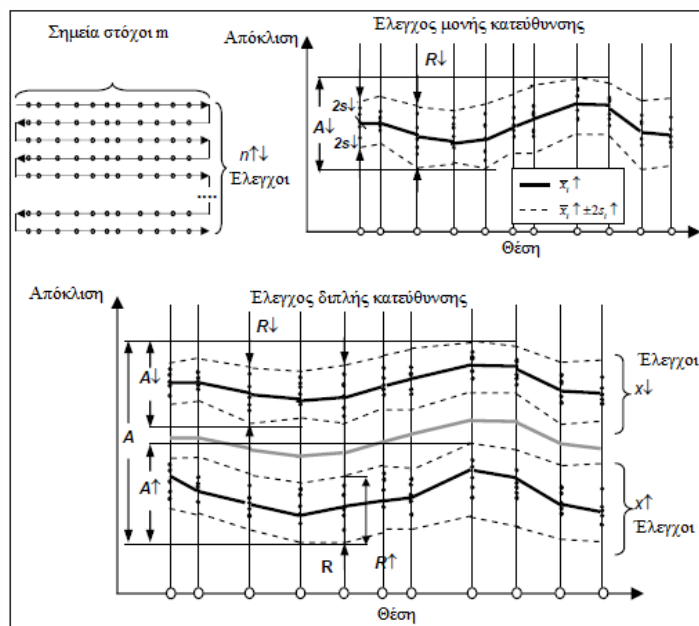


Ιδανικός και γενικός πίνακας ομογενούς μετασχηματισμού για έναν γραμμικό οδηγό κίνησης.

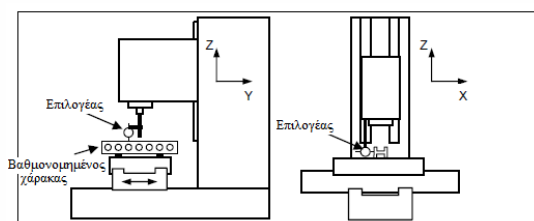




- a) Διαμόρφωση ελέγχων για την απόκτηση ακαμψίας στελέχους-ατράκτου.
b) Η γωνιακή ακαμψία της εργαλειοθήκης.
c) Η ακτινική ακαμψία της εργαλειοθήκης.

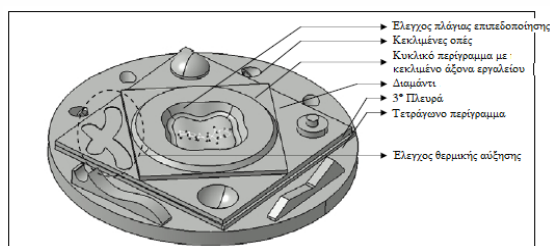
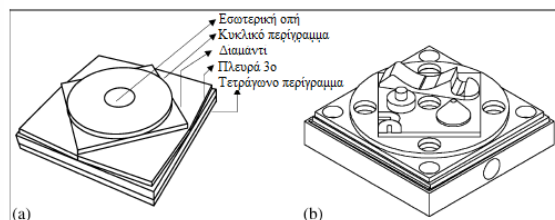


Προσδιορισμός της ακρίβειας και της επαναληψιμότητας ακολουθώντας την διαδικασία του προτύπου ISO 230-2 για ελέγχους μονής και διπλής κατεύθυνσης



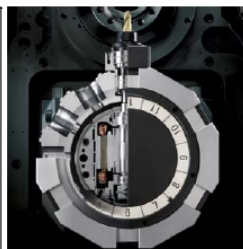
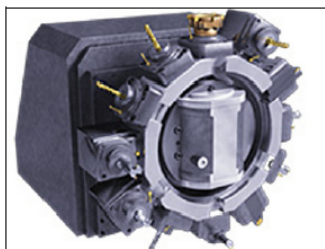
- a) Γεωμετρία του εξαρτήματος ελέγχου ISO 10791.
b) Γεωμετρία του εξαρτήματος ελέγχου NC-Gesellschaft.

Έλεγχος ευθύτητας για τον Y άξονα ενός κάθετου κέντρου κατεργασίας, ακολουθώντας το πρότυπο ISO 10791-2



Νέο εξάρτημα ελέγχου σχεδιασμένο από τον Fatronik και το Πανεπιστήμιο Basque Country για τα κέντρα κατεργασίας φραιζαρίσματος πέντε αξόνων.

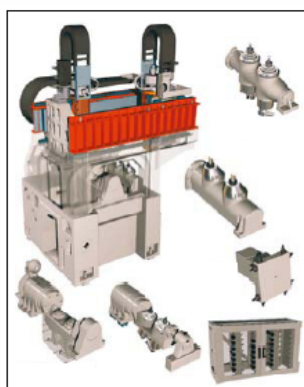




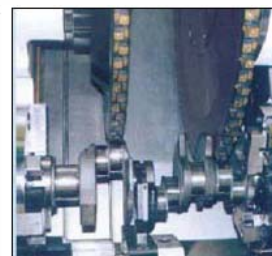
Λειτουργία «turn milling».

a) Από WFL

b) Από MoriSeiki.

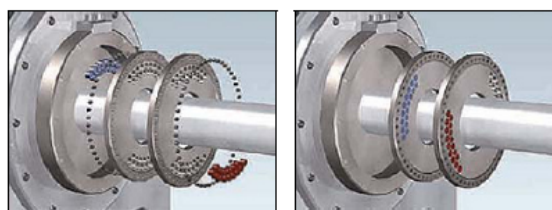


Αναδιαμορφωμένη έννοια
μηχανής

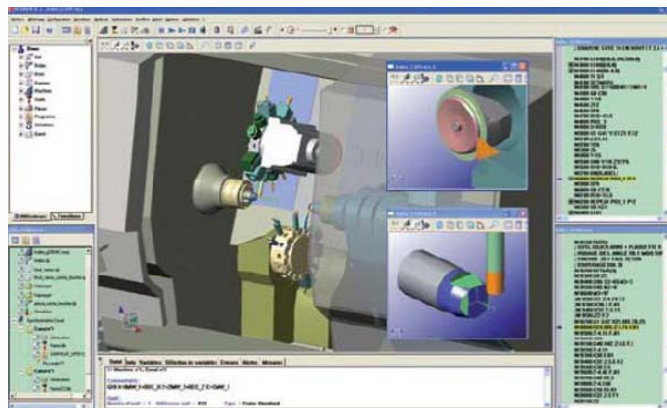


Λειτουργία «turn milling» και «broaching», από
Boehringer.





«Προσαρμοστικός εξισορροπητής» από τον MoriSeiki



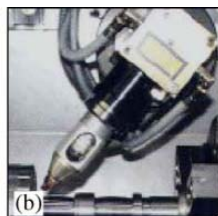
Προσομοίωση της διαδικασίας πολλαπλών εργασιών, από την SpringTechnologies

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

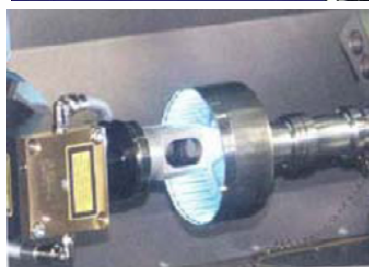


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

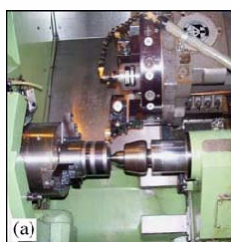
Μαρία Κ. Αλπά



- a) Διαδικασία σκλήρυνσης λέιζερ ενσωματωμένη σε ένα κέντρο τόρνευσης.
- b) Σύστημα από την Boehringer.



Συγκόλληση λέιζερ αναβαθμισμένη σε ένα κέντρο τόρνευσης, από την Boehringer



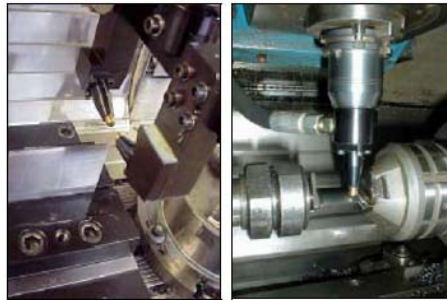
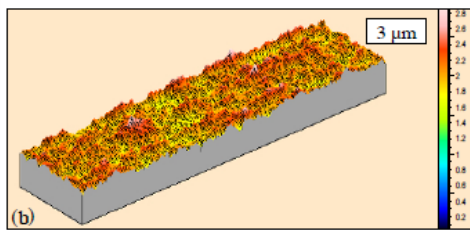
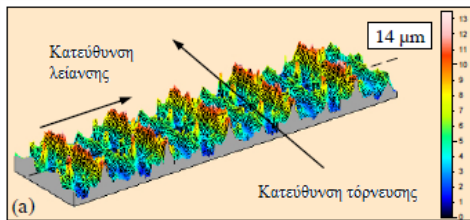
- a) Τροχός λουστράρισματος.
- b) Τόρνος όπου εφαρμόζεται ο τροχός στους άξονες τράινου, από Lealde – Danobat.

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



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

Μαρία Κ. Αλπά



α) Τοπογραφία επεξεργαζόμενου κομματιού μετά την τόννευση.

β) Τοπογραφία επεξεργαζόμενου κομματιού μετά την τόννευση και την λείανση.

Βαθύ τρόχισμα των λεπίδων τουρμπίνας, από Ecoroll.

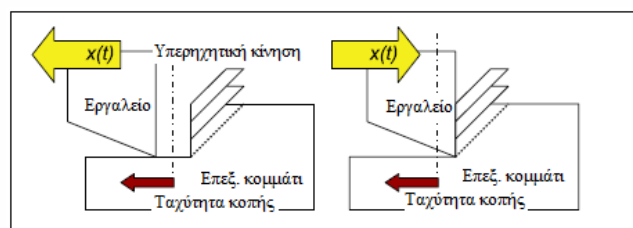


<http://www.m3.tuc.gr>



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

Μαρία Κ. Αλπά



Αρχή του υπερηχητικού κραδασμού, όπου $x(t)$ είναι η υπερηχητική κίνηση (20-40kHz).



Βιομηχανική εφαρμογή Icefly, από την AirProducts



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



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

Μαρία Κ. Αλπά