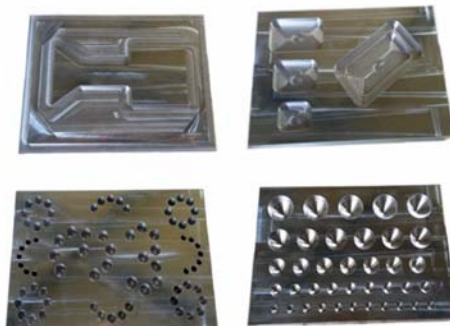


## Κατεργασία τεμαχίων με ψηφιακά καθοδηγούμενο φραιζάρισμα και χρήση λογισμικού CAD/CAM



Καθ. Αριστομένης Αντωνιάδης  
Καθ. Νικόλαος Μπιλάλης  
Ε.ΔΙ.Π. Παύλος Κουλουριδάκης

**Αντώνης Αντώνης**

*Πολυτεχνείο Κρήτης – Χανιά 2019*



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



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

**Αντώνης Αντώνης**

- Αντικείμενο και σκοπός της εργασίας
- Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO
- Κύκλοι κατεργασίας
- Συμπεράσματα



Δομή παρουσίασης

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



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

**Αντώνης Αντώνης**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία σχεδιάστηκαν σε κατάλληλο λογισμικό CAD/CAM και έχουν κατεργαστεί με χρήση G κώδικα, σε σύγχρονη ψηφιακά καθοδηγούμενη εργαλειομηχανή (CNC), πλήθος τεμαχίων αυξανόμενης δυσκολίας.

Η διπλωματική εργασία χωρίζεται σε δύο σκέλη, στο πρώτος σκέλος έχουν κατεργαστεί τεμάχια με απλές εντολές προγραμματισμού σύμφωνα με τον κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης ISO. Στο δεύτερο και κύριο σκέλος της εργασίας έχουν κατεργαστεί τεμάχια με κύκλους κατεργασίας.

Για όλα τα τεμάχια που έχουν κατεργαστεί εκπονήθηκαν τρισδιάστατα σχέδια (3D) και μηχανολογικά σχέδια με τις απαραίτητες όψεις και τομές, ακολουθώντας τους κατάλληλους κανόνες σχεδίασης.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έγινε με σκοπό την απόκτηση γνώσεων και εμπειριών στον τομέα των κατεργασιών κοπής, με εξοικείωση στην χρήση και των προγραμματισμό ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC). Εκπαίδευση και εξοικείωση στην χρήση λογισμικού CAD/CAM.



Αντικείμενο και σκοπός της εργασίας

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



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

Αντώνης Αντώνης

Έχουν κατεργαστεί συνολικά 17 τεμάχια αυξανόμενης δυσκολίας, τα 2 από αυτά με απλές εντολές προγραμματισμού σύμφωνα με τον κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης ISO και τα υπόλοιπα 15 με κύκλους κατεργασίας.

Για την κατεργασία των τεμαχίων χρησιμοποιήθηκαν ορθογώνια τεμάχια αλουμινίου 5083 και 7075 T6, διαστάσεων 150 mm x 100 mm x 20 mm.

Ο σχεδιασμός των τεμαχίων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του συστήματος CAD/CAM NX 11.0 της SIEMENS.

Τα τεμάχια που έχουν σχεδιαστεί κατασκευάστηκαν κυρίως, με κατεργασίες φραιζαρίσματος και διάτρησης της καθοδήγησης SIEMENS, με το SINUMERIK 810D που υποστηρίζονται από το ψηφιακά καθοδηγούμενο κέντρο κατεργασίας DMU50eco, που διαθέτει το εργαστήριο μικροκοπής και κατασκευαστικής προσομοίωσης (m3).



Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO

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



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

Αντώνης Αντώνης

## Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO

### Βασικές εντολές G κώδικα:

- Απόλυτο/σχετικό σύστημα συντεταμένων (G90/G91)
- Ευθεία κίνηση με γρήγορη πρόωση (G00)
- Ευθεία κίνηση με κοπή (G01)
- Δεξιόστροφη/Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G02/G03)
- Επιλογή επιπέδου κατεργασίας (G17, G18, G19)
- Επιλογή μονάδων μέτρησης (G70, G71)
- Επιλογή συστήματος αναφοράς συντεταγμένων για τον μηδενισμό του τεμαχίου (G54 - G59)

### Βασικές εντολές προγραμματισμού M:

- Δεξιόστροφη/Αριστερόστροφη περιστροφή ατράκτου (M03/M04)
- Αλλαγή κοπτικού εργαλείου (M06)
- Παροχή και παύση παροχής του ψυκτικού υγρού (M08/M09)
- Τέλος προγράμματος (M30)



Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO

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



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

Αντώνης Αντώνης

### Βασικές παραμέτρους:

α/α	Παράμετρος	Λειτουργία
1	X	Θέση κίνησης στον άξονα X
2	Y	Θέση κίνησης στον άξονα Y
3	Z	Θέση κίνησης στον άξονα Z
4	B	Περιστροφικός άξονας γύρω από τον άξονα Y
5	C	Περιστροφικός άξονας γύρω από τον άξονα Z
6	R	Μέγεθος της ακτίνας του τόξου
7	I	Συντεταμένη κέντρου τόξου παράλληλη με τον X. Επίσης χρησιμοποιείται σαν παράμετρος μέσα σε κάποιους κύκλους κατεργασιών
8	J	Συντεταμένη κέντρου τόξου παράλληλη με τον Y. Επίσης χρησιμοποιείται σαν παράμετρος μέσα σε κάποιους κύκλους κατεργασιών
9	K	Συντεταμένη κέντρου τόξου παράλληλη με τον Z. Επίσης χρησιμοποιείται σαν παράμετρος μέσα σε κάποιους κύκλους κατεργασιών
10	N	Αριθμός γραμμής προγράμματος
11	D	Αντιστάθμιση διαμέτρου ή της ακτινικής απόκλισης του κοπτικού εργαλείου
12	T	Επιλογή κοπτικού εργαλείου
13	F	Πρόωση (mm/min)
14	S	Ταχύτητα της ατράκτου (rpm)
15	H	Αντιστάθμιση μήκους κοπτικού εργαλείου
16	L	Αριθμός επαναλήψεων σε βρόγχο
17	M	Διάφορες λειτουργίες
18	P	Χρόνος καθυστέρησης ή αριθμός προγράμματος υπορουτίνας



Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO

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



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

Αντώνης Αντώνης

Ευθεία κίνηση με κοπή (G01):

Η κίνηση του κοπτικού εργαλείου μπορεί να είναι οριζόντια, κάθετη ή διαγώνια ως προς τον άξονα περιστροφής του.



Δεξιόστροφη/Αριστερόστροφη κυκλική κίνηση με κοπή (G02/G03):

Οι εντολές G02 και G03 μπορούν να χρησιμοποιηθούν με δύο τρόπους, με την ακτίνα **CR** και της συντεταγμένες του κέντρου **I** και **J** της κυκλικής διαδρομής.



Κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης ISO

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



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

Αντώνης Αντώνης

### Κύκλοι κατεργασίας:

Οι κύκλοι κατεργασίας είναι ουσιαστικά συναρτήσεις που εκτελούν ομαδοποιημένες εντολές. Δέχονται σαν είσοδο μία σειρά από ορίσματα, τα οποία καθορίζουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία έτσι ώστε να εκτελεστεί μία ακριβώς κατεργασία κάθε φορά.

Σύνταξη: (RTP, RFP, SDIS, DP, Operation, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, Mill. direct., Insertion, RAD1, DP1, MIDA, Solid machin.)

Retract plane	RTP	5.000
Ref. plane	RFP	0.000
Safety dist.	SDIS	3.000
Pocket depth	DP	-13.740 abs
Operation		Roughing
Pocket radius	PRAD	7.500
Center point	PA	20.570
Center point	PO	113.170
Infeed depth	MID	0.500
Fin. allow.	FAL	0.000
Fin. allow.	FALD	0.000
Feedr. surface	FFP1	1056.780
Feedr. depth	FFD	700.000
Mill. direct.		Down-cut
Insertion		Helix
Radius	RAD1	5.000

POCKET4(20,0,10,-3.5,12.5,41.5,125,1,0,0,210,105,0,21,2,,,3,1)



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώνης Αντώνης

Οι κύκλοι κατεργασίας εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες όπως, (φραιζάρισμα, διάτρηση, γλύφανση, κ.λπ.)

Έχουν κατεργαστεί συνολικά 15 τεμάχια με κύκλους κατεργασίας, τα 9 από αυτά έχουν κατεργαστεί με κύκλους φραιζαρίσματος και τα υπόλοιπα 6 με κύκλους διάτρησης.

Οι κύκλοι κατεργασίας έχουν εκτελεστεί αρκετές φορές, αλλάζοντας κάθε φορά τα ορίσματα τους. Θέλοντας να ανακαλυφθούν οι δυνατότητες των κύκλων κατεργασίας, αν αλλάζοντας μόνο τα ορίσματα ενός κύκλου, μπορούν να παρθούν διαμορφώσεις διαφορετικές μεταξύ τους.

#### Οι κύκλοι κατεργασίας φραιζαρίσματος:

- Κλασσικό φραιζάρισμα
- Φραιζάρισμα εξοχής
- Φραιζάρισμα εσοχής
- Φραιζάρισμα αυλακώσεων
- Φραιζάρισμα για χάραξη κειμένου

#### Οι κύκλοι κατεργασίας διάτρησης:

- Απλή διάτρηση οπών
- Διάτρηση οπών σε συγκεκριμένη διάταξη
- Σπειροτόμηση οπών

Μερικά ορίσματα στους περισσότερους κύκλους κατεργασίας αλλάζόντουσαν συνεχώς σε κάθε καινούργια εκτέλεση του κύκλου κατεργασίας όπως: το συνολικό βάθος κοπής, το ακτινικό και αξονικό βάθος κοπής, το μήκος και πλάτος κάθε διαμόρφωσης και την ακτίνα ή την διάμετρο σε κυκλικές διαμορφώσεις.



#### Κύκλοι κατεργασίας φραιζαρίσματος:

##### Κλασσικό φραιζάρισμα:

Φραιζάρισμα προσώπου CYCLE71:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE71 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα προσώπου. Υπάρχει δυνατότητα φραιζαρίσματος προς μία κατεύθυνση ή με αλλαγή κατεύθυνσης παράλληλα με το άξονα X ή Y.



Φραιζάρισμα περιγράμματος CYCLE72:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE72 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα, ακολουθώντας ένα συγκεκριμένο περίγραμμα που έχει δημιουργήσει ο χειριστής της εργαλειομηχανής σε ένα υποπρόγραμμα. Υπάρχει δυνατότητα φραιζαρίσματος από την δεξιά ή αριστερή μεριά του περιγράμματος και στο κέντρο του περιγράμματος.



### Φραιζάρισμα εξοχής:

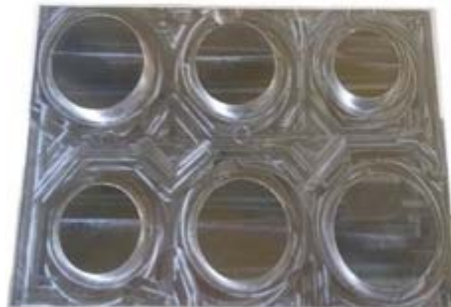
Φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής CYCLE76:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE76 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα ορθογώνιας εξοχής. Υπάρχει η δυνατότητα φραιζαρίσματος της ορθογώνιας εξοχής υπό γωνία ανάλογα με την επιλογή του χειριστή. Επιπλέον, στις τέσσερις γωνίες της ορθογώνιας εξοχής υπάρχει η δυνατότητα ο χειριστής να ορίσει της ακτίνες για των σχηματισμό κυκλικών τόξων στις διαστάσεις που επιθυμεί.



Φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής CYCLE77:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE77 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα κυκλικής εξοχής. Ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει την διάμετρο της κυκλικής εξοχής.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώρακας Αντώνης

### Φραιζάρισμα εσοχής:

Φραιζάρισμα ορθογώνιας εσοχής POCKET3:

Ο κύκλος κατεργασίας POCKET3 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα ορθογώνιας εσοχής. Υπάρχει η δυνατότητα φραιζαρίσματος της ορθογώνιας εσοχής υπό γωνία ανάλογα με την επιλογή του χειριστή.



Φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής POCKET4:

Ο κύκλος κατεργασίας POCKET4 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα κυκλικής εσοχής. Επιπλέον, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει την ακτίνα της κυκλικής εσοχής που επιθυμεί.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώρακας Αντώνης

### Φραιζάρισμα αυλακώσεων:

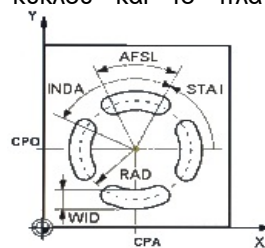
Φραιζάρισμα αυλακώσεων πάνω σε κύκλο SLOT1:

Ο κύκλος κατεργασίας SLOT1 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα αυλακώσεων εφαπτόμενα στην εξωτερική περιφέρεια ενός κύκλου. Υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί ο αριθμός αυλακώσεων και η ακτίνα του κύκλου. Επιπλέον, μπορεί να οριστεί η γωνία μεταξύ του διαμήκους κέντρου από μια αυλακώση στο διαμήκη κέντρο της επόμενης.



Φραιζάρισμα αυλακώσεων στην περιφέρεια ενός κύκλου SLOT2:

Ο κύκλος κατεργασίας SLOT2 χρησιμοποιείται για φραιζάρισμα αυλακώσεων στο μέσο της περιφέρειας ενός κύκλου. Υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί ο αριθμός αυλακώσεων, η ακτίνα του κύκλου και το πλάτος των αυλακώσεων.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώρκας Αντώνης

### Φραιζάρισμα για χάραξη κειμένου:

Χάραξη κειμένου CYCLE60:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE60 χρησιμοποιείται για χάραξη κειμένου. Ο χειρίστης έχει την δυνατότητα να εισάγει μέσα στο κύκλο κατεργασίας το κείμενο που επιθυμεί, αρκεί αυτό να μην ξεπερνάει τους 91 χαρακτήρες. Υπάρχει δυνατότητα χάραξης γραμμικού κειμένου, κυκλικού κειμένου προς τα πάνω και κυκλικού κειμένου προς τα κάτω. Επίσης, μπορεί να οριστεί το ύψος των χαρακτήρων και η απόσταση μεταξύ των χαρακτήρων. Τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον συγκεκριμένο κύκλο κατεργασίας είναι τα κλασικά κονδύλια ή κονδύλια με σφαιρική απόληξη.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώρκας Αντώνης

## Κύκλοι κατεργασίας διάτρησης:

### Απλή διάτρηση οπών:

Διάτρηση οπής CYCLE82:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE82 χρησιμοποιείται για διάνοιξη οπής. Ο συγκεκριμένος κύκλος κατεργασίας CYCLE82 δεν προσφέρεται για διάνοιξη οπής μεγάλου βάθους. Καθώς η διάνοιξη της οπής γίνεται κατευθείαν με ένα πέρασμα μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.



Διάτρηση βαθιάς οπής CYCLE83:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE83 χρησιμοποιείται για διάνοιξη βαθιάς οπής. Ο συγκεκριμένος κύκλος κατεργασίας CYCLE83 προσφέρεται για διάνοιξη οπής μεγάλου βάθους. Καθώς η διάνοιξη της οπής γίνεται σταδιακά με διαδοχικά ανεβοκατέβασμα του τρυπανιού σε συγκεκριμένο βάθος κάθε φορά μέχρι το τρυπάνι να φτάσει στο τελικό βάθος κοπής που έχει οριστεί. Η μηχανική κατεργασία για την απομάκρυνση του γρεζιού γίνεται με σπάσιμο του γρεζιού είτε με αφαίρεση του γρεζιού.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώνης Αντώνης

### Διάτρηση οπών σε συγκεκριμένη διάταξη:

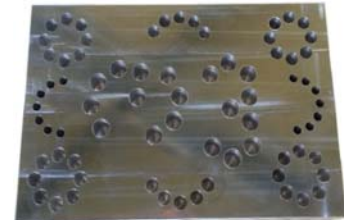
#### Διάτρηση οπών σε ευθεία διάταξη HOLES1:

Ο κύκλος κατεργασίας HOLES1 χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών σε ευθεία διάταξη. Ακολούθως, υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών και του 1ου άξονα του επιπέδου κατεργασίας. Επιπλέον, ο χειριστής μπορεί να ορίσει τον αριθμό οπών που επιθυμεί να κατεργαστεί, καθώς και την απόσταση μεταξύ των οπών.



#### Διάτρηση οπών σε κυκλική διάταξη HOLES2:

Ο κύκλος κατεργασίας HOLES2 χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών σε κυκλική διάταξη. Μπορεί να οριστεί η ακτίνα του κύκλου για την διάταξη των οπών και ο αριθμός των οπών. Ακολούθως, υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο της πρώτης οπής και του 1ου άξονα του επιπέδου κατεργασίας.



#### Διάτρηση οπών σε γραμμικό μοτίβο CYCLE801:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE801 χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών σε γραμμικό μοτίβο. Υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί η γωνία μεταξύ του άξονα που περνάει από το κέντρο των οπών της 1ης γραμμής και του άξονα X. Μπορεί να οριστεί ο αριθμός στηλών και γραμμών με τις σπές και η απόσταση μεταξύ των στηλών και των γραμμών.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώνης Αντώνης



## Σπειροτόμηση οπών:

Σπειροτόμηση οπής CYCLE84:

Ο κύκλος κατεργασίας CYCLE84 χρησιμοποιείται για σπειροτόμηση οπής. Ανάλογα με την επιλογή του είδους σπειρώματος υπάρχουν συγκεκριμένοι τύποι πινάκων στην βιβλιογραφία που καθορίζουν για κάθε σπειροτόμο συγκεκριμένης διαμέτρου, τη διαμέτρου οπή πρέπει να ανοιχτεί. Ο χειριστής μπορεί να ορίσει τον τύπο του πίνακα των σπειρωμάτων που επιθυμεί και να επιλέξει σπειροτόμο κατάλληλης διαμέτρου μέσα από τον κύκλο. Επίσης, μπορεί να οριστεί ο τύπος της μηχανουργικής κατεργασίας για τον τρόπο εισόδου του σπειροτόμου στην οπή, μπορεί να είναι με ένα πέρασμα, βαθύ σπείρωμα με σπάσιμο γρεζιού με διαδοχικά ανεβοκατέβασμα και βαθύ σπείρωμα με αφαίρεση γρεζιού με διαδοχικά ανεβοκατέβασμα.



Κύκλοι Κατεργασίας

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



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

Αντώρκας Αντώνης

Η άριστη γνώση του G κώδικα είναι απαραίτητη σε όλους τους τρόπους κατεργασιών κοπής όπως, με κύκλους κατεργασίας ή με χρήση λογισμικού CAD/CAM μέσω του CAM. Οι κύκλοι κατεργασίας δεν δουλεύουν από μόνοι τους χρειάζονται τις απαραίτητες εντολές G κώδικα.

Οι κύκλοι κατεργασίας αποτελούν εξαιρετικά σημαντικό “εργαλείο” του προγραμματιστή καθώς ελαττώνουν σημαντικά τον χρόνο προγραμματισμού και το πλήθος των γραμμών ενός προγράμματος. Επιπλέον, οι κύκλοι κατεργασίας μειώνουν κατά πολύ τις πιθανότητες λάθους καθώς και τον χρόνο διόρθωσης και ελέγχου σε περίπτωση λάθους. Οι κύκλοι κατεργασίας έχουν μεγάλη ευελιξία στην κατεργασία τεμαχίων με πολλές διαφορετικές διαμορφώσεις μεταξύ τους σε σύντομο χρονικό διάστημα, αλλάζοντας κάθε φορά τα ορίσματα του κύκλου κατεργασίας.

Τέλος, διαπιστώθηκε πως η χρήση και ο προγραμματισμός των ψηφιακά καθοδηγούμενων εργαλειομηχανών (CNC) δεν απαιτεί μόνο γνώσεις κώδικα ψηφιακής καθοδήγησης και χρήση σύγχρονων λογισμικών CAD/CAM. Είναι απαραίτητη μία πολυδιάστατη γνώση και εμπειρία πάνω σε ζητήματα μηχανουργικών τεχνολογιών σε κατεργασίες κοπής και τεχνολογιών παραγωγής όπως, κατεργασιμότητα των υλικών, υλικά κατασκευής των εργαλείων κοπής και οι ιδιότητες τους, χημική σύσταση των υλικών, δυνάμεις κοπής, θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την κοπή κ.λπ..



Συμπεράσματα

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



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

Αντώρκας Αντώνης

2019

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΜΑΧΙΩΝ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΟ  
ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CAD/CAM

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!



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



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

Αντώνης Αντώνης