

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : 3D ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΗΣ CAM**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :
ΤΟΛΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΑΜ : 4309**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :
06/10/2014**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : 3D ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΗΣ CAM**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :
ΤΟΛΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΑΜ : 4309

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Ο προγραμματισμός κοπής ενός απλού εξαρτήματος ή μιας κατασκευής αποτελεί πρόκληση για ένα μηχανικό διότι του δίνει την δυνατότητα να διακρίνει και να συγκρίνει οντότητες τις οποίες δύσκολα κατανοεί στο επίπεδο, καθώς και την δυνατότητα να κατανοήσει τον κώδικα και τον τρόπο κοπής, καθώς και τη λειτουργία αυτών. Η εφαρμογή μας δίνει την δυνατότητα της κωδικοποίησης και του προγραμματισμού της κοπής μιας ήδη σχεδιασμένης εγκατάστασης με σκοπό την ολοκλήρωση του τελικού επιθυμητού αποτελέσματος.

Σκοπός της εργασίας: είναι η κοπή των εξαρτημάτων που αποτελούν μια ψυκτική εγκατάσταση από σχέδια που επιλέχθηκαν και σχεδιάστηκαν από άλλους σπουδαστές καθώς και η λεπτομερής περιγραφή ενός συνόλου διαφορετικών εξαρτημάτων που απαρτίζουν μια ψυκτική εγκατάσταση και η αρχή λειτουργίας αυτής. Έτσι μετά την πρώτη φάση της σχεδίασης θα γίνει ακριβής και στοχευμένη κατασκευή των εξαρτημάτων περνώντας την γεωμετρία αυτών στο CAM (Computer Aided Manufacturing) και στη συνέχεια εισάγοντας τον κώδικα σε αυτόματη εργαλειομηχανή CNC (Computer Numerical Control).

Abstract

Scheduling cutting of a simple appendage or a construction is a challenge for an engineer cause within this procedure there is the opportunity to distinguish and compare entities which is difficult to understand on that level. Furthermore there is the possibility to understand the code and the cutting manner, as well as the operation of these. The application allows the coding and programming of cutting from an already planned installation, in order to complete the final desired result.

The purpose of this paper: is the cutting process of the appendages that make up a refrigeration plant, from selected and designed projects by different students. Moreover on this paper is going to be discussed the detailed description of a set of different components that make up a refrigeration plant and the operating principle of this. Thereby, after the first stage of designing will become accurate and targeted manufacture of components, by putting the geometry of these on CAM by inserting the code on the CNC, which is an automatic machine tool.

Πρόλογος

Η σχεδίαση και κοπή ενός απλού εξαρτήματος, μιας απλής κατασκευής είναι μια πρόκληση για ένα μηχανικό αφού του δίνεται η δυνατότητα να δει, να συγκρίνει και να διακρίνει οντότητες οι οποίες είναι δύσκολο να τις φανταστεί στο επίπεδο. Αυτό είναι δυσκολότερο σε μια συναρμολογημένη διάταξη με πολλά εξαρτήματα.

Στην σημερινή εποχή δίνεται η δυνατότητα με την ευρεία χρήση των υπολογιστών και των προγραμμάτων που έχουν ανακαλυφθεί για την καλύτερη – ποιοτικότερη και αποδοτικότερη εργασία των μηχανικών.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται με την τρισδιάστατη κοπή μίας ψυκτικής εγκατάστασης, δίνοντας με τον τρόπο αυτό και στον πιο δύσκολο αναγνώστη μια εύκολη εικόνα του εσωτερικού των εξαρτημάτων της.

1. Εισαγωγή

Συστήματα ψύξης: χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως στη ναυτιλία και την βιομηχανία για τη συντήρηση τροφίμων και τον κλιματισμό. Αυτή η εργασία αφορά πρωταρχικά τη ψύξη στη ναυτική και βιομηχανική χρήση της και τις μεγάλες κλιματιστικές εφαρμογές. Όμως, οι βασικές αρχές που εδώ αναλύονται εφαρμόζονται σε όλα τα συστήματα ψύξης. Ο οδηγός αυτός γράφτηκε για να υπενθυμίσει και να συμπληρώσει τις βασικές γνώσεις των μηχανικών του εμπορικού ναυτικού επίσης και όλων αυτών που ασχολούνται με την αγορά, τοποθέτηση, συντήρηση και αποδοτική λειτουργία των συστημάτων ψύξης.

Τα συστήματα ψύξης εγκαθίστανται για να παράγουν ή να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου ή υλικού σε σταθερή χαμηλή θερμοκρασία. Με λίγα λόγια, δημιουργείται ψύξη με την αφαίρεση θερμότητας από το ψυχόμενο χώρο. Η επιλογή όμως των ψυκτικών συστημάτων τις περισσότερες φορές γίνεται με μόνο κριτήριο την απαιτούμενη ψυκτική ικανότητα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απόδοση και το κόστος ψύξης. Έρευνες έχουν δείξει ότι ένα ποσοστό 25% μπορεί να εξοικονομηθεί πάρα πολύ εύκολα.

Η αποδοτική λειτουργία ενός ψυκτικού συστήματος είναι αναμφίβολα συνδυσασμένη με το σκοπό της αγοράς του, το σχεδιασμό του, την εγκατάσταση και τη χρήση του.

Για να γίνει αντιληπτό τι σημαίνει αποδοτική λειτουργία θα πρέπει να κατανοηθεί η βασική λειτουργία του ψυκτικού συστήματος τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Όπως, επιπλέον θα πρέπει να κατανοηθούν τα διάφορα τμήματα του ψυκτικού συστήματος και οι συγκεκριμένους τύποι αυτών των τμημάτων.

Στην εργασία λοιπόν αυτή εξηγούνται οι επιμέρους παράμετροι λειτουργίας και η συνολική λειτουργία του συστήματος ψύξης. Δίνονται τα βήματα ενεργειακού ελέγχου, εξετάζονται μέθοδοι πρόβλεψης και ορθολογικής ενεργειακής διαχείρισης.

Οπωσδήποτε, μέσα στις λίγες αυτές σελίδες δεν δύναται να περιληφθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας του συστήματος ψύξης. Ωστόσο για λεπτομερέστερη εμπάθυνση και περισσότερες πληροφορίες προτείνεται εκτενής βιβλιογραφία στο τέλος του οδηγού αυτού.

2. Η ψύξη και η χρήση της

Η ψύξη σήμερα κυρίως χρησιμοποιείται για την διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις βιομηχανικών διαδικασιών ή για την διατήρηση θερμοκρασιών άνεσης στους χώρους κατοικίας και εργασίας.

Η χρήση της κρίνεται επίσης αναγκαία για την συντήρηση τροφίμων - ποτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ελαχιστοποιώντας συγχρόνως την υποβάθμιση της ποιότητας τους.

Πριν προχωρήσει κανείς στην αγορά και λειτουργία ενός ψυκτικού μηχανήματος πρέπει να αναρωτηθεί **αν χρειάζεται ψύξη**. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να διατηρηθεί ή να παραχθεί ψύξη χρησιμοποιώντας την από φυσικούς πόρους παρεχόμενη ψύξη ή δροσισμό, όπως για παράδειγμα η χρήση:

- Των πύργων ψύξης που μπορούν να ψύχουν το νερό στους 30oC και ακόμη χαμηλότερα και τις πιο ζεστές μέρες του καλοκαιριού.
- Του αερισμού με προϋποθέσεις ή η χρήση του νυχτερινού αερισμού κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών.
- Του νερού από πηγάδια μικρού βάθους γεωτρήσεων ή πηγών που συνήθως είναι στους 10oC καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Της μόνωσης που πλέον θεωρείται αναγκαία διότι λειτουργεί το ίδιο καλά στο να διατηρεί τη ζητούμενη θερμοκρασία εντός όσο και εκτός του χώρου που μας ενδιαφέρει.
- Εξωτερικών σκιάστρων (πατζούρια, ρολά) για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας συνήθως τους καλοκαιρινούς μήνες, κλπ.

3. Η Διαδικασία ψύξης

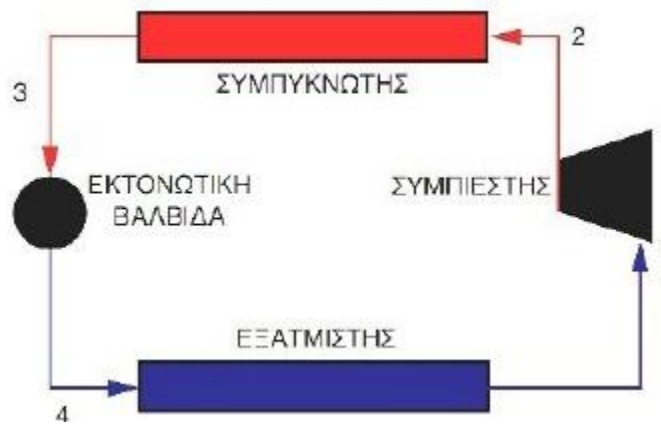
Υπάρχουν πολλές διατάξεις παραγωγής ψύξης, όμως μία έχει σχεδόν επικρατήσει, αυτή με μηχανική συμπίεση. Στη χώρα μας η ψύξη γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανική συμπίεση ατμού και εφαρμόζεται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις ισχύος 40W έως 17,5MW ανά μονάδα. Βεβαίως για να λειτουργήσουν απαιτείται μηχανική ενέργεια ώστε να τεθεί σε κίνηση ο συμπιεστής. Υπάρχουν βεβαίως και άλλες ψυκτικές διατάξεις, συμπεριλαμβανομένου και του κύκλου ψύξης με απορρόφηση, στις οποίες δεν υπάρχει συμπιεστής αλλά μία πηγή θερμότητας (συνήθως υγραέριο). Οι διατάξεις αυτές δεν έχουν επικρατήσει λόγω υψηλού λειτουργικού κόστους σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

3.1 Απλές αρχές

Οι διατάξεις συμπίεσης ατμού και συγκεκριμένα οι αντλίες θερμότητας και οι υπόλοιπες ψυκτικές εγκαταστάσεις λειτουργούν με βάση την αρχή ότι τα καθαρά υγρά εξατμίζονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες και σε διαφορετικές πιέσεις - οι υψηλές πιέσεις δίνουν υψηλά σημεία βρασμού - και κατά τον βρασμό απορροφούν λανθάνουσα θερμότητα από το περιβάλλον τους. Αντίστροφα, κατά την μετατροπή ατμού σε υγρό (συμπύκνωση) εκλύεται θερμότητα. Εάν η εξάτμιση μπορεί να λάβει χώρα σε μια δεδομένη πίεση και η συμπύκνωση σε άλλη τότε η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί από ένα επίπεδο σε άλλο. Στην ψύξη θέλουμε να μεταφέρουμε θερμότητα από κάποια χαμηλή (ψυχρή) θερμοκρασία σε μία υψηλότερη. Ο ατμός που παράγεται από το υγρό που βράζει σε χαμηλή πίεση πρέπει να συμπιεστεί σε υψηλότερη πίεση έτσι ώστε να μπορεί να συμπυκνωθεί σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτή η συμπίεση ατμού απαιτεί μηχανική ενέργεια και όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών υγροποίησης και εξάτμισης τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς που απαιτείται από τον συμπιεστή για την ίδια ποσότητα ψύξης.

4. Μονοβάθμιο σύστημα ψύξης

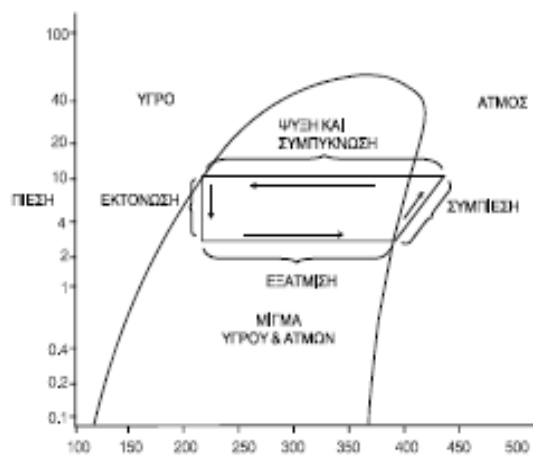
Η λειτουργία ενός απλού μονοβάθμιου κυκλώματος ψύξης δείχνεται στο Σχήμα.



Εικόνα 3.1.1.1: Απλό μονοβάθμιο κύκλωμα ψύξης

Η ενέργεια απορροφάται από το ψυκτικό μέσο στον εναλλάκτη θερμότητας γνωστό ως *εξατμιστής*. Αυτή η ενέργεια προέρχεται από το προς ψύξη υλικό που είναι -νερό, αέρας, αλατόνερο ή οτιδήποτε άλλο. Ο *συμπιεστής* ο οποίος κινείται συνήθως από έναν ηλεκτρικό κινητήρα αυξάνει την πίεση και συνεπώς την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου. Ο συμπιεσμένος ατμός τότε ψύχεται και υγραποιείται μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας τον αποκαλούμενο *συμπυκνωτή* και αποβάλλει την λανθάνουσα θερμότητα του, συνήθως στον περιβάλλοντα αέρα ή το νερό.

Το υγραποποιημένο ψυκτικό μέσο τότε περνά από την υψηλή πίεση μέσω *εκτονωτικής βαλβίδας* (στραγγαλιστικού μηχανισμού) σε χαμηλή πίεση και πάλι πίσω στον εξατμιστή. Ο κύκλος τώρα μόλις συμπληρώνεται. Συχνά είναι χρήσιμο να δείχνεται ο κύκλος ψύξης με το διάγραμμα Mollier πίεσης - ενθαλπίας του ψυκτικού μέσου. Στο Διάγραμμα 3.2 εμφανίζεται ψυκτικό μέσο R22.



Εικόνα 3.1.1.2: Διάγραμμα ψυκτικού μέσου R22

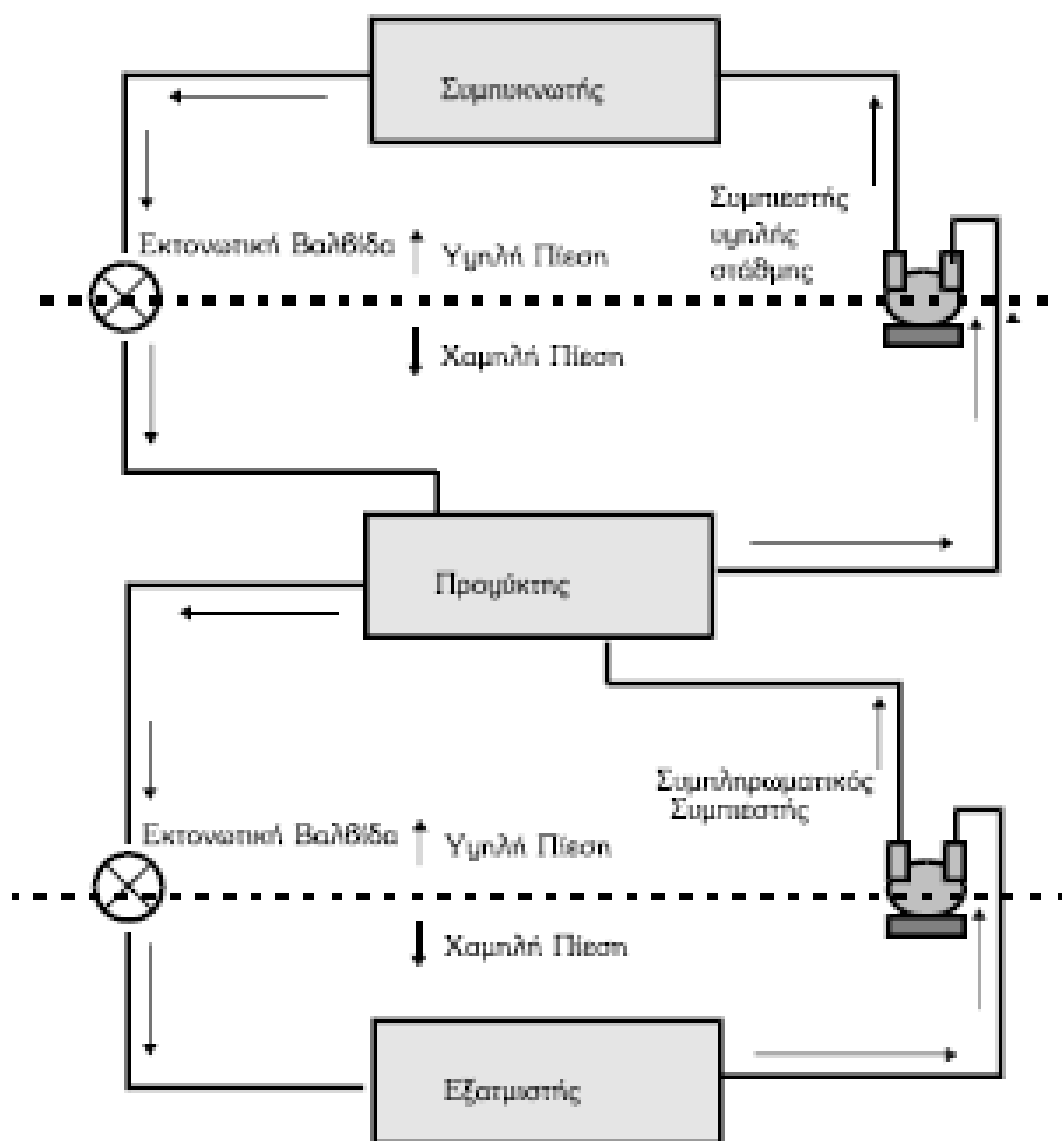
Το ψυκτικό μέσο μπαίνει στον συμπιεστή με χαμηλή πίεση και σε μία θερμοκρασία μερικών βαθμών υψηλότερη από το σημείο βρασμού στην ίδια πίεση. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική για την λειτουργική απόδοση των συστημάτων. Μέσα στον συμπιεστή το ψυκτικό αέριο αυξάνει τόσο τη θερμοκρασία όσο και τη πίεση του. Για τον ίδιο βαθμό συμπίεσης ένας λιγότερο αποδοτικός συμπιεστής θα χρησιμοποιήσει περισσότερη ισχύ και θα παρέχει θερμότερο αέριο. Το αέριο από τον συμπιεστή πηγαίνει στον συμπυκνωτή. Το αέριο πρώτα κρύνει από την θερμοκρασία κατάθλιψης του συμπιεστή στην θερμοκρασία κορεσμού συμπύκνωσης αποδίδοντας την *αισθητή θερμότητα*. Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας που μεταφέρεται (λανθάνουσα θερμότητα) στον συμπυκνωτή εμφανίζεται όταν το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται από αέριο σε υγρό. Το υγρό μπορεί στη συνέχεια να "υποψυχθεί" σε μία θερμοκρασία κάτω από την θερμοκρασία συμπύκνωσης. Συνήθως η υπόψυξη μέσα στον συμπυκνωτή είναι μόνο μερικούς βαθμούς. Ο συμπυκνωτής είναι κάτι ανάλογο προς ένα εναλλάκτη ατμού μέσα στον οποίο ο καυτός ατμός υγροποιείται αποβάλλοντας την λανθάνουσα του θερμότητα. Έτσι, λοιπόν εάν παρομοιάσουμε το συμπυκνωτή με εναλλάκτη ατμού τότε η εκτονωτική βαλβίδα είναι η ατμοπαγίδα. Όταν το υγρό ψυκτικό μέσο περνά από την ψηλή στη χαμηλή πίεση μέρος από το υγρό σχηματίζει ένα μίγμα από υγρό και ατμό χαμηλής θερμοκρασίας. Συνεχίζοντας το μηχανικό ανάλογο με το κύκλωμα ατμού ο εξατμιστής είναι ο λέβητας όπου το υγρό ψυκτικό μέσο εξατμίζεται σε σταθερή θερμοκρασία. Ο ψυκτικός ατμός επιστρέφει τότε στον αναρροφητικό συμπιεστή και έτσι ολοκληρώνεται το κύκλωμα.



Εικόνα 3.1.1.3: Ψυκτικό μηχανήμα

5. Διβάθμιο σύστημα ψύξης

Το πλέον διαδεδομένο σύστημα ψύξης στη βιομηχανία είναι αυτό του μονοβάθμιου κύκλου και λειτουργεί, όπως περιγράφεται πιο πάνω. Όμως, για μεγάλες εφαρμογές και θερμοκρασίες κάτω από -20°C χρησιμοποιούνται τα συστήματα ψύξης δύο και τριών φάσεων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη απόδοση. Βέβαια υπάρχουν και άλλες διατάξεις (π.χ. κύκλος απορρόφησης, θερμοσφονικά συστήματα, και άλλα) οι οποίες είναι εφαρμόσιμες κατά περίπτωση. Η σχηματική διάταξη διβάθμιου κύκλου εμφανίζεται στο Σχήμα.



Εικόνα 3.2.1.2: Σχηματική διάταξη διβάθμιου ψυκτικού κυκλώματος



Εικόνα 3.2.1.2: Ψυκτική εγκατάσταση



Εικόνα 3.2.1.3: Ψυκτικό μηχάνημα

6. Κύρια Μέρη Ψυκτικού Συγκροτήματος

6.1. Συμπιεστές (Θετικού Εκτοπίσματος)

Το σπουδαιότερο τμήμα του ψυκτικού συγκροτήματος με την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση είναι ο συμπιεστής.

Οι συμπιεστές είναι μηχανικές διατάξεις που αντλούν τον ψυκτικό ατμό από τον εξατμιστή, αυξάνοντας την πίεση του και κινούν το ψυκτικό μέσο στο κύκλωμα. Η αύξηση της πίεσης επιτυγχάνεται με τη μείωση του όγκου του χώρου συμπίεσης με κάποιο μηχανικό τρόπο.

6.1.1 Κατηγορίες Συμπιεστών

Ανάλογα με το είδος του μηχανισμού που εφαρμόζεται χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Σε παλινδρομικούς ή εμβολοφόρους
2. Σε περιστροφικούς

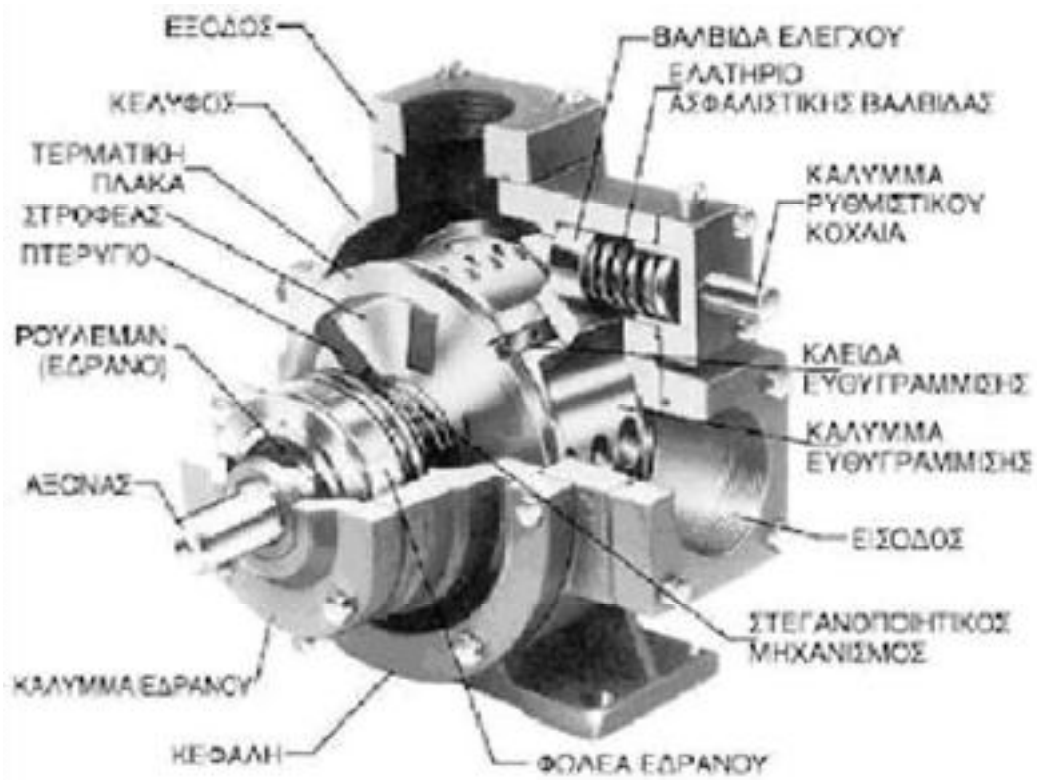
Μια άλλη κατάταξη των συμπιεστών γίνεται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του ζεύγους ηλεκτροκινητήρα και συμπιεστή. Χωρίζονται:

- α) σε ανοικτού τύπου
- β) σε ημιαρμητικούς και
- γ) σε ερμητικούς

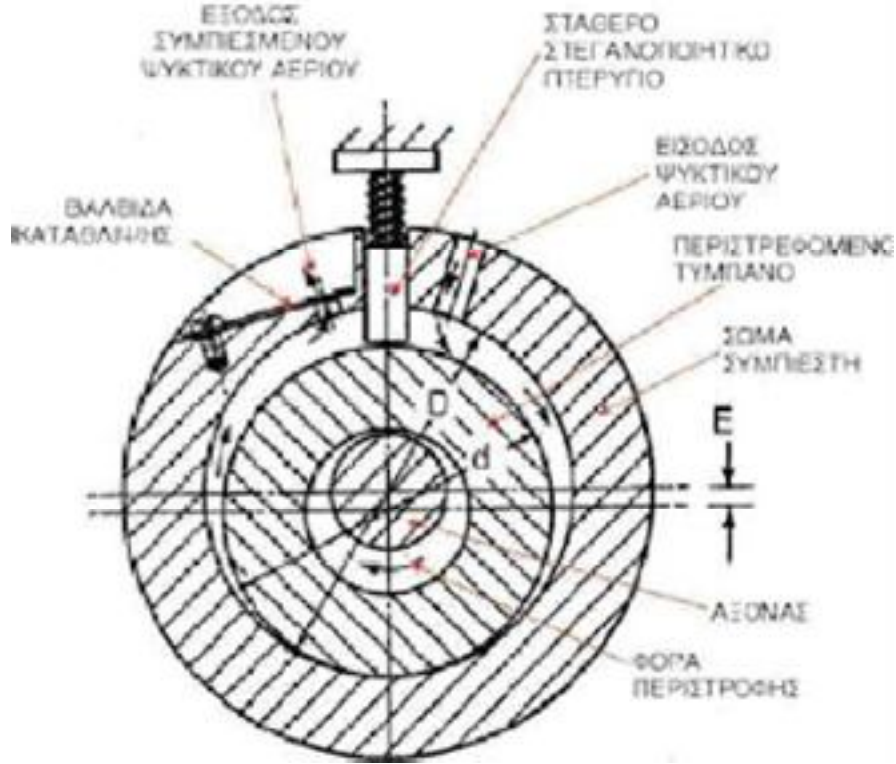
1. *Ανοικτού τύπου* είναι αυτοί που ο κινητήρας (ηλεκτρικός ή άλλος) είναι ξεχωριστός από τον συμπιεστή. Η κίνηση μεταδίδεται μέσω καταλλήλου συνδέσμου (π.χ. τροχαλίες, μεταλλικό κόμπλερ κλπ.).

2. *Ημιαρμητικού τύπου* συμπιεστές είναι αυτοί που ο ρότορας του ηλεκτροκινητήρα και ο άξονας ή στρόφαλος του συμπιεστή είναι κοινός. Το αέριο ψυκτικό μέσο διέρχεται μέσα από το σώμα του ηλεκτροκινητήρα.

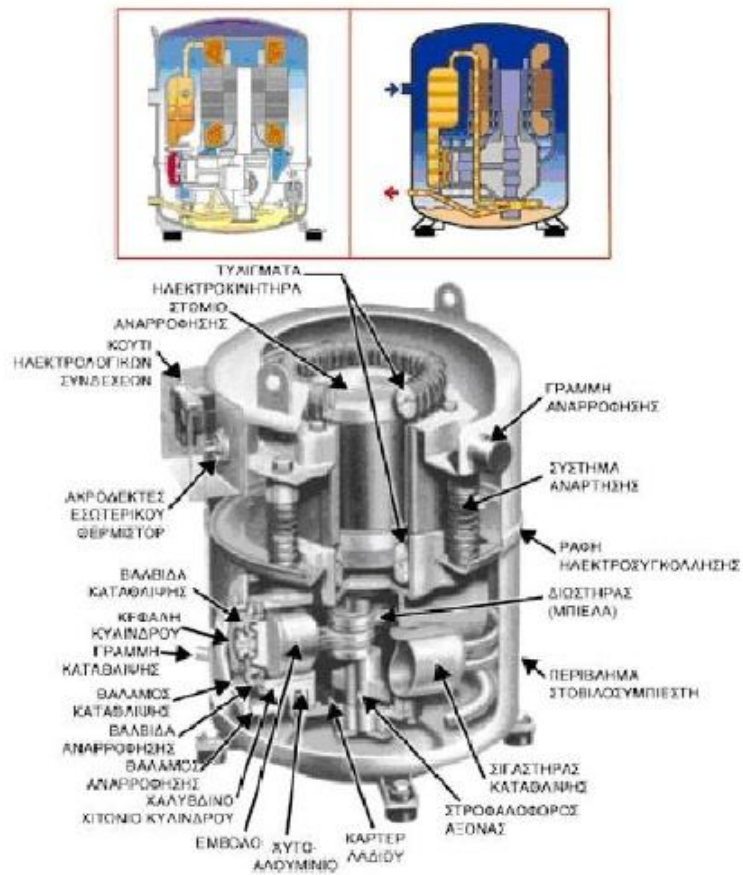
3. *Ερμητικού τύπου* συμπιεστές είναι αυτοί που κινητήρας και συμπιεστής είναι μέσα σε κοινό κλειστό περίβλημα.



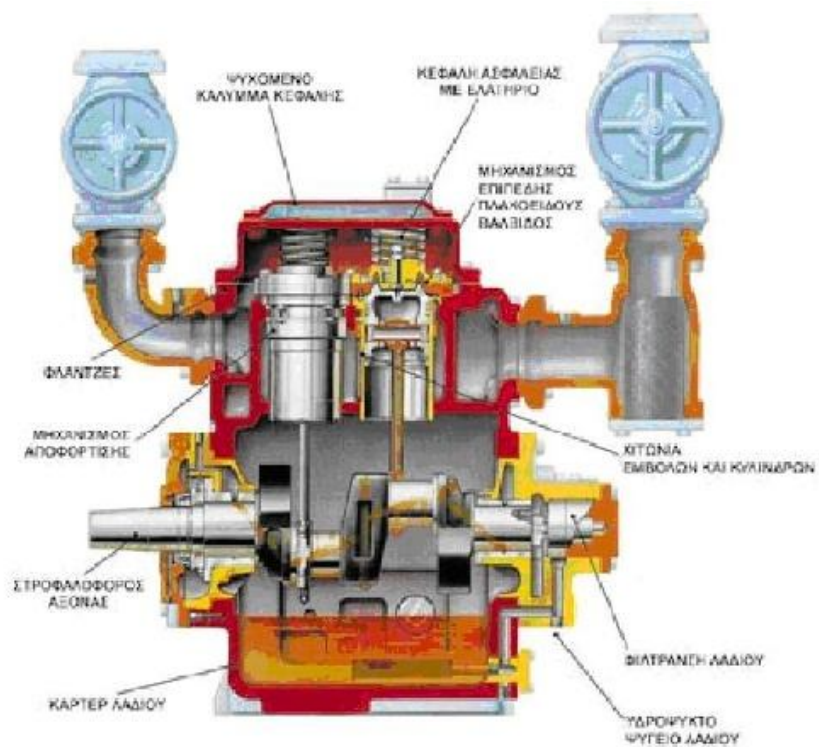
Εικόνα 6.1.1.1: Τομή συμπιεστή με περιστρεφό μενο στρόφεα και κινητά στεγανοποιητικά πτερύγια



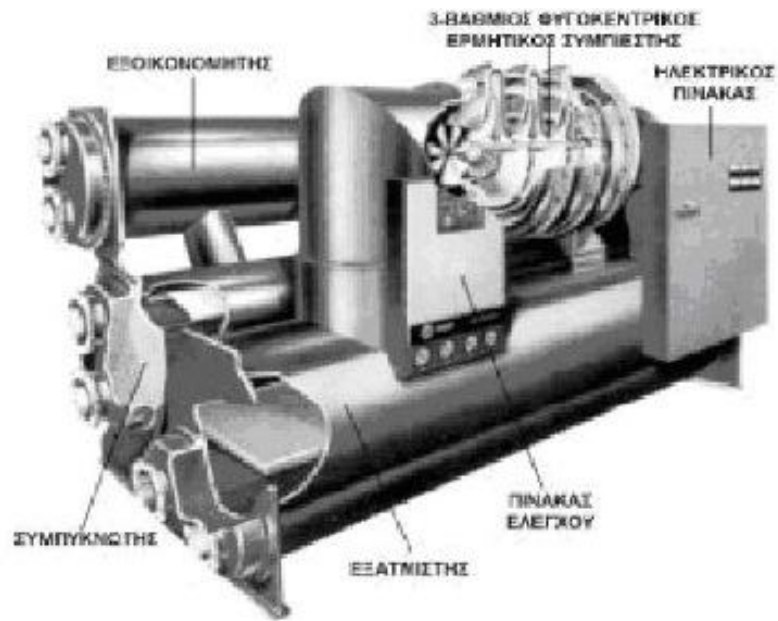
Εικόνα 6.1.1.2: Αρχή λειτουργίας περιστροφικού συμπιεστή με έκκεντρο τύμπανο και σταθερό στεγανοποιητικό πτερύγιο



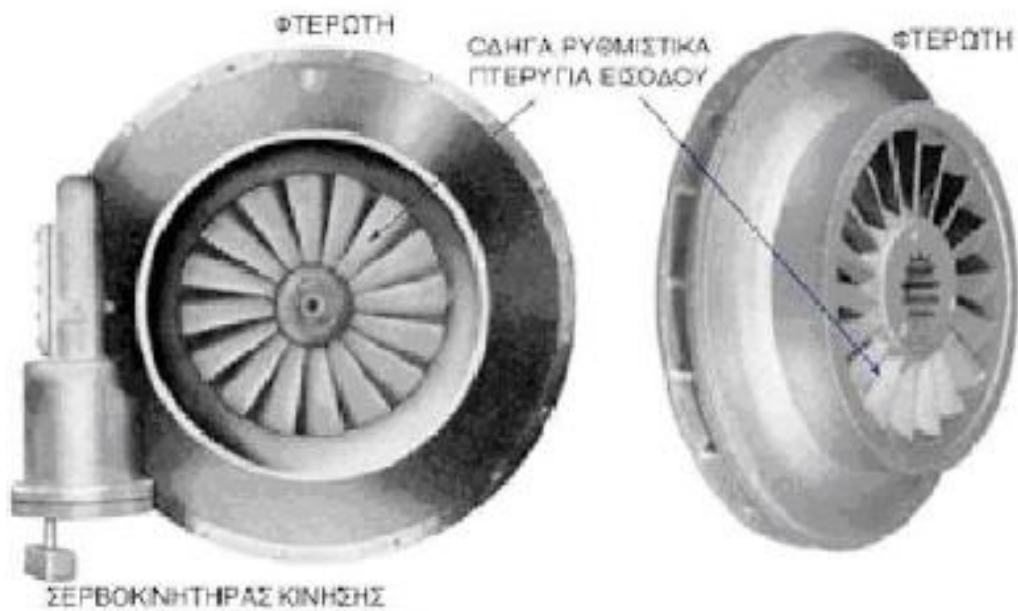
Εικόνα 6.1.1.3: Τομή ερμητικού παλινδρομικού συμπιεστή



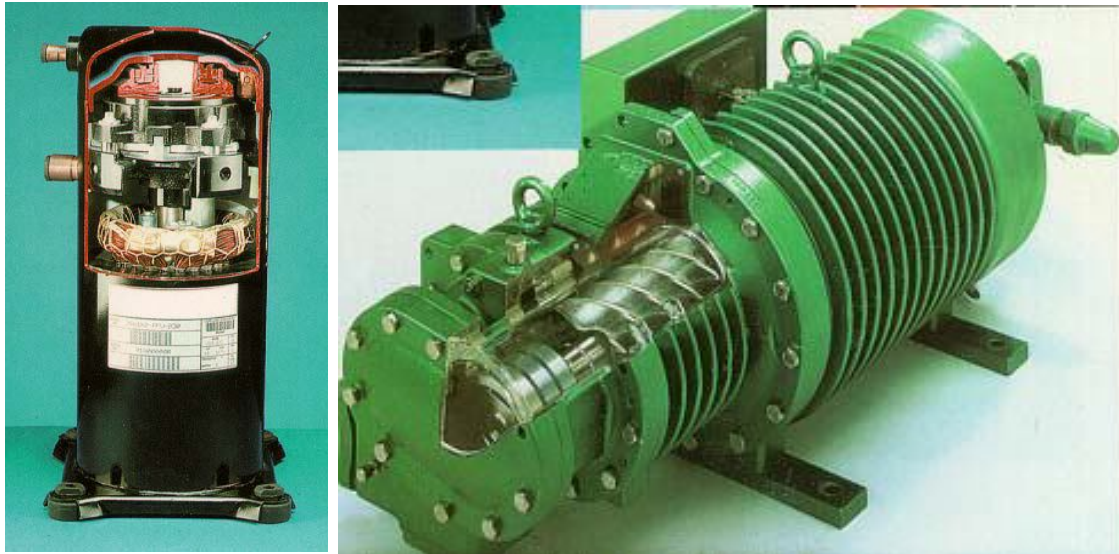
Εικόνα 6.1.1.4: Τομή σύγχρονου παλινδρομικού συμπιεστή με επίπεδες πλακοειδείς βαλβίδες



Εικόνα 6.1.1.5: Ψυκτικό συγκρότημα με 3-βάθμιο ερμητικό φυγοκεντρικό συμπιεστή, υδρόψυκτο συμπυκνωτή και εξοικονομητή



Εικόνα 6.1.1.6: Φτερωτή φυγοκεντρικού συμπιεστή με τα οδηγία ρυθμιστικά πτερύγια εισόδου



Εικόνα 6.1.1.7: Ερμητικού και ημιερμητικού τύπου Συμπιεστές

Μπορούμε επίσης να διακρίνουμε τους συμπιεστές ανάλογα με τη στιβαρότητα κατασκευής, τη χρήση για την οποία προορίζονται και το κόστος κατασκευής σε:

1. *Ελαφρού τύπου:* μικροί, ερμητικού τύπου
2. *Εμπορικού τύπου ή μέσου:* ημιερμητικοί μέσης απόδοσης, κατάλληλοι για ψυγεία καταστημάτων επίσης ανοικτού τύπου χωρίς αντικαθιστόμενα χιτώνια.
3. *Βιομηχανικού τύπου:* μέσης και μεγάλης απόδοσης, με αντικαθιστόμενα χιτώνια, με μεγάλη αντοχή σε μακροχρόνια και συνεχή χρήση.

6.2.1 Παλινδρομικοί Συμπιεστές

Είναι ο πλέον κοινός τύπος συμπιεστή. Συνίσταται από 1 έως 16 κυλίνδρους. Ένας μικρός παλινδρομικός συμπιεστής απορροφά λιγότερο από 10kW, ένας μεσαίου μεγέθους 10-50kW και τέλος ένας μεγάλου μεγέθους με πολλαπλούς κυλίνδρους από 50kW και πάνω. Οι πιο σύγχρονοι είναι οι παλινδρομικοί και είναι σχετικά πολύστροφοι <1800 rpm. Η ταχύτητα περιστροφής έχει περιορισμένο εύρος γιατί με την αύξηση της πάνω από κάποια τιμή μειώνεται η ροή του ψυκτικού μέσου (ατμοποιημένου) μέσω των βαλβίδων (επιτρεπόμενα όρια 60m/s στο R-717, 46m/s στο R12 και R22).

Οι πιο συνηθισμένοι παλινδρομικοί συμπιεστές, διακρίνονται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας τους σε:

1. *Μονοβάθμιους (Single):* μπορούν να πετύχουν θερμοκρασίες αναρρόφησης έως - 45.5οC, με θερμοκρασία συμπύκνωσης 35οC και χρήση ψυκτικού μέσου R-502.

2. Χαμηλής βαθμίδας (Booster): λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες κυρίως με ψυκτικό μέσο R22 και R-717 (-65oC με R22 και -54oC με R717).

3. Διβάθμιους συμπιεστές: πετυχαίνουν θερμοκρασίες χαμηλές έως -62oC με χρήση R22. Ο διβάθμιος συμπιεστής πετυχαίνει την χαμηλή και υψηλή βαθμίδα ενός διβάθμιου κύκλου μέσα σε ένα κέλυφος και με τον ίδιο κινητήρα. Ορισμένοι κύλινδροι χρησιμοποιούνται για τη χαμηλή βαθμίδα, οι δε υπόλοιποι για την υψηλή.

6.3.1 Περιστροφικοί Συμπιεστές

Τους συμπιεστές όπου ο μηχανισμός συμπίεσης του αερίου ακολουθεί περιστροφική ή κυκλικής μορφής κίνηση τους χαρακτηρίζουμε σαν περιστροφικούς συμπιεστές. Διακρίνουμε τα εξής είδη:

Μικρής δυναμικότητας περιστροφικοί συμπιεστές είναι μικρού μεγέθους συμπιεστές και χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό, έχουν σχετικά μικρή στάθμη θορύβου, ελάχιστους κραδασμούς και ταχύτητα περιστροφής 2950 έως 3450 rpm. Κατασκευάζονται σε δύο τύπους:

Μεγάλης δυναμικότητας περιστροφικοί συμπιεστές. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε χαμηλή βαθμίδα (Booster) ψυκτικού κυκλώματος για θερμοκρασίες - 87oC έως - 20oC με μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως 6000m³/h και ιπποδυνάμεις έως 600 HP.

6.3.1.1 Συμπιεστές Ελικοειδούς Μορφής (Screw Type)

Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α. Με μονό έλικα:

Εφαρμόστηκαν μετά το 1960 στον κλιματισμό και τη βιομηχανική ψύξη. Αποτελούνται από ένα κοχλία (ρότορα) και ένα ζευγάρι τροχών αστεροειδούς μορφής. Ο κεντρικός κοχλίας έχει έξι (6) ελικοειδείς προεξοχές και οι δύο τροχοί από έντεκα (11) δόντια, που βρίσκονται σε δύο αντίθετες πλευρές από τον κεντρικό κοχλία.

Κατά την συνεχή περιστροφή του κοχλίας και των αστεροειδών τροχών διακρίνουμε τρεις φάσεις: Αναρρόφηση, Συμπίεση, Κατάθλιψη

β. Με δίδυμο έλικα (Screw Type):

Οι συμπιεστές με δίδυμο έλικα αναπτύχθηκαν μετά το 1930. Στη βιομηχανία ψύχους εφαρμόστηκαν μετά την ανάπτυξη της μεθόδου εκτόξευσης λιπαντικού, το 1950.

Αποτελείται από δύο κοχλίες ελικοειδούς μορφής, που περιστρέφει ο ένας τον άλλο και το κέλυφός τους. Συνήθως οι δύο κοχλίες έχουν ίδια διάμετρο. Η συμπίεση γίνεται σε τέσσερις φάσεις: Αναρρόφηση-Μεταφορά -Συμπίεση-Κατάθλιψη

Οι ιπποδυνάμεις των κινητήρων των κοχλιωτών συμπιεστών κυμαίνονται μεταξύ 20 και 1500 HP. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτική και αξιόπιστη λειτουργία των κοχλιωτών συμπιεστών είναι η σωστή και αδιάκοπη λειτουργία του κυκλώματος κυκλοφορίας, εκτόξευσης, ανάκτησης και ψύξης του λιπαντικού. Στους δίδυμους κοχλιωτούς συμπιεστές υπάρχει μηχανισμός για συνεχή μεταβολή του φορτίου συνήθως από 10% έως 100%. Το μηχανισμό μεταβολής του φορτίου κινεί ένα έμβολο που μετακινείται με τη βοήθεια της πίεσης του λιπαντικού.

6.3.1.2 Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (Turbocompressors)

Έχουν εφαρμογή στην βιομηχανική ψύξη και τον κλιματισμό κυρίως όπου απαιτούνται μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως και 50000 m³/h. Οι ταχύτητες περιστροφής κυμαίνονται από 1800 έως 90000 rpm και οι θερμοκρασία αναρρόφησης τους από - 100°C έως +10°C. Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 30. Εργάζονται με όλα τα ψυκτικά μέσα.

6.3.1.3 Συμπιεστές περιστροφικού ανεμιστήρα (Rotary Vane)

Ο συμπιεστής αυτού του τύπου αποτελείται από έναν άξονα που φέρει ακτινικά πτερύγια ο οποίος περιστρέφεται μέσα στο κέλυφος του ρότορα. Καθώς περιστρέφεται ο άξονας, ο όγκος του παγιδευμένου αερίου μειώνεται το αέριο συμπιέζεται και τελικά εκτονώνεται από την θυρίδα εξόδου. Το εύρος μεγέθους των συγκεκριμένων συμπιεστών κυμαίνεται από 1kW - 400kW.



Εικόνα 6.3.1.3.1: Συμπιεστές ψυγείων ημίκλειστοι



Εικόνα 6.3.1.3.2: Συμπιεστές σε τομή



Εικόνα 6.3.1.3.3: Συμπιεστής ψυγείου ανοιχτού τύπου



Εικόνα 6.3.1.3.4: Συμπιεστής ψυγείου ημίκλειστος

6.3.1.4. Σπειροειδής συμπιεστές (Scroll)

Και οι σπειροειδείς συμπιεστές είναι περιστροφικού τύπου με θετικό εκτόπισμα. Χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε μικρές συσκευές κλιματιστικών αντλιών θερμότητας (5 - 35kW) και συστήματα κλιματιστικών αυτοκινήτων.

Το σπειροειδές είναι ανοικτό σπείρωμα υποστηριζόμενο σε μια επίπεδη πλάκα. Η σπειροειδής διάταξη αποτελείται από δύο σπειροειδή: Το ένα είναι σταθερό και το άλλο, είναι τοποθετημένο σε σχέση με το σταθερό κατά γωνία 180°, κινούμενο γύρω από το σταθερό σημείο του σταθερού (παράλληλη μετατόπιση).

Καθώς το κινούμενο μετατοπίζεται παράλληλα, το αέριο εισέρχεται στο μεταξύ διάστημα των σπειροειδών και συγκεκριμένα στα άκρα της διάταξης. Καθώς το αέριο κινείται εσωτερικά, ο όγκος του κενού μειώνεται και το αέριο συμπιέζεται. Τέλος η θυρίδα εκτόνωσης ανοίγει και το αέριο εκτονώνεται. Ο σπειροειδής συμπιεστής έχει σταθερή σχέση συμπίεσης. Η σχέση συμπίεσης ρυθμίζεται από τον αριθμό των τυλιγμάτων του ανοικτού σπειρώματος και την θέση των θυρίδων αναρρόφησης και εκτόνωσης. Οι σπειροειδείς συμπιεστές είναι κατά 10% πιο αποδοτικοί από όλους του περιστροφικούς που χρησιμοποιούνται σήμερα στις κλιματιστικές μονάδες.

6.4 Απόδοση Συμπιεστή και Απόδοση Συστήματος

Είναι πολύ βασικό να αποδίδεται σωστά η διαφορά μεταξύ της απόδοσης του συμπιεστή και εκείνης του συστήματος ψύξης. Η παράμετρος της απόδοσης συγχέεται συχνά για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητο να δωθεί ξεκάθαρα η σχέση τους. Η απόδοση συμπιεστή συχνά παρουσιάζεται από τους κατασκευαστές είτε υπό μορφή διαγράμματος (Διάγραμμα 3) είτε από πίνακες απόδοσης και ισχύος για την περιοχή θερμοκρασιών συμπίκνωσης και εξάτμισης. Όταν λοιπόν μιλάμε για απόδοση του ψυκτικού συστήματος εννοούμε την ένδειξη της ενεργειακής απόδοσης ολόκληρου του ψυκτικού κύκλου. Συνήθως την εκφράζουμε με τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP). Ο συντελεστή συμπεριφοράς (COP) ενός ψυκτικού συγκροτήματος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες:

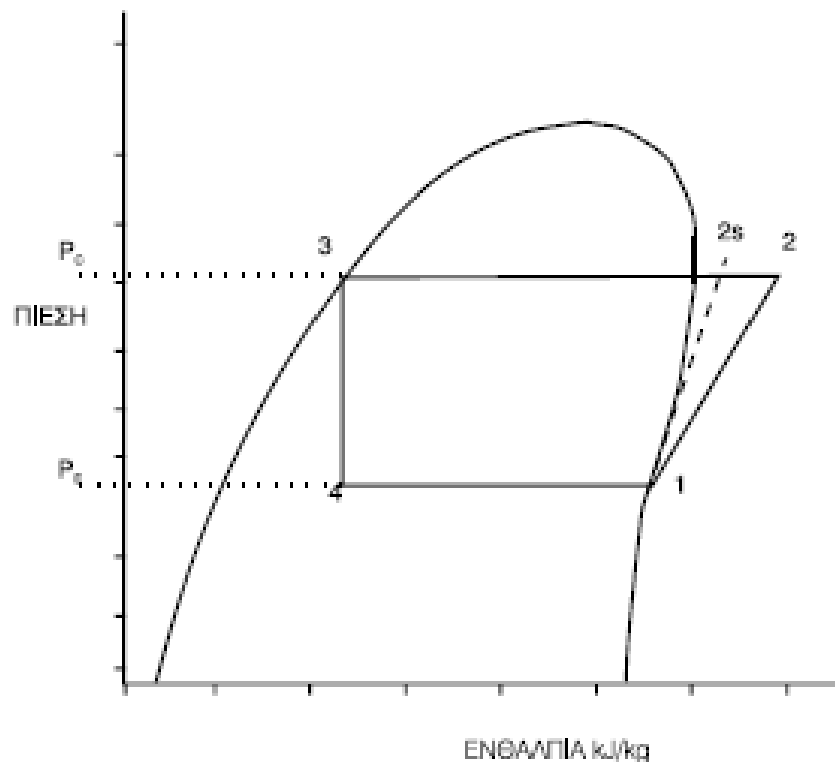
- Το ψυκτικό μέσο
- Τη διάταξη του κύκλου
- Τις θερμοκρασίες συμπίκνωσης και εξάτμισης
- Την απόδοση του συμπιεστή
- Τη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον βοηθητικό εξοπλισμό.

Κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες έχει μια συγκεκριμένη επίδραση στο COP και οπωσδήποτε στην συνολική ενεργειακή απόδοση.

Για παράδειγμα, μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης κατά 1°C μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή κατά 3%. Η ουσιαστική παρατήρηση που γίνεται άμεσα αντιληπτή είναι ότι η απόδοση του συμπιεστή είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή και κατ' επέκταση το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος ψύξης.

6.4.1 Υπολογισμός της Απόδοσης Συμπιεστή

Ο υπολογισμός της απόδοσης του συμπιεστή από τα στοιχεία του κατασκευαστή είναι απαραίτητος για τη διαμόρφωση του θερμοδυναμικού κύκλου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα ψυκτικών ιδιοτήτων. Το βασικό σχεδιάγραμμα ενός μονοβάθμιου κύκλου παρουσιάζεται στο Σχήμα με το αντίστοιχο διάγραμμα του Mollier (Διάγραμμα).



Εικόνα 6.4.1.1: Διάγραμμα Πίεσης - Ενθαλπίας (Mollier)

6.5 Συμπυκνωτές

6.5.1 Γενικά

Ο συμπυκνωτής είναι ένα από τα βασικότερα εξαρτήματα οποιασδήποτε ψυκτικής εγκατάστασης, όπου εισερχόμενο το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης εντός του αποβάλλει θερμότητα προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό, αέρας ή και τα δύο) και συμπυκνώνεται.

Μπορούμε να πούμε ότι ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, όπου εναλλάσσεται θερμότητα, μεταξύ ψυκτικού αερίου και μέσου συμπύκνωσης. Η επιφάνεια του συμπυκνωτή θα πρέπει να είναι κατά 25% μεγαλύτερη από την επιφάνεια του εξατμιστή για να μπορέσει να αποβληθεί όλη η απορροφηθείσα θερμότητα από το ψυκτικό ρευστό κατά τον κύκλο ψύξης. Διότι το ψυκτικό ρευστό κατά το κύκλο ψύξης απορροφά θερμότητα:

1. Εντός του εξατμιστή (όταν εξατμίζεται)
2. Εντός του συμπιεστή (όταν συμπιέζεται)
3. Εντός της γραμμής αναρρόφησης (όταν το μήκος της είναι κάπως μεγάλο και δεν είναι επαρκώς μονωμένη)

6.5.2 Κατάταξη Συμπυκνωτών

Οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ως προς το χρησιμοποιούμενο μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου.

Στους **Αερόψυκτους**

Στους **Υδρόψυκτους**

Στους **Ατμοποίησης ή Εξατμιζόμενου Τύπου**

6.5.3 Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές

Αερόψυκτοι λέγονται οι συμπυκνωτές εκείνοι οι οποίοι χρησιμοποιούν σαν μέσο συμπύκνωσης τον ατμοσφαιρικό αέρα του περιβάλλοντος. Η κυκλοφορία του αέρα ψύξης στους αερόψυκτους συμπυκνωτές γίνεται κατά δύο τρόπους:

- α) Με *φυσική κυκλοφορία* όπου ο αέρας ψύξης κυκλοφορεί ελεύθερα λόγω της βαρύτητας τους
- β) Με *βεβιασμένη κυκλοφορία* όπου ο αέρας κυκλοφορεί μέσω ανεμιστήρα. Ο αριθμός των σειρών των σωλήνων ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή μπορεί να είναι από μία (1) έως των (8)

Στις πρώτες σειρές των σωλήνων ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή ο αέρας απορροφά μεγαλύτερο ποσό θερμότητας από το ψυκτικό αέριο σε σύγκριση με τις τελευταίες σωληνώσεις όπου απορροφά λιγότερο ποσό θερμότητας επειδή η θερμοκρασία του έχει ήδη ανυψωθεί κατά τη διαδρομή του.

6.5.4 Υδρόψυκτοι Συμπυκνωτές

Υδρόψυκτοι καλούνται οι συμπυκνωτές οι οποίοι χρησιμοποιούν σα μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου, το νερό. Ειδικές εφαρμογές με αυξημένα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας είναι η χρήση του νερού από γεωθερμικά πηγάδια, λίμνες, ποτάμια, θάλασσα όπου η θερμοκρασία του νερού είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου το αποτέλεσμα είναι η σημαντική αύξηση του COP. Το χρησιμοποιούμενο νερό για τη συμπύκνωση του θερμού αερίου μέσα στο συμπυκνωτή μπορεί να χρησιμοποιείται είτε μια μόνο φορά και στη συνέχεια να πηγαίνει προς την αποχέτευση είτε να χρησιμοποιείται και πάλι αφού προηγουμένως ψυχθεί στον πύργο ψύξης. Η λειτουργία του υδρόψυκτου συμπυκνωτή είναι όμοια με εκείνη του αερόψυκτου, δηλαδή στις πρώτες σωληνώσεις αποβάλλεται η θερμότητα υπερθέρμανσης, στη συνέχεια αρχίζει η συμπύκνωση και τέλος το ψυκτικό υγρό γίνεται υπόψυκτο στις τελευταίες σωληνώσεις του.

Είδη Υδρόψυκτων Συμπυκνωτών

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές από πλευράς κατασκευής διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες

1. Συμπυκνωτές με διπλές σωληνώσεις Double Tube (ο ένας σωλήνας εντός του άλλου σωλήνα)
2. Συμπυκνωτές με κέλυφος και στοιχείο Shell & Coil (σπειροειδής σωλήνας εντός κελύφους)
3. Συμπυκνωτές με κέλυφος και σωληνώσεις Shell & Tube (επιμήκεις σωλήνες εντός κελύφους)

6.5.5 Συμπυκνωτές Εξατμιζόμενου Τύπου

Οι συμπυκνωτές αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ως μέσο συμπύκνωσης το νερό και τον αέρα ταυτόχρονα. Το μεν νερό αντλείται με την βοήθεια κυκλοφορητή από την δεξαμενή όπου βρίσκεται στο κατώτατο μέρος του συμπυκνωτή και τροφοδοτείται από το δίκτυο παροχής (πόλεως ή άλλης πηγής). Η θερμότητα η οποία αποβάλλεται από το ψυκτικό αέριο προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό και αέρας) είναι *αισθητή και λανθάνουσα*.

Όμως, για να προκληθεί η εξατμηση του νερού, θα πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να έχει χαμηλή θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, δηλαδή να είναι όσο το δυνατό ξερός, διότι ο αέρας διερχόμενος δια μέσου των σωληνώσεων του συμπυκνωτή θερμαίνεται, και υγραίνεται με συνέπεια να μην υπάρχουν πλέον άλλα περιθώρια.



Εικόνα 6.5.5.1: Συμπυκνωτής με κέλυφος και σωληνώσεις



Εικόνα 6.5.5.2: Αυλοί συνδεδεμένοι με τις αυλοφόρες πλάκες



Εικόνα 6.5.5.3: Θερμοεκτονωτική βαλβίδα



Εικόνα 6.5.5.4: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα

6.6 Εκτονωτικές Βαλβίδες

6.6.1 Γενικά

Η εκτονωτική βαλβίδα είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης που με την συνεργασία του συμβάλλει :

1. Στον έλεγχο της ακριβής ποσότητας του διερχόμενου ψυκτικού ώστε ο εξατμιστής να μη παρουσιάζει έλλειψη ή υπερχειλίση ψυκτικού. Το αποτέλεσμα είναι η μονάδα να εργάζεται με τη μέγιστη της απόδοση και χωρίς να υπερφορτίζεται.
2. Προκαλώντας την εκτόνωση του υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού, μειώνοντας την πίεση και την θερμοκρασία του σε επίπεδα λειτουργίας του εξατμιστή.

6.6.2 Είδη Εκτονωτικών Βαλβίδων

Τα είδη των χρησιμοποιούμενων εκτονωτικών βαλβίδων είναι 5:

1. Ο τριχοειδής σωλήνας
2. Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής πίεσης
3. Η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα ή θερμοεκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης
4. Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς
5. Η βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

6.6.3 Τριχοειδής Σωλήνας

Ο τριχοειδής σωλήνας είναι μια εκτονωτική βαλβίδα η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά στις μικρές ψυκτικές εγκαταστάσεις, όπως π.χ. στα οικιακά ψυγεία, στις κλιματιστικές συσκευές δωματίου, καθώς επίσης και στις μικρές επαγγελματικές μονάδες.

6.6.4 Αυτόματη Εκτονωτική Βαλβίδα

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα όπως και κάθε άλλη εκτονωτική εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

Πρώτο, ρυθμίζει την απαιτούμενη ποσότητα του ψυκτικού υγρού, η οποία πρέπει να εισέλθει μέσα στον εξατμιστή, ανάλογα με το υπάρχον θερμικό φορτίο μέσα στο θάλαμο ψύξης.

Δεύτερο, προκαλώντας την εκτόνωση του ψυκτικού υγρού που βρίσκεται σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία, μειώνοντας δηλαδή την υψηλή πίεση και θερμοκρασία, στα επίπεδα πίεσης και θερμοκρασίας του εξατμιστή.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

Η ρύθμιση της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι πρακτική και εύκολη. Οι συνθήκες λειτουργίας της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι σχεδόν σταθερές και δεν επηρεάζονται από άλλους παράγοντες όπως συμβαίνει με τις άλλες εκτονωτικές βαλβίδες, (θέση και κατάσταση βολβού θερμοεκτονωτικής)

Μειονεκτήματα

Όταν αυξάνεται το φορτίο θερμότητας αντί να στείλει περισσότερο ψυκτικό υγρό μέσα στον εξατμιστή προς αντιμετώπιση του, επιτρέπει λιγότερο ψυκτικό να εισέλθει, με συνέπεια να εξατμιστεί και να μειώνεται η ψυκτική ικανότητα.

Όταν ελαττώνεται το φορτίο θερμότητας του ψυκτικού θαλάμου, αντί να περιορίσει την εισερχόμενη ποσότητα μέσα στον εξατμιστή επιτρέπει μεγαλύτερη της επιτρεπόμενη ποσότητας να εισέλθει με αποτέλεσμα την υπερχειλίση.

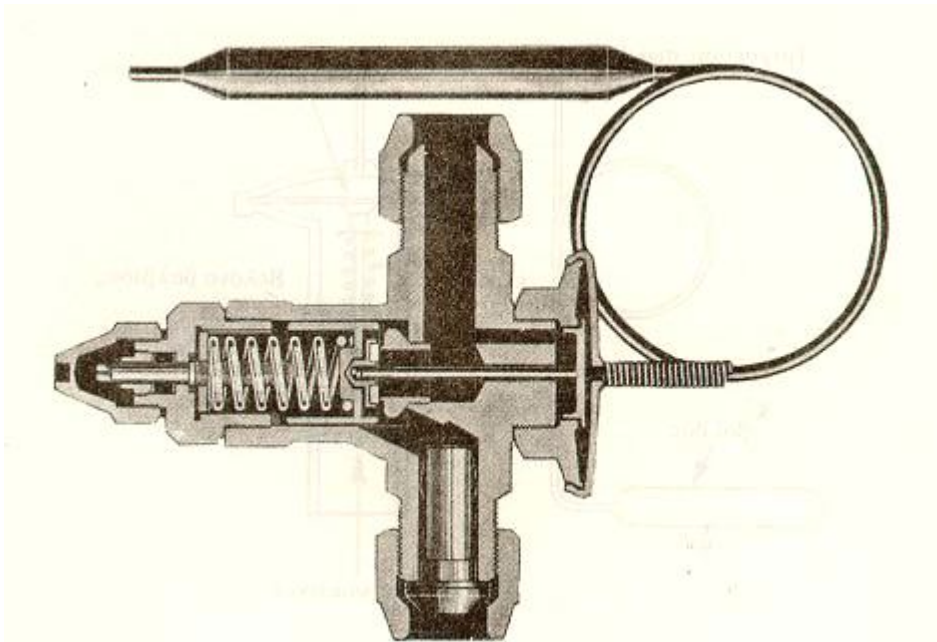
Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα όπως και ο τριχοειδής σωλήνας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου τον συμπιεστή ελέγχει *πρεσοστάτης*, παρά μόνον με *θερμοστάτη*.

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα χρησιμοποιείται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου το φορτίο θερμότητας είναι μικρό και σταθερό π.χ. συντηρητές παγωτών και ψύκτες νερού.

6.6.5 Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα

Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα είναι ακριβώς η ίδια με κάθε άλλη εκτονωτική βαλβίδα.

Η κατασκευή της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας κατέστη αναγκαία λόγω των παρουσιαζομένων μειονεκτημάτων των άλλων εκτονωτικών βαλβίδων. Η χρήση της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι ευρεία τόσο στις ψυκτικές εγκαταστάσεις βιομηχανία - εμπόριο, όσο και στον κλιματισμό, με εξαίρεση τα κλιματιστικά δωματίων που έχουν τριχοειδή σωλήνα.



Εικόνα 6.6.5.1: Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι ο τριχοειδής σωλήνας και ο βολβός.

Η αρχή λειτουργίας της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας στηρίζεται επί της διαφοράς των πιέσεων του βολβού της αφ' ενός και των πιέσεων στοιχείου και ρυθμιστικού ελατηρίου αφ' ετέρου.

Όμως ο έλεγχος της κανονικής λειτουργίας της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας εξασφαλίζεται από τη διαφορά των θερμοκρασιών εξάτμισης ψυκτικού υγρού και θερμοκρασίας ψυκτικού αερίου στη θέση τοποθέτησής του βολβού, δηλαδή από την υπερθέρμανση. Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα δεν λειτουργεί βάσει μιας εκ των προτέρων καθορισμένης σταθερής πίεσης (όπως στην αυτόματη εκτονωτική), αλλά βάσει μιας προκαθορισμένης σταθερής υπερθέρμανσης. Γι αυτό τον λόγο ονομάζεται και βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης.

Καθ' όλο το χρονικό διάστημα που λειτουργεί ο συμπιεστής και το στοιχείο αφαιρεί θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο, η θερμοεκτονωτική βαλβίδα περιορίζει συνεχώς την ποσότητα του εισερχόμενου υγρού εντός του στοιχείου. *Ακριβώς το αντίθετο της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας* Όταν αυξάνεται το φορτίο θερμότητας εντός του ψυχόμενου χώρου, τότε η θερμοεκτονωτική βαλβίδα στέλνει περισσότερο υγρό για να καλύψει τη νέα απαίτηση, ενώ αντίθετα όταν ελαττώνεται το φορτίο περιορίζει την εισερχόμενη ποσότητα εντός του εξατμιστή.

6.6.6 Εκτονωτική Βαλβίδα Επίπλευσης Χαμηλής Πλευράς

Η εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής σκοπό έχει να διατηρεί μία σταθερή στάθμη ψυκτικού εντός του εξατμιστή όπου και είναι τοποθετημένη.

Αποτελείται από ένα μεταλλικό πλωτήρα (χάλκινο) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το μοχλικό σύστημα κινήσεως της βελόνας η οποία κινείται αντίθετα προς τον πλωτήρα. Έτσι όσο λειτουργεί ο συμπιεστής και απορροφά τους ψυκτικούς ατμούς από το στοιχείο και η στάθμη του υγρού κατέρχεται, τόσο ο πλωτήρας κατέρχεται για να ανέλθει η βελόνα και να επιτρέψει την είσοδο νέας ποσότητας ψυκτικού διατηρώντας έτσι τη στάθμη του υγρού εντός του στοιχείου σταθερή. Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής χρησιμοποιήθηκε παλιότερα στα οικιακά ψυγεία, σήμερα δεν χρησιμοποιείται.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

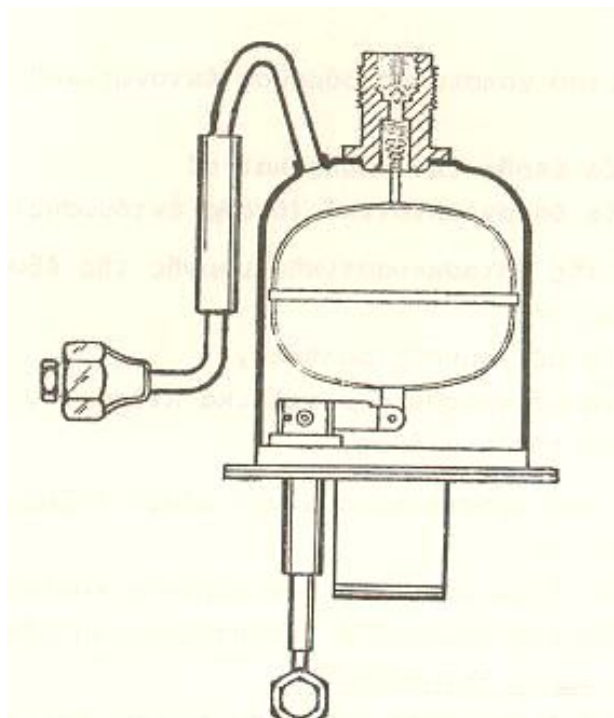
1. Κατά την παύση λειτουργίας του συμπιεστή οι πιέσεις χαμηλής και υψηλής εξισώνονται, πράγμα που καθιστά την εκκίνηση του συμπιεστή περισσότερο εύκολη και φυσικά δεν τον υπερφορτίζει.
2. Η φόρτιση της ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό δεν είναι κρίσιμη, υπάρχουν περιθώρια ως προς το ακριβές βάρος.

Μειονεκτήματα

1. Η ψυκτική μονάδα πρέπει να είναι οριζοντιωμένη (αλφαδιασμένη) για να μπορεί να λειτουργεί η βαλβίδα.
2. Η αυξημένη παρουσία ψυκτελαίου στην επιφάνεια του ψυκτικού μέσα στον εξατμιστή δημιουργεί ανωμαλίες στη λειτουργία της βαλβίδας.

6.6.7 Εκτονωτική Βαλβίδα Επίπλευσης Υψηλής Πλευράς

Η κατασκευή της βαλβίδας αυτού του τύπου είναι σχεδόν όμοια με την βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς. Η διαφορά είναι στη θέση όπου είναι τοποθετημένη και στο αντίστροφο της κίνησης πλωτήρα και βελόνας βαλβίδας. Κατά τη διακοπή λειτουργίας του συμπιεστή η στάθμη του υγρού κατέρχεται και η βαλβίδα κλείνει. Η βαλβίδα αυτή χρησιμοποιήθηκε σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η φόρτιση της μονάδας με ψυκτικό είναι κρίσιμη, διότι όταν πληρωθεί με μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης ποσότητας υγρού, τότε θα υπερχειλίσει το στοιχείο και με αυτό τον τρόπο θα μειωθεί η ψυκτική ικανότητα του εξατμιστή. Τέλος τόσο η βαλβίδα με πλωτήρα στη χαμηλή, όσο και στη υψηλή χρησιμοποιούνται στις μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις αμμωνίας.



Εικόνα 6.6.7.1: Εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

6.7 Εξατμιστές ή Ψυκτικά Στοιχεία

Ο εξατμιστής ή ψυκτικό στοιχείο είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η εξάτμιση του ψυκτικού υγρού (ψυκτικό μέσο). Λόγω των ποικίλων απαιτήσεων στις εφαρμογές της ψύξης και προς αντιμετώπιση τους οι εξατμιστές κατασκευάζονται και λειτουργούν κατά διάφορους τρόπους. Έτσι τους εξατμιστές τους κατατάσσουμε στις εξής βασικές κατηγορίες:

1. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου εκτονωτικού μέσου (βαλβίδας) σε:

- Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης και σε
- Στοιχεία υπερχειλιστικά (υγρής εκτόνωσης)

2. Αναλόγως της κατασκευαστικής μορφής της εσωτερικής τους επιφάνειας σε:

- Στοιχεία με γυμνούς σωλήνες,
- Στοιχεία με πρόσθετα μεταλλικά πτερύγια
- Στοιχεία τύπου πλάκας

3. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου μέσου ψύξης, χώρου και προϊόντων, σε:

- Στοιχεία αέρα (φυσικής ή βιασμένης κυκλοφορίας)
- Στοιχεία βυθιζόμενου ή εμβαπτιζόμενου τύπου,

6.7.1 Στοιχεία Ξηρής Εκτόνωσης

Ονομάζουμε Εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης εκείνους που λειτουργούν με τις παρακάτω εκτονωτικές βαλβίδες: θερμοεκτονωτική, αυτόματη εκτονωτική και τριχοειδή σωλήνα.

Τα στοιχεία ξηρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται ευρέως στην εμπορική ψύξη. Η επιτρεπόμενη πτώση πίεσης πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους ώστε να μη μειώνεται η ταχύτητα του ψυκτικού κάτω του ορίου κατά το οποίο να συσσωρεύεται το ψυκτέλαιο εντός του εξατμιστή και να μειώνει τη ψυκτική του ικανότητα λόγω ατελούς εξάτμισης του υγρού.

6.7.2 Στοιχεία Υπερχειλιστικά ή Υγρής Εκτόνωσης

Υπερχειλιστικά ή υγρής εκτόνωσης στοιχεία καλούμε εκείνα τα οποία χρησιμοποιούν ως εκτονωτικά μέσα τις βαλβίδες επιπλεύσεως χαμηλής και υψηλής πλευράς. Τα στοιχεία υγρής εκτονώσεως είναι πάντοτε γεμάτα με ψυκτικό υγρό ανεξάρτητα από το εκάστοτε φορτίο του ψυκτικού θαλάμου η δε στάθμη του ελέγχεται από ένα πλωτήρα (όπως έχουμε αναφέρει προγενέστερα)

6.7.3 Στοιχεία Με Γυμνές Σωληνώσεις

Τα στοιχεία με γυμνές σωληνώσεις είναι ένα μεταλλικό συγκρότημα αποτελούμενο από χάλκινους σωλήνες διαφόρων διαμέτρων εάν κυκλοφορεί εντός του Freon ή από χαλυβδοσωλήνες, εάν κυκλοφορεί αμμωνία, διότι όπως γνωρίζουμε η αμμωνία διαβρώνει το χαλκό.

6.7.4 Στοιχεία Με Πτερύγια

Επειδή οι εξατμιστές ξηράς εκτόνωσης, οι οποίοι σήμερα κυριαρχούν στην εμπορική ψύξη, είχαν μικρή απόδοση με τους γυμνούς σωλήνες σκέφθηκαν να τους αυξήσουν την ενεργό επιφάνεια τους, βέβαια χωρίς να αυξήσουν το μήκος και την διάμετρο των σωληνώσεων, επειδή θα ήταν οικονομικά ασύμφοροι.

Έτσι τοποθετώντας επάνω στους γυμνούς σωλήνες του στοιχείου μεταλλικά πτερύγια, αυξάνεται η επιφάνεια με αποτέλεσμα η ψυκτική ικανότητα τους να βελτιώνεται αισθητά.

Οι εξατμιστές με πτερύγια μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για θερμοκρασία κάτω των 0ο C λόγω των λειτουργούντων αυτομάτων συστημάτων αποψύξεως.

6.7.5 Στοιχεία Τύπου Πλάκας

Τα στοιχεία αυτού του τύπου παρουσιάζονται σε δύο μορφές:

- α) στα στοιχεία εύτηκτης πλάκας και
- β) στα στοιχεία πλάκας.

Τα στοιχεία εύτηκτης πλάκας αποτελούνται από τον κυρίως σωλήνα εντός του οποίου κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό και από τα μεταλλικά φύλλα τα οποία κατάλληλα διαμορφωμένα συγκολλούνται για να αποτελέσουν ένα στεγανό διαμέρισμα. Τα στοιχεία ευτήκτου πλάκας χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών και ειδικότερα σε αυτοκίνητα ψυγεία και αυτοκίνητα συντηρήσεως και μεταφοράς παγωτών.

Τα στοιχεία τύπου πλάκας αποτελούνται από δύο φύλλα αλουμινίου τα οποία έχουν κατάλληλα πρεσαριστεί και στη συνέχεια συγκολληθεί. Τα στοιχεία τύπου πλάκας έχουν χαμηλό κόστος και ευκολία στον καθαρισμό τους (εξωτερικά) Χρησιμοποιούνται στα οικιακά ψυγεία.

6.7.6 Στοιχεία Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία φυσικής κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου δεν απαιτείται υψηλή ταχύτητα αέρα και υψηλή αφύγρανση των ψυχωμένων προϊόντων.

Τέτοιες ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι:

1. τα οικιακά ψυγεία
2. τα διάφορα ψυγεία-βιτρίνες όπου η θερμοκρασία είναι κάτω των 32oC
3. οι μεγάλες αποθήκες συντηρήσεως και αποθηκεύσεως τροφίμων τα οποία δεν χρειάζονται μεγάλη αφύγρανση.

Η κυκλοφορία του αέρα στα στοιχεία επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ στοιχείων και χώρου ψύξεως, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ποσόν του κυκλοφορούντος αέρα πάνω από το στοιχείο. Όμως η κυκλοφορία του αέρα εξαρτάται και από το μέγεθος το σχήμα και τη θέση τοποθέτησης του στοιχείου.

6.7.7 Στοιχεία Βεβιασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία βεβιασμένης κυκλοφορίας του αέρα εργάζονται με εκτονωτικές βαλβίδες (όχι με πλωτήρες) και αποτελούνται από σειρές χάλκινων σωληνώσεων επί των οποίων είναι τοποθετημένα τα πτερύγια για την αύξηση της επιφάνειας μεταφοράς της θερμότητας.

6.7.8 Στοιχεία Βυθιζόμενου ή Εμβαπτισμένου Τύπου

Στους εξατμιστές εμβαπτισμένου τύπου το μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς τον εξατμιστή είναι υγρό. Είτε νερό είτε άλμη. Τα στοιχεία αυτού του τύπου επειδή χρησιμοποιούν σα μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς το στοιχείο υγρό, έχουν το πλεονέκτημα ότι η απόδοση τους είναι κατά 50 έως 100 φορές μεγαλύτερη της απόδοσης των στοιχείων με αέρα. Τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα στοιχεία βυθιζόμενου τύπου είναι τα κάτωθι:

1. Σπειροειδείς εξατμιστές
2. Εξατμιστές σωλήνων εντός κελύφους (chillers)
3. Εξατμιστές τύπου δεξαμενής

1. Σπειροειδή Στοιχεία

Ο σπειροειδής εξατμιστής αποτελείται από ένα μεταλλικό κέλυφος μέσα στο οποίο υπάρχει ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο το οποίο συνήθως είναι ξηράς εκτόνωσης, όπου μέσα στο σπειροειδή εξατμιστή κυκλοφορεί το ψυκτικό και γύρω του το προς ψύξη υγρό. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα στους ψύκτες πόσιμου νερού και γενικά παγωμένων ποτών, όπου η θερμοκρασία τους κυμαίνεται γύρω στους 4o C.

2. Εξατμιστές Σωλήνων Εντός Κελύφους (CHILLERS)

Όπως και οι σπειροειδείς εξατμιστές έτσι και οι εξατμιστές αυτού του τύπου είναι ξηράς και υγράς εκτόνωσης με συνέπεια στην πρώτη περίπτωση το προς ψύξη νερό να περνά εκτός των σωλήνων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η εκτόνωση γίνεται γύρω στους σωλήνες και μέσα στο κέλυφος και η κυκλοφορία του νερού μέσα στους σωλήνες.

Το κέλυφος των εξατμιστών αυτού του τύπου είναι χαλύβδινο διαμέτρου από 8" έως 60" και έχει επαρκή θερμομόνωση. Μέσα στο κέλυφος υπάρχουν παράλληλοι σωλήνες χάλκινοι (αν κυκλοφορεί μέσα τους Freon) ή χαλύβδινοι αν κυκλοφορεί αμμωνία. Οι εξατμιστές ξηράς εκτόνωσης χρησιμοποιούνται στις μικρές και μέσες ψυκτικές εγκαταστάσεις (2-280 ψυκτικοί τόνοι) ενώ οι εξατμιστές υγρής εκτονώσεως χρησιμοποιούνται στις μέσες και μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις.

3. Εξατμιστές Τύπου Δεξαμενής

Ο εξατμιστής αυτού του τύπου αποτελείται από μια χαλύβδινη δεξαμενή μέσα στην οποία είναι τοποθετημένο ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο. Η δεξαμενή είναι πλήρης υγρού (άλμης ή νερού) το οποίο εισέρχεται από το άνω μέρος και εξέρχεται από το κάτω μέρος. Εντός του σπειροειδούς στοιχείου κυκλοφορεί το ψυκτικό, είτε Freon είτε αμμωνία και εκτονούνται. Οι εξατμιστές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συνήθως στις παγολεκάνες των παγοποιείων.

6.8 Ψυκτικά Μέσα

6.8.1 Γενικά

Η καταλληλότητα μιας χημικής ουσίας για τη χρησιμοποίησή της ως ψυκτικού μέσου σχετίζεται με τα θερμοδυναμικά, φυσικοχημικά και εμπορικά χαρακτηριστικά της. Ένα ψυκτικό μέσο για να χρησιμοποιηθεί σε μια ψυκτική εφαρμογή πρέπει να έχει τις παρακάτω βασικές ιδιότητες:

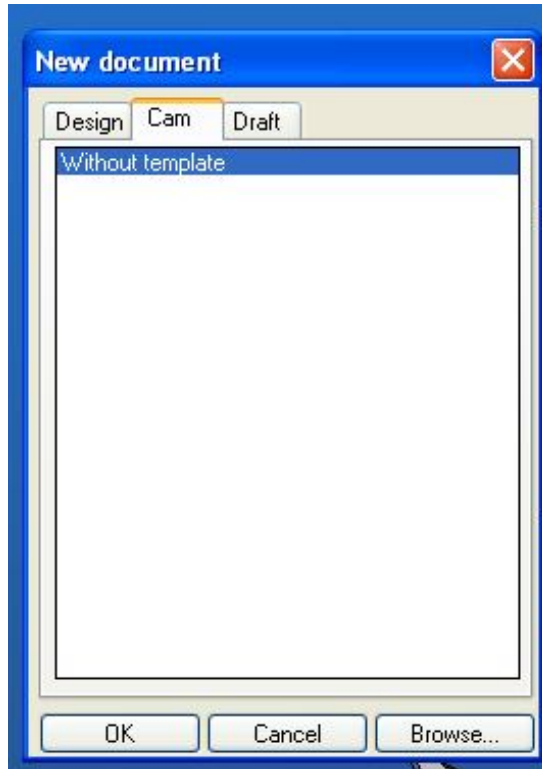
1. Χαμηλή θερμοκρασία βρασμού.
2. Υψηλή κρίσιμη θερμοκρασία σε σχέση με τη θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας του.
3. Μικρό ειδικό όγκο ατμών.
4. Να έχει καλές θερμοδυναμικές και θερμοφυσικές ιδιότητες.
5. Να μη διαβρώνει τα μέταλλα.
6. Να έχει σταθερές φυσικοχημικές ιδιότητες κατά τη διάρκεια της χρήσης του.
7. Να μην είναι αναφλέξιμο ή εκρηκτικό.
8. Να μην είναι τοξική ουσία.
9. Να γίνεται εύκολα ανίχνευση των διαρροών του.
10. Να έχει χαμηλό κόστος και να είναι διαθέσιμο στην αγορά.

Στην πράξη δεν υπάρχει χημική ουσία που να συγκεντρώνει όλες τις παραπάνω ιδιότητες. Για την επιλογή του ψυκτικού μέσου λαμβάνονται υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε σχέση με τις ειδικές συνθήκες εφαρμογής

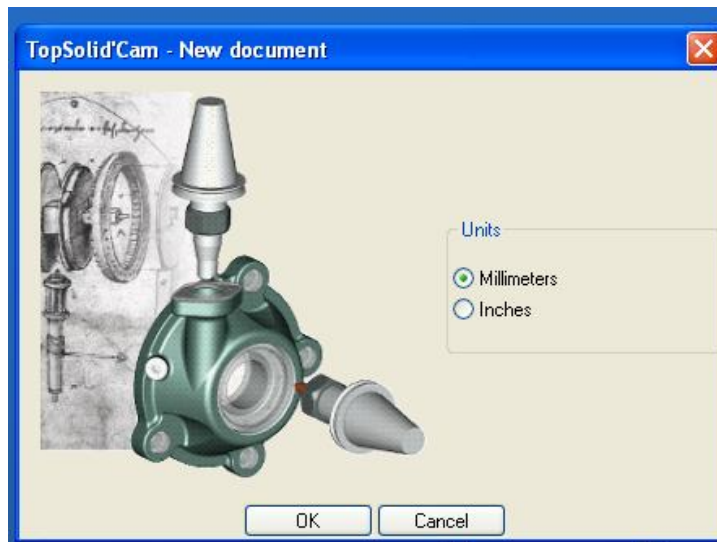
Τα ψυκτικά μέσα μπορούν να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες

- Αλογονοπαράγωγα των υδρογονανθράκων CFCs
- Υδρογονάνθρακες
- Ανόργανες ουσίες

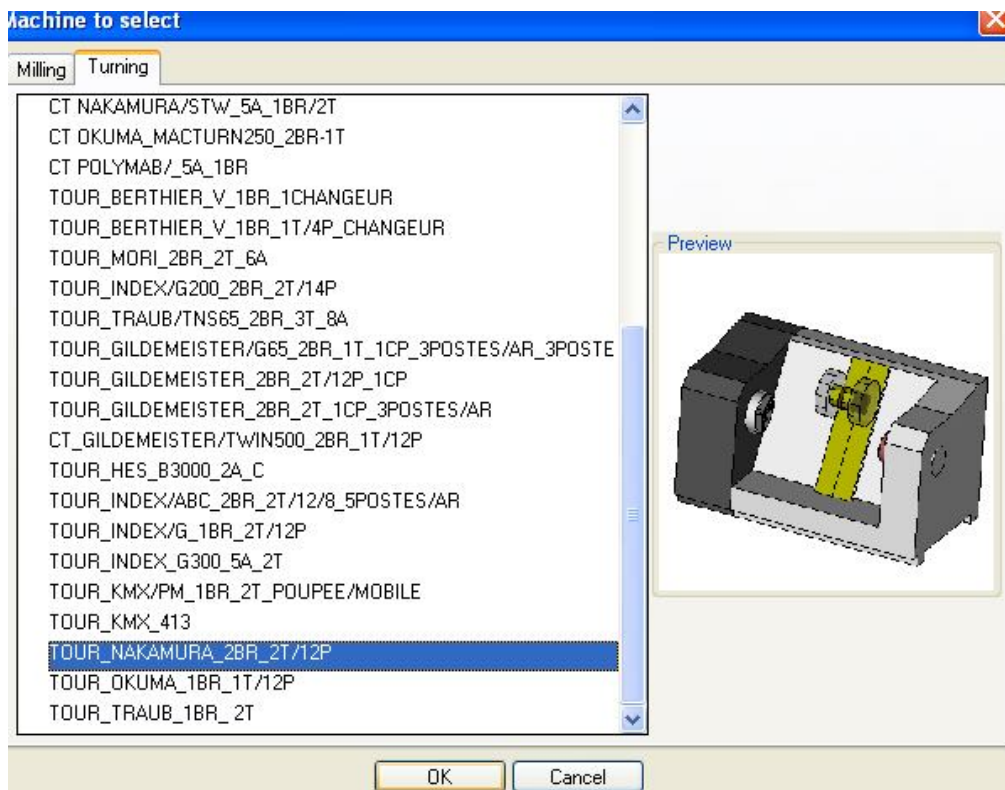
Τα ψυκτικά μέσα συμβολίζονται με το γράμμα R και ένα διψήφιο ή τριψήφιο αριθμό .



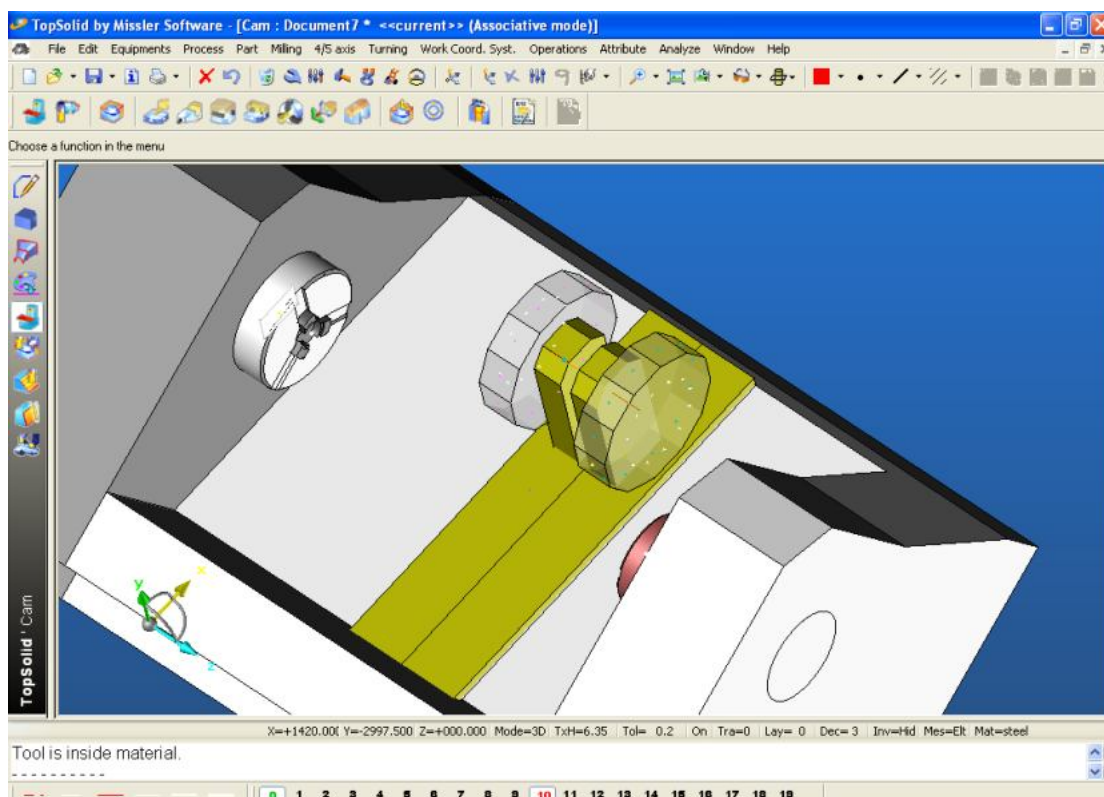
Δημιουργία νέου εγγράφου CAM (εικ. 1)



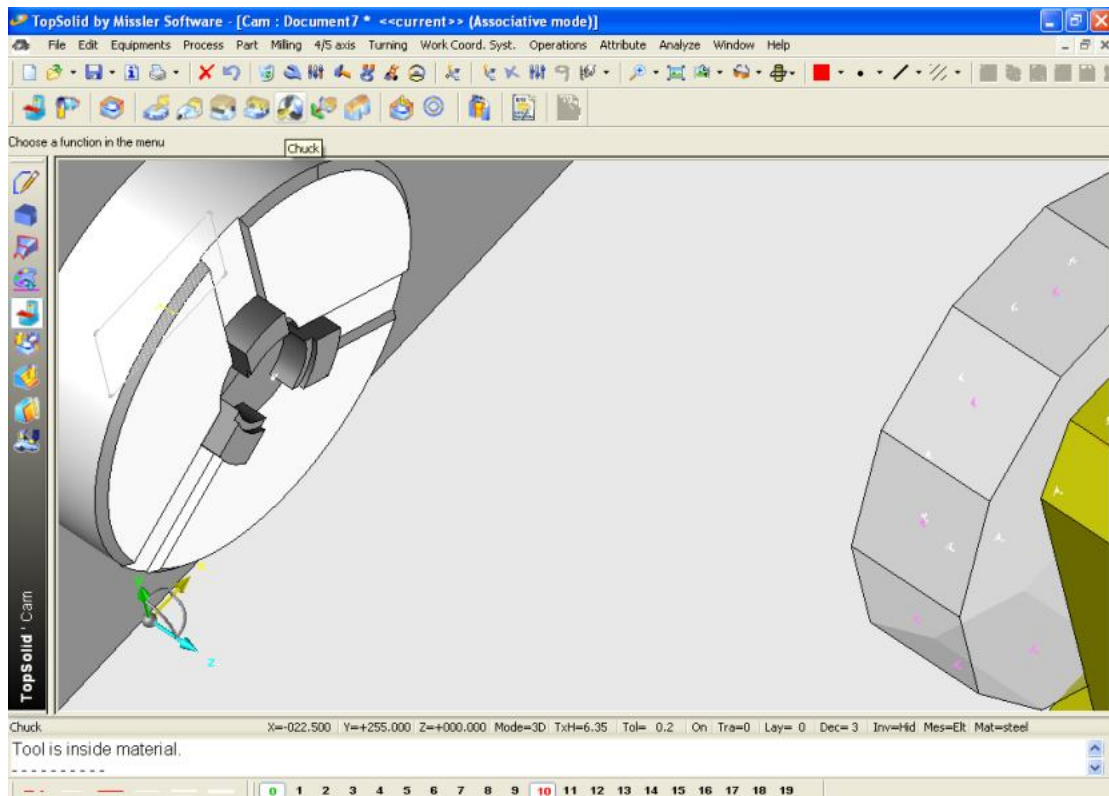
Επιλογή σε mm ή ίντσες (εικ. 2)



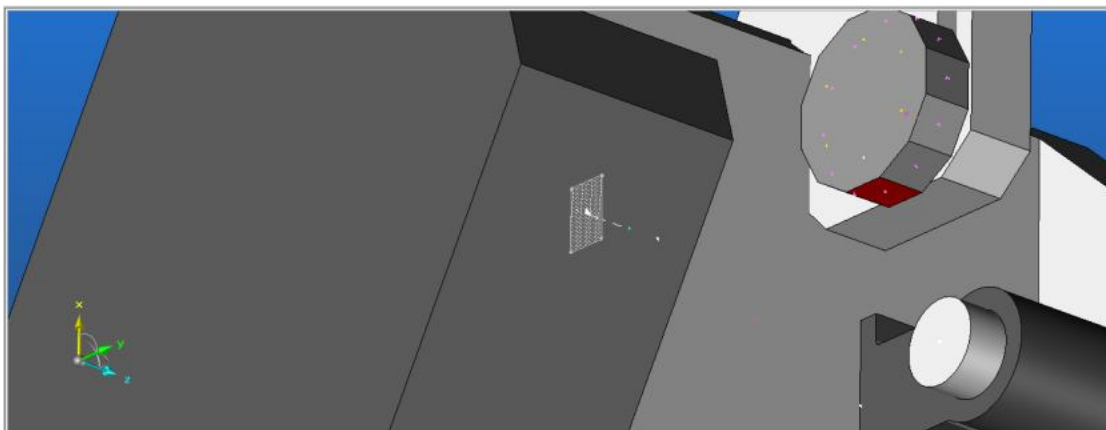
Επιλογή εργαλειομηχανής (εικ. 3)



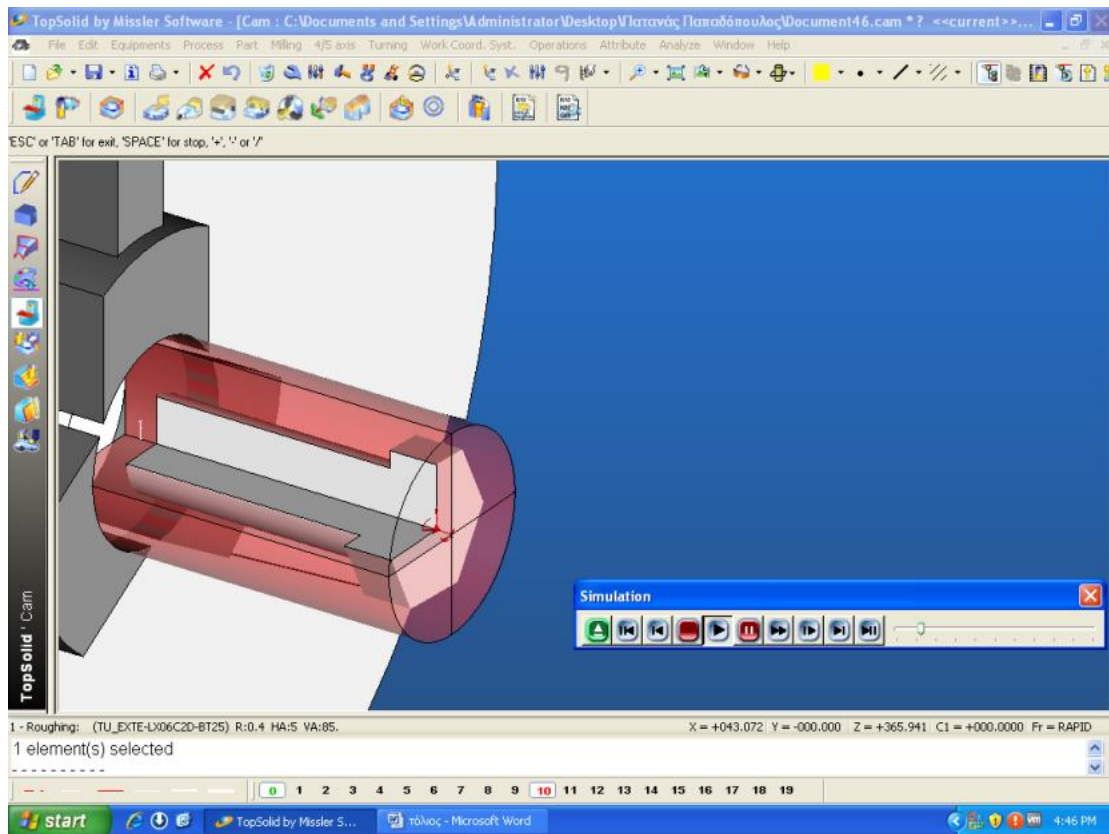
Εργαλειομηχανή σε πλήρη εμφάνιση (εικ. 4)



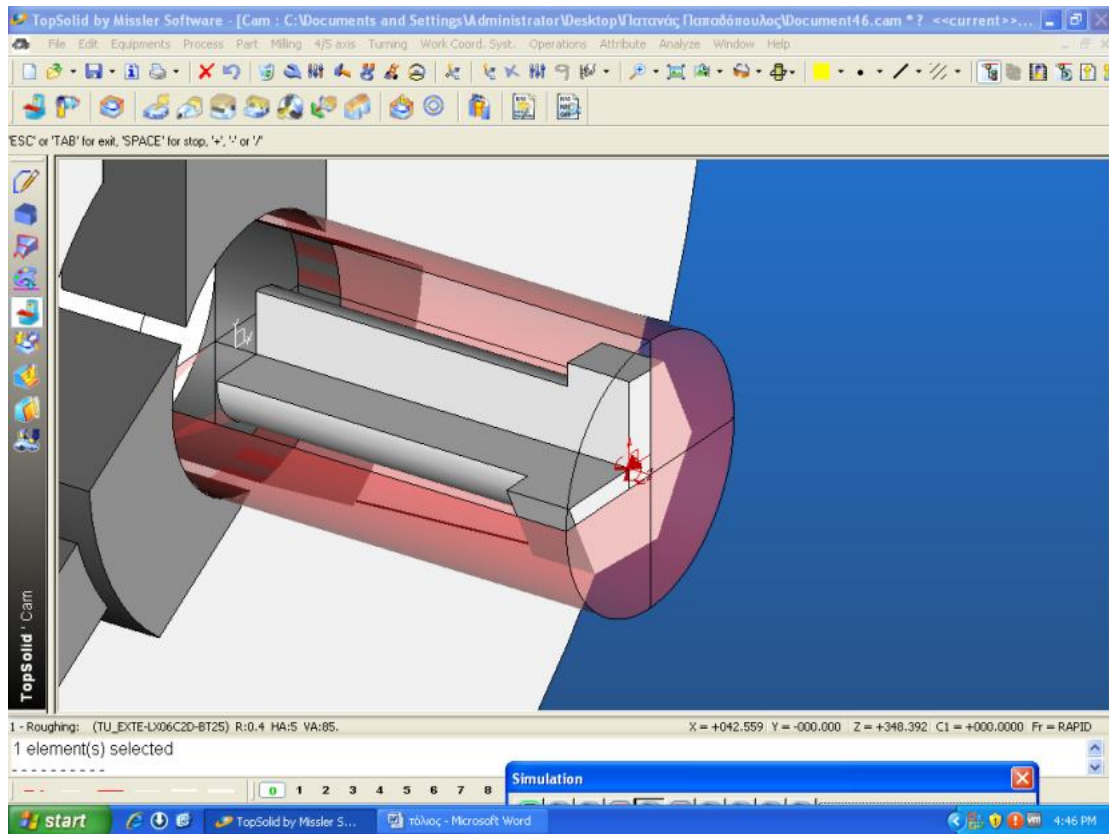
Εμφάνιση του τσοκ (εικ. 5)



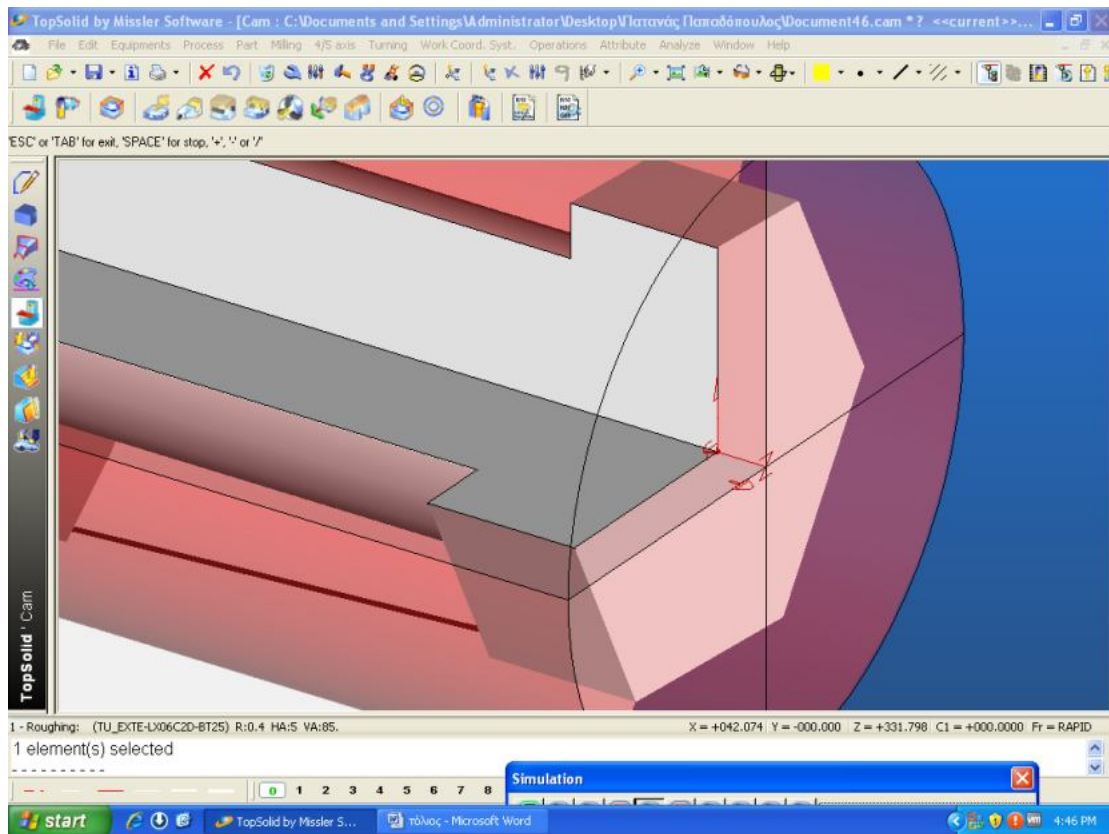
Εικόνα: Εργαλειοδέτης - κουκουβάγια. (εικ. 6)



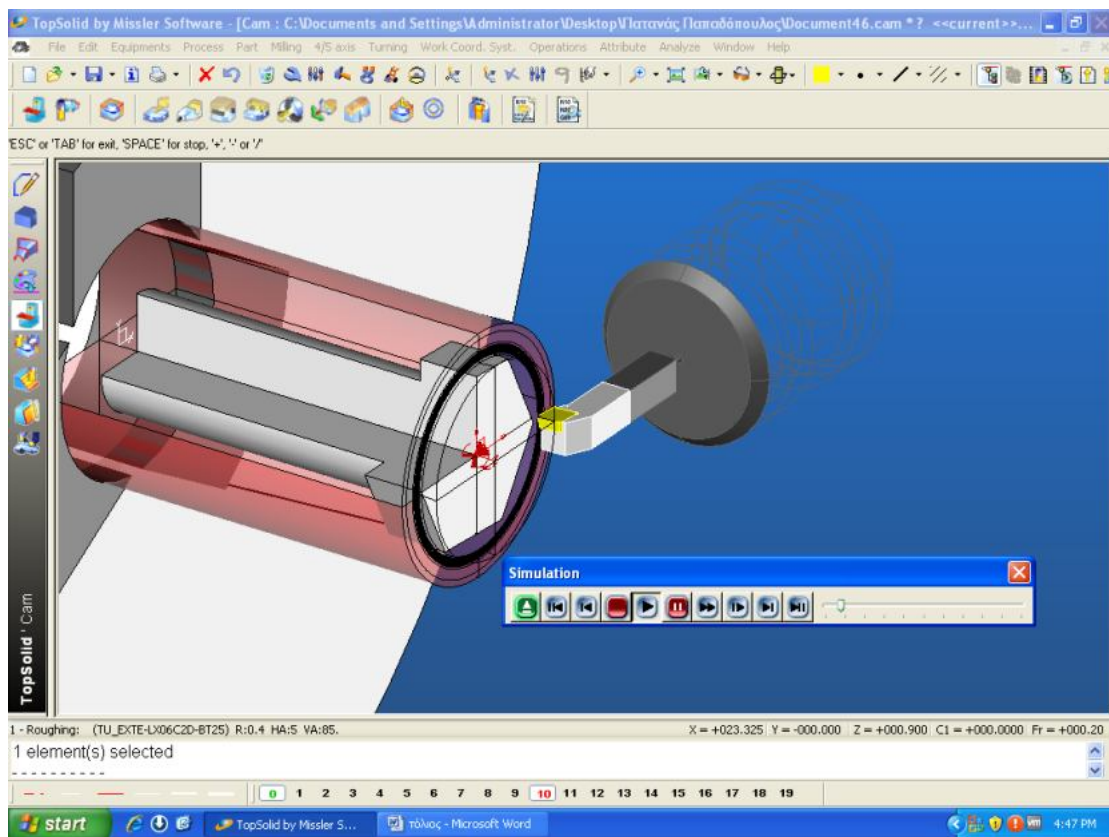
Εισαγωγή δοκιμίου στην εργαλειομηχανή (εικ.7)



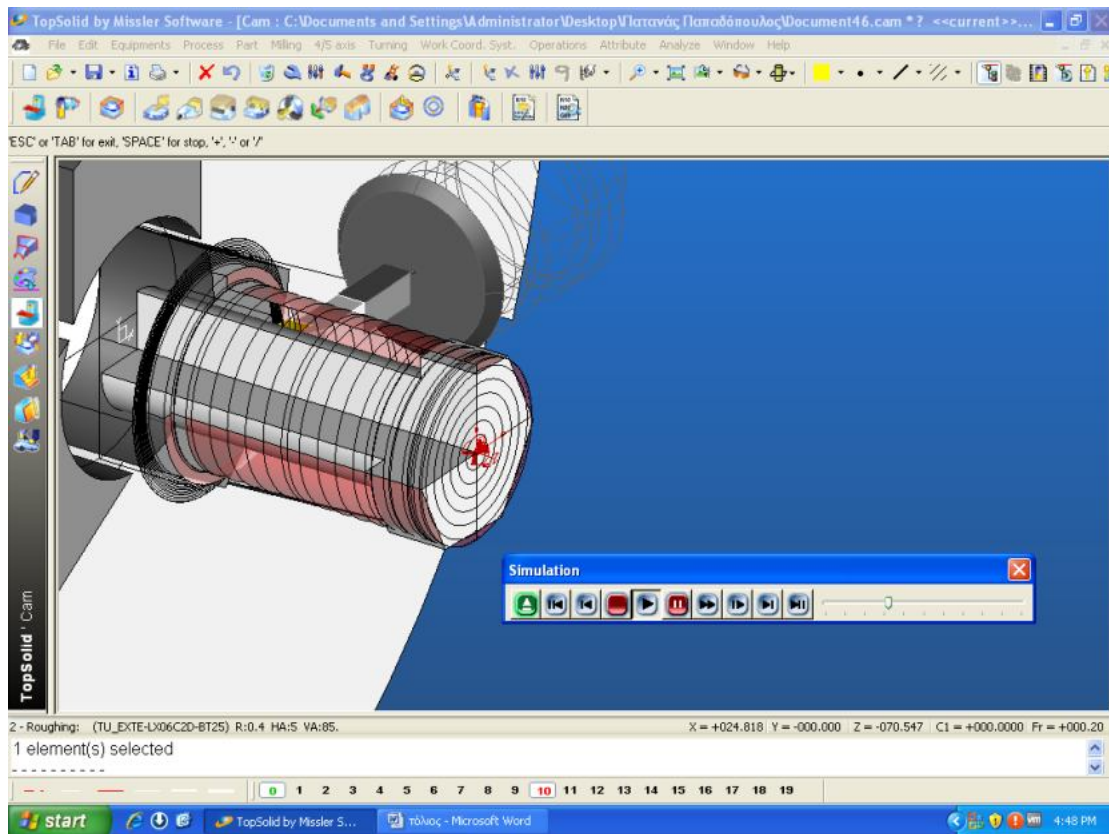
Δημιουργία ακατέργαστου δοκιμίου (εικ. 8)



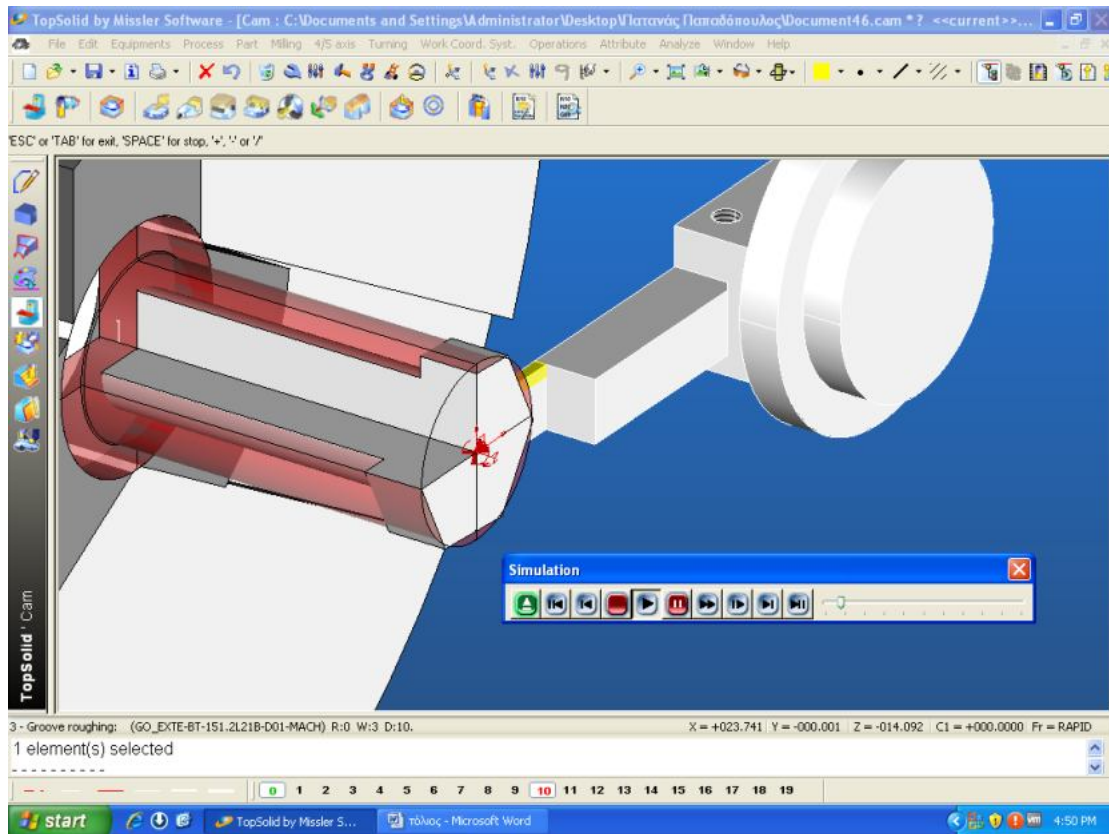
Δημιουργία μηδενικού σημείου (εικ. 9)



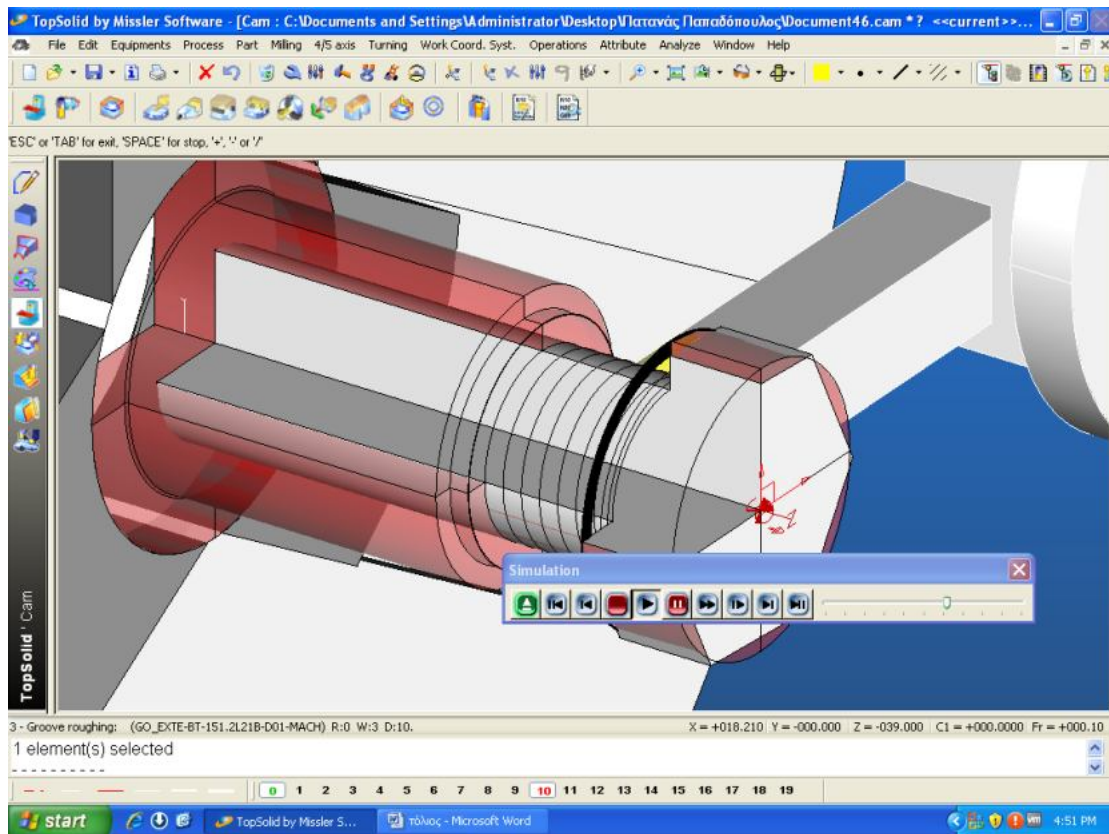
Κατεργασία προσώπου (εικ. 10)



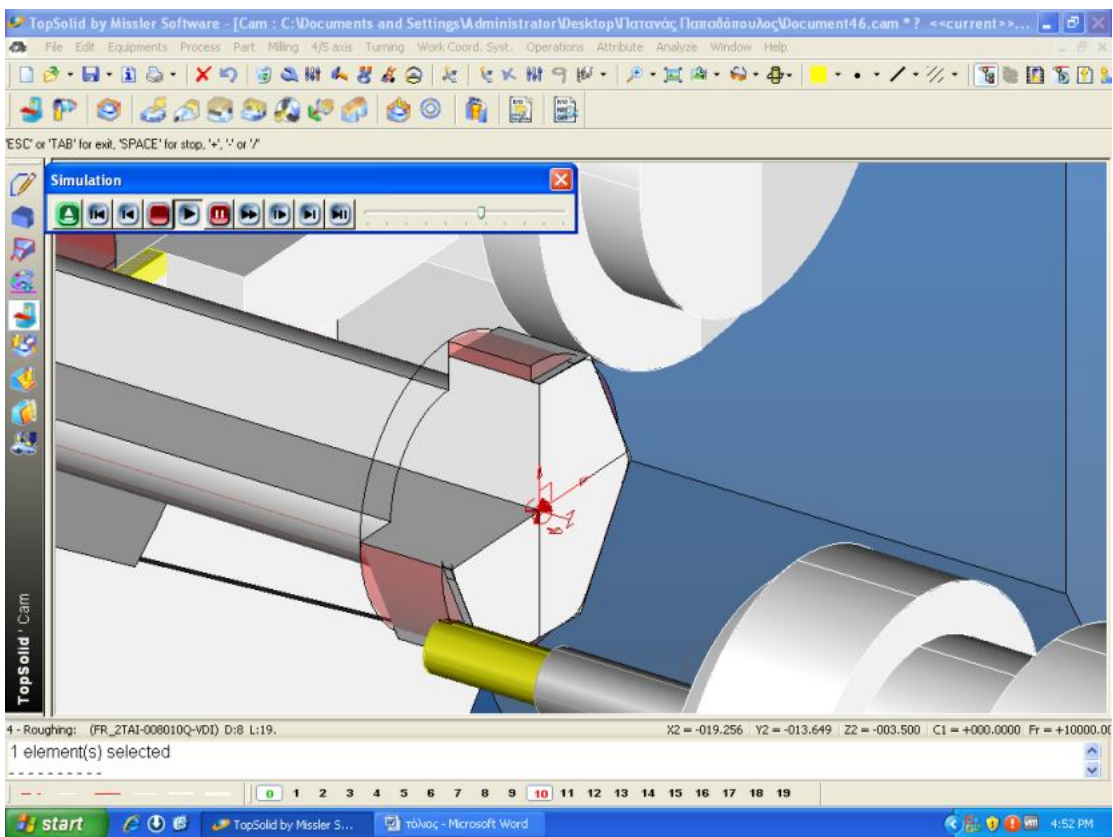
Κατεργασία περιφερειακής τόνρευσης (εικ. 11)



Κατεργασία - ξεχόνδρισμα αυλάκι (εικ. 12)

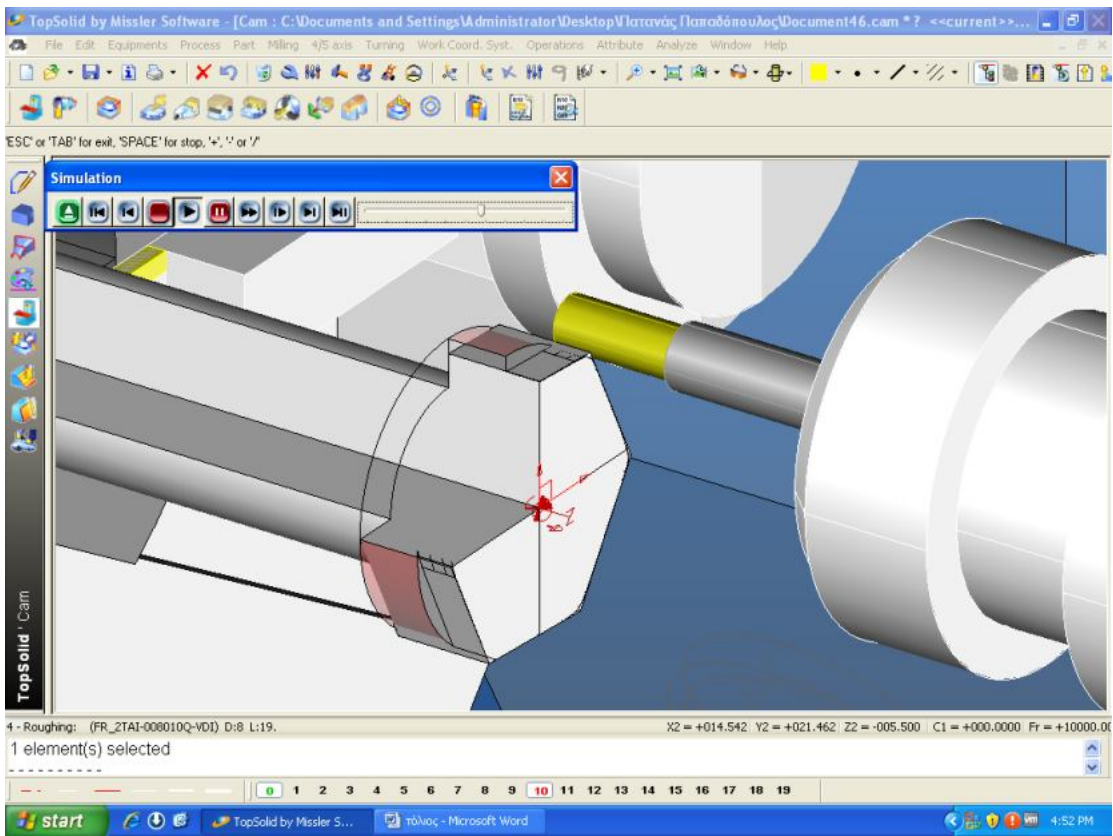


Κατεργασία - ξεχόνδρισμα αυλάκι (εικ. 13)



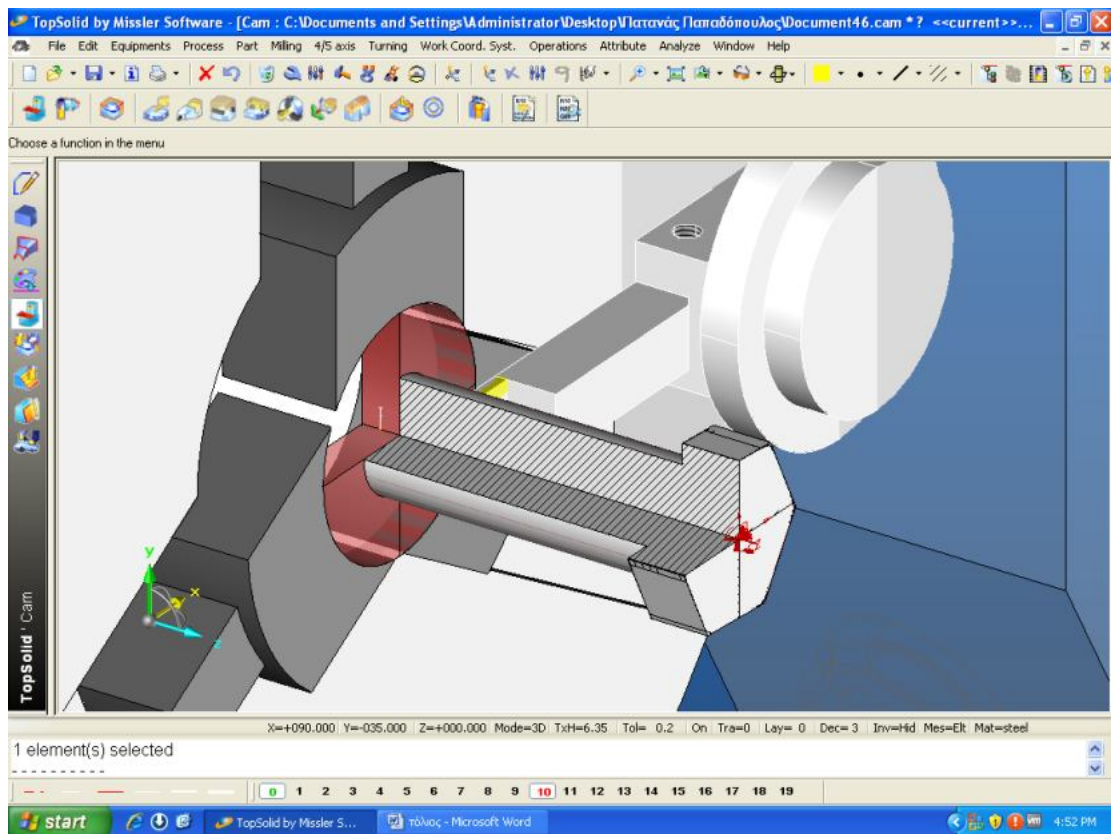
φρεζάρισμα (εικ. 14)

Κατεργασία

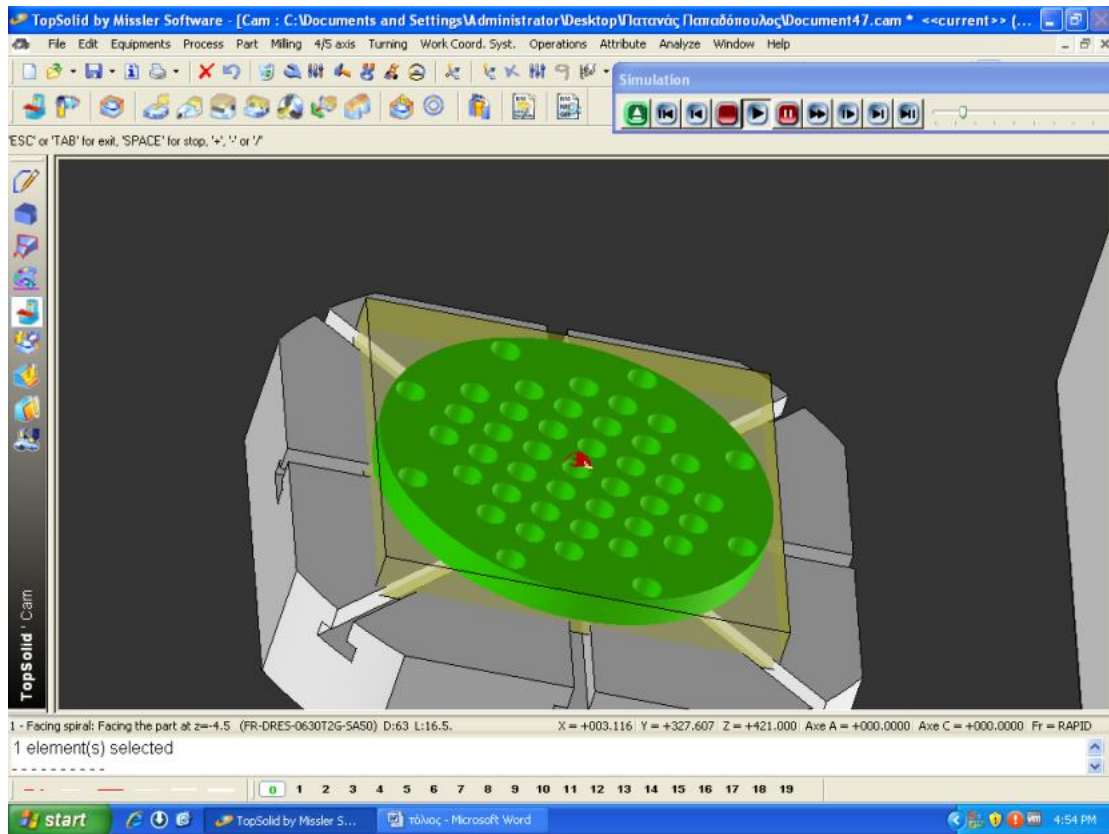


Κατεργασία

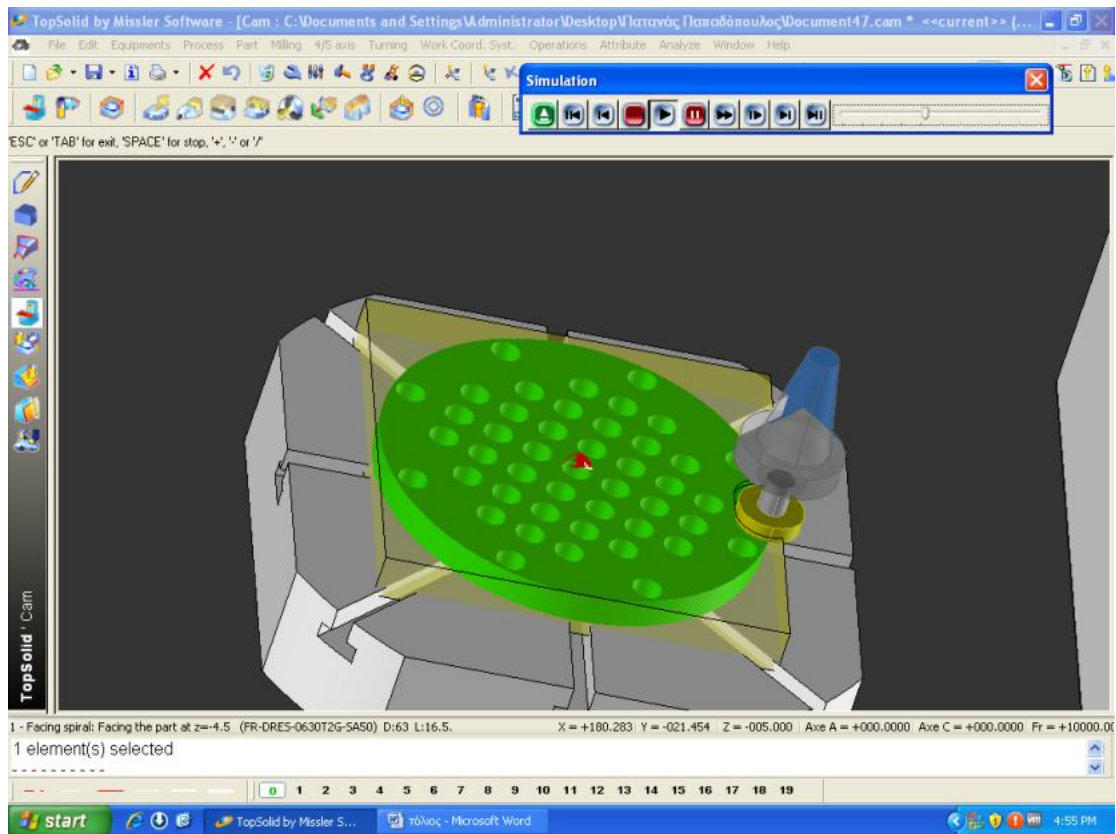
φρεζάρισμα (εικ. 15)



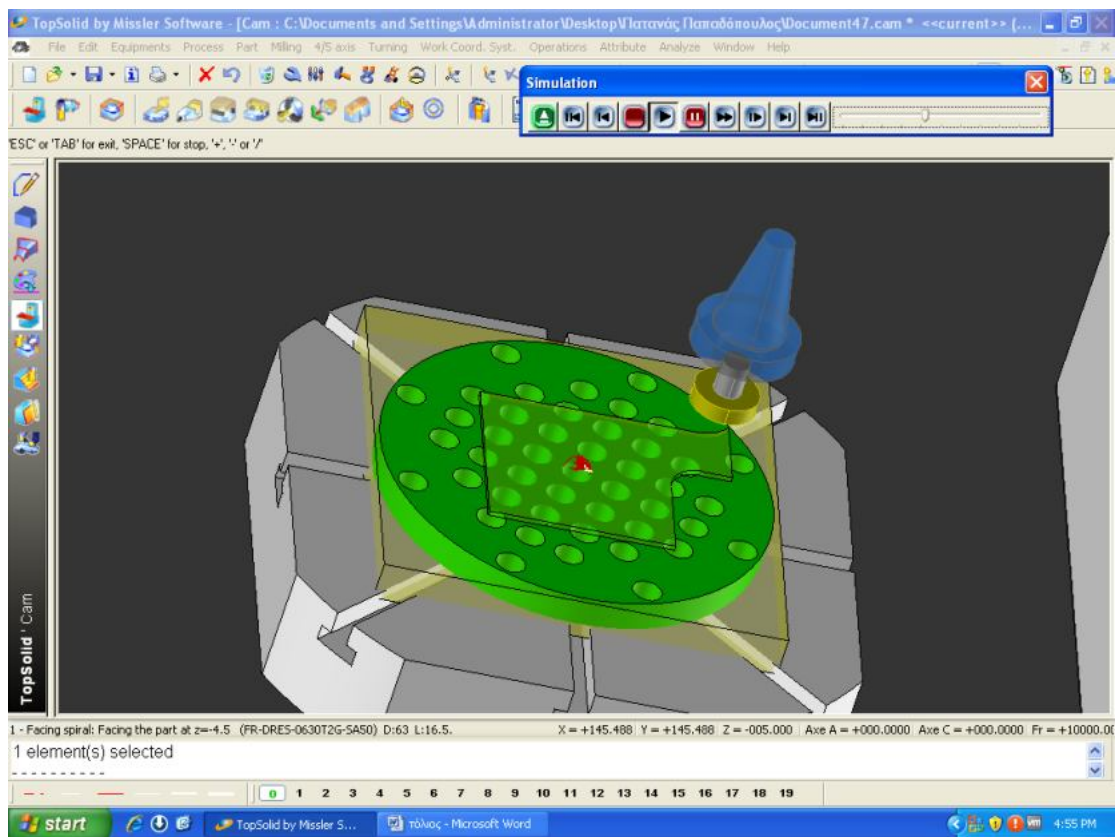
Τελικό αποτέλεσμα (εικ. 16)



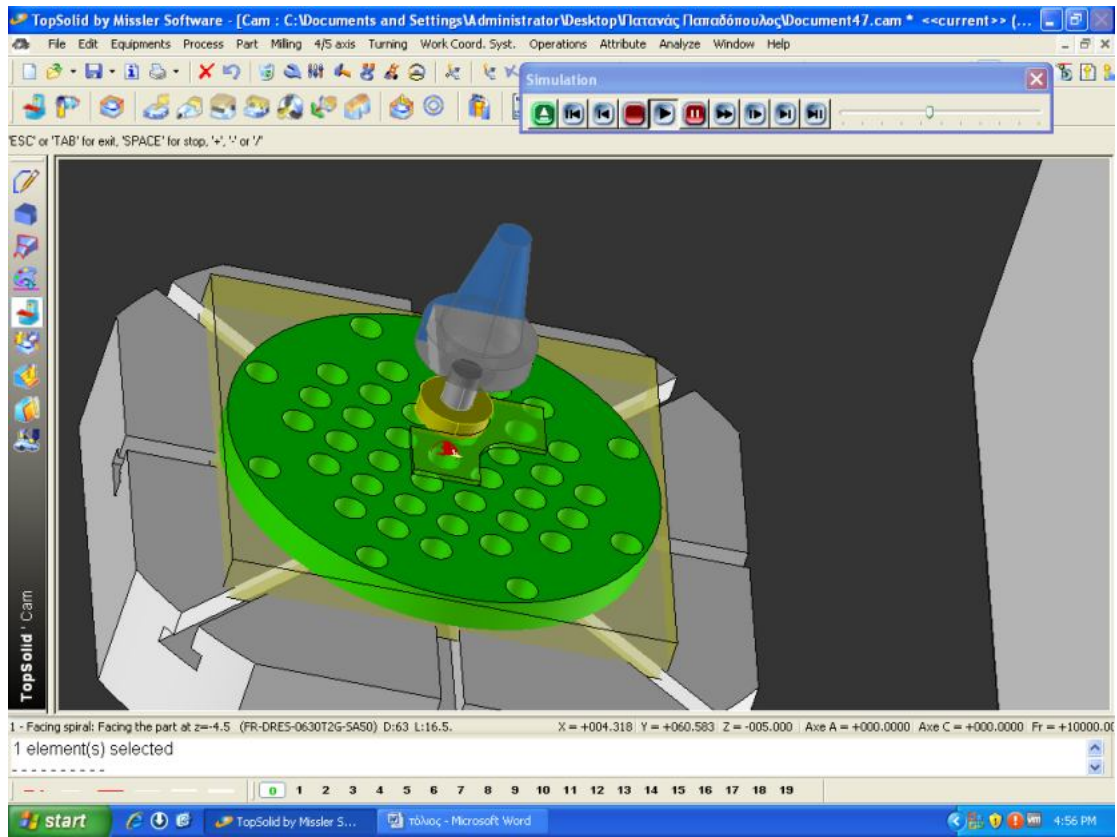
Εισαγωγή νέου δοκιμίου – δημιουργία ακατέργαστου δοκιμίου – Μηδενικού σημείου (εικ. 17)



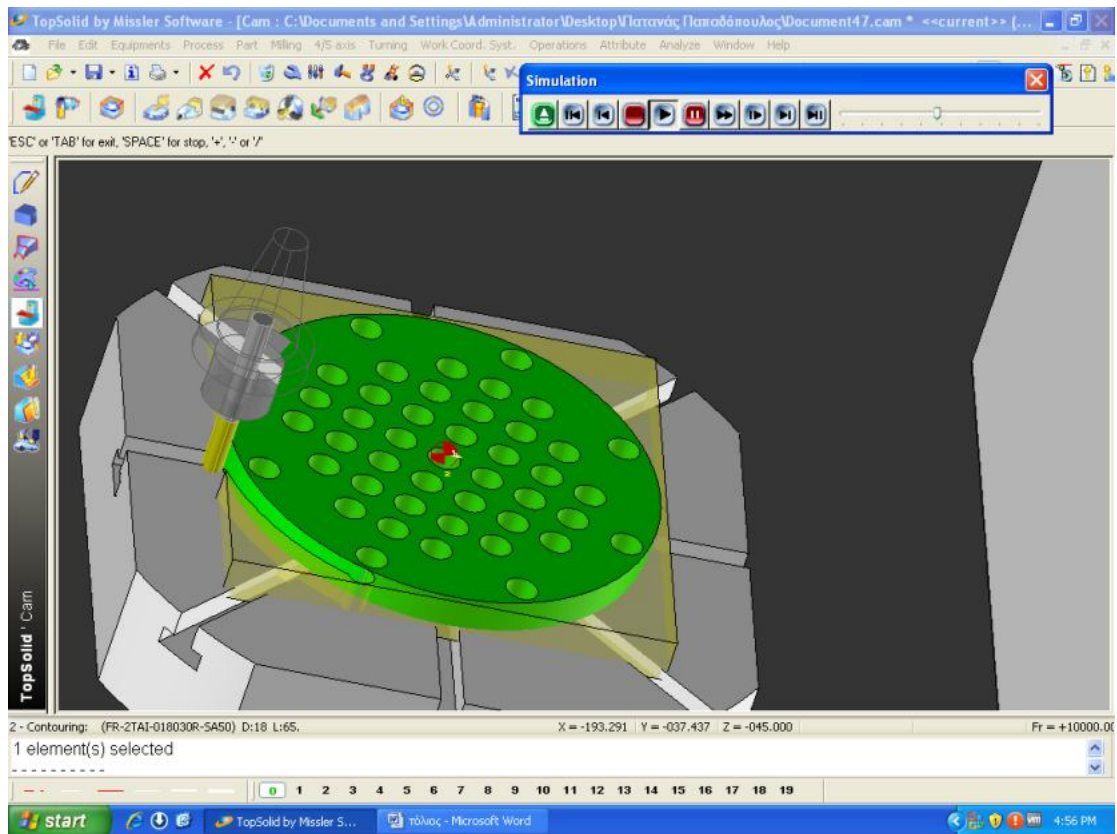
Κατεργασία προσώπου (εικ. 18)



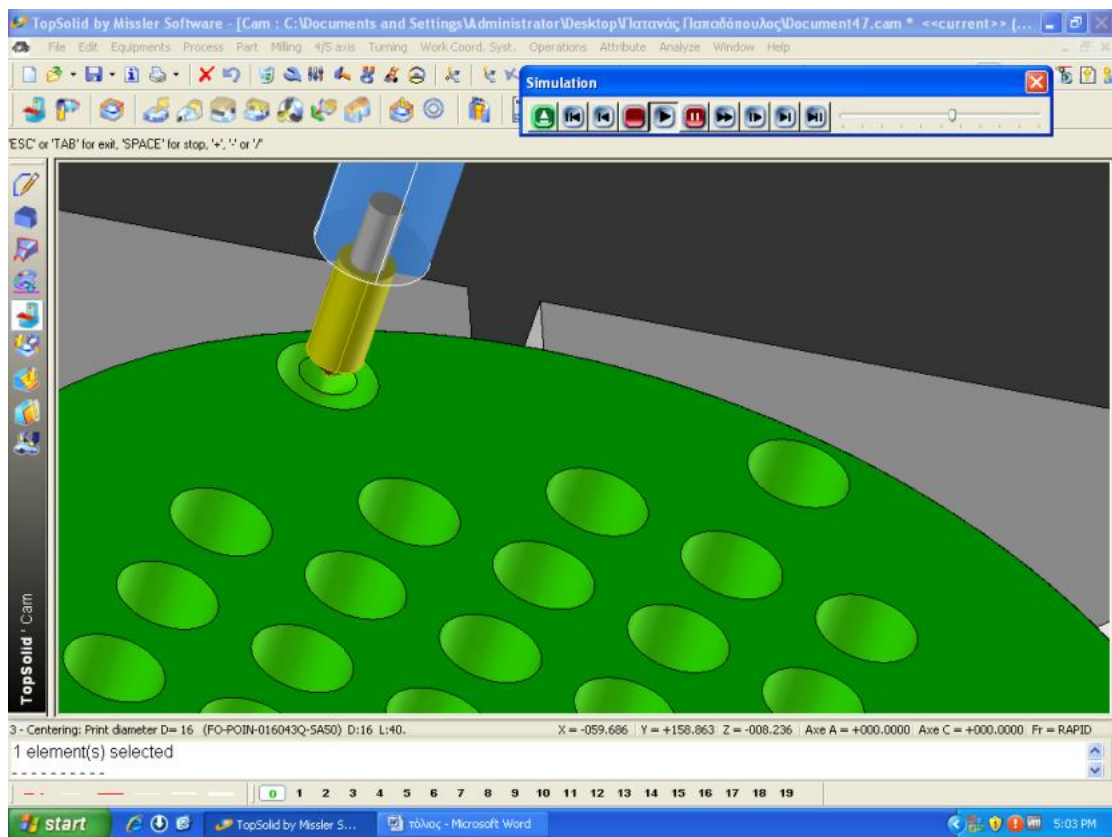
Κατεργασία προσώπου (εικ. 19)



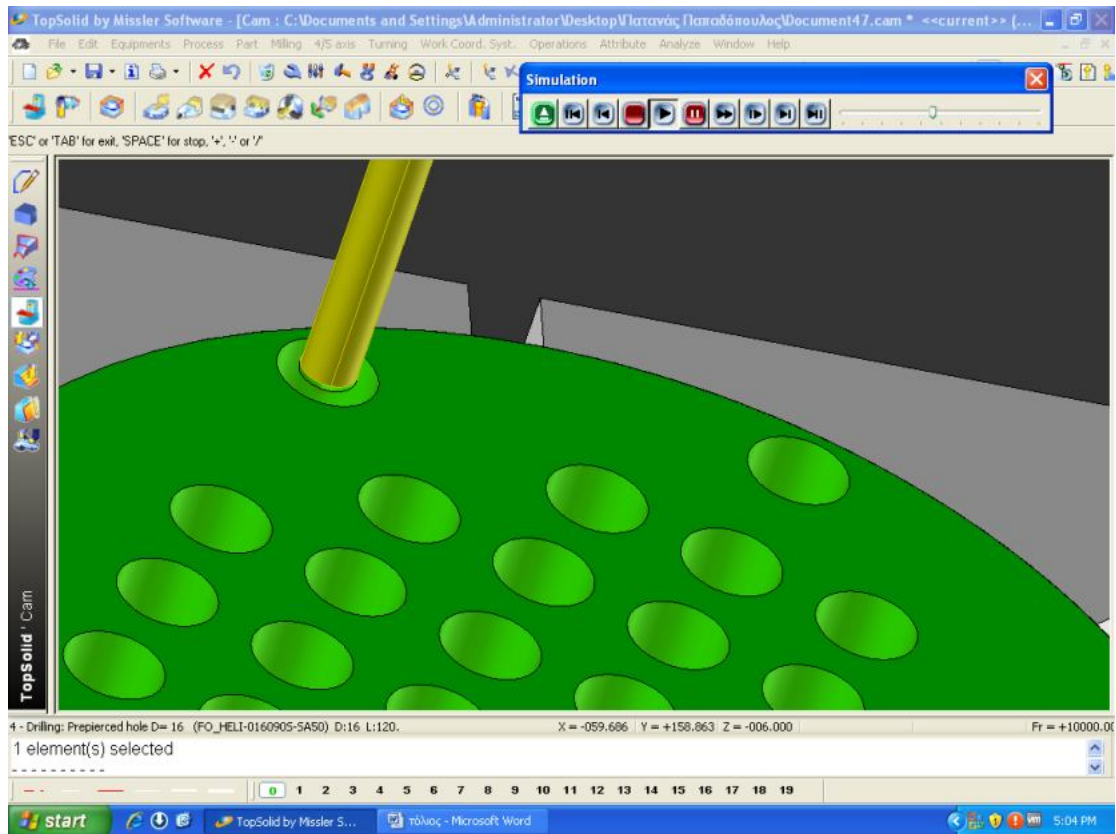
Κατεργασία προσώπου (εικ. 20)



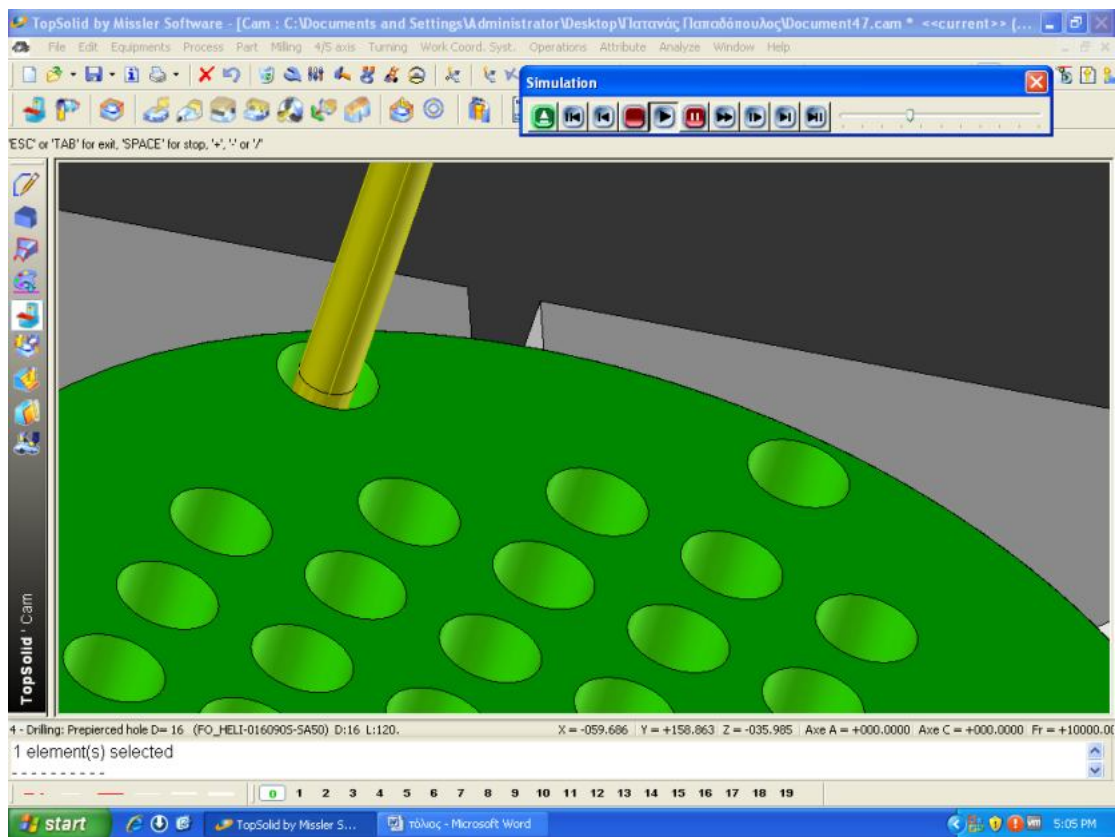
Κατεργασία περιφερειακού φρεζαρίσματος (εικ. 21)



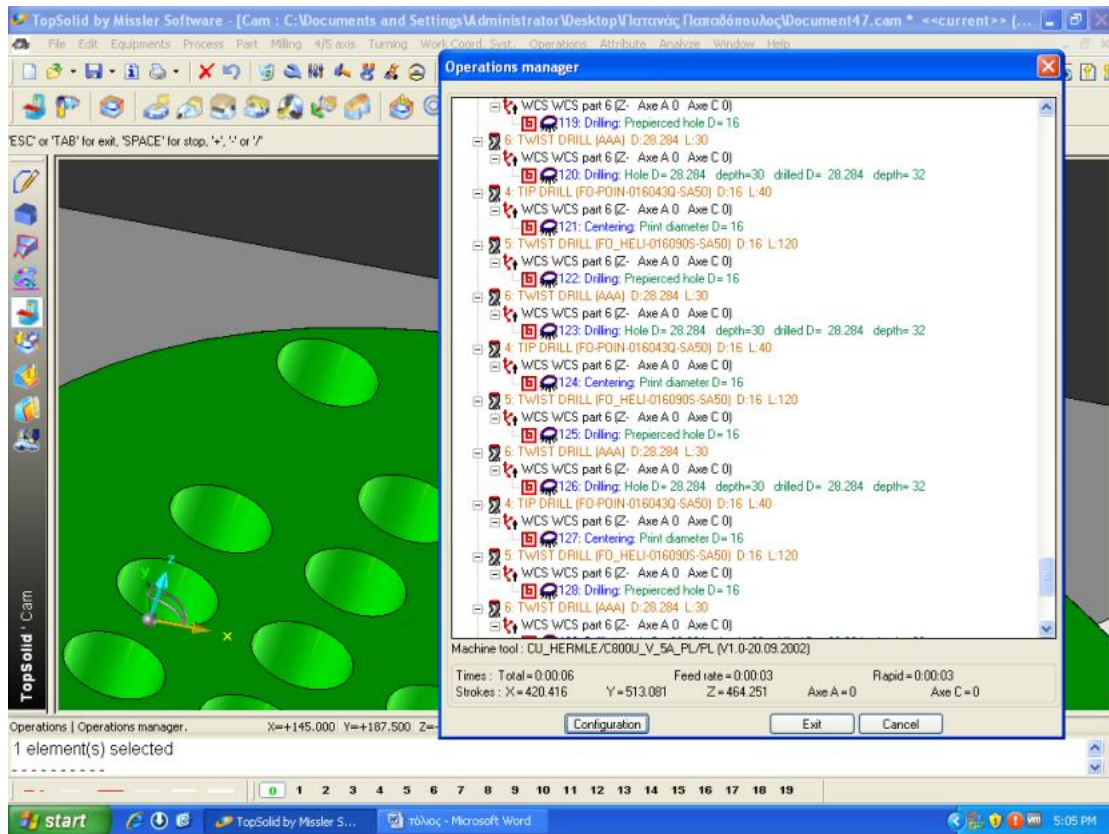
Κεντράρισμα - Διάνοιξη οπής (εικ. 22)



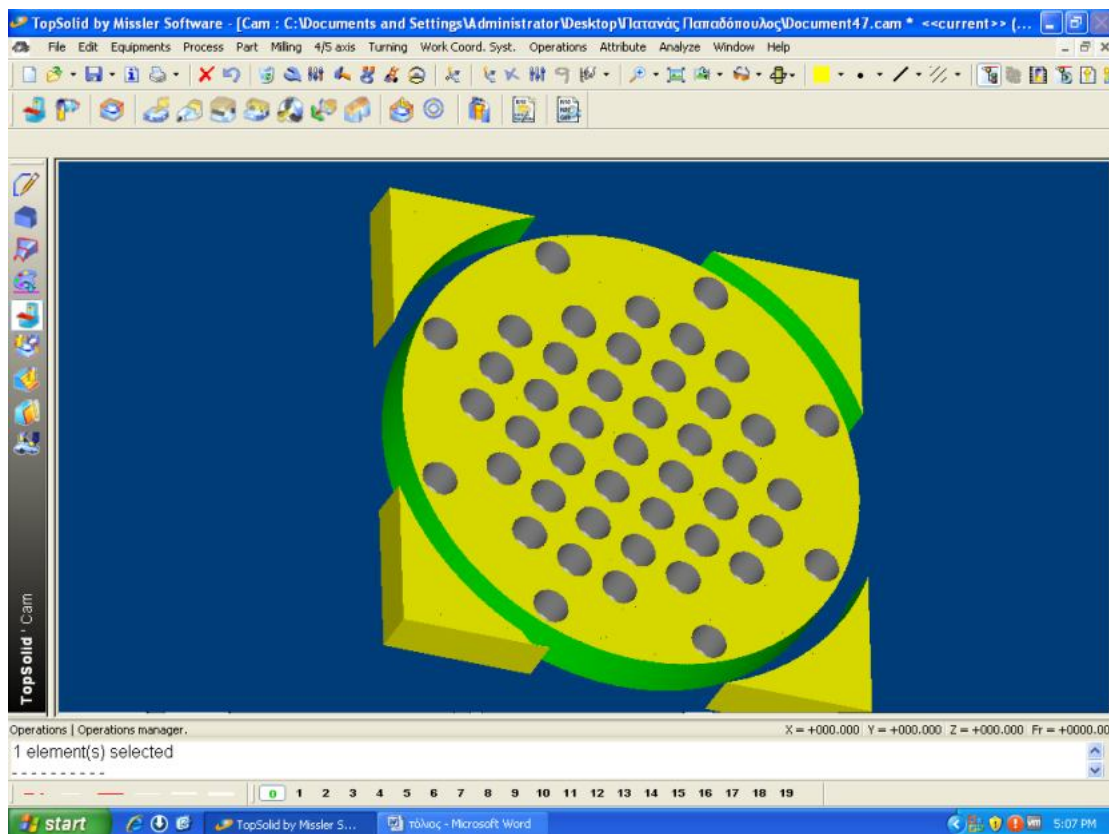
Διάνοξη οπής (εικ. 23)



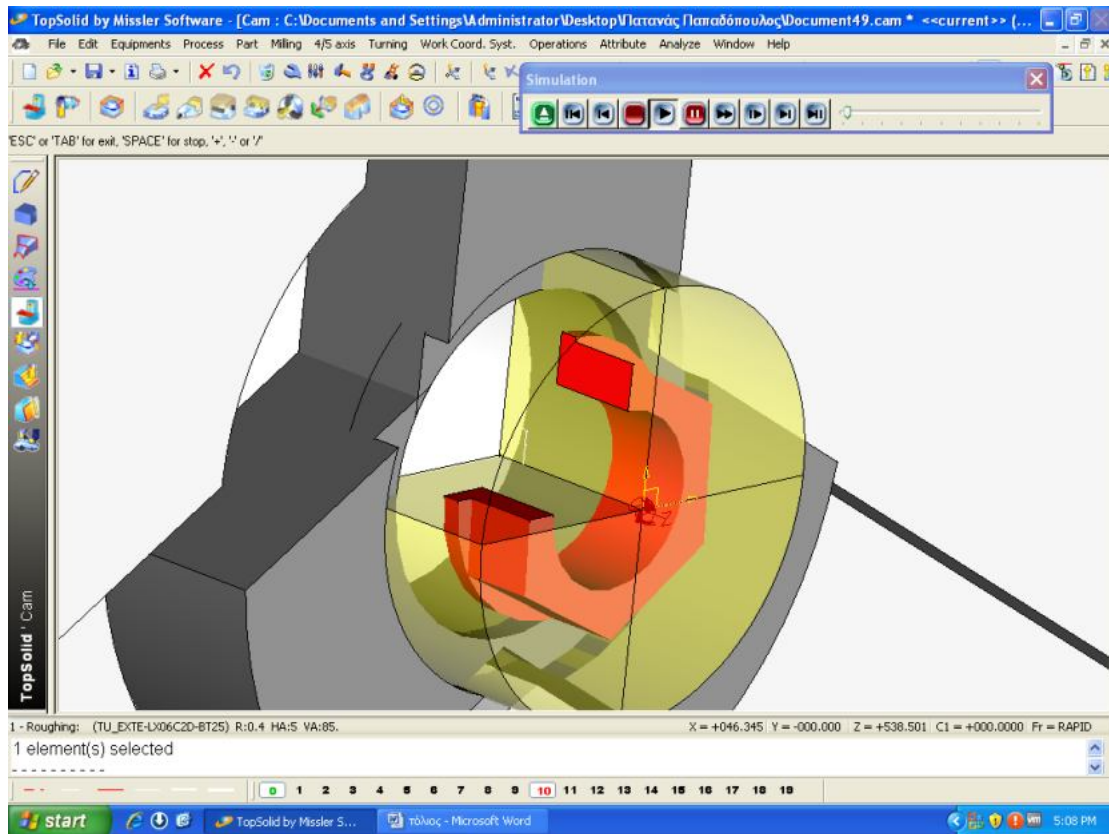
Διάνοξη οπής (εικ. 24)



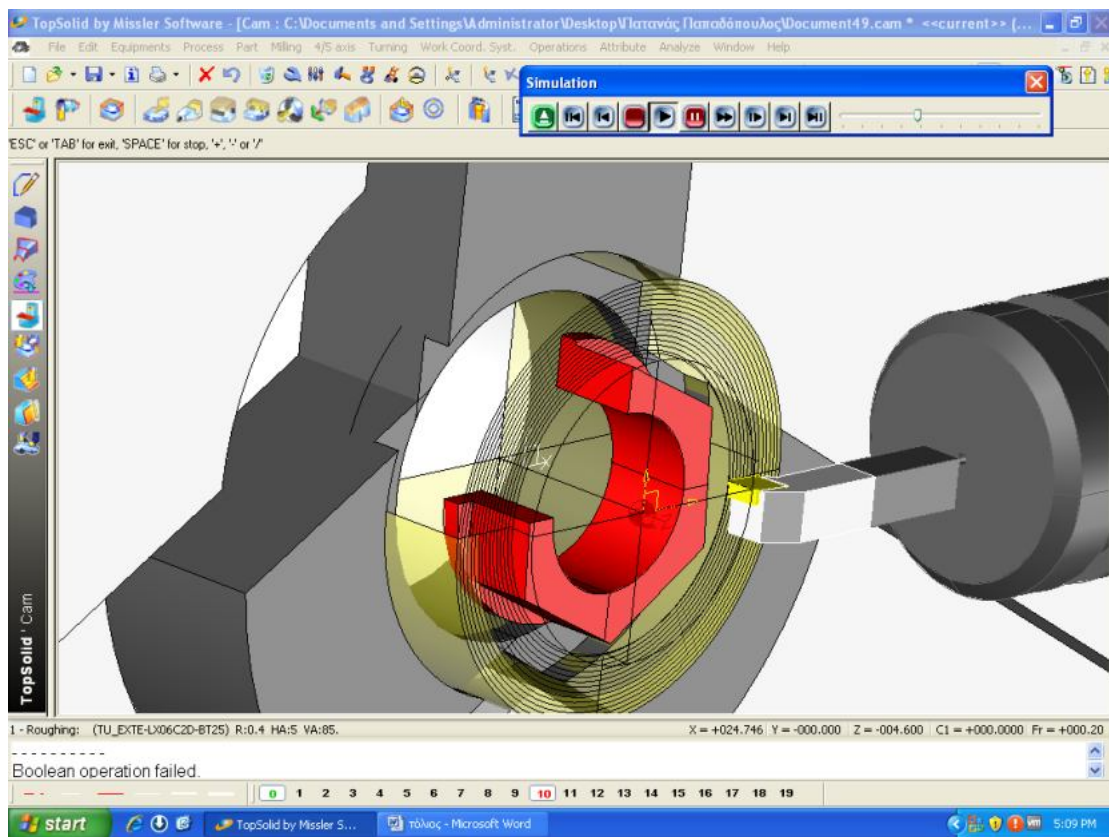
Διάνοξη σπών καθ' όλη την επιφάνεια (εικ. 25)



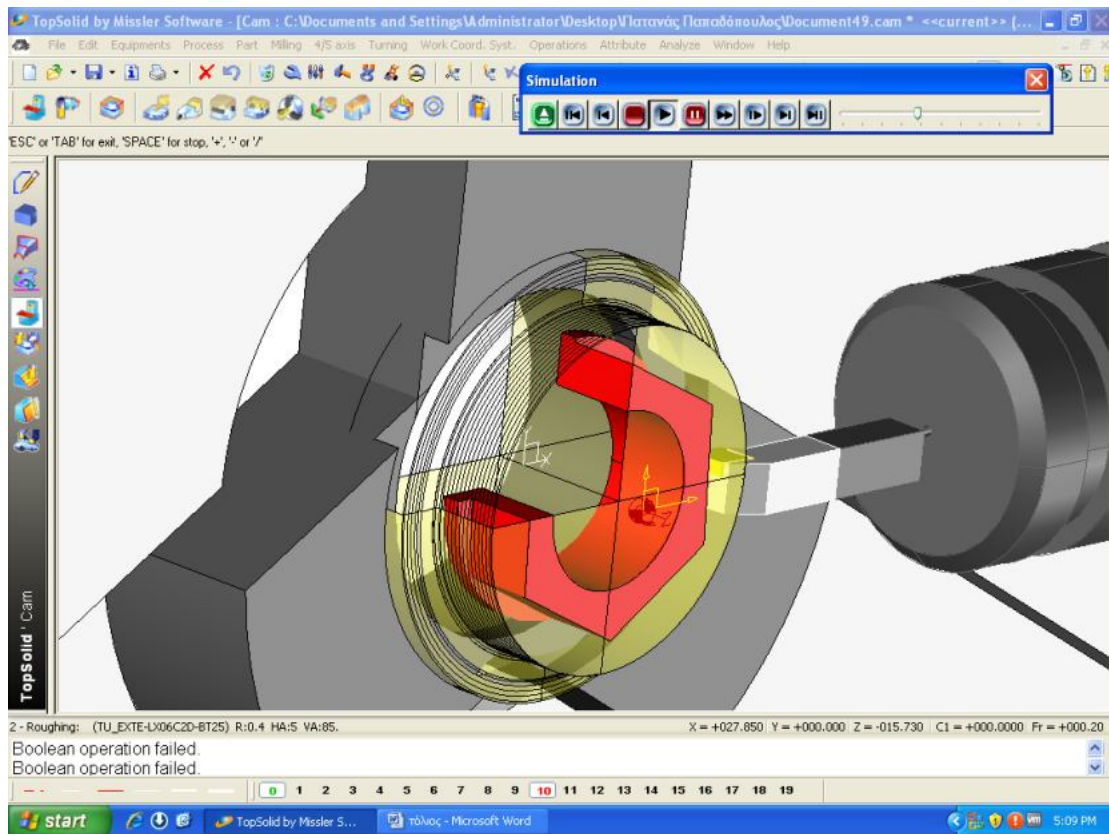
Τελικό αποτέλεσμα (εικ. 26)



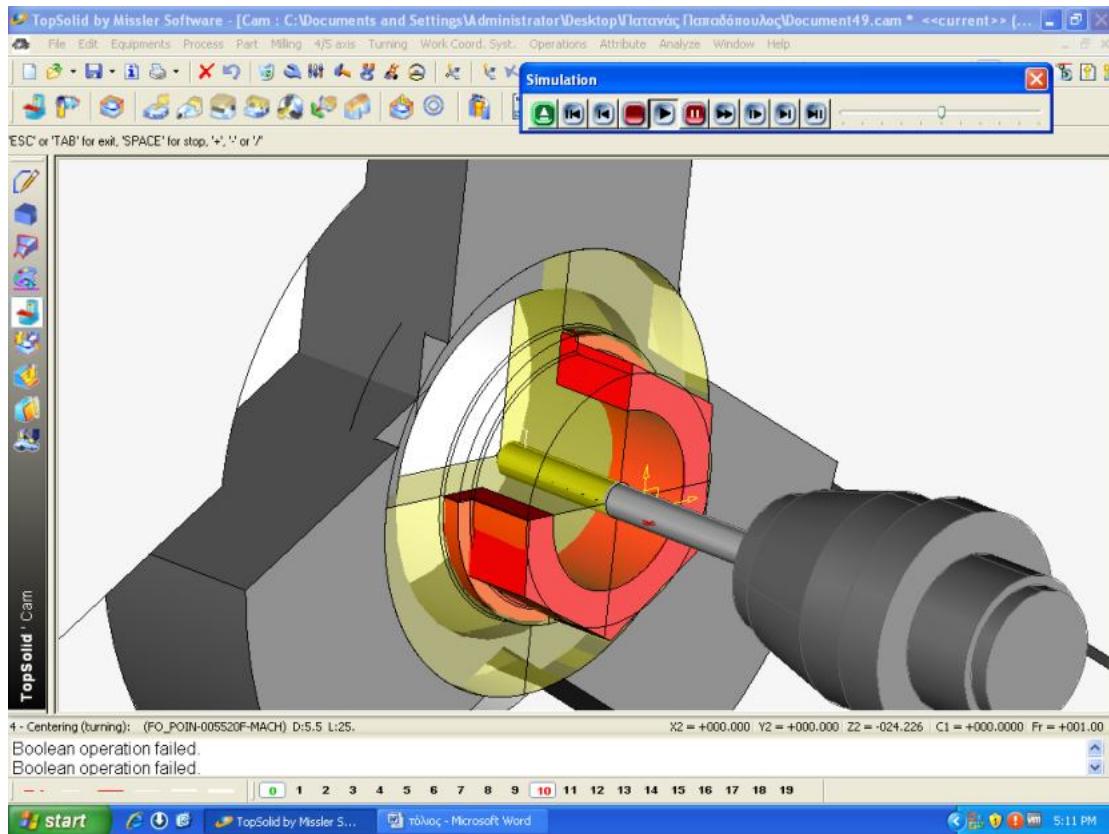
Εισαγωγή νέου δοκιμίου – δημιουργία ακατέργαστου δοκιμίου – Μηδενικού σημείου (εικ. 27)



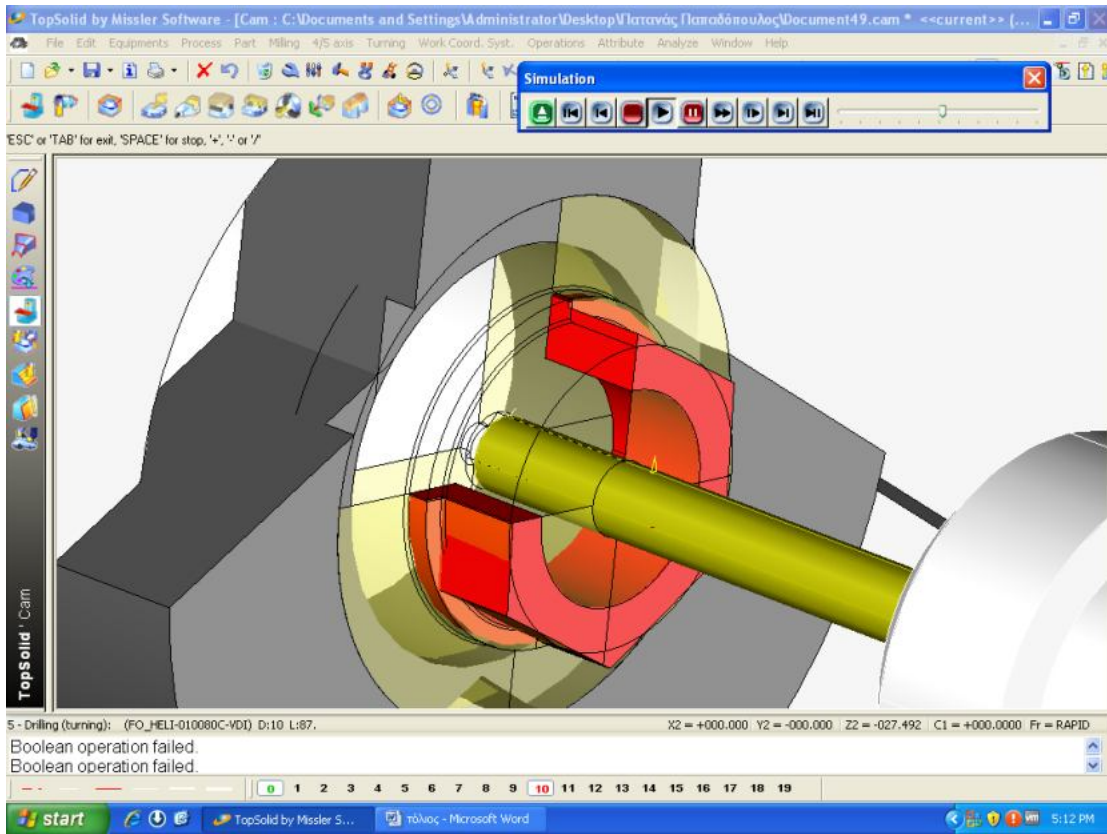
Κατერγασία προσώπου (εικ. 28)



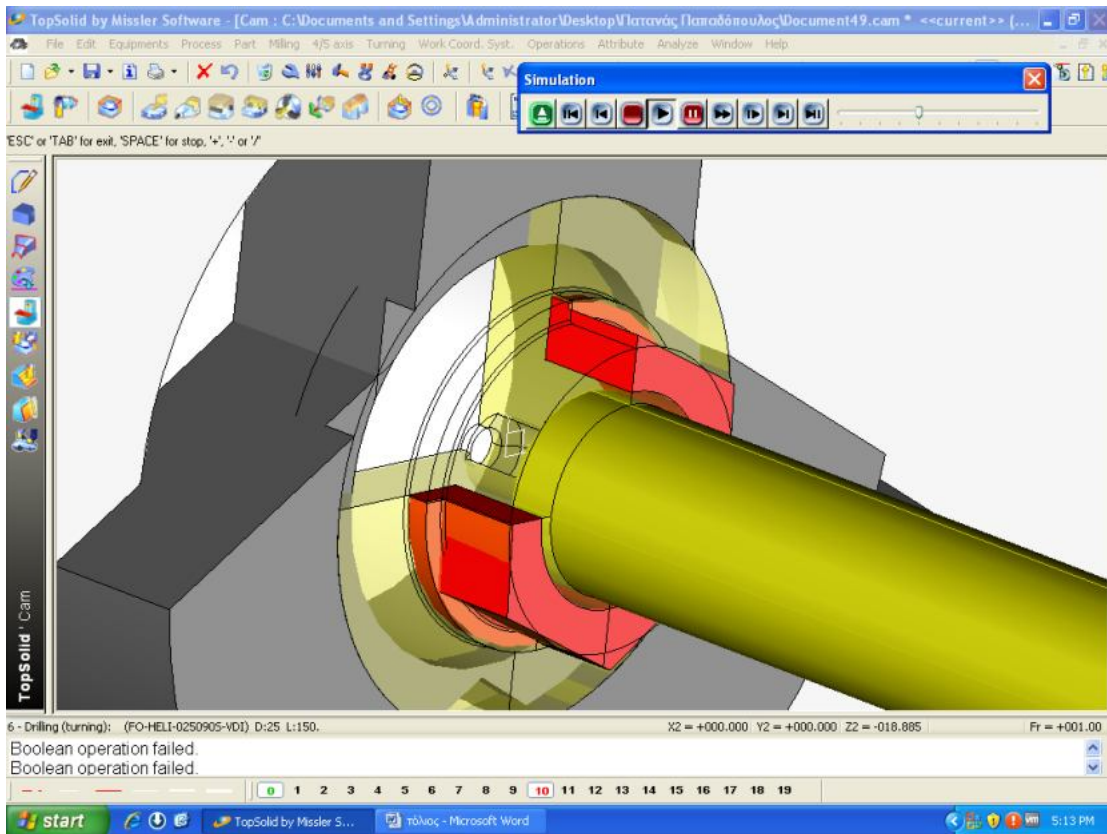
Κατεργασία περιφερειακής τόνρευσης (εικ. 29)



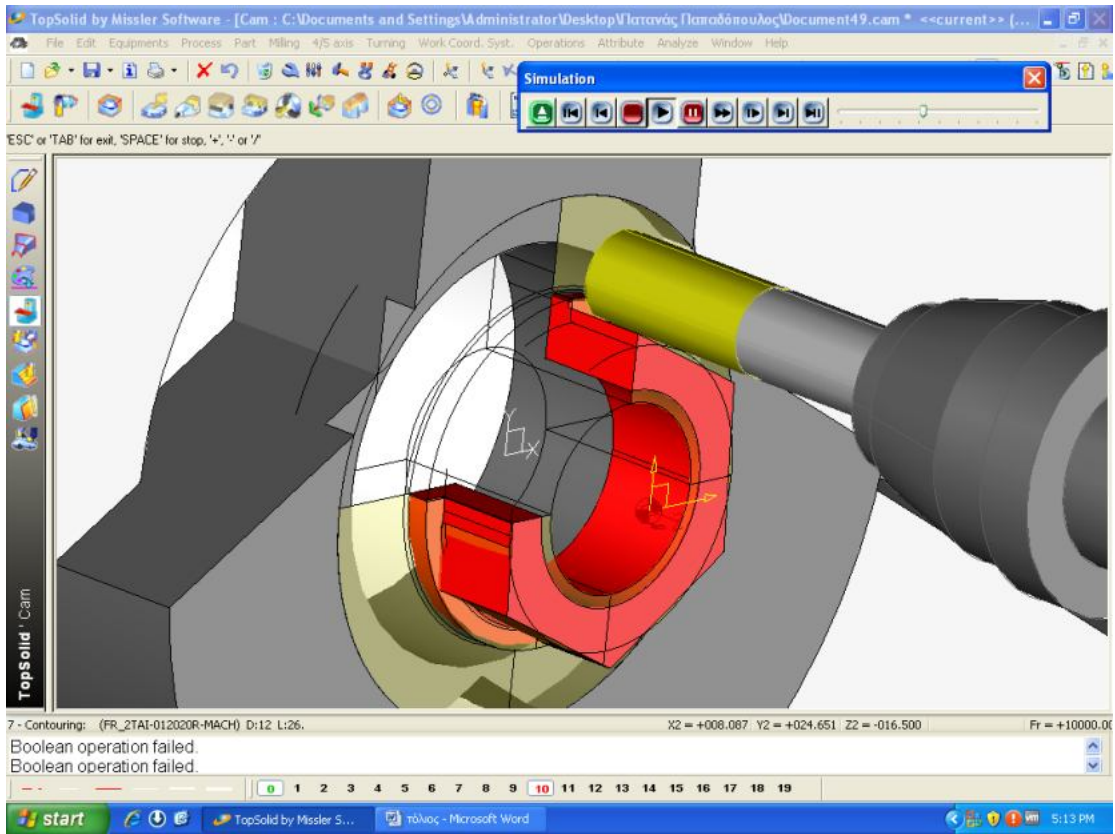
Διάνοιξη οπής – κεντράρισμα (εικ. 30)



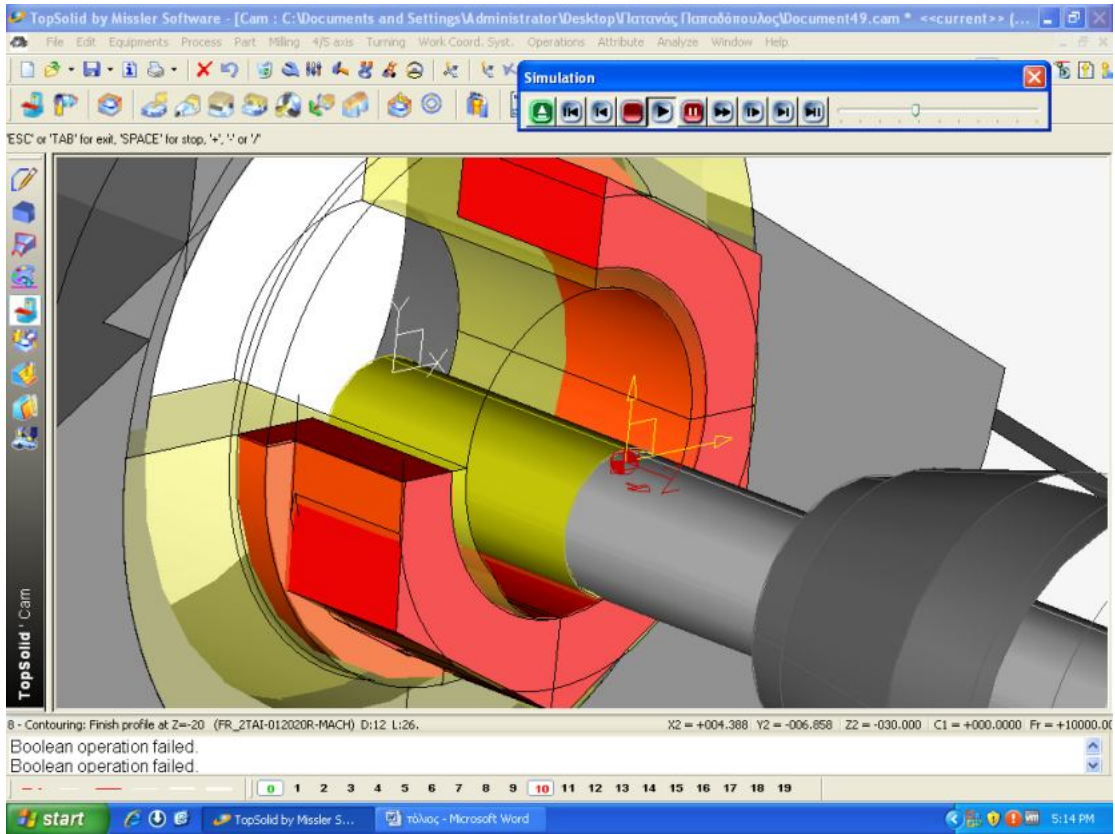
Διάνοιξη οπής (εικ. 31)



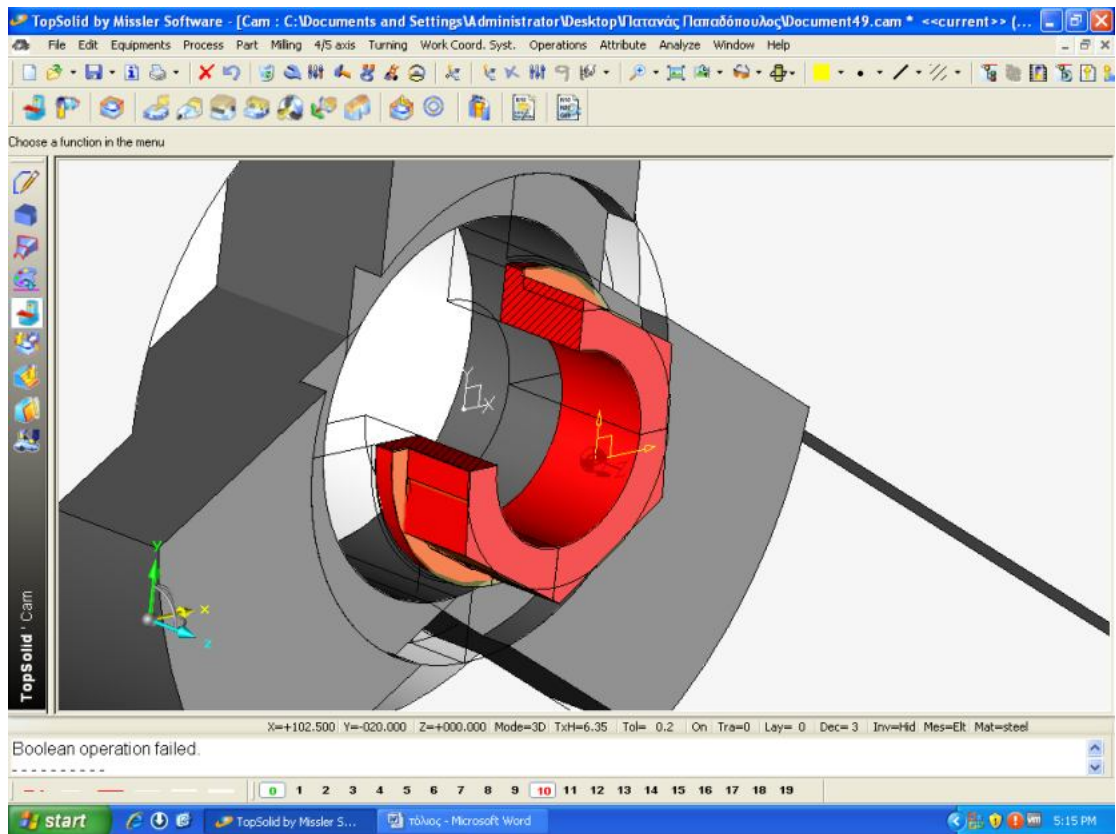
Διάνοιξη οπής (εικ. 32)



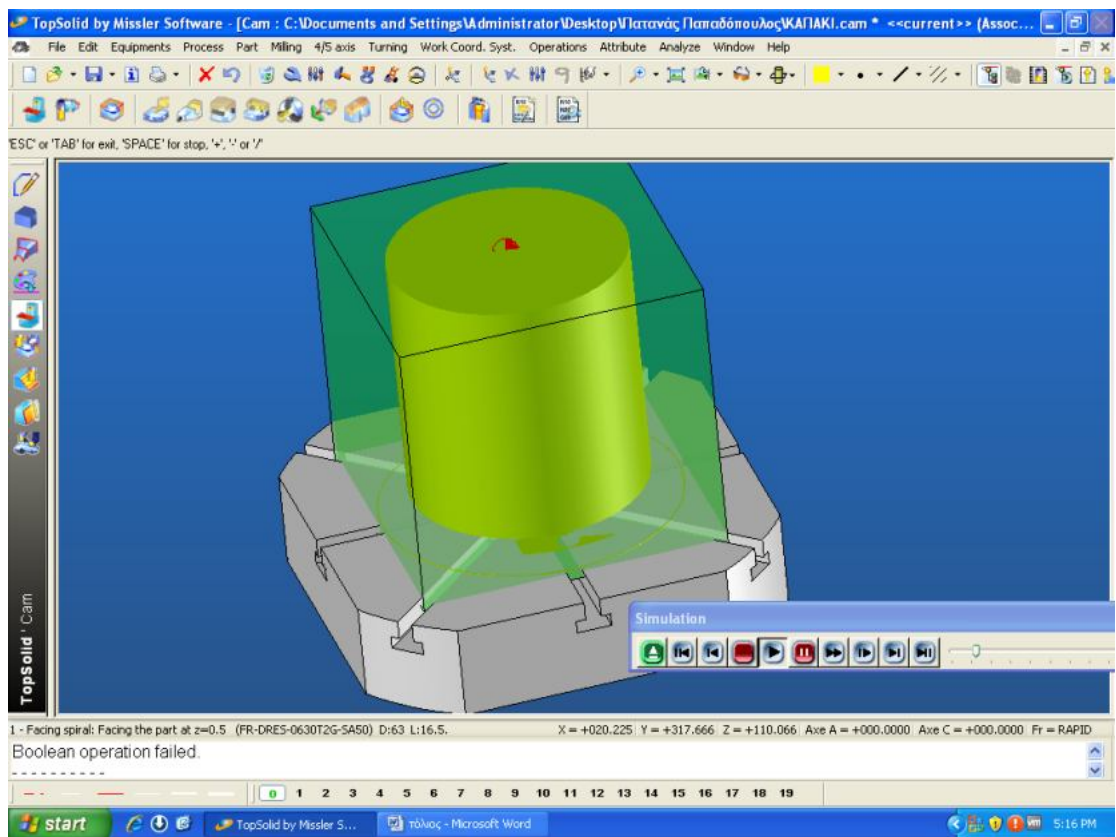
Κατργασία εξωτερικού Φρεζαρίσματος (εικ. 33)



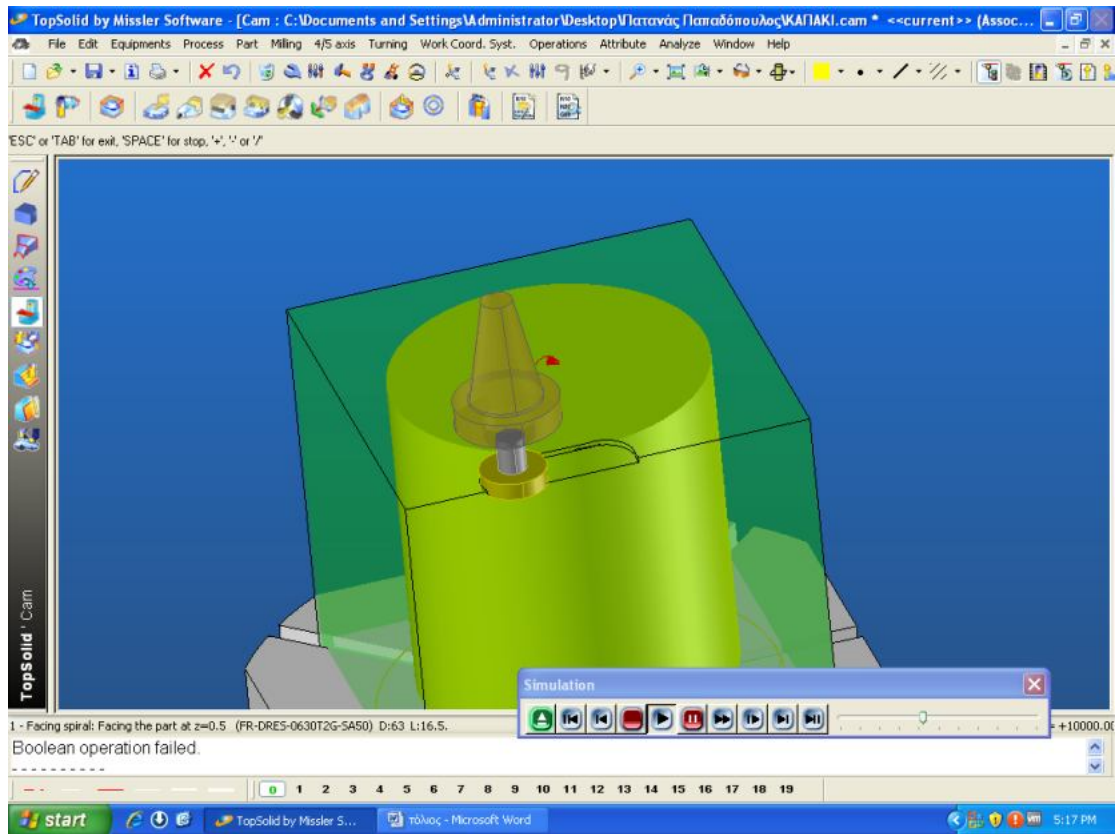
Κατργασία εσωτερικού Φρεζαρίσματος (εικ. 34)



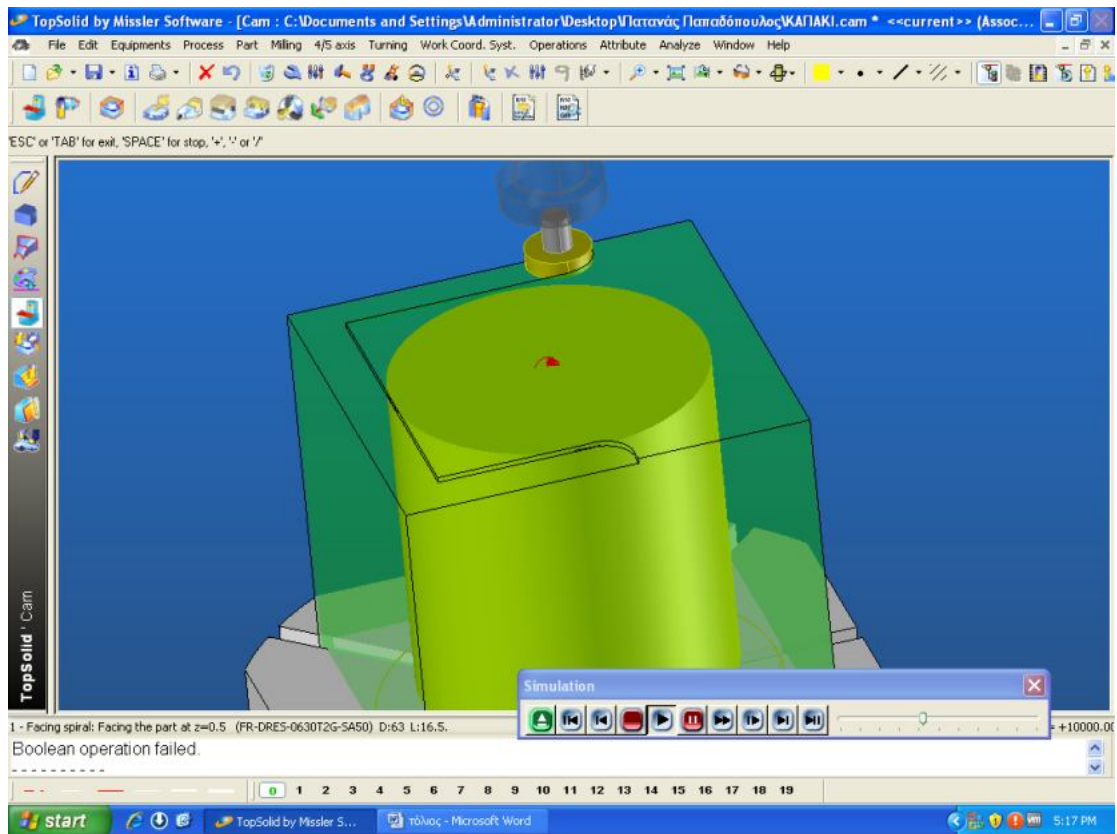
Τελικό αποτέλεσμα (εικ. 35)



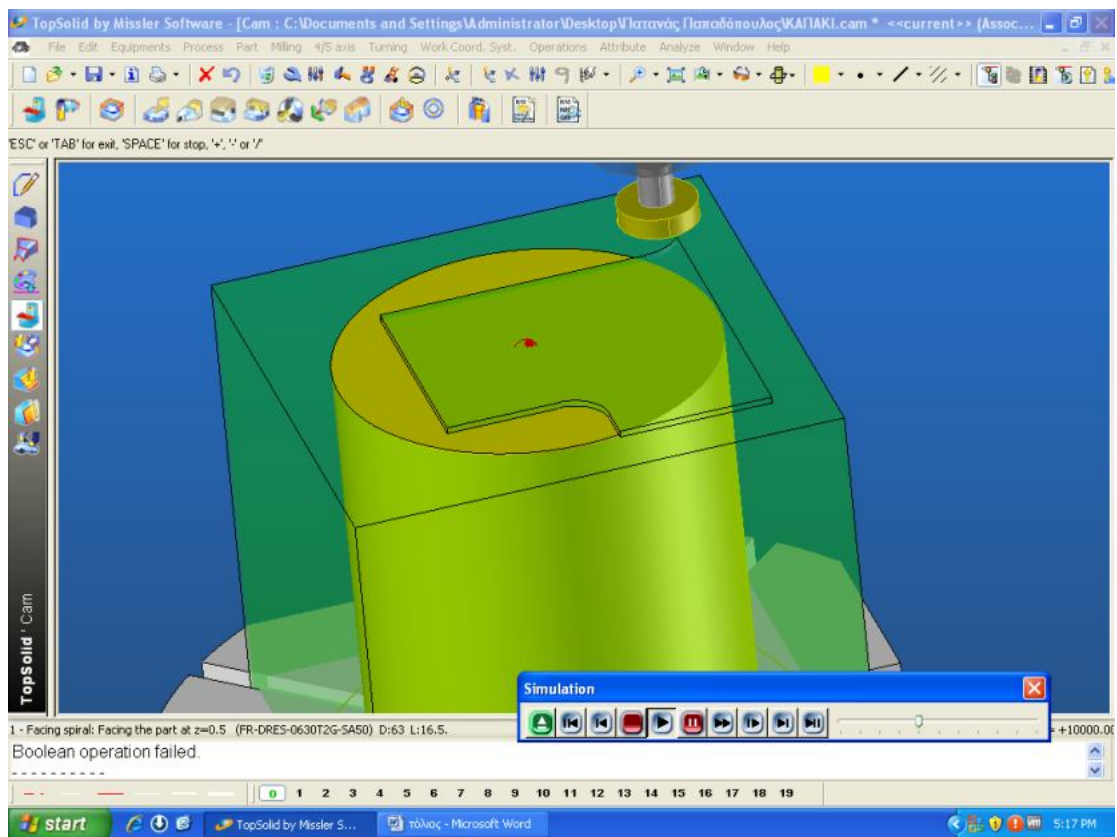
Εισαγωγή νέου δοκιμίου – δημιουργία ακατέργαστου δοκιμίου – Μηδενικού σημείου (εικ. 36)



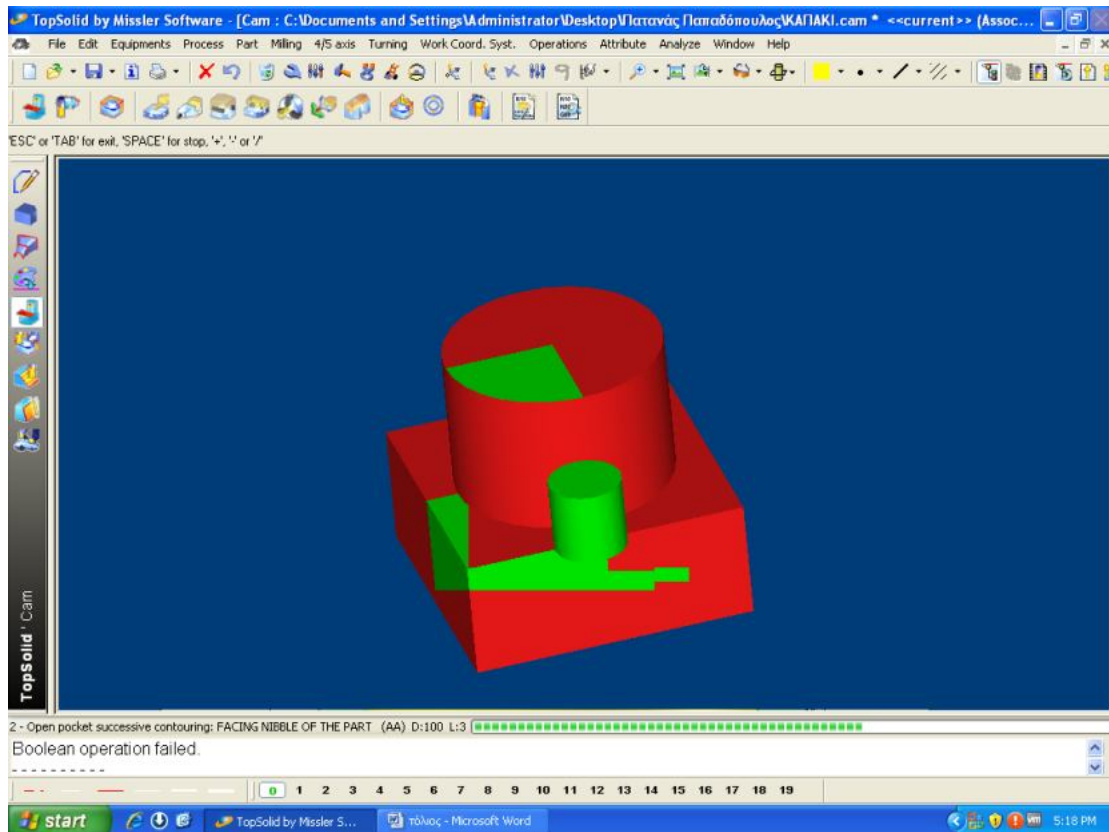
Κατεργασία προσώπου (εικ. 37)



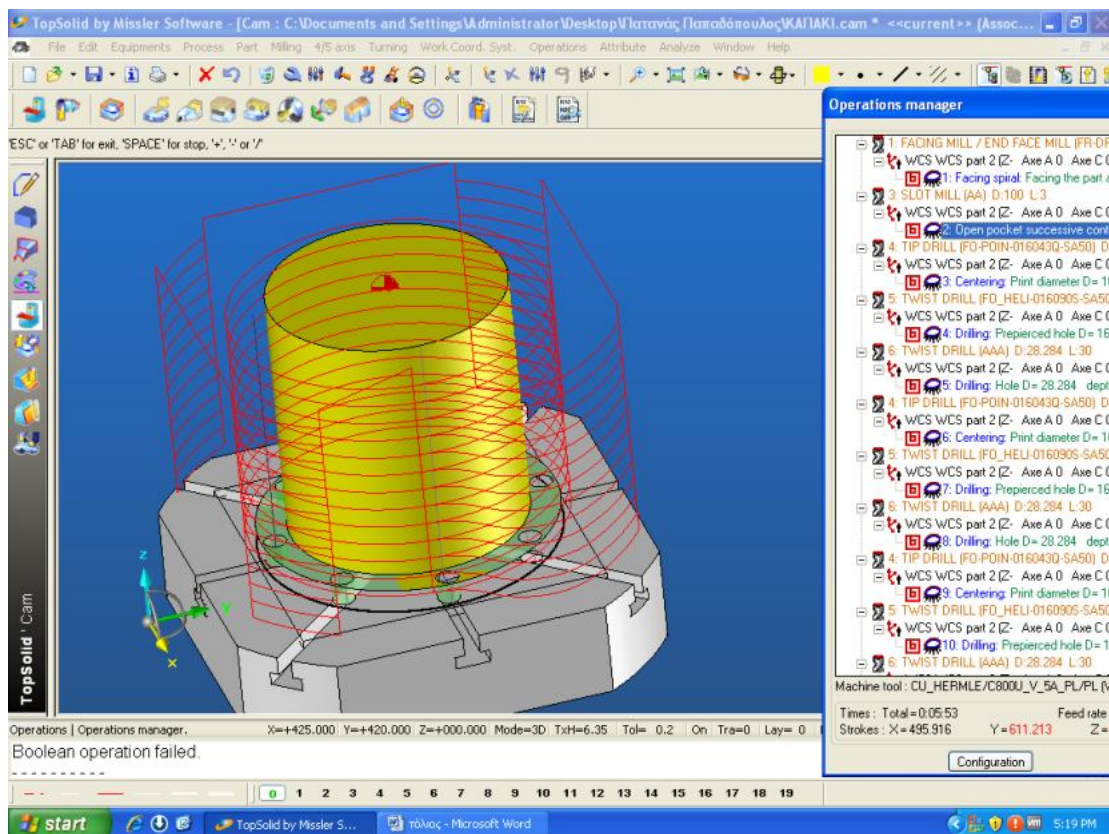
Κατεργασία προσώπου (εικ. 38)



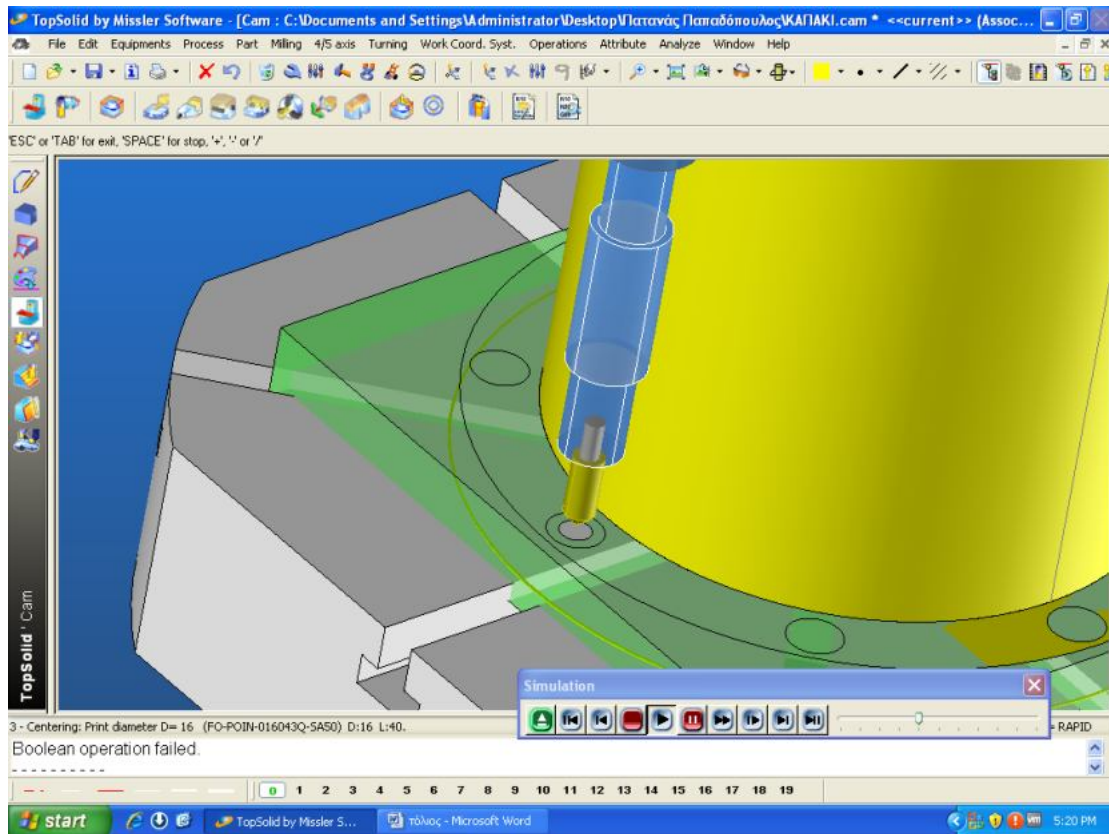
Κατεργασία προσώπου (εικ. 39)



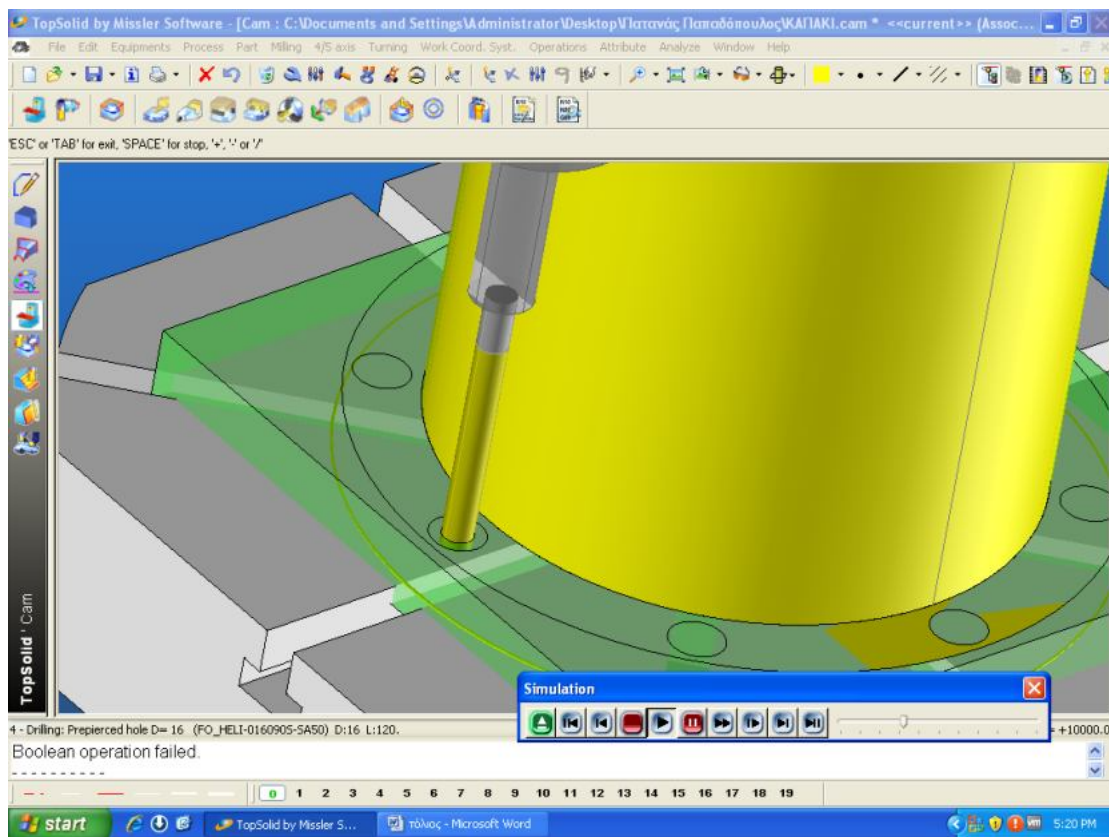
Προσομώση κατεργασίας εξωτερικού φρεζαρίσματος (εικ. 40)



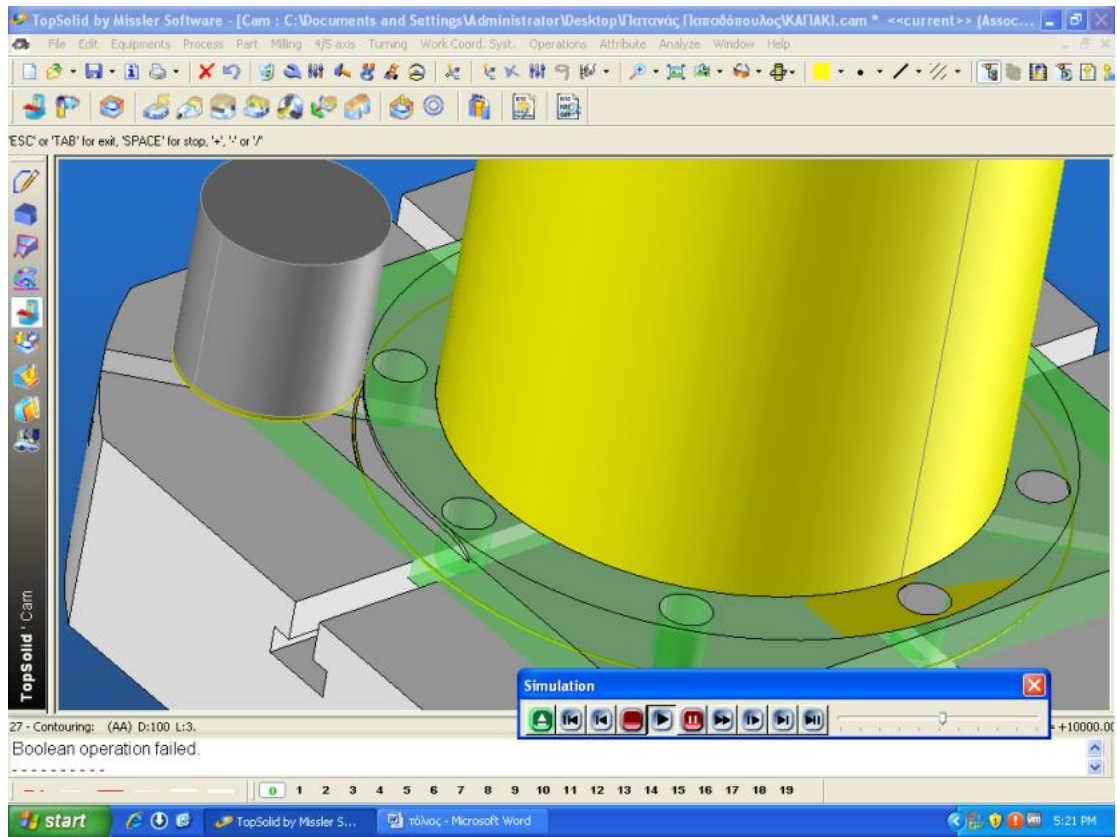
Διαδρομές εργαλείου (εικ. 41)



Διάνοιξη σπής – κεντράρισμα (εικ. 42)



Διάνοιξη σπής (εικ. 43)



Περιφερειακό εξωτερικό φρεζάρισμα (εικ. 44)

ΚΩΔΙΚΑΣ G & M

Παράρτημα: Κώδικας G και M της Μηχανής

Καπάκι

%000001

(FACING MILL / END FACE MILL FR-DRES-0630T2G-SA50)

T01 M06

F10000

S9999 M03

M08

(FACING THE PART AT Z=0.5)

(WCS PART 2)

G0 A0.000 C0.000

G0 X241.541 Y-2.141

G0 Z110.066

G0 Z2.000

F7500

G1 Z0.000

F10000

G1 X181.691

G1 Y-181.691

G1 X-181.691

G1 Y181.691

G1 X181.691

G1 Y-2.141

G1 X121.841

G1 Y-121.841

G1 X150.191 Y-150.191

G1 X121.841 Y-121.841

G1 X-121.841
G1 X-150.191 Y-150.191
G1 X-121.841 Y-121.841
G1 Y121.841
G1 X-150.191 Y150.191
G1 X-121.841 Y121.841
G1 X121.841
G1 X150.191 Y150.191
G1 X121.841 Y121.841
G1 Y-2.141
G1 X61.991
G1 Y-61.991
G1 X90.341 Y-90.341
G1 X61.991 Y-61.991
G1 X-61.991
G1 X-90.341 Y-90.341
G1 X-61.991 Y-61.991
G1 Y61.991
G1 X-90.341 Y90.341
G1 X-61.991 Y61.991
G1 X61.991
G1 X90.341 Y90.341
G1 X61.991 Y61.991
G1 Y-2.141
G1 X2.141
G1 X30.491 Y-30.491
G1 X2.141 Y-2.141
G1 X-2.141
G1 X-30.491 Y-30.491

G1 X-2.141 Y-2.141
G1 Y2.141
G1 X-30.491 Y30.491
G1 X-2.141 Y2.141
G1 X2.141
G1 X30.491 Y30.491
G1 X2.141 Y2.141
G1 Y-2.141
G0 Z7.500
G0 Z110.066
M09
G0 Z7.500
(SLOT MILL AA)
T03 M06
F10000
S9999 M03
M08
(FACING NIBBLE OF THE PART)
G0 A0.000 C0.000
G0 X247.958 Y-159.847
G0 Z110.066
G0 Z-22.615
F7500
G1 Z-24.615
G10
N1 F10000
N2 G1 X246.291 Y-162.375
N3 G2 X162.375 Y-246.291 I0.000 J0.000
G11

G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-22.615
F7500
G1 Z-24.615
G10
N4 F10000
N5 G1 X-162.375 Y-246.291
N6 G2 X-246.291 Y-162.375 I0.000 J0.000
G11
G0 Z2.500
G0 X-247.958 Y159.847
G0 Z-22.615
F7500
G1 Z-24.615
G10
N7 F10000
N8 G1 X-246.291 Y162.375
N9 G2 X-162.375 Y246.291 I0.000 J0.000
G11
G0 Z2.500
G0 X159.847 Y247.958
G0 Z-22.615
F7500
G1 Z-24.615
G10
N10 F10000
N11 G1 X162.375 Y246.291
N12 G2 X246.291 Y162.375 I0.000 J0.000

N13 G2 X230.126 Y39.111 I166.977 J110.085

N14 G3 X198.830 Y-21.602 I293.274 J-31.863

N15 G2 X198.830 Y-21.602 I0.000 J0.000

N16 G3 X199.898 Y-26.670 I207.115 J-22.502

G11

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-47.230

F7500

G1 Z-49.230

G12 L01.001

G0 Z2.500

G0 X-159.847 Y-247.958

G0 Z-47.230

F7500

G1 Z-49.230

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-47.230

F7500

G1 Z-49.230

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-47.230

F7500

G1 Z-49.230

G12 L01.01

G0 Z2.000
G0 X247.958 Y-159.847
G0 Z-71.845
F7500
G1 Z-73.845
G12 L01.001
G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-71.845
F7500
G1 Z-73.845
G12 L01.004
G0 Z2.500
G0 X-247.958 Y159.847
G0 Z-71.845
F7500
G1 Z-73.845
G12 L01.007
G0 Z2.500
G0 X159.847 Y247.958
G0 Z-71.845
F7500
G1 Z-73.845
G12 L01.01
G0 Z2.000
G0 X247.958 Y-159.847
G0 Z-96.460
F7500
G1 Z-98.460

G12 L01.001
G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-96.460
F7500
G1 Z-98.460
G12 L01.004
G0 Z2.500
G0 X-247.958 Y159.847
G0 Z-96.460
F7500
G1 Z-98.460
G12 L01.007
G0 Z2.500
G0 X159.847 Y247.958
G0 Z-96.460
F7500
G1 Z-98.460
G12 L01.01
G0 Z2.000
G0 X247.958 Y-159.847
G0 Z-121.075
F7500
G1 Z-123.075
G12 L01.001
G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-121.075
F7500

G1 Z-123.075

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-121.075

F7500

G1 Z-123.075

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-121.075

F7500

G1 Z-123.075

G12 L01.01

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-145.690

F7500

G1 Z-147.690

G12 L01.001

G0 Z2.500

G0 X-159.847 Y-247.958

G0 Z-145.690

F7500

G1 Z-147.690

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-145.690

F7500

G1 Z-147.690

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-145.690

F7500

G1 Z-147.690

G12 L01.01

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-170.305

F7500

G1 Z-172.305

G12 L01.001

G0 Z2.500

G0 X-159.847 Y-247.958

G0 Z-170.305

F7500

G1 Z-172.305

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-170.305

F7500

G1 Z-172.305

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-170.305

F7500

G1 Z-172.305

G12 L01.01

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-194.920

F7500

G1 Z-196.920

G12 L01.001

G0 Z2.500

G0 X-159.847 Y-247.958

G0 Z-194.920

F7500

G1 Z-196.920

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-194.920

F7500

G1 Z-196.920

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-194.920

F7500

G1 Z-196.920

G12 L01.01

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-219.535

F7500

G1 Z-221.535

G12 L01.001

G0 Z2.500

G0 X-159.847 Y-247.958

G0 Z-219.535

F7500

G1 Z-221.535

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-219.535

F7500

G1 Z-221.535

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-219.535

F7500

G1 Z-221.535

G12 L01.01

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-244.150

F7500

G1 Z-246.150

G12 L01.001

G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-244.150
F7500
G1 Z-246.150
G12 L01.004
G0 Z2.500
G0 X-247.958 Y159.847
G0 Z-244.150
F7500
G1 Z-246.150
G12 L01.007
G0 Z2.500
G0 X159.847 Y247.958
G0 Z-244.150
F7500
G1 Z-246.150
G12 L01.01
G0 Z2.000
G0 X247.958 Y-159.847
G0 Z-268.765
F7500
G1 Z-270.765
G12 L01.001
G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-268.765
F7500
G1 Z-270.765

G12 L01.004
G0 Z2.500
G0 X-247.958 Y159.847
G0 Z-268.765
F7500
G1 Z-270.765
G12 L01.007
G0 Z2.500
G0 X159.847 Y247.958
G0 Z-268.765
F7500
G1 Z-270.765
G12 L01.01
G0 Z2.000
G0 X247.958 Y-159.847
G0 Z-293.380
F7500
G1 Z-295.380
G12 L01.001
G0 Z2.500
G0 X-159.847 Y-247.958
G0 Z-293.380
F7500
G1 Z-295.380
G12 L01.004
G0 Z2.500
G0 X-247.958 Y159.847
G0 Z-293.380
F7500

G1 Z-295.380

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-293.380

F7500

G1 Z-295.380

G12 L01.01

G0 Z2.000

G0 X247.958 Y-159.847

G0 Z-318.000

F7500

G1 Z-320.000

G12 L01.001

G0 Z2.500

G0 X-159.847 Y-247.958

G0 Z-318.000

F7500

G1 Z-320.000

G12 L01.004

G0 Z2.500

G0 X-247.958 Y159.847

G0 Z-318.000

F7500

G1 Z-320.000

G12 L01.007

G0 Z2.500

G0 X159.847 Y247.958

G0 Z-318.000

F7500
G1 Z-320.000
G12 L01.01
G0 Z2.000
G0 Z2.500
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.500
(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PRINT DIAMETER D= 16)
G0 A0.000 C0.000
G0 X0.000 Y-170.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-328.000 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)
T05 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PREPIERCED HOLE D= 16)

G0 A0.000 C0.000
G0 X0.000 Y-170.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-353.619 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL AAA)
T06 M06
F10000
S9999 M03
M08
(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)
G0 A0.000 C0.000
G0 X0.000 Y-170.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-357.165 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08

(PRINT DIAMETER D= 16)

G0 A0.000 C0.000

G0 X-120.000 Y-120.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-328.000 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)

T05 M06

F10000

S9999 M03

M08

(PREPIERCED HOLE D= 16)

G0 A0.000 C0.000

G0 X-120.000 Y-120.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-353.619 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TWIST DRILL AAA)

T06 M06

F10000

S9999 M03

M08

(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)

G0 A0.000 C0.000

G0 X-120.000 Y-120.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-357.165 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)

T04 M06

F10000

S9999 M03

M08

(PRINT DIAMETER D= 16)

G0 A0.000 C0.000

G0 X120.000 Y-120.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-328.000 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)

T05 M06

F10000

```
S9999 M03

M08

(PREPIERCED HOLE D= 16)

G0 A0.000 C0.000

G0 X120.000 Y-120.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-353.619 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TWIST DRILL AAA)

T06 M06

F10000

S9999 M03

M08

(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)

G0 A0.000 C0.000

G0 X120.000 Y-120.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-357.165 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)

T04 M06
```



```
F10000
S9999 M03
M08
(PRINT DIAMETER D= 16)
GO A0.000 C0.000
GO X170.000 Y0.000
GO Z110.066
GO Z2.000
G81 Z-328.000 R-318.000
GO G80 Z2.000
GO Z110.066
M09
GO Z2.000
(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)
T05 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PREPIERCED HOLE D = 16)
GO A0.000 C0.000
GO X170.000 Y0.000
GO Z110.066
GO Z2.000
G81 Z-353.619 R-318.000
GO G80 Z2.000
GO Z110.066
M09
GO Z2.000
(TWIST DRILL AAA)
```

```
T06 M06
F10000
S9999 M03
M08
(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)
GO A0.000 C0.000
GO X170.000 Y0.000
GO Z110.066
GO Z2.000
G81 Z-357.165 R-318.000
GO G80 Z2.000
GO Z110.066
M09
GO Z2.000
(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PRINT DIAMETER D= 16)
GO A0.000 C0.000
GO X-170.000 Y0.000
GO Z110.066
GO Z2.000
G81 Z-328.000 R-318.000
GO G80 Z2.000
GO Z110.066
M09
GO Z2.000
```

(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)

T05 M06

F10000

S9999 M03

M08

(PREPIERCED HOLE D= 16)

G0 A0.000 C0.000

G0 X-170.000 Y0.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-353.619 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

G0 Z2.000

(TWIST DRILL AAA)

T06 M06

F10000

S9999 M03

M08

(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)

G0 A0.000 C0.000

G0 X-170.000 Y0.000

G0 Z110.066

G0 Z2.000

G81 Z-357.165 R-318.000

G0 G80 Z2.000

G0 Z110.066

M09

```
G0 Z2.000
(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PRINT DIAMETER D= 16)
G0 A0.000 C0.000
G0 X120.000 Y120.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-328.000 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)
T05 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PREPIERCED HOLE D= 16)
G0 A0.000 C0.000
G0 X120.000 Y120.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-353.619 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
```

```
M09
GO Z2.000
(TWIST DRILL AAA)
T06 M06
F10000
S9999 M03
M08
(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)
GO A0.000 C0.000
GO X120.000 Y120.000
GO Z110.066
GO Z2.000
G81 Z-357.165 R-318.000
GO G80 Z2.000
GO Z110.066
M09
GO Z2.000
(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PRINT DIAMETER D= 16)
GO A0.000 C0.000
GO X0.000 Y170.000
GO Z110.066
GO Z2.000
G81 Z-328.000 R-318.000
GO G80 Z2.000
```

```
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)
T05 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PREPIERCED HOLE D= 16)
G0 A0.000 C0.000
G0 X0.000 Y170.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-353.619 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL AAA)
T06 M06
F10000
S9999 M03
M08
(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)
G0 A0.000 C0.000
G0 X0.000 Y170.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-357.165 R-318.000
```

G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TIP DRILL FO-POIN-016043Q-SA50)
T04 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PRINT DIAMETER D= 16)
G0 A0.000 C0.000
G0 X-120.000 Y120.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-328.000 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL FO_HELI-016090S-SA50)
T05 M06
F10000
S9999 M03
M08
(PREPIERCED HOLE D= 16)
G0 A0.000 C0.000
G0 X-120.000 Y120.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000

```
G81 Z-353.619 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(TWIST DRILL AAA)
T06 M06
F10000
S9999 M03
M08
(HOLE D= 28.284 DEPTH=29 DRILLED D= 28.284 DEPTH= 31)
G0 A0.000 C0.000
G0 X-120.000 Y120.000
G0 Z110.066
G0 Z2.000
G81 Z-357.165 R-318.000
G0 G80 Z2.000
G0 Z110.066
M09
G0 Z2.000
(SLOT MILL AA)
T07 M06
F10000
S9999 M03
M08
G0 A0.000 C0.000
G0 X0.700 Y-262.882
G0 Z110.066
G0 Z-322.900
```


G10

N17 G1 G41 X22.317 Y-250.324

N18 G3 X0.633 Y-237.882 I0.700 J-262.882

N19 G2 X237.883 Y0.000 I0.000 J0.000

N20 G2 X-0.633 Y-237.882 I0.000 J0.000

N21 G3 X-22.317 Y-250.324 I-0.700 J-262.882

N22 G1 G40 X-0.700 Y-262.882

G11

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-325.800

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-328.700

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-331.600

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-334.500

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-337.400

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-340.300

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-343.200

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-346.100

G12 L01.017

G0 Z2.000

G0 X0.700

G0 Z-349.000

G12 L01.017

G0 Z2.000

M09

M02

Βίδα

%000001

(EXTERNAL TURN TOOL TU_EXTE-LX06C2D-BT25)

T01 M06

F.2

S491 M04

M08

(WCS PART 4)

G0 C0.000

G0 X32.400 Y0.000

G0 Z52.426
G0 Z0.900
G1 X0.000
G1 G18 X4.500 Z5.400
G1 X5.914 Z6.814
S2691
G0 X32.400
G0 Z-3.863
G1 X22.051
G1 Z0.400
G1 X0.000
G1 X0.500 Z0.900
G0 X32.400
G0 Z-8.626
G1 X22.051
G1 Z-3.863
G0 X32.400
G0 Z-13.389
G1 X22.051
G1 Z-8.626
G0 X32.400
G0 Z-18.153
G1 X22.051
G1 Z-13.389
G0 X32.400
G0 Z-22.916
G1 X22.051
G1 Z-18.153
G0 X32.400

G0 Z-27.679

G1 X22.051

G1 Z-22.916

G0 X32.400

G0 Z-32.442

G1 X22.051

G1 Z-27.679

G0 X32.400

G0 Z-37.205

G1 X22.051

G1 Z-32.442

G0 X32.400

G0 Z-41.968

G1 X22.051

G1 Z-37.205

G0 X32.400

G0 Z-46.732

G1 X22.051

G1 Z-41.968

G0 X32.400

G0 Z-51.495

G1 X22.051

G1 Z-46.732

G0 X32.400

G0 Z-56.258

G1 X22.051

G1 Z-51.495

G0 X32.400

G0 Z-61.021

G1 X22.051
G1 Z-56.258
G0 X32.400
G0 Z-65.784
G1 X22.051
G1 Z-61.021
G0 X32.400
G0 Z-70.547
G1 X22.051
G1 Z-65.784
G0 X32.400
G0 Z-75.311
G1 X22.051
G1 Z-70.547
G0 X32.400
G0 Z-80.074
G1 X22.051
G1 Z-75.311
G0 X32.400
G0 Z-84.837
G1 X22.051
G1 Z-80.074
G0 X32.400
G0 Z-89.600
G1 X22.051
G1 Z-84.837
G1 X23.465 Z-83.423
M09

(EXTERNAL GROOVE TOOL GO_EXTE-BT-151.2L21B-D01-MACH)

T02 M06
F.1
S673 M04
M08
G0 C0.000
G0 X23.651 Y0.000
G0 Z52.426
G0 Z-18.000
G1 X14.142
G1 X23.651
G0 Z-21.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-19.586
G0 X23.651
G0 Z-24.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-22.586
G0 X23.651
G0 Z-27.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-25.586
G0 X23.651
G0 Z-30.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-28.586
G0 X23.651
G0 Z-33.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-31.586

G0 X23.651
G0 Z-36.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-34.586
G0 X23.651
G0 Z-39.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-37.586
G0 X23.651
G0 Z-42.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-40.586
G0 X23.651
G0 Z-45.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-43.586
G0 X23.651
G0 Z-48.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-46.586
G0 X23.651
G0 Z-51.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-49.586
G0 X23.651
G0 Z-54.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-52.586
G0 X23.651

G0 Z-57.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-55.586
G0 X23.651
G0 Z-60.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-58.586
G0 X23.651
G0 Z-63.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-61.586
G0 X23.651
G0 Z-66.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-64.586
G0 X23.651
G0 Z-69.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-67.586
G0 X23.651
G0 Z-72.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-70.586
G0 X23.651
G0 Z-75.000
G1 X14.142
G1 X15.556 Z-73.586
G0 X23.651
G0 Z-78.000

G1 X14.142

G1 X15.556 Z-76.586

G0 X23.651

G0 Z-81.000

G1 X14.142

G1 X15.556 Z-79.586

G0 X23.651

G0 Z-84.000

G1 X14.142

G1 X15.556 Z-82.586

G0 X23.651

G0 Z-87.000

G1 X14.142

G1 X15.556 Z-85.586

G0 X24.051

G0 Z-90.000

G1 X14.142

G1 X15.556 Z-88.586

M09

G0 Z52.426

(SLOT MILL FR_2TAI-008010Q-VDI)

T03 M06

F10000

S9999 M03

M08

G0 C0.000

G0 X-13.315 Y-25.689

G0 Z52.426

G0 Z0.500

G1 Z-1.500
G1 G17 X-24.176 Y-3.677
G2 X-24.260 Y-3.480 I-22.383 J-2.792
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.149 Y3.978 I-20.298 J1.164
G1 X-23.751 Y6.387
G2 X-23.683 Y6.497 I-22.021 J5.383
G1 X-14.963 Y19.510
G2 X-14.943 Y19.539 I-13.301 J18.396
G1 X-13.619 Y21.440
G2 X-10.652 Y23.540 I-9.230 J18.384
G1 X-5.906 Y23.725
G2 X-5.695 Y23.722 I-5.828 J21.726
G1 X9.098 Y22.736
G2 X9.204 Y22.726 I8.965 J20.740
G1 X11.494 Y22.450
G2 X14.184 Y21.740 I10.289 J12.439
G2 X15.972 Y19.783 I10.330 J16.423
G1 X17.428 Y17.339
G2 X17.503 Y17.201 I15.709 J16.316
G1 X24.159 Y3.710
G2 X24.243 Y3.516 I22.366 J2.825
G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.149 Y-3.978 I20.299 J-1.164
G1 X23.747 Y-6.393
G2 X23.679 Y-6.503 I22.017 J-5.389
G1 X14.581 Y-20.079
G2 X14.352 Y-20.362 I12.920 J-18.966
G1 X11.531 Y-23.257

G1 X10.653 Y-23.539
G1 X5.825 Y-23.746
G2 X5.620 Y-23.744 I5.740 J-21.748
G1 X-18.355 Y-22.305
G0 Z7.000
G0 X-13.338 Y-25.641
G0 Z-1.500
G1 Z-3.500
G1 X-24.193 Y-3.642
G2 X-24.278 Y-3.445 I-22.399 J-2.757
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.154 Y3.966 I-20.315 J1.165
G1 X-23.766 Y6.364
G2 X-23.697 Y6.476 I-22.035 J5.363
G1 X-14.952 Y19.527
G2 X-14.930 Y19.557 I-13.290 J18.413
G1 X-13.612 Y21.448
G2 X-10.652 Y23.540 I-9.236 J18.396
G1 X-5.921 Y23.726
G2 X-5.709 Y23.723 I-5.842 J21.727
G1 X9.111 Y22.735
G2 X9.218 Y22.725 I8.978 J20.739
G1 X11.500 Y22.449
G2 X14.184 Y21.740 I10.293 J12.452
G2 X15.957 Y19.807 I10.346 J16.441
G1 X17.380 Y17.434
G2 X17.459 Y17.290 I15.665 J16.405
G1 X24.194 Y3.641
G2 X24.278 Y3.443 I22.400 J2.756

G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.154 Y-3.966 I20.316 J-1.165
G1 X23.759 Y-6.374
G2 X23.690 Y-6.486 I22.029 J-5.372
G1 X14.542 Y-20.138
G2 X14.308 Y-20.425 I12.880 J-19.025
G1 X11.531 Y-23.257
G2 X9.131 Y-23.733 I9.053 J-17.056
G1 X6.107 Y-23.768
G2 X5.964 Y-23.765 I6.084 J-21.769
G1 X-18.391 Y-22.303
G0 Z7.000
G0 X-13.340 Y-25.637
G0 Z-3.500
G1 Z-5.500
G1 X-24.202 Y-3.624
G2 X-24.287 Y-3.425 I-22.408 J-2.739
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.159 Y3.954 I-20.332 J1.167
G1 X-23.779 Y6.345
G2 X-23.709 Y6.458 I-22.047 J5.345
G1 X-14.941 Y19.542
G2 X-14.925 Y19.566 I-13.280 J18.428
G1 X-13.626 Y21.444
G2 X-10.214 Y23.593 I-9.406 J18.526
G1 X-6.147 Y23.741
G2 X-5.941 Y23.738 I-6.074 J21.743
G1 X9.132 Y22.734
G2 X9.240 Y22.724 I8.999 J20.738

G1 X11.508 Y22.448
G2 X14.184 Y21.740 I10.297 J12.464
G2 X15.949 Y19.818 I10.361 J16.458
G1 X17.369 Y17.457
G2 X17.448 Y17.311 I15.655 J16.426
G1 X24.200 Y3.628
G2 X24.285 Y3.429 I22.407 J2.743
G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.160 Y-3.952 I20.334 J-1.167
G1 X23.784 Y-6.337
G2 X23.713 Y-6.451 I22.052 J-5.338
G1 X14.968 Y-19.502
G2 X14.956 Y-19.520 I13.307 J-18.389
G1 X13.756 Y-21.269
G2 X11.092 Y-23.430 I8.777 J-17.853
G1 X6.245 Y-23.765
G2 X5.987 Y-23.766 I6.107 J-21.770
G1 X-18.390 Y-22.303
G0 Z7.000
G0 X-13.341 Y-25.635
G0 Z-5.500
G1 Z-7.500
G1 X-24.187 Y-3.654
G2 X-24.272 Y-3.456 I-22.394 J-2.769
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.163 Y3.944 I-20.349 J1.168
G1 X-23.778 Y6.346
G2 X-23.707 Y6.460 I-22.046 J5.347
G1 X-14.526 Y20.162

G2 X-14.290 Y20.451 I-12.864 J19.049

G1 X-11.530 Y23.258

G2 X-9.144 Y23.733 I-9.057 J17.064

G1 X-6.475 Y23.768

G2 X-6.316 Y23.763 I-6.449 J21.768

G1 X9.145 Y22.733

G2 X9.253 Y22.723 I9.012 J20.737

G1 X11.515 Y22.447

G2 X14.184 Y21.740 I10.301 J12.477

G2 X15.949 Y19.816 I10.376 J16.474

G1 X17.394 Y17.406

G2 X17.473 Y17.262 I15.679 J16.377

G1 X24.190 Y3.648

G2 X24.275 Y3.451 I22.397 J2.763

G1 X25.904 Y-0.998

G2 X25.167 Y-3.936 I20.351 J-1.168

G1 X23.811 Y-6.297

G2 X23.738 Y-6.414 I22.077 J-5.300

G1 X14.908 Y-19.592

G2 X14.884 Y-19.627 I13.246 J-18.478

G1 X13.586 Y-21.476

G2 X10.653 Y-23.539 I9.255 J-18.436

G1 X5.881 Y-23.749

G2 X5.674 Y-23.748 I5.793 J-21.751

G1 X-18.395 Y-22.303

G0 Z7.000

G0 X-13.339 Y-25.639

G0 Z-7.500

G1 Z-9.500

G1 X-24.220 Y-3.587
G2 X-24.306 Y-3.387 I-22.427 J-2.702
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.170 Y3.929 I-20.365 J1.170
G1 X-23.807 Y6.303
G2 X-23.734 Y6.420 I-22.072 J5.307
G1 X-14.920 Y19.573
G2 X-14.902 Y19.600 I-13.259 J18.460
G1 X-13.611 Y21.460
G2 X-10.214 Y23.593 I-9.414 J18.548
G1 X-6.173 Y23.743
G2 X-5.966 Y23.740 I-6.099 J21.744
G1 X9.158 Y22.732
G2 X9.267 Y22.722 I9.025 J20.736
G1 X11.522 Y22.446
G2 X14.184 Y21.740 I10.306 J12.490
G2 X15.947 Y19.818 I10.390 J16.490
G1 X17.409 Y17.377
G2 X17.486 Y17.234 I15.693 J16.349
G1 X24.170 Y3.689
G2 X24.254 Y3.493 I22.376 J2.804
G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.171 Y-3.927 I20.368 J-1.170
G1 X23.809 Y-6.299
G2 X23.736 Y-6.417 I22.075 J-5.303
G1 X14.943 Y-19.539
G2 X14.887 Y-19.618 I13.282 J-18.425
G1 X13.601 Y-21.350
G2 X11.531 Y-23.257 I7.528 J-16.837

G2 X9.165 Y-23.730 I9.073 J-17.118
G1 X6.172 Y-23.772
G2 X6.024 Y-23.769 I6.144 J-21.772
G1 X-18.384 Y-22.304
G0 Z7.000
G0 X-13.339 Y-25.639
G0 Z-9.500
G1 Z-11.500
G1 X-24.229 Y-3.569
G2 X-24.315 Y-3.368 I-22.436 J-2.684
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.176 Y3.916 I-20.382 J1.171
G1 X-23.827 Y6.272
G2 X-23.753 Y6.392 I-22.091 J5.279
G1 X-14.905 Y19.596
G2 X-14.880 Y19.632 I-13.244 J18.483
G1 X-13.582 Y21.480
G2 X-10.652 Y23.540 I-9.258 J18.443
G1 X-5.977 Y23.729
G2 X-5.763 Y23.726 I-5.896 J21.731
G1 X9.163 Y22.732
G2 X9.272 Y22.721 I9.030 J20.736
G1 X11.526 Y22.445
G2 X14.184 Y21.740 I10.310 J12.503
G2 X15.935 Y19.836 I10.404 J16.506
G1 X17.373 Y17.447
G2 X17.454 Y17.301 I15.660 J16.416
G1 X24.211 Y3.606
G2 X24.296 Y3.407 I22.417 J2.721

G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.177 Y-3.913 I20.385 J-1.171
G1 X23.832 Y-6.265
G2 X23.757 Y-6.385 I22.096 J-5.272
G1 X14.999 Y-19.456
G2 X14.945 Y-19.533 I13.337 J-18.343
G1 X13.603 Y-21.345
G2 X11.531 Y-23.257 I7.547 J-16.862
G2 X9.177 Y-23.729 I9.080 J-17.138
G1 X6.193 Y-23.773
G2 X6.044 Y-23.770 I6.164 J-21.773
G1 X-18.381 Y-22.304
G0 Z7.000
G0 X-13.320 Y-25.677
G0 Z-11.500
G1 Z-13.500
G1 X-24.238 Y-3.551
G2 X-24.324 Y-3.348 I-22.445 J-2.666
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.182 Y3.902 I-20.398 J1.173
G1 X-23.849 Y6.239
G2 X-23.773 Y6.362 I-22.112 J5.248
G1 X-14.931 Y19.558
G2 X-14.873 Y19.639 I-13.269 J18.445
G1 X-13.593 Y21.360
G2 X-11.530 Y23.258 I-7.546 J16.859
G2 X-9.172 Y23.731 I-9.069 J17.101
G1 X-6.545 Y23.772
G2 X-6.381 Y23.768 I-6.514 J21.772

G1 X9.183 Y22.730
G2 X9.398 Y22.704 I9.050 J20.735
G1 X13.849 Y21.919
G2 X16.037 Y19.784 I11.217 J17.032
G1 X17.413 Y17.375
G2 X17.469 Y17.269 I15.676 J16.384
G1 X24.151 Y3.727
G2 X24.213 Y3.589 I22.357 J2.842
G1 X25.714 Y-0.140
G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.181 Y-3.903 I20.402 J-1.173
G1 X23.834 Y-6.261
G2 X23.759 Y-6.383 I22.098 J-5.269
G1 X14.919 Y-19.575
G2 X14.860 Y-19.658 I13.257 J-18.462
G1 X13.581 Y-21.373
G2 X11.531 Y-23.257 I7.566 J-16.886
G2 X9.188 Y-23.728 I9.086 J-17.158
G1 X6.215 Y-23.774
G2 X6.064 Y-23.771 I6.184 J-21.775
G1 X-18.296 Y-22.309
G0 Z7.000
G0 X-13.342 Y-25.633
G0 Z-13.000
G1 Z-15.000
G1 X-24.245 Y-3.537
G2 X-24.331 Y-3.334 I-22.451 J-2.652
G1 X-25.904 Y0.998
G2 X-25.185 Y3.895 I-20.411 J1.174

G1 X-23.850 Y6.238
G2 X-23.773 Y6.361 I-22.112 J5.248
G1 X-14.928 Y19.561
G2 X-14.871 Y19.643 I-13.267 J18.448
G1 X-13.588 Y21.365
G2 X-11.530 Y23.258 I-7.558 J16.874
G2 X-9.179 Y23.730 I-9.072 J17.110
G1 X-6.558 Y23.773
G2 X-6.392 Y23.768 I-6.525 J21.773
G1 X9.280 Y22.724
G2 X9.499 Y22.697 I9.146 J20.728
G1 X13.849 Y21.919
G2 X16.026 Y19.802 I11.223 J17.041
G1 X17.358 Y17.485
G2 X17.418 Y17.373 I15.624 J16.488
G1 X24.247 Y3.533
G2 X24.333 Y3.330 I22.453 J2.648
G1 X25.904 Y-0.998
G2 X25.185 Y-3.895 I20.414 J-1.174
G1 X23.843 Y-6.247
G2 X23.768 Y-6.370 I22.106 J-5.257
G1 X14.910 Y-19.589
G2 X14.892 Y-19.616 I13.248 J-18.476
G1 X13.706 Y-21.324
G2 X11.092 Y-23.430 I8.827 J-17.940
G1 X6.369 Y-23.772
G2 X6.104 Y-23.773 I6.224 J-21.777
G1 X-18.379 Y-22.304
G0 Z7.000

Βιβλιογραφία

1. Βιβλίο ψυκτικών και κλιματιστικών εγκαταστάσεων (Ευαγγέλου Κανακάκη) Έ εξαμήνου Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού
2. www.eaparts.gr
3. www.frigo.hellas.gr
4. www.google.com
5. http://www.solidworks.com/sw/education/SDL_form.html (Solidworks Demo)

Επίλογος – Συμπεράσματα

Σκοπός της εργασίας είναι η χρησιμοποίηση του προγράμματος για την τελική πιστή αντιγραφή του συστήματος ψύξης κυκλώματος ψυκτικής εγκατάστασης ψυγείων τροφίμων. Τα διάφορα κομμάτια σχεδιάστηκαν ώστε να υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησής τους με αποτέλεσμα την καλύτερη παρουσίαση στο μάθημα ψυκτικές εγκαταστάσεις (εποπτικό μέσο).

Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και εξάγει το τελικό σχέδιο σε animation. Η σχεδίαση γίνεται σε CAD απ' το οποίο το τελικό σχέδιο μπορεί να εισαχθεί και σε πρόγραμμα CAM και να προκύψει ο G και M της μηχανής κώδικας βάσει του οποίου θα υλοποιηθεί σε αυτόματο C.N.C.

Τελικός σκοπός για τα δοκίμια είναι να κατασκευαστούν με την ελαχιστοποίηση του κόστους τους (οικονομικό – χρονικό) καθώς και την επαναληψιμότητάς τους.

Το πλέον χρήσιμο είναι επίσης (που προσφέρεται από ένα τέτοιου είδους λογισμικού) είναι η κατασκευή των δοκιμίων με την εξαγωγή κώδικα με την βοήθεια της προσομοίωσης για τον μηδενισμό των λαθών που τυχόν θα εμφανιστούν κατά την κατεργασία.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract.....	3
Πρόλογος	4
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	5
Κεφάλαιο 2: Η ψύξη και η χρήση της.....	6
Κεφάλαιο 3: Η διαδικασία της ψύξης.....	7
Κεφάλαιο 4: Μονοβάθμιο σύστημα ψύξης.....	8
Κεφάλαιο 5: Διβάθμιο σύστημα ψύξης.....	10
Κεφάλαιο 6: Κύρια μέρη ψυκτικού συγκροτήματος.....	12
Τρισδιάστατες οντότητες.....	37
Κώδικας G & M.....	61
Βιβλιογραφία-επίλογος συμπεράσματα.....	108