

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

**ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : Τρισδιάστατη σχεδίαση εναλλάκτη θερμότητας (CAD)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : Πλιάτσικας Γεώργιος**

**Βουλγαρίδης Βασίλειος**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : Τρισδιάστατη σχεδίαση εναλλάκτη θερμότητας (CAD)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Πλιάτσικας Γεώργιος  
ΑΜ : 4247  
Βουλγαρίδης Βασίλειος  
ΑΜ:**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Περίληψη

Η σχεδίαση και συναρμολόγηση των υπό σχεδίαση δοκιμίων έγινε με πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης. Η χρήση του προγράμματος έγινε από μηνιαία μακέτα free trial. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα, σχεδίασης, συναρμολόγησης, μηχανικής κίνησης και δοκιμασίες αντοχής. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού των εν λόγω δοκιμίων, έγιναν πολλές δοκιμές διαφόρων σχεδιασμών. Το σχέδιο που επιλέχθηκε και σχεδιάστηκε είναι ενός εναλλάκτη θερμότητας. Έγινε σχεδιασμός των μερών (Parts) και η συναρμολόγηση (assembly).

Σκοπός της εργασίας είναι η γενική περιγραφή ενός συστήματος σε πλήρη τομή, αφού αυτό μπορεί να αποτελέσει ένα εποπτικό μέσο για την διδασκαλία των ναυτικών μαθημάτων. Αυτή η γενική περιγραφή με τις ανάλογες τομές και το animation αποτελεί το βασικό εργαλείο για την επίτευξη της αποτελεσματικής κατανόησης από τους μαθητές της Ακαδημίας. Μετά την σχεδίαση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με την βοήθεια του λογισμικού επιτυγχάνεται αρχικά η εκ νέου σχεδίαση κάποιων τεμαχίων ούτως ώστε να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία τους. Σε δεύτερη φάση θα γίνει και ακριβής και στοχευόμενη η κατασκευή τους αφού κάποιος μπορεί να περάσει την γεωμετρία στο CAM (Computer Aided Manufacturing) και να εισάγει τον κώδικα σε αυτόματη εργαλειομηχανή CNC (Computer Numerical Control).

## **Abstract**

The design and assembly of the design under test was a three-dimensional drawing program platform. The use of the model was made by monthly free trial. The program allows, design, assembly, mechanical motion and strength tests. During the design process of testing purposes, numerous trials of various designs. The design was conceived and is one heat exchanger. Done design parts (Parts) and assembling them.

The purpose of this paper is a general description of a system in full section, as this can be a visual tool for teaching marine subjects. This general description with the appropriate sections and the animation is the main tool for achieving effective understanding by students of the Academy. After designing the computer with the help of software is achieved by first re-design of some pieces he shall be to optimize the operation. In the second phase will be both accurate and targeted their construction because someone can pass the geometry in CAM (Computer Aided Manufacturing) and insert the code into automatic machine tool CNC (Computer Numerical Control).

## Πρόλογος

Η σχεδίαση ενός απλού εξαρτήματος, μίας απλής κατασκευής είναι μία πρόκληση για ένα σχεδιαστή 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 πολύ περισσότερο δύσκολο σε μία 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 πτυχιική εργασία πραγματεύεται με την τρισδιάστατη σχεδίαση, ενός **εναλλάκτη θερμότητας** δίνοντας με τον τρόπο αυτό και στον πιο δύσκολο αναγνώστη μία εύκολη εικόνα της σημασίας τους .

# Κεφάλαιο 1

## Εναλλάκτες θερμότητας

Εναλλάκτες θερμότητας (heat exchangers) ονομάζονται συσκευές, με τις οποίες επιτυγχάνεται η μεταβίβαση ποσού θερμότητας από ένα ρευστό σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία . Απαραίτητη προϋπόθεση για τη μεταβίβαση θερμότητας είναι τα δυο ρευστά να έχουν διαφορετική θερμοκρασία .Αυτό αναφέρεται στον Β' θερμοδυναμικό Νόμο (Αρχή Carnot), όπου η θερμότητα πορεύεται από τις υψηλότερες προς τις χαμηλότερες θερμοκρασίες .

Με τους εναλλάκτες επιδιώκεται είτε η θέρμανση ενός ρευστού από άλλο με υψηλότερη θερμοκρασία , οπότε γενικά ονομάζονται θερμαντήρες (Heaters) είτε αφαίρεση θερμότητας δηλαδή η ψύξη ενός ρευστού από άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία οπότε γενικά ονομάζονται ψυγεία ή ψυκτήρες ( Coolers ).

Τους εναλλάκτες θερμότητας μπορεί κάποιος να τους συναντήσει σε διάφορες μορφές στις εγκαταστάσεις των πλοίων . Παραδείγματα εναλλακτών θερμότητας είναι:

- Ψυγεία των εξατμίσεων στις ατμομηχανές
- Ψυγεία αποσταγμένου νερού Μ . Ε . Κ .
- Ψυκτήρες λαδιού λιπάνσεως , πόσιμου νερού ή αέρα
- Οι βραστήρες παραγωγής αποσταγμένου νερού
- Οι προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού , πετρελαίου και καυσιγόνου αέρα
- Οι οικονομητήρες τροφοδοτικού νερού
- Οι υπερθερμαντήρες , αφυπερθερμαντήρες , αναθερμαντήρες ατμού
- Οι αναθερμαντήρες των στροβίλων κλπ

Η γνώση λειτουργίας και συντήρησης των συσκευών εναλλαγής θερμότητας κατέχουν εξέχουσα θέση στις γενικές γνώσεις, τις οποίες είναι απαραίτητο να έχει κάθε μηχανικός εμπορικού ναυτικού για τη σωστή λειτουργία των μηχανών και των βοηθητικών μηχανημάτων που περιέχονται σε κάθε μηχανοστάσιο πλοίου.

Τα είδη των εναλλακτών θερμότητας ποικίλουν, ενώ η νέα τεχνολογία επιτρέπει τη συνεχή τροποποίηση τους προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση τους, η αντοχή τους στις βλάβες και να γίνει απλούστερος ο τρόπος συντήρησής τους.



**Εικόνα 1.1 :** Εναλλάκτης θερμότητας

### **1.1 Απόδοση και μετάδοση θερμότητας στους εναλλάκτες**

Στους εναλλάκτες επιφανείας γενικά η μετάδοση πραγματοποιείται ως μία από τις μορφές της αγωγής που καλείται σύνθετη διάβαση της θερμότητας. Σύμφωνα με αυτή, δηλαδή η θερμότητα είναι υποχρεωμένη να διέλθει από αλληπάλλληλα στρώματα ή θερμικές αντιστάσεις. Στην πράξη και κατά την λειτουργία εναλλάκτη αυτού του είδους και αν κάποιος θεωρήσει αμελητέα την ακτινοβολία της συσκευής προς το περιβάλλον (δεδομένου άλλωστε ότι μονώνεται επαρκώς), πάρα πολλοί παράγοντες εισέρχονται επηρεάζοντας την απόδοση του.

Οι παράγοντες αυτοί είναι οι στιγμιαίες μεταβολές της θερμοκρασίας των ρευστών, η ρύπανση των επιφανειών μεταδόσεως της θερμότητας (αυλών κλπ.), από αιθάλη ή άλατα, ή γεώδης ύλες, θαλάσσιους οργανισμούς και άλλους ανάλογα με την φύση της συσκευής. Εκτός από αυτά η ταχύτητα κινήσεως και η ποσότητα των ρευστών που κυκλοφορούν αποτελούν πολύ σοβαρούς παράγοντες μιας και ανεξάρτητα από το επίπεδο των θερμοκρασιών, των δύο συναλλασσόμενων ρευστών, το ένα παρέχει και το άλλο απορροφά την θερμότητα. Αν η απορρόφηση αυτή πέσει κάτω από ένα όριο προσδιορισμένο από πριν, τότε προκαλείται υπερθέρμανση του υλικού μέσο του οποίου μεταδίδεται η θερμότητα με καταστρεπτικά για την συσκευή αποτελέσματα.

## 1.2 Μετάδοση θερμότητας στους εναλλάκτες επιφάνειας

Για την μελέτη του φαινομένου λαμβάνει κάποιος υπ' όψη ότι όταν το ρευστό κινείται και εφάπτεται σε στερεή επιφάνεια, τότε στην επιφάνεια αυτή σχηματίζεται πάντοτε λεπτό στρώμα ή μεμβράνη που κινείται με ελάχιστη ταχύτητα ή παραμένει ακίνητη. Η θερμότητα του ρευστού αναγκάζεται έτσι να διέλθει πρώτα της μεμβράνης αυτής και στην συνέχεια να εισέλθει στην στερεή πλάκα. Το πάχος της μεμβράνης αυτής εξαρτάται από το συντελεστή ιξώδους του ρευστού και από την ταχύτητα κινήσεως του. Είναι δηλαδή μικρότερο όσο το ρευστό είναι πιο λεπτόρρευστο και όσο η ταχύτητα κινήσεως είναι μεγαλύτερη.

Το πάχος της μεμβράνης ελαττώνεται στο ελάχιστο όταν η ροή του από στρωτή, όπως είναι σε μικρές ταχύτητες μετατραπεί σε στροβιλώδη (μεγάλες ταχύτητες), ή διαφορετικά υπερβεί την κρίσιμη ταχύτητα ροής. Οποσδήποτε όμως η μεμβράνη αυτή ανεξάρτητα από το πάχος που έχει κάθε φορά, προσφέρει αντίσταση στη διάβαση της θερμότητας. Η αντίσταση αυτή, εκφράζεται με το λεγόμενο συντελεστή μεμβράνης (film coefficient) του ρευστού.

## 1.3 Κατάταξη εναλλακτών θερμότητας.

Οι εναλλάκτες θερμότητας διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, τους εναλλάκτες αναμίξεως ή εξ' επαφής και τους εναλλάκτες επιφάνειας.

### **Εναλλάκτες αναμίξεως:**

Στους εναλλάκτες αναμίξεως τα δυο ρευστά αναμιγνύονται μεταξύ τους. Οι εναλλάκτες δεν χρησιμοποιούνται πια έξω από τα ψυγεία αναμίξεως των εγχυτήρων που χρησιμοποιούνται για την ψύξη του μίγματος εγχυτήρων κενού. Σ' αυτούς όμως η ψύξη γίνεται με το νερό που καταθλίβει η αντλία συμπυκνώματος δηλαδή δεν επέρχεται μόλυνση όλου του τροφοδοτικού κυκλώματος με άλατα.

Παρουσιάζουν ενδιαφέρον όμως ως προθερμαντήρες αναμίξεως που βέβαια δεν χρησιμοποιούνται σήμερα όπου η προθέρμανση γίνεται με ράντισμα του τροφοδοτικού νερού επάνω στις εξατμίσεις των μηχανημάτων στο ίδιο κέλυφος. Το μίγμα που προκύπτει είναι καθαρό



τροφοδοτικό νερό θερμοκρασίας κατά μέγιστο όση αυτή των εξατμίσεων οι οποίες συμπυκνωμένες χορηγούν την λανθάνουσα θερμότητα τους.

Οι προθερμαντήρες αναμίξεως χρησίμευσαν ως πρόδρομοι της απαραίτητης σήμερα για όλες τις σύγχρονες εγκαταστάσεις εξαεριστικής δεξαμενής.

### **Εναλλάκτες επιφανείας:**

Οι εναλλάκτες επιφανείας είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται περισσότερο στα πλοία. Σ' αυτούς τα δυο ρευστά, το θερμό και το ψυχρό, διαχωρίζονται πάντοτε μεταξύ τους από διαχωριστικό μεταλλικό σώμα ορισμένου πάχους. Αυτό μπορεί να είναι διαχωριστική πλάκα ή συνηθέστερα το σώμα σωλήνα (αυλού) μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το ένα ρευστό, ενώ εξωτερικά ο σωλήνας αυτός περιβάλλεται από το άλλο.

Οι εναλλάκτες κατασκευάζονται σε τρεις διαφορετικούς τύπους: α) Τους αυλωτούς, β) Τους κυψελωτούς, γ) Τους με επίπεδες ψυκτικές πλάκες.

Οι **εναλλάκτες** διαχωρίζονται επίσης και σε άλλες τρεις υποκατηγορίες:

**A. Εναλλάκτες ομορροής**, όπου τα δυο ρευστά ρέουν προς την ίδια διεύθυνση.

**B. Εναλλάκτες αντιρροής**, όπου τα δυο ρευστά ρέουν προς αντίθετες κατευθύνσεις.

**Γ. Εναλλάκτες σταυρορροής**, όπου τα δυο ρευστά ρέουν προς διασταυρούμενες κατευθύνσεις

### **1.4 Ψυγεία**

Με τον όρο ψυγεία εννοούνται γενικά εναλλάκτες, με τους οποίους επιτυγχάνουμε τον υποβιβασμό της θερμοκρασίας ή την ψύξη ενός ρευστού από το άλλο το οποίο για αυτό καλείται ψυκτικό μέσο.

Η ψύξη, όταν το ψυχώμενο ρευστό βρίσκεται σε κατάσταση ατμών συνοδεύεται από μερική συμπύκνωση ατμών και αντίστοιχα μετάβαση του ρευστού σε υγρή κατάσταση. Αυτό συμβαίνει σε περιπτώσεις ψυγείων ατμομηχανών και ψυκτικών μηχανών οπότε τα ψυγεία καλούνται ορθότερα ψυγεία συμπυκνώσεως ή πιο απλά συμπυκνωτές (condensers).

Σε περιπτώσεις όπου το ψυχόμενο ρευστό είναι υγρό π.χ λάδι λιπάνσεως, τότε τα ψυγεία αποκαλούνται ορθότερα ψυκτήρες (coolers).

### 1.5 Κατάταξη ψυγείων

Τα ψυγεία επιφανείας διακρίνονται σε **απλής ροής** όπου το νερό κυκλοφορίας πορεύεται προς μια κατεύθυνση και **διπλής ροής ή αναστρεφόμενης**. Για την επίτευξη της αναστροφής της ροής ο συλλέκτης χωρίζεται σε δυο μισά με τη βοήθεια διαχωριστικής πλάκας ή διαφράγματος. Έτσι το νερό κατευθύνεται δια των αυλών που βρίσκονται στο κάτω μισό, προς τη μια κατεύθυνση και αναστρέφει πορεία μέσα στον οπίσθιο συλλέκτη (συλλέκτη αναστροφής) από όπου εισέρχεται στους αυλούς του επάνω μισού, πορεύεται κατ' αντίθετη διεύθυνση και εξέρχεται από επάνω με τον οχετό εξαγωγής.

Τα ψυγεία διακρίνονται επίσης ανάλογα με την ειδική τους διαμόρφωση σε κυλινδρικά, ελλειπτικά, απιοειδή ή καρδιοειδή) ψυγεία τύπου αναθερμάνσεως, κ.λ.π.



**Εικόνα 1.2 :** Διαμόρφωση τούμπων χωρίς το εξωτερικό κέλυφος

## 1.6 Προθερμαντήρες

Οι προθερμαντήρες είναι εναλλάκτες θερμότητας με τους οποίους επιτυγχάνουμε την ανύψωση της θερμοκρασίας ενός ρευστού με την βοήθεια ενός άλλου που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία. Χρησιμοποιούνται στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις πλοίων ως προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού και εξαερωτήρες, ως προθερμαντήρες πετρελαίου λεβήτων ή βαρέως πετρελαίου Μ.Ε.Κ., ως προθερμαντήρες αέρα, ως προθερμαντήρες λαδιού λεβήτων πριν από τον καθαρισμό τους.

## 1.7 Είδη προθερμαντήρων

Οι προθερμαντήρες νερού διακρίνονται σε δυο κατηγορίες :Σε **προθερμαντήρες αναμίξεως** και σε **προθερμαντήρες επιφανείας**.

**1.Προθερμαντήρες αναμίξεως.** Οι προθερμαντήρες αναμίξεως δεν χρησιμοποιούνται σήμερα και έχουν αντικατασταθεί από τους προθερμαντήρες επιφανείας.

**2.Προθερμαντήρες επιφανείας.** Οι προθερμαντήρες επιφανείας χαρακτηρίζονται ως προθερμαντήρες για χαμηλές πιέσεις όταν λειτουργούν με πιέσεις νερού μέχρι 7 κρ/cm<sup>2</sup> και υψηλές πιέσεις όταν λειτουργούν με υψηλότερες πιέσεις μέχρι και 60 κρ/cm<sup>2</sup>

Οι χαμηλές πιέσεις εγκαθίστανται στην σωλήνωση της αναρροφήσεως της τροφοδοτικής αντλίας, ενώ οι χαμηλές πιέσεις στην σωλήνωση της καταθλίψεως αυτής προς τον λέβητα.

Σε πολυσταδιακά συστήματα αναθερμάνσεως του νερού είναι αναγκαίο να χαρακτηρίζονται ως προθερμαντήρες υψηλής πίεσεως, μεσαίας πίεσεως και χαμηλής πίεσεως αντίστοιχα. Από κατασκευαστική άποψη οι προθερμαντήρες αυτοί δεν διέφεραν ουσιωδώς από τα γνωστά μας ψυγεία. Με την βοήθεια καταλλήλων διαφραγμάτων τα οποία τοποθετούνται στους δύο συλλέκτες, ρυθμίζεται ώστε το νερό που κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς, να πραγματοποιεί περισσότερες από μία διαδρομές μέχρι μηδέν. Ανάλυση κυματοειδούς διαδρομής πραγματοποιείται από τον θερμαινόμενο ατμό, ο οποίος περιβάλλει τους αυλούς με την βοήθεια εγκαρσίων προς τους αυλούς διαφραγμάτων, τα οποία χρησιμεύουν και για την στήριξη των αυλών.

Με την πολλαπλή αυτή ροή των δύο ρευστών επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση κατά την μετάδοση της θερμότητας και η μέγιστη ελάττωση των διαστάσεων της συσκευής. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι αυλοί κατασκευάζονται σε σχήμα "Ο", οπότε η συσκευή κατασκευάζεται με ένα μόνο πώμα και μία αυλοφόρα πλάκα στην οποία εκτονώνονται και τα δύο άκρα των αυλών σχήματος "Π". Με την βοήθεια διαμήκους διαφράγματος στο πώμα το νερό πραγματοποιεί τότε δύο μόνο διαδρομές.

Οι προθερμαντήρες χαμηλής πίεσεως κατασκευάζονται με τραβηχτούς αυλούς και πλάκες από ορείχαλκο ή από μέταλλο, ενώ τα πώματα και τα κελύφη γίνονται χυτοσιδερένια ή από μαλακό χάλυβα.

Οι προθερμαντήρες υψηλής πίεσεως κατασκευάζονται αντίστοιχα με τραβηχτούς αυλούς και πλάκες από χαλκό ή κράμα χαλκού-νικελίου, τα πώματα από μαλακό σφυρήλατο χάλυβα και τα κελύφη από ελάσματα μαλακού χάλυβα.

Οι προθερμαντήρες κατασκευάζονται οριζόντιοι ή κατακόρυφοι.

Τα συνήθη εξαρτήματα, τα οποία φέρουν (εκτός από τα κύρια μέρη, από τα οποία αποτελούνται) είναι θυρίδες επιθεωρήσεως και καθαρισμού, βαλβίδες εισόδου και εξόδου του

νερού και του ατμού, εξαεριστικά του χώρου ατμού και νερού, ασφαλιστικές βαλβίδες ατμού και νερού υδροδεικτικών υγρών, δηλαδή του συμπυκνώματος του ατμού θερμάνσεως.



**Εικόνα 1.3 :** Φωτογραφία προθερμαντήρα

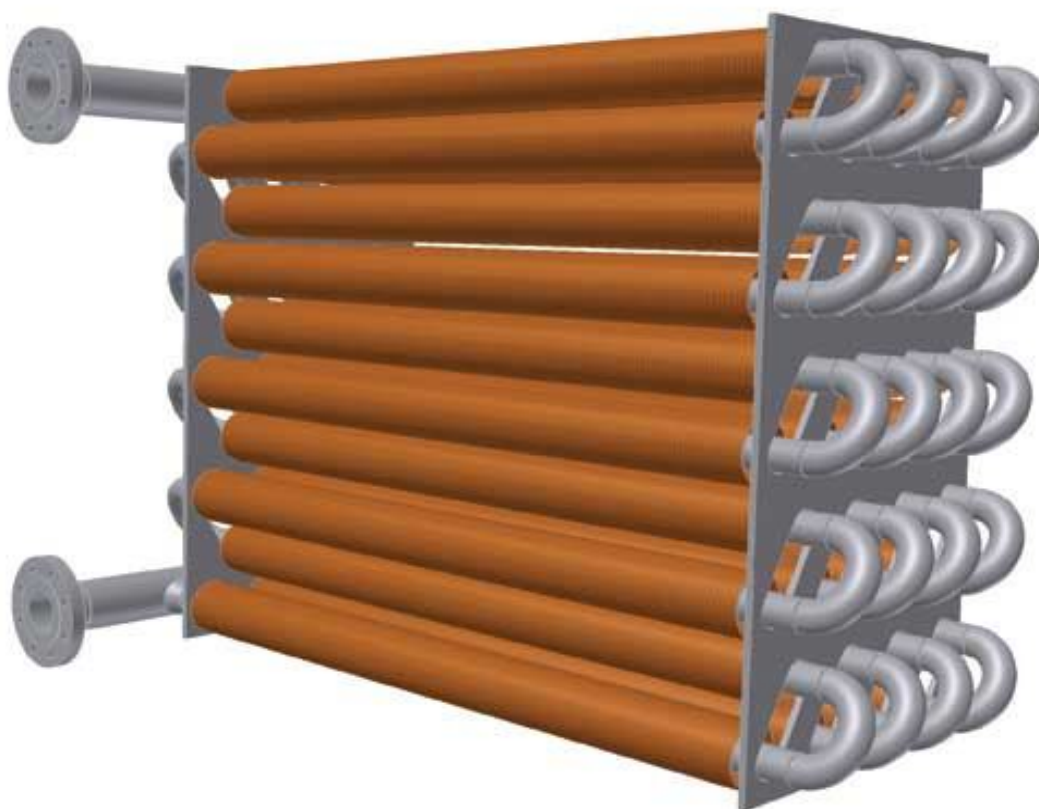
## **1.8 Οικονομητήρες**

Ο οικονομητήρας αποτελείται από συγκρότημα αυλών, οι οποίοι τοποθετούνται επάνω από τις δέσμες των ατμογόνων αυλών. Συνδέεται με εξωτερικές σωληνώσεις προς το τροφοδοτικό σύστημα, ώστε το νερό να ρέει από τους αυλούς του, προτού εισέλθει στον λέβητα. Τα θερμά καυσαέρια του καπνοθάλαμου περιβάλλουν τους αυλούς και δίνουν σε αυτούς θερμότητα, με

αποτέλεσμα την ανύψωση της θερμοκρασίας του τροφοδοτικού νερού και την εξοικονόμηση μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας.

Η οικονομία που επιτυγχάνεται ανέρχεται σε 10% περίπου ανά 10 °F ή 5,5 °C ανυψώσεως της θερμότητας του τροφοδοτικού νερού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω μεγαλύτερης θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ καυσαερίων και νερού στην βάση της καπνοδόχου, η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται καλύτερα στον οικονομητήρα παρά στα ατμογόνα στοιχεία του λέβητα.



**Εικόνα 1.4:** Το εσωτερικό του οικονομητήρα

### 1.9 Υπερθερμαντήρες

Ένας υπερθερμαντήρας σε γενικές γραμμές αποτελείται από συγκρότημα αυλών που εσωτερικά διαρρέονται από τον κεκορεσμένο ατμό, ενώ τα εξωτερικά θερμαίνονται με ακτινοβολία της εστίας ή με αγωγή από τα καυσαέρια.

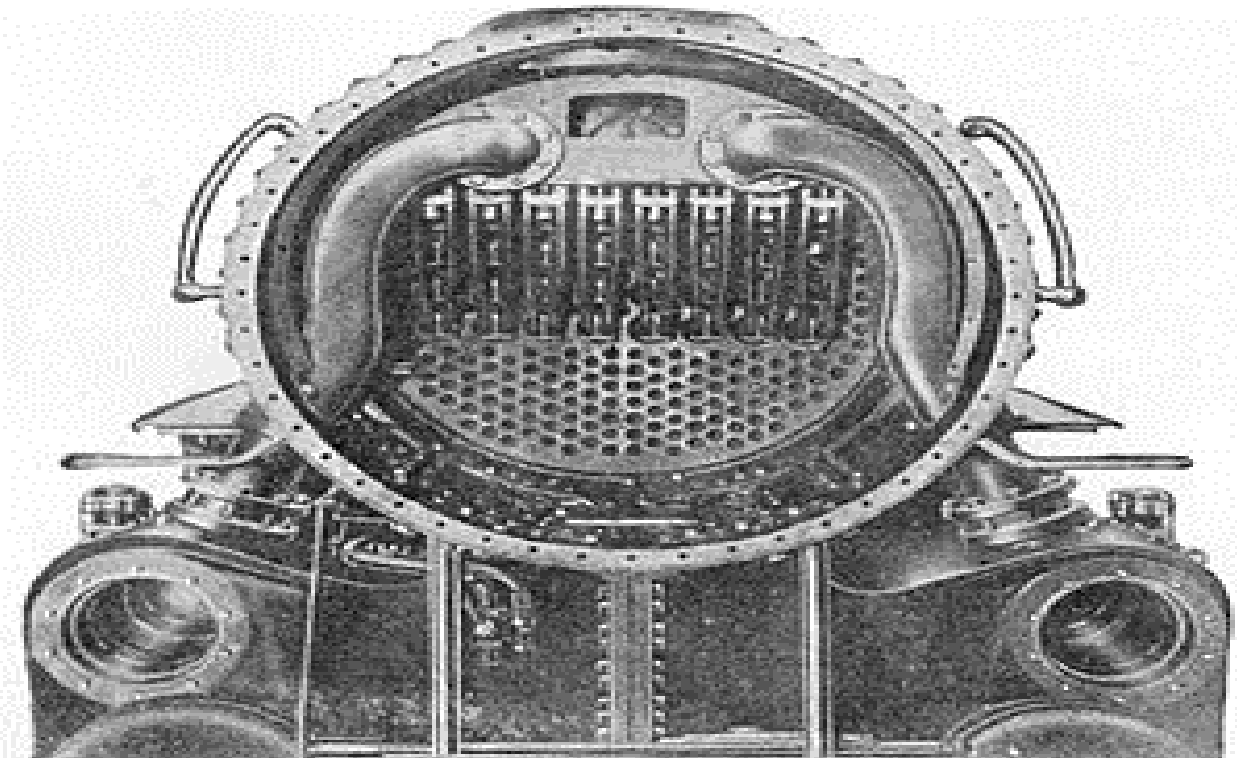
Μέσα στον υπερθερμαντήρα γίνεται υπό σταθερή πίεση η θέρμανση του κορεσμένου ατμού. Έτσι εξατμίζεται η υγρασία του ατμού, ο οποίος αρχικά γίνεται ξηρός και στην συνέχεια αποκτά υψηλότερη θερμοκρασία και αντίστοιχα μεγαλύτερο ειδικό όγκο.

### 1.10 Είδη υπερθερμαντήρων

Οι υπερθερμαντήρες βασικά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. **Υπερθερμαντήρες φλογαυλωτών λεβήτων.** Οι υπερθερμαντήρες φλογαυλωτών λεβήτων υποδιαιρούνται σε υπερθερμαντήρες που βρίσκονται μέσα στους φλογοδρόμους, υπερθερμαντήρες φλογοθαλάμου και υπερθερμαντήρες καπνοθάλαμου.

2. **Υπερθερμαντήρες υδραυλωτών.** Οι υπερθερμαντήρες υδραυλωτών λεβήτων διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο που απορροφούν την θερμότητα σε υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας (radiant type) και υπερθερμαντήρες με αγωγή (convection type). Ανάλογα με την σχετική θέση τους ως προς τους αμογόνους αυλούς σε εξωτερικούς (overdeck) και ενδιάμεσους ή παρεντιθέμενους (interdeck).



**Εικόνα 1.5 :** Η μπροστά μεριά του υπερθερμαντήρα

### **1.11 Αναθερμαντήρες**

Οι αναθερμαντήρες κατασκευάζονται σε δύο μορφές. Στην μία ο ατμός, που χρησιμοποιήθηκε μερικώς στην μηχανή αναθερμαίνεται ενδιάμεσα με ατμό υψηλής πίεσεως που παραλαμβάνεται μετά από τον ατμοφράκτη του λέβητα. Στην άλλη η αναθέρμανση γίνεται μέσα σε ιδιαίτερη συσκευή του ίδιου του λέβητα με τα καυσαέρια του.

### **1.12 Πλεονεκτήματα αναθερμαντήρων**

Τα πλεονεκτήματα της χρήσεως των αναθερμαντήρων είναι:

- α) Αύξηση του παραγόμενου έργου ανά κίλο ατμού, άρα ελάττωση της ειδικής κατανάλωσης του καυσίμου.
- β) Αύξηση του βαθμού ξηρότητας του ατμού της τελευταίας διαβάθμισης του στροβίλου χαμηλής πίεσεως, με συνέπεια την προστασία των πτερυγίων των τελευταίων πέρα από διάβρωση που προκαλούν τα αιωρούμενα σταγονίδια νερού που περιέχονται στον υγρό ατμό.
- γ) Ελάττωση των απωλειών, λόγω τριβών του υδρατμού, οι οποίες είναι τόσο μεγαλύτερες όσο ο υδρατμός είναι υγρότερος.

### **1.13 Αφυπερθερμαντήρες**

Οι αφυπερθερμαντήρες είναι συσκευές με τις οποίες κατά κανόνα υποβιβάζεται η θερμοκρασία του υπέρθερμου ατμού.

Βασικά ένας αφυπερθερμαντήρας μετατρέπει τον υπέρθερμο ατμό σε κορεσμένο προς χρήση κυρίως των βοηθητικών μηχανημάτων.

Η απαιτούμενη ποσότητα ατμού για τα βοηθητικά μηχανήματα οδηγείται μέσω οφιοειδούς σωλήνα βυθισμένου στο τμήμα του νερού του υδροθαλάμου. Ο προς αφυπερθέρμανση ατμός οδηγείται από την έξοδο του υπερθερμαντήρα στην είσοδο του αφυπερθερμαντήρα. Κατά τη δίοδο του από τον τελευταίο χάνει την υπερθέρμανση του, μεταδίδοντας θερμότητα στο νερό το οποίο βρίσκεται στην θερμοκρασία κορεσμού.

Εγκαταλείπει την έξοδο του αφυπερθερμαντήρα σχεδόν σε θερμοκρασία κορεσμένου και εισέρχεται στο δίκτυο του βοηθητικού κορεσμού.



## **1.14 Συστήματα απόσταξης**

Απόσταξη είναι η παραγωγή καθαρού νερού από θαλασσινό νερό με απόσταξη και επανασυμπύκνωση. Το αποσταγμένο νερό παράγεται ως αποτέλεσμα της εξάτμισης του θαλασσινού νερού είτε με βρασμό είτε με μία διαδικασία ταχείας εξάτμισης. Αυτή η εξάτμιση καθιστά δυνατή τη μείωση των διαλυμένων στερεών στο θαλασσινό νερό από 32,000 μέρη ανά εκατομμύριο μερών σε δύο ή τρία (μέρη ανά εκατομμύριο μερών) στο αποσταγμένο νερό. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται ονομάζεται «εξατμιστής» αν και χρησιμοποιείται ο όρος «αποστακτήρας» (βαπορέτα).

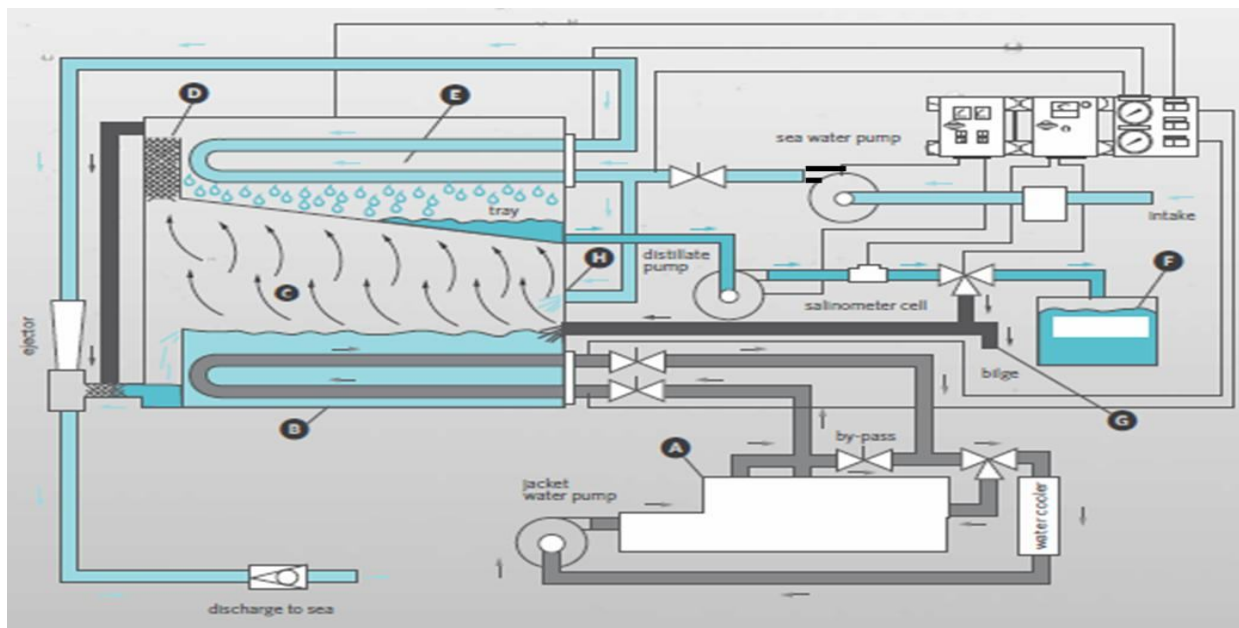
## **1.15 Διαδικασία απόσταξης**

Το θαλασσινό νερό βράζει χρησιμοποιώντας ενέργεια από μία σερπαντίνα θέρμανσης και μειώνοντας την πίεση στο κέλυφος του εξατμιστήρα. Με την διαδικασία αυτή ο βρασμός μπορεί να λάβει χώρα στους 60°C περίπου.

Το θαλασσινό νερό από τις υπηρεσίες του πλοίου κατά πρώτο κυκλοφορεί μέσω του συμπυκνωτή και στη συνέχεια μέρος της εξαγωγής του, διατίθεται ως τροφοδοσία στο θάλαμο εξάτμισης. Το θερμό νερό ή ατμός από τα υδροχιτώνια μιας μηχανής diesel διέρχεται μέσω των αυλών του θερμαντήρα και λόγω της μειωμένης πίεσης στο θάλαμο το θαλασσινό νερό βράζει.

Ο παραγόμενος ατμός στο θάλαμο ανέρχεται και περνάει μέσα από ένα διαχωριστήρα ή αφυγραντή ο οποίος εμποδίζει τα σταγονίδια του νερού να διέλθουν από αυτόν. Στο τμήμα συμπύκνωσης ο ατμός γίνεται καθαρό νερό που αναρροφάται από την αντλία αποστάγματος. Η τροφοδοσία θαλασσινού νερού ρυθμίζεται από έναν ρυθμιστή ροής και περίπου εξατμίζεται το μισό νερό τροφοδοσίας.

Η ποσότητα που απομένει υπερχειλίζει σταθερά ένα φράγμα και απομακρύνει το επιπλέον αλμυρό νερό ή την άλμη. Ένα τζιφάρι συνδυασμένης χρήσης άλμης και αέρα αναρροφά τον αέρα και την άλμη από τον εξατμιστή

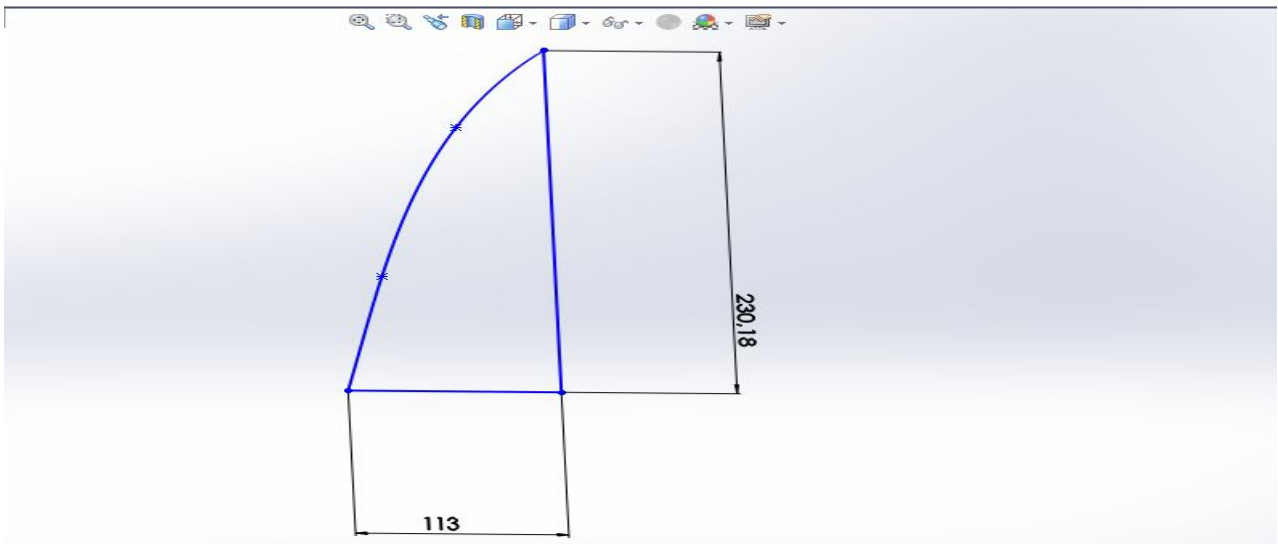


**Εικόνα 1.6 :** Η διαδικασία παραγωγής αποσταγμένου νερού σε σκαρίφημα

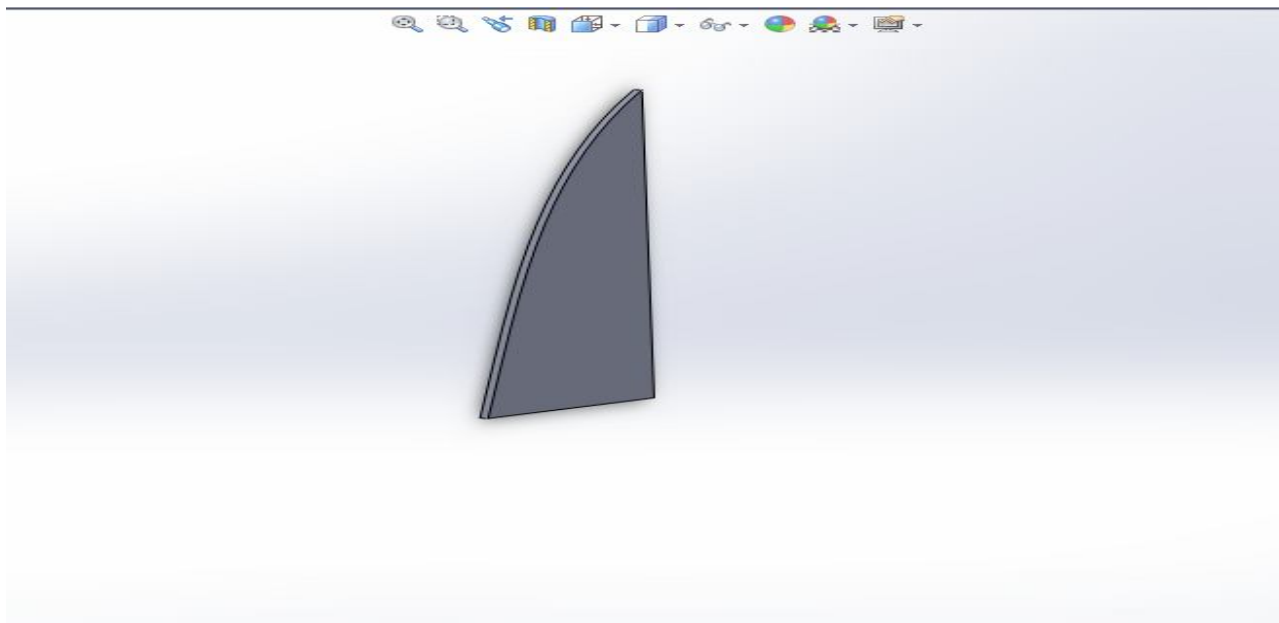
## Κεφάλαιο 2

### Σχεδιασμός κομματιών εναλλάκτη θερμότητας

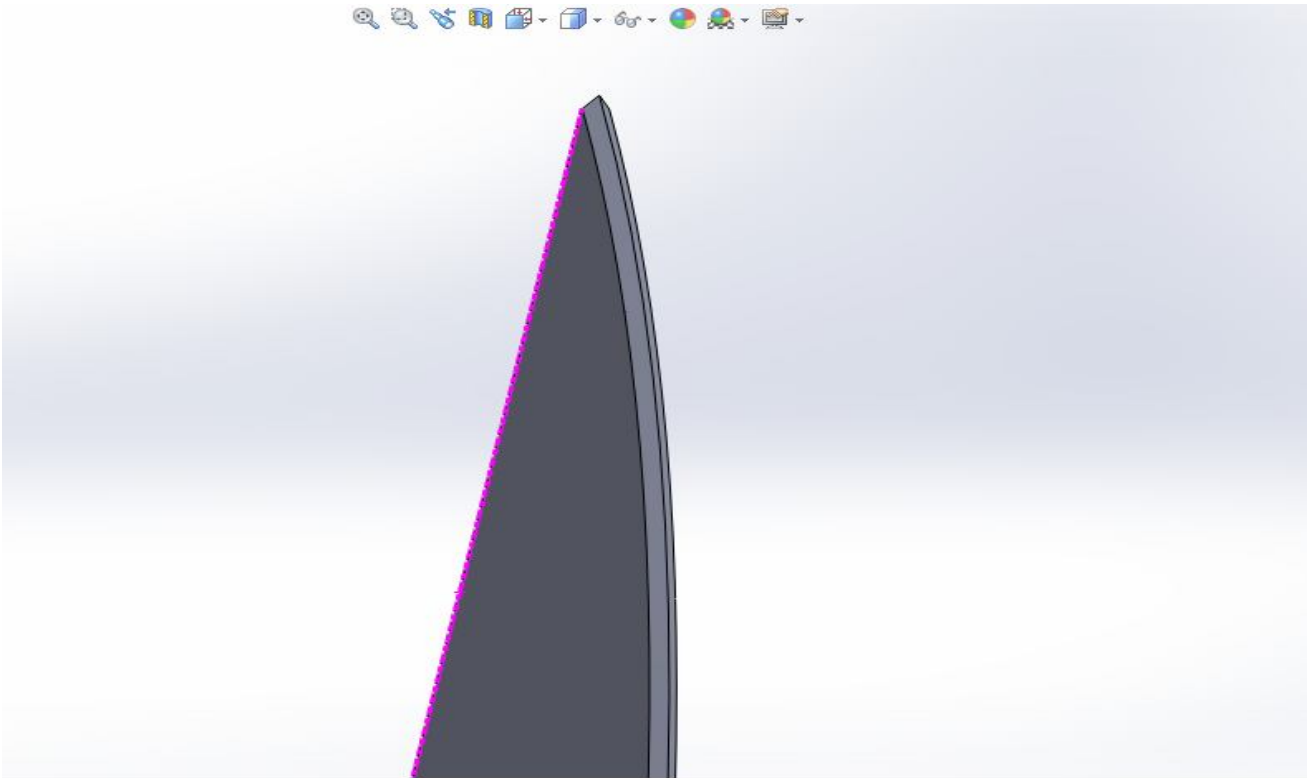
#### 2.1 Σχεδιασμός διαχωριστικών πτερυγίων



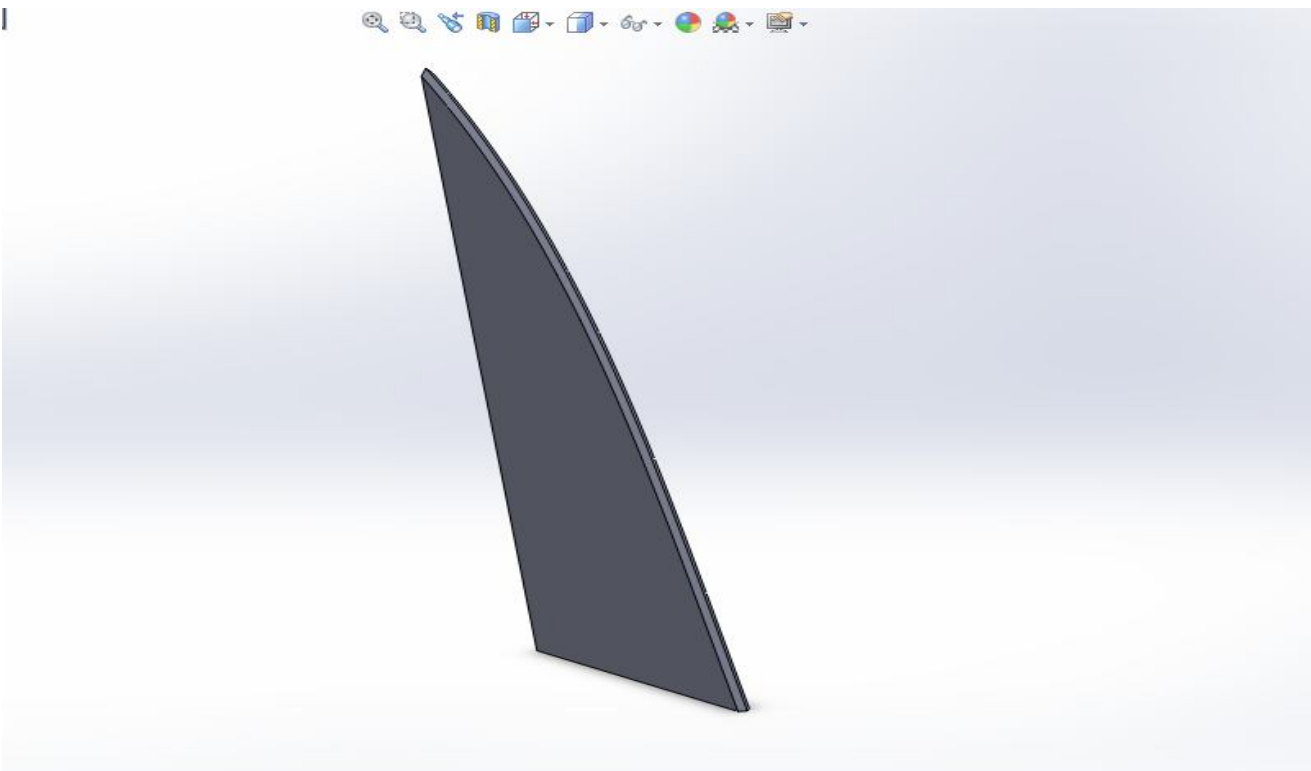
Εικόνα 2.1.1: Σχεδιασμός δυσδιάστατου πρώτου πτερυγίου



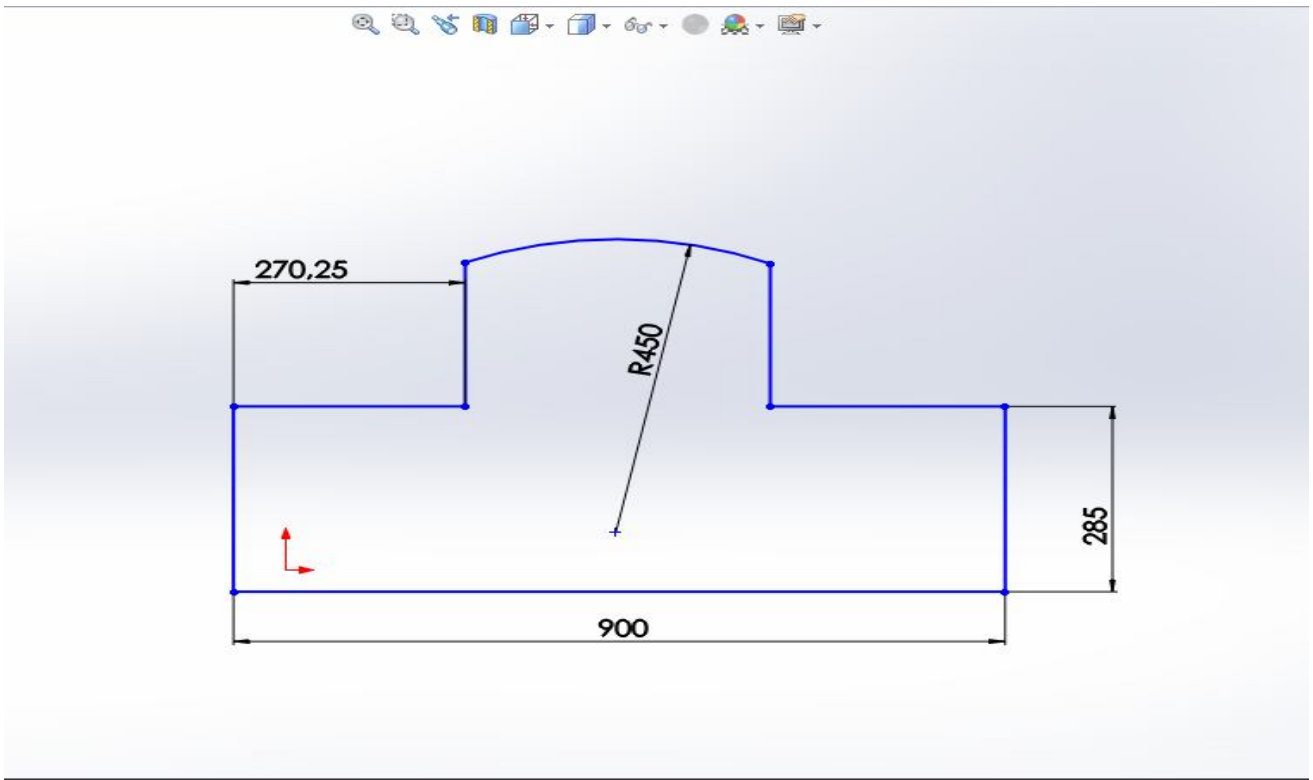
Εικόνα 2.1.2: Εξώθηση του αντικειμένου με την εντολή BOSS EXTRUDE



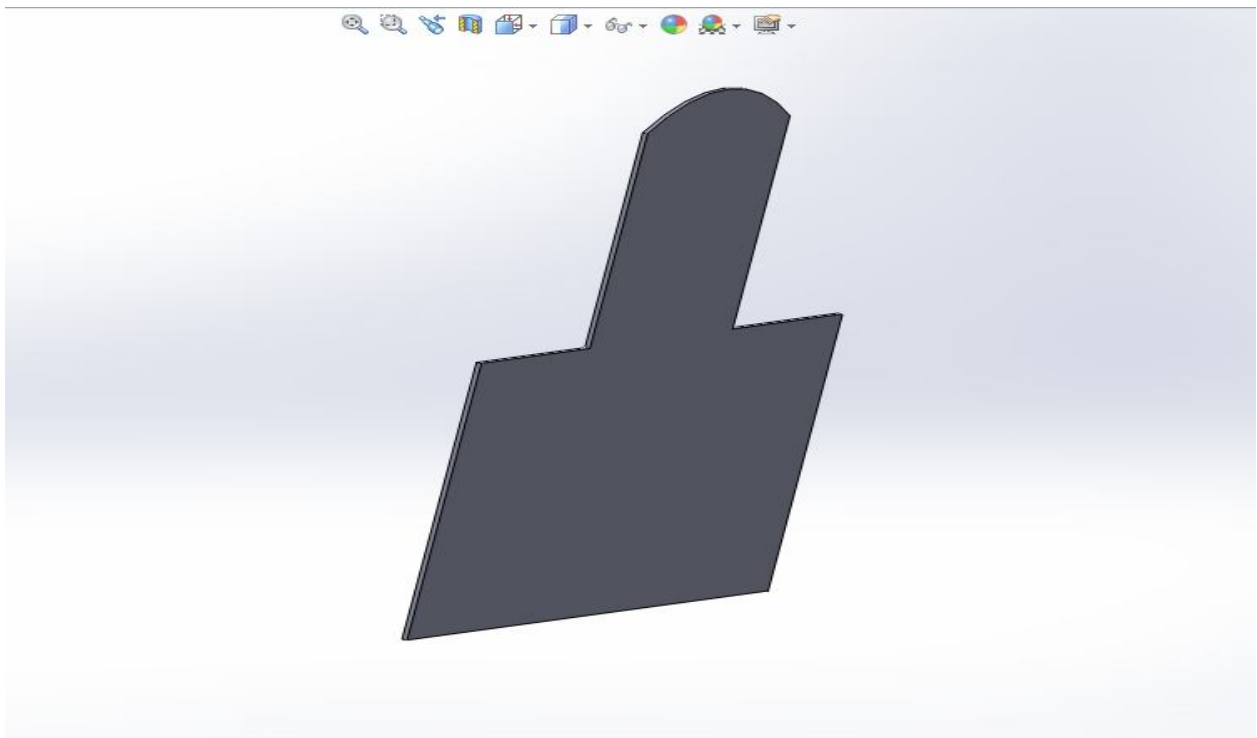
**Εικόνα 2.1.3 :** Δημιουργία λοξοτόμησης μιας άκρης με την εντολή CHAMFER



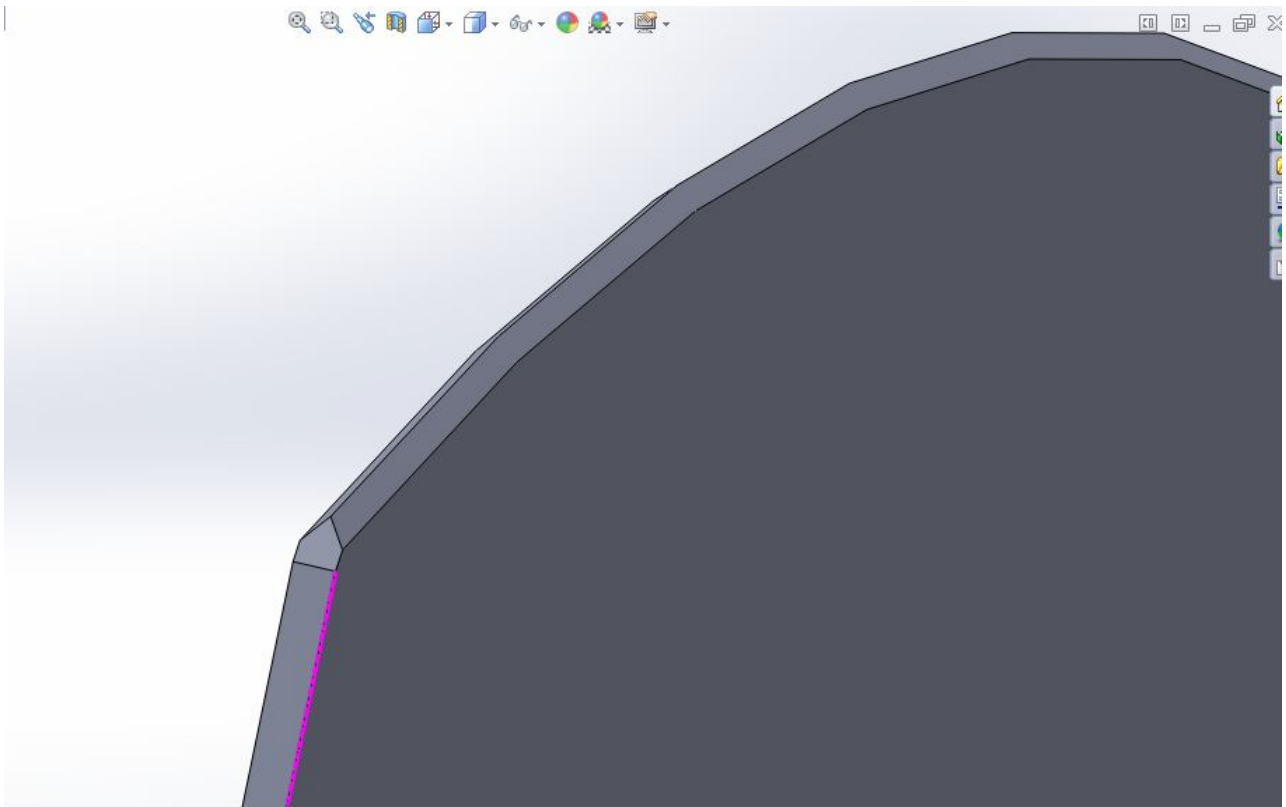
**Εικόνα 2.1.4 :** Το πρώτο πτερύγιο τελειοποιημένο



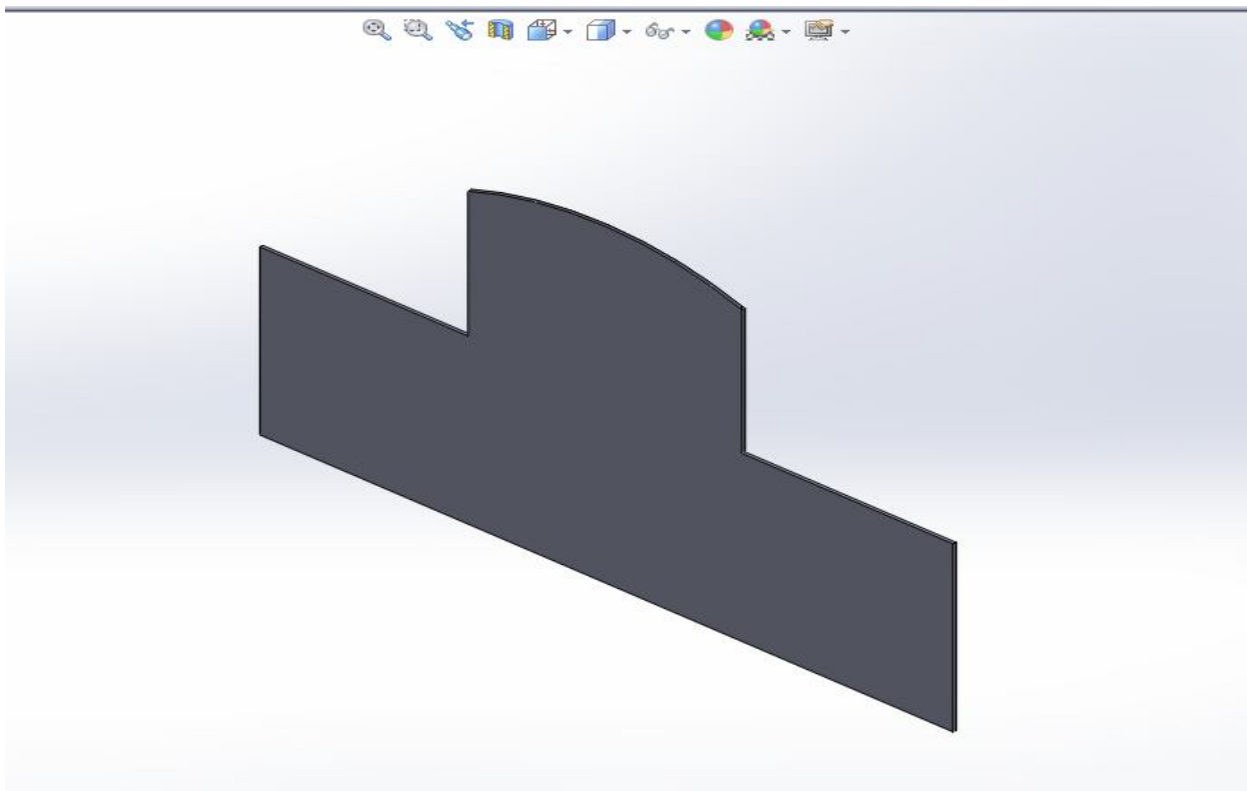
**Εικόνα 2.1.5 :** Δυσδιάστατος σχεδιασμός δεύτερου περυγίου



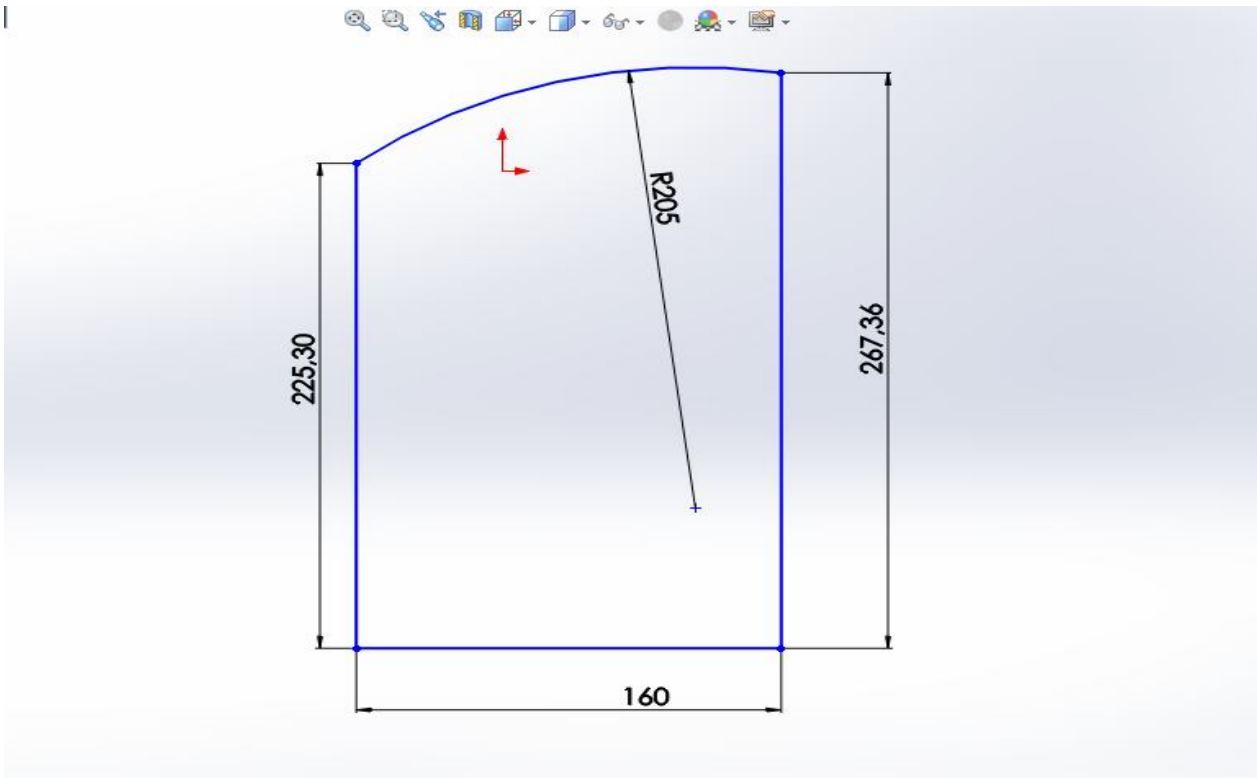
**Εικόνα 2.1.6 :** Εξώθηση του δεύτερου περυγίου



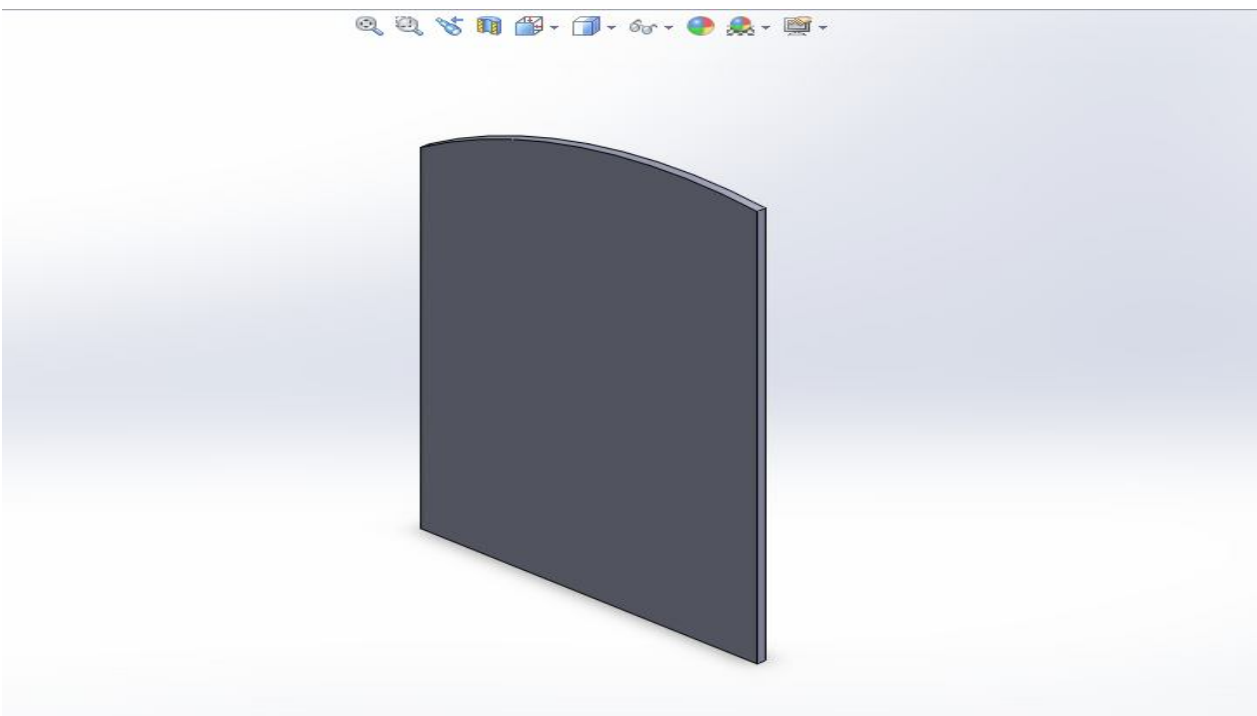
**Εικόνα 2.1.7 :** Δημιουργία λοξοτόμησης με την εντόλη CHAMFER



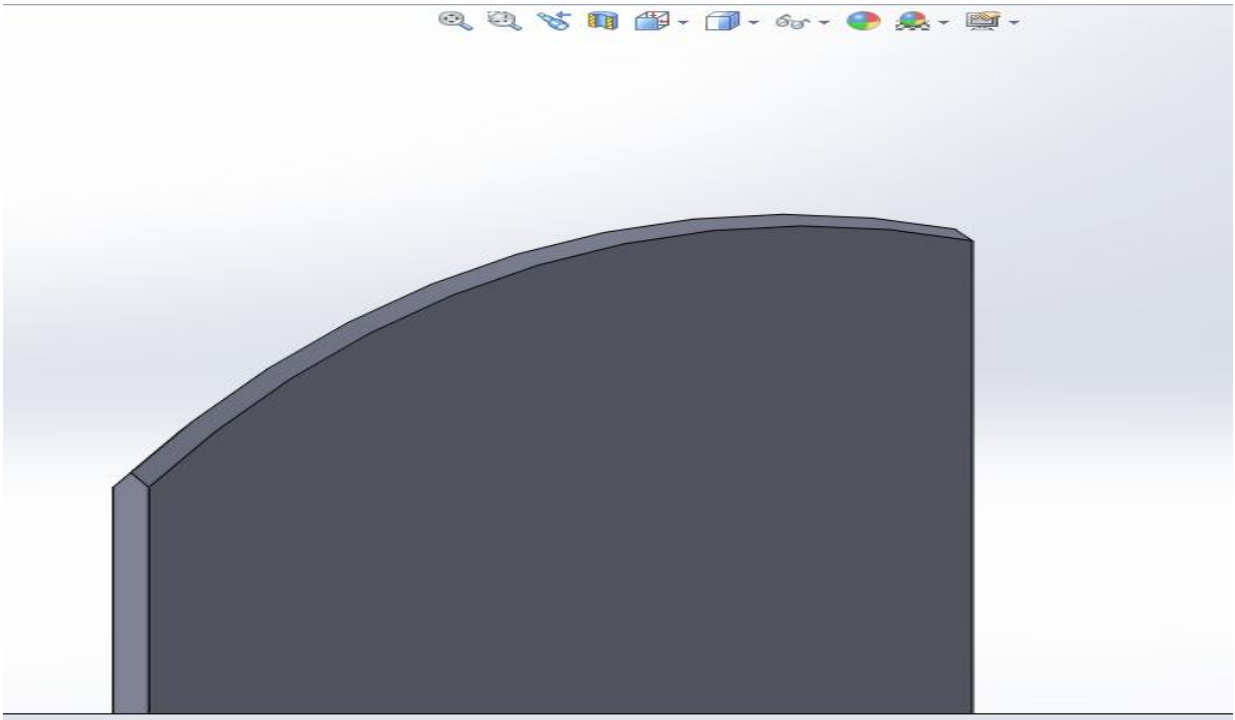
**Εικόνα 2.1.8:** Το δεύτερο κομμάτι τελειοποιημένο



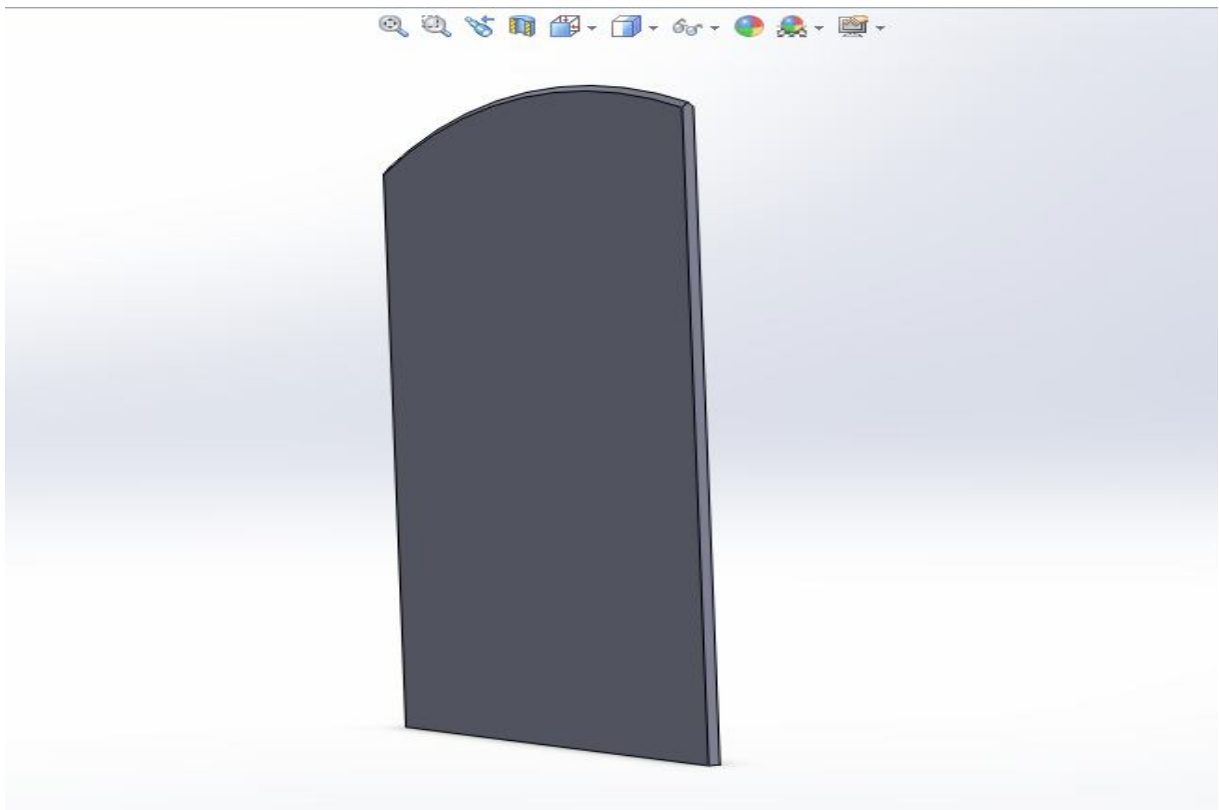
**Εικόνα 2.1.9 :** Δυσδιάστατη σχεδίαση τρίτου περυγίου



**Εικόνα 2.1.10:** Εξώθηση τρίτου περυγίου

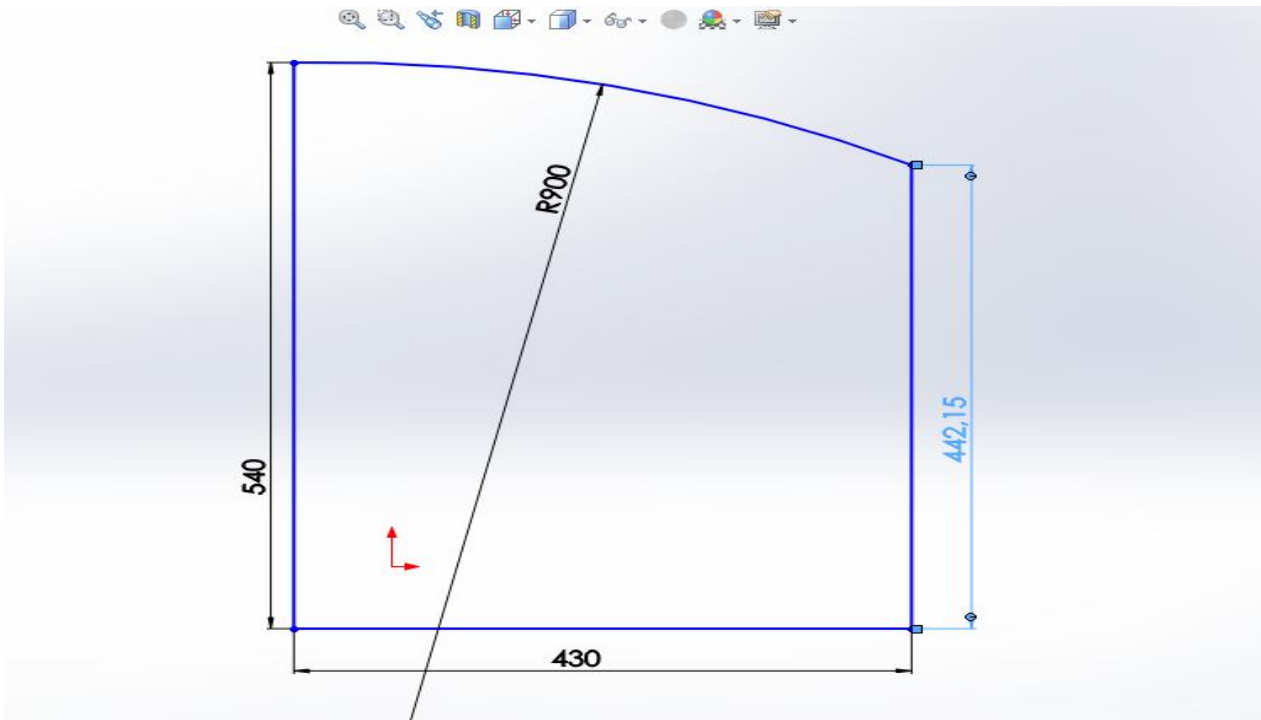


**Εικόνα 2.1.11 :** Λοξοτόμηση άνω επιφανείας τρίτου περυγίου

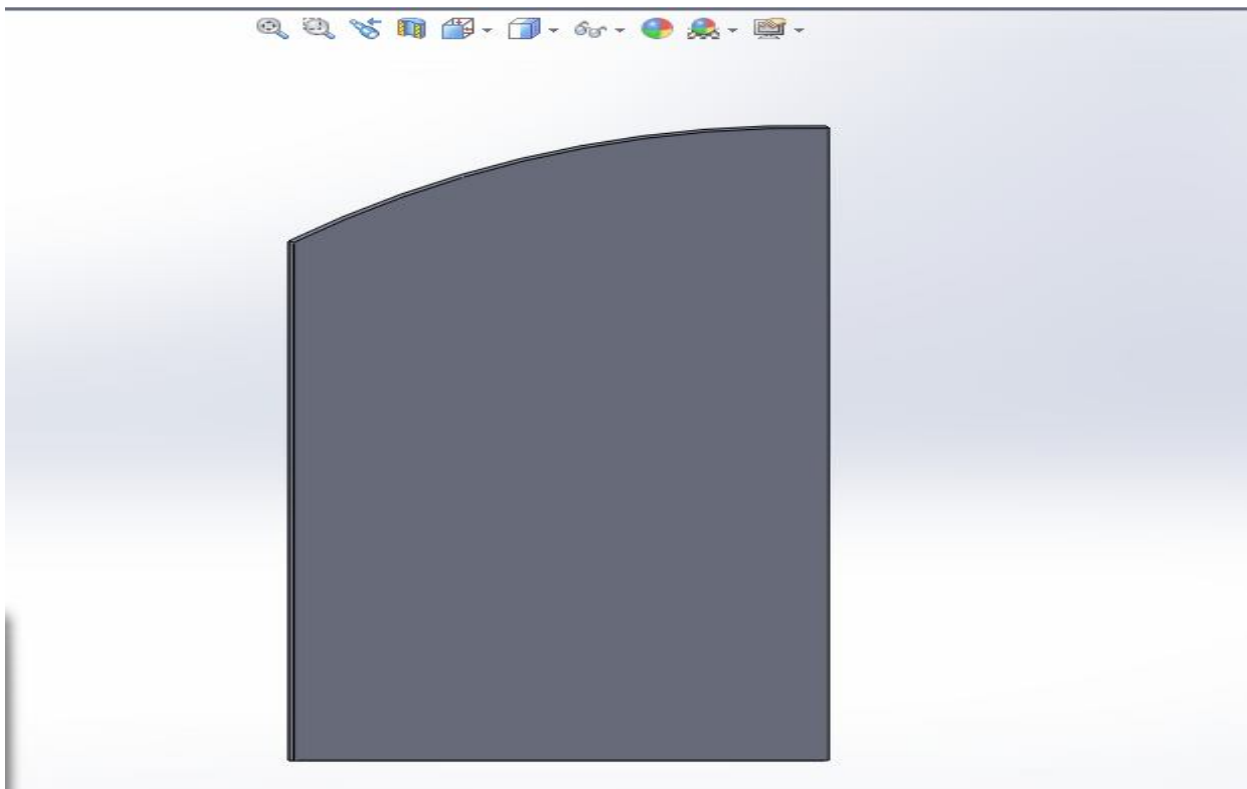


**Εικόνα 2.1.12 :** Τελειοποιημένο το τρίτο περύγιο

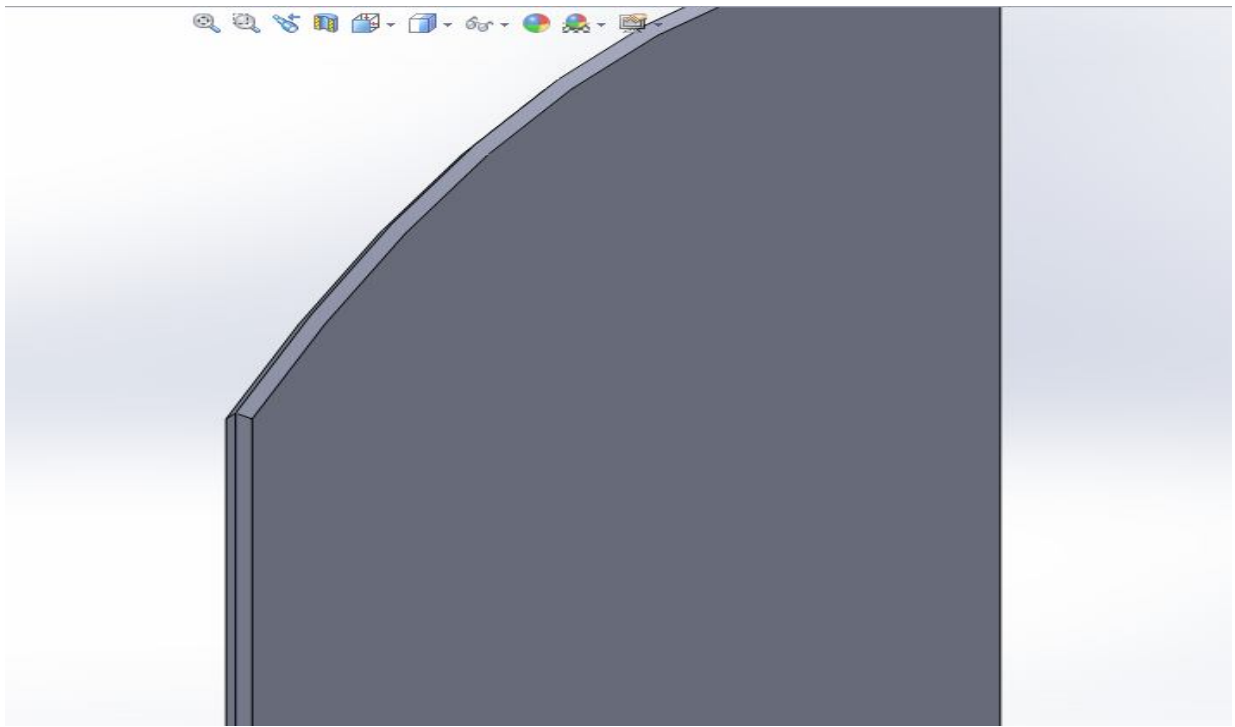




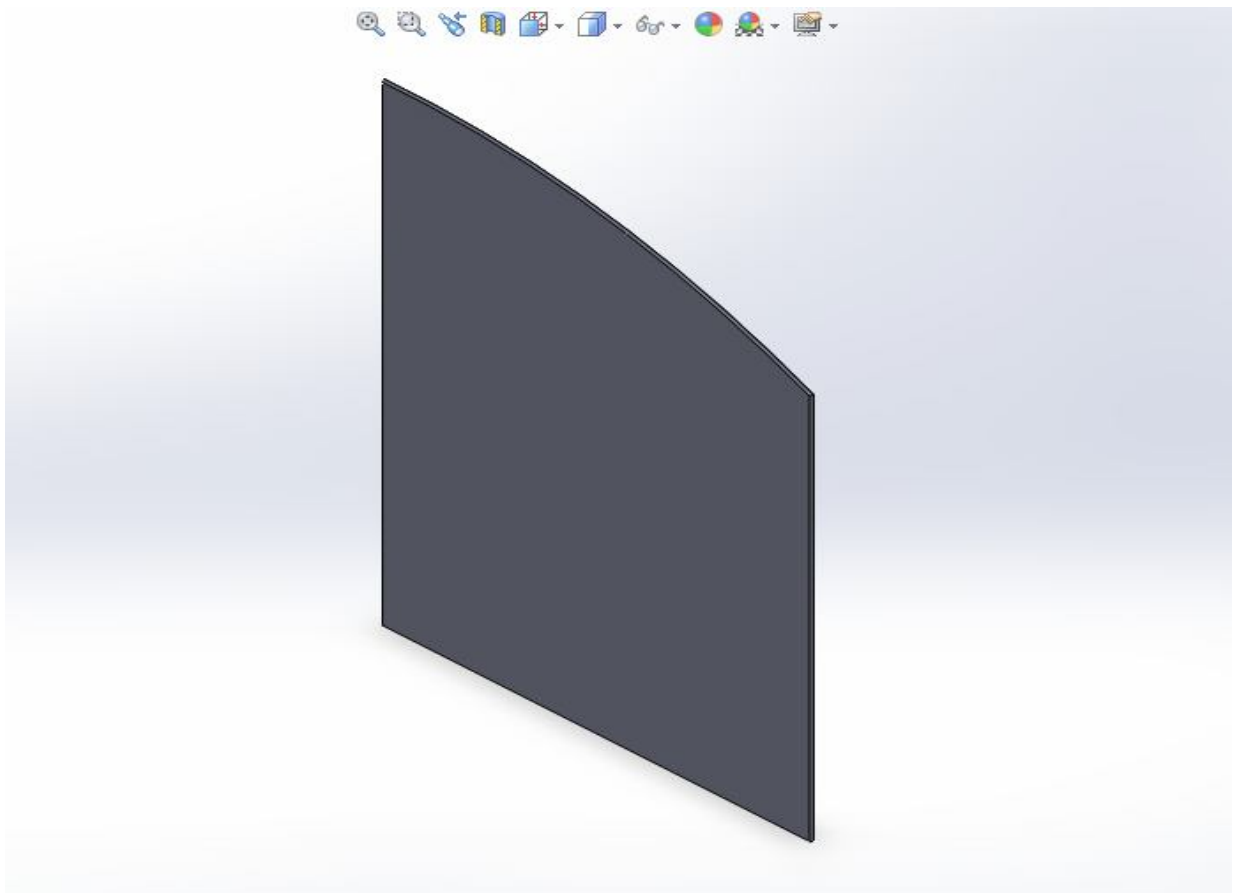
**Εικόνα 2.1.13 :** Δυσδιάστατη σχεδίαση τέταρτου περυγίου



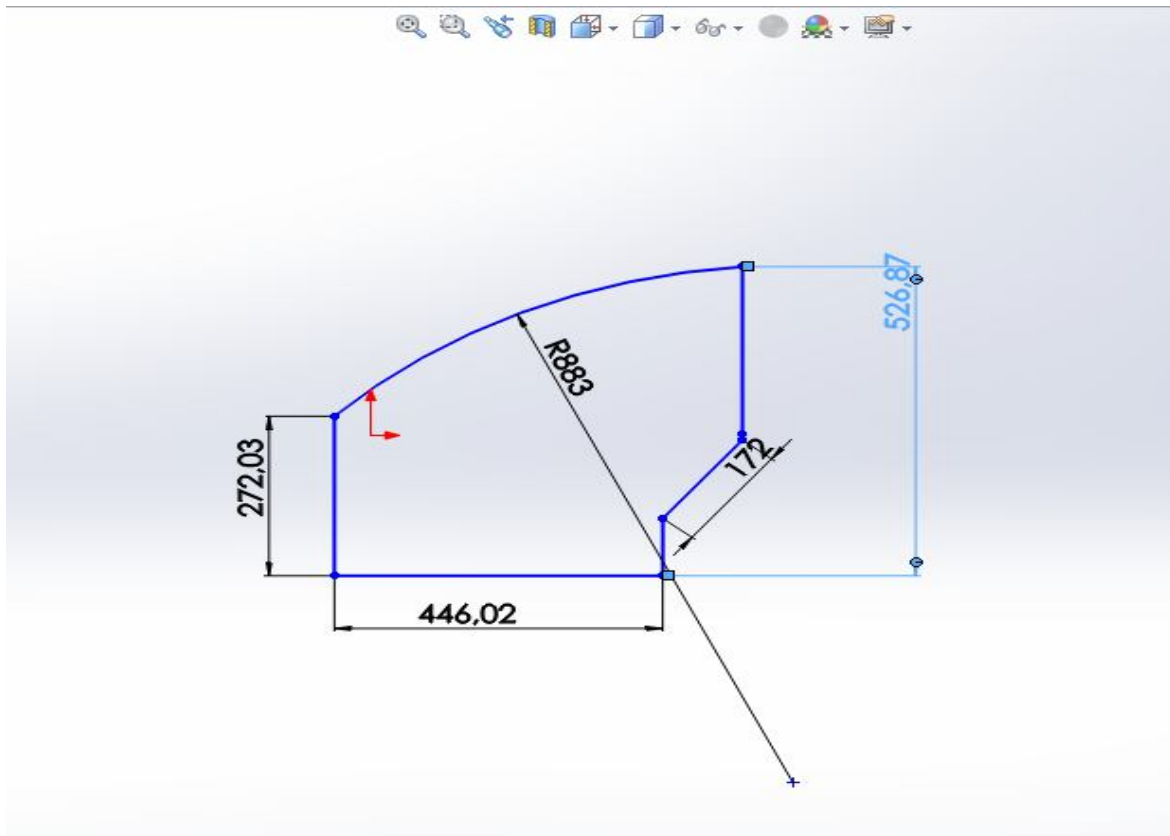
**Εικόνα 2.1.14:** Εξώθηση του περυγίου



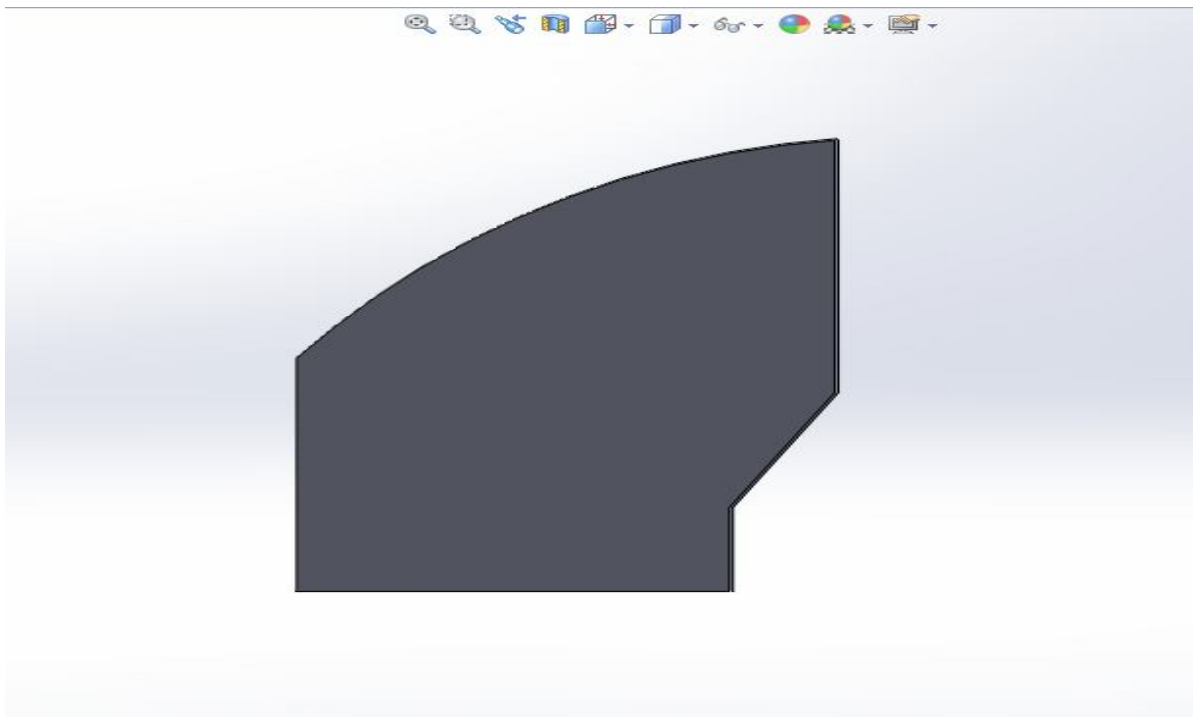
**Εικόνα 2.1.15 :** Δημιουργία λοξοτόμησης



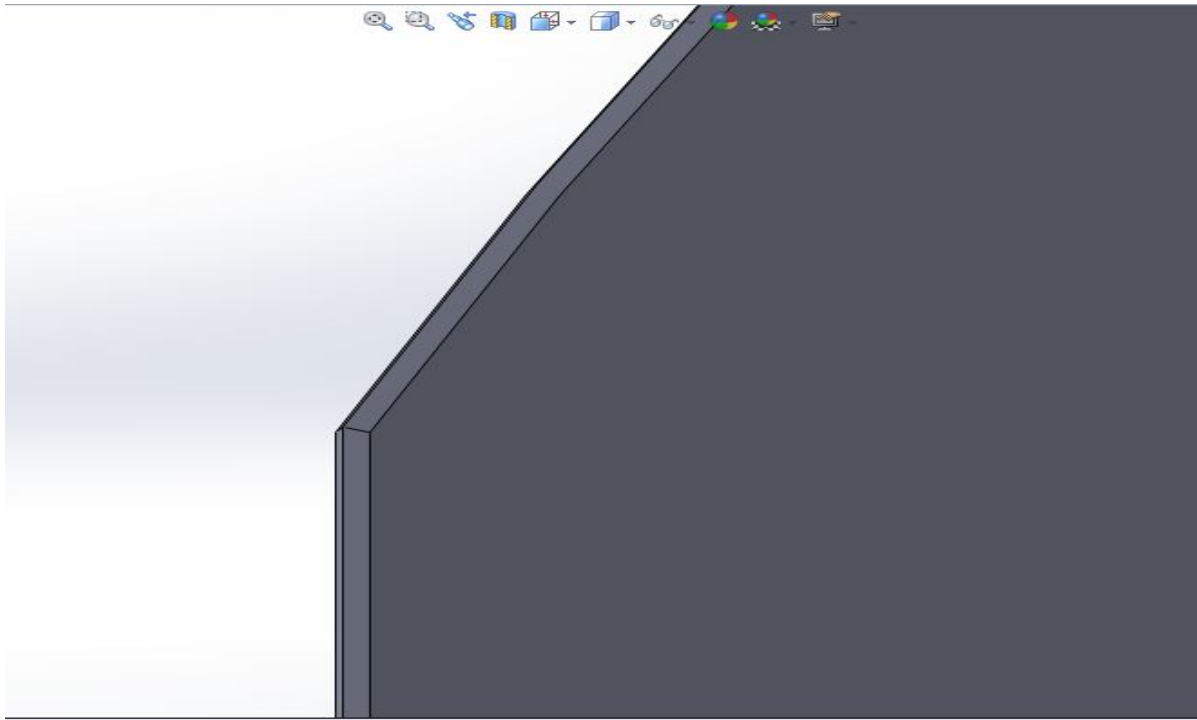
**Εικόνα 2.1.16:** Το τέταρτο περύγιο τελειοποιημένο



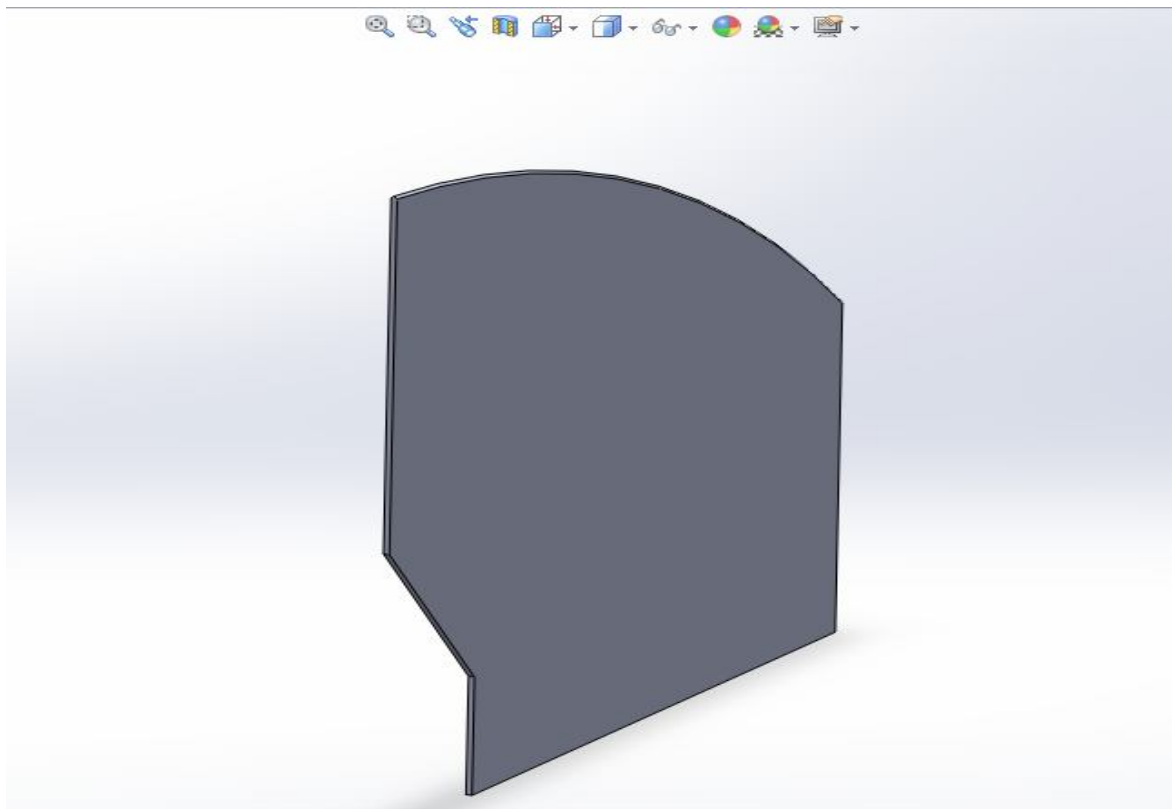
**Εικόνα 2.1.17 :** Δυσδιάστατη σχεδίαση πέμπτου περυγίου



**Εικόνα 2.1.18 :** Εξώθηση με την εντολή BOSS EXTRUDE

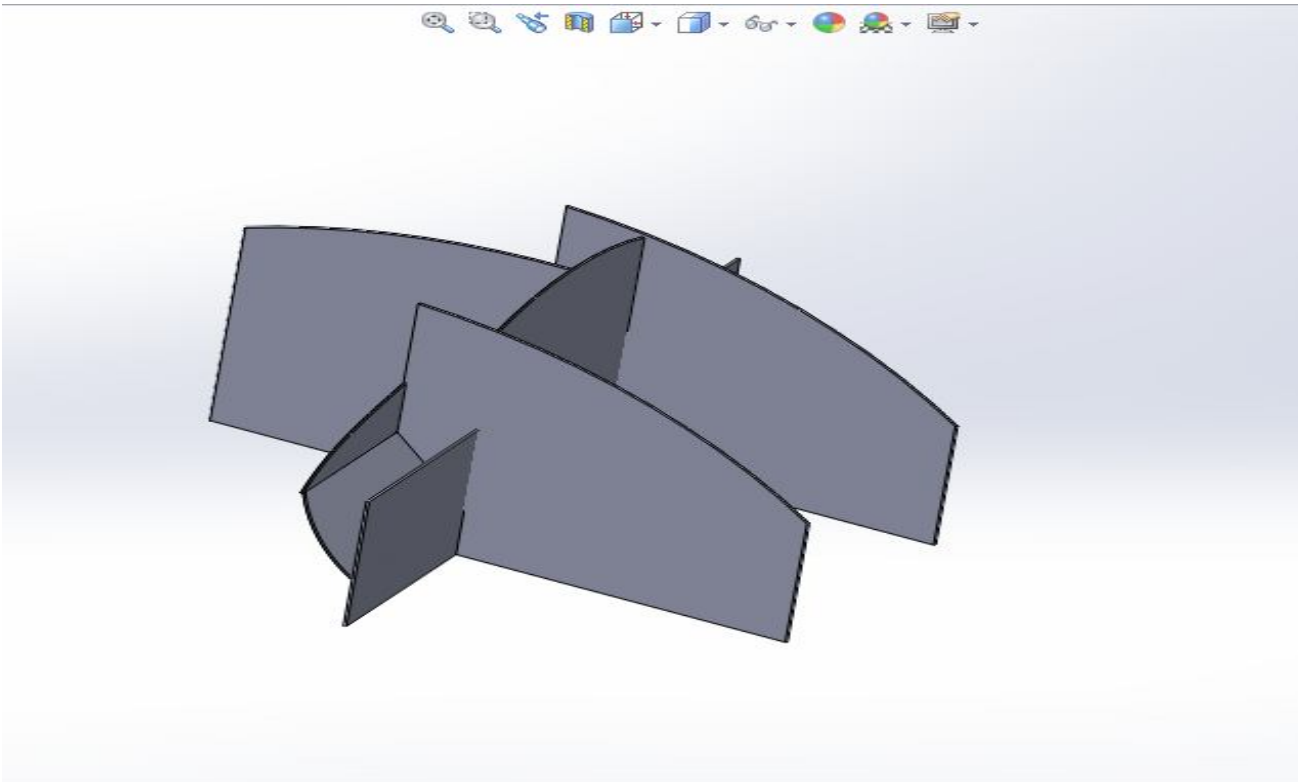


**Εικόνα 2.1.19 :** Δημιουργία λοξοτόμησης



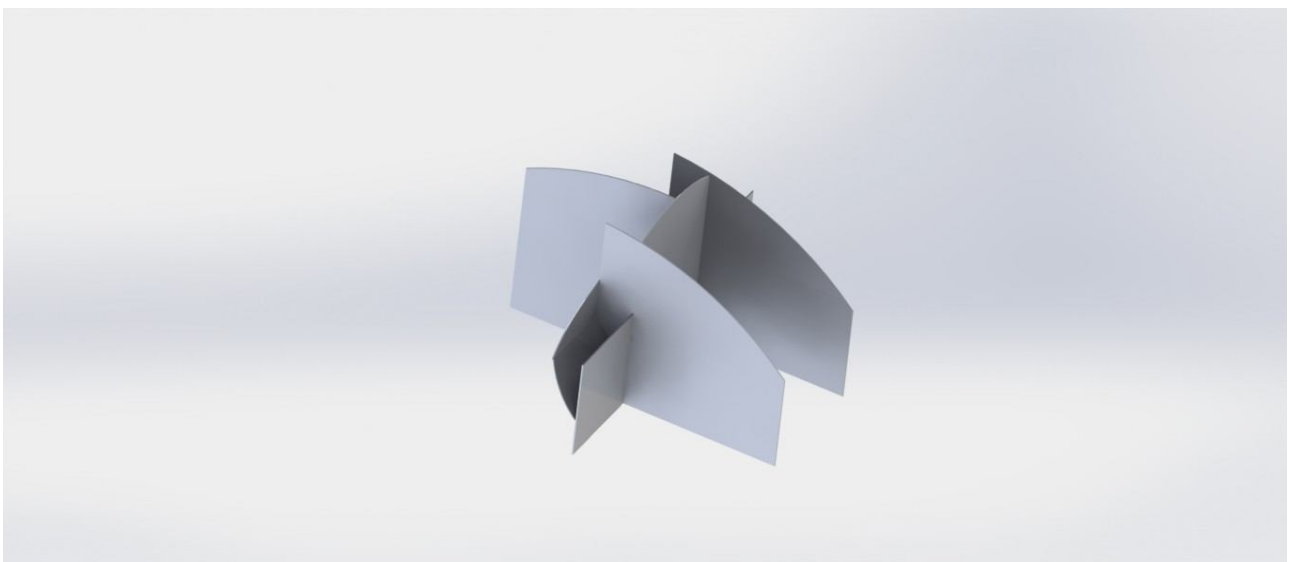
**Εικόνα 2.1.20 :** Τελειοποιημένο το πέμπτο διαχωριστικό πτερύγιο

Στην συνέχεια ενώνονται τα κομμάτια για να δημιουργηθεί ένα ενιαίο διαχωριστικό που είναι έτσι:



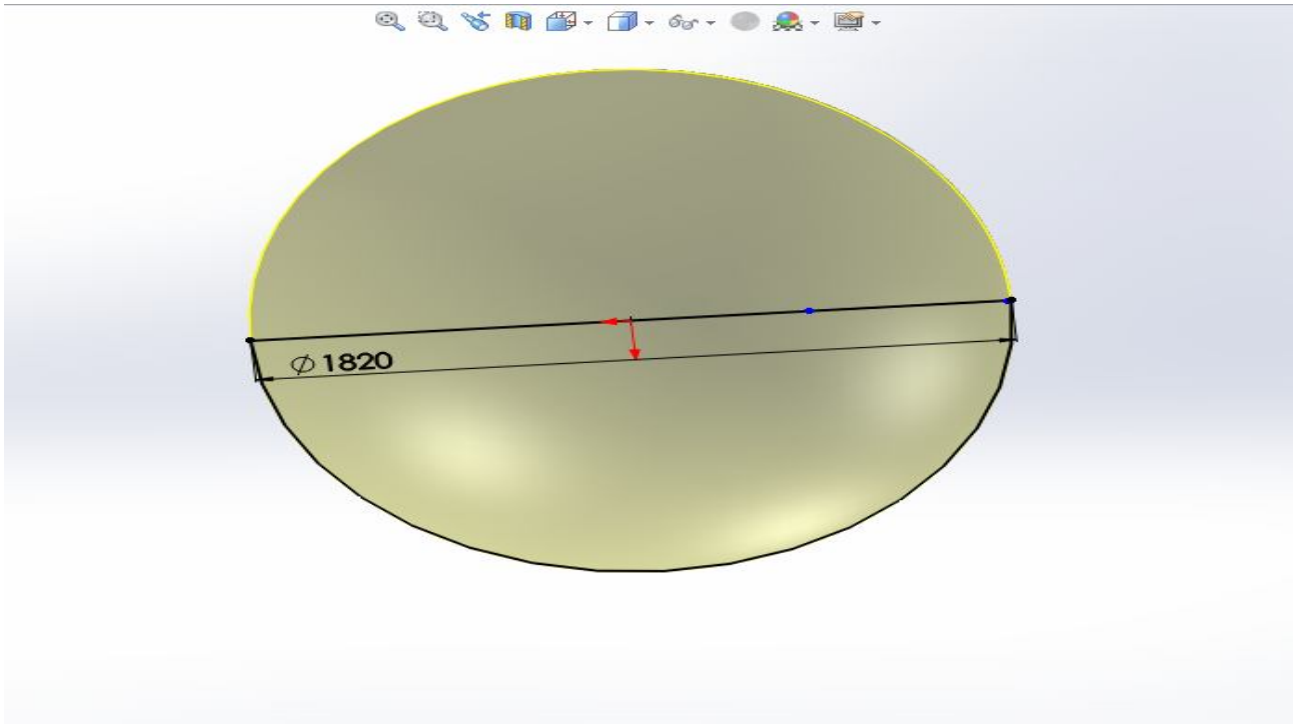
**Εικόνα 2.1.21 :** Τα διαχωριστικά ενωμένα και τελειωμένα

Ακόμα με την επιλογή FINAL RENDER μπορεί να προβληθεί το κομμάτι στην τελική του κατάσταση.

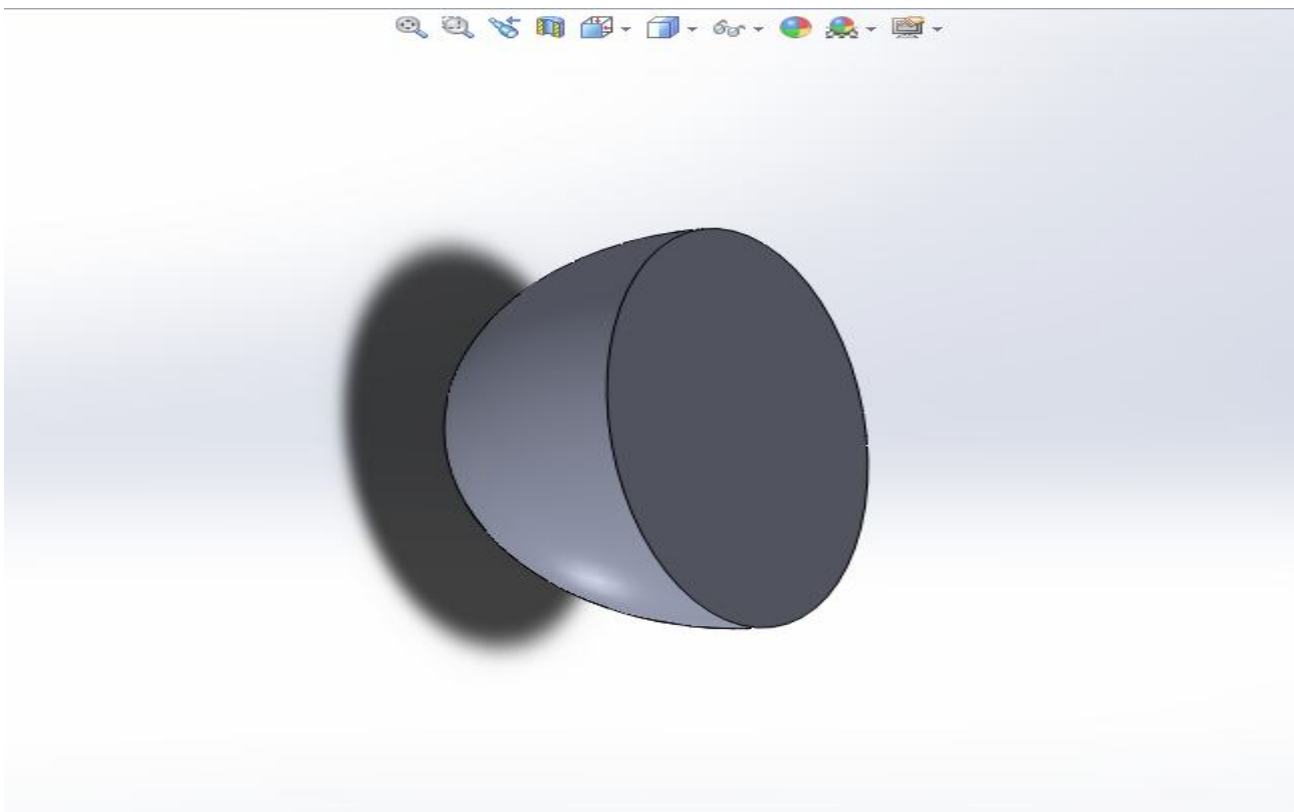


**Εικόνα 2.1.22 :** Τα διαχωριστικά με την επιλογή FINAL RENDER

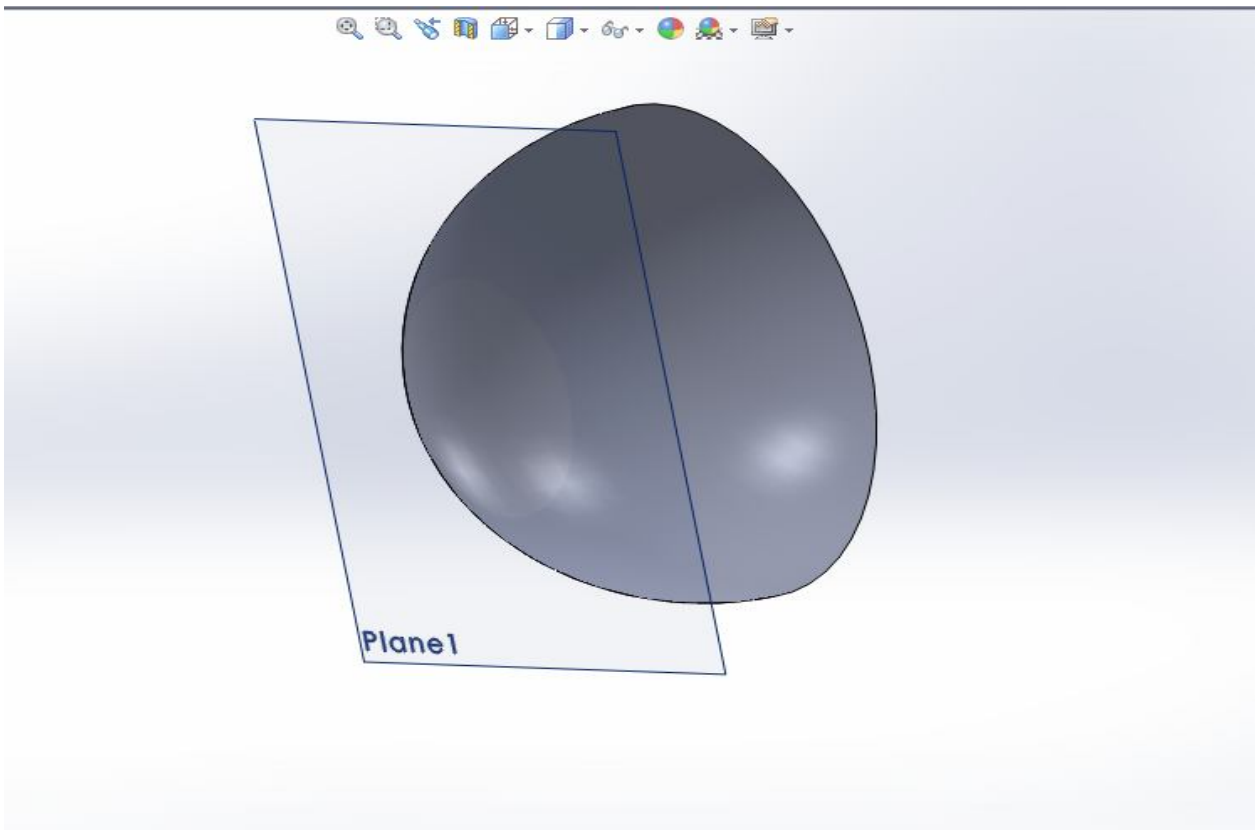
## 2.2 Σχεδιασμός των καπακιών του εναλλάκτη



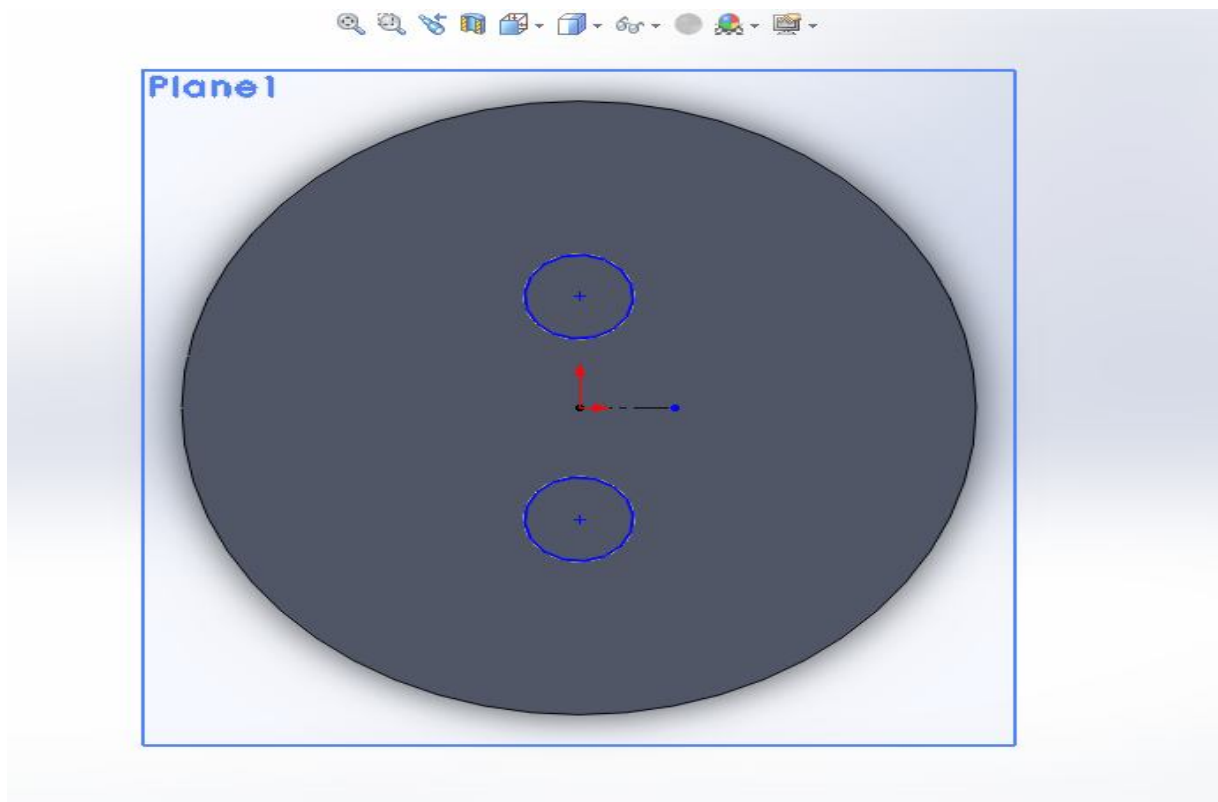
Εικόνα 2.2.1 : Δυσδιάστατη σχεδίαση ημισφαιρίου



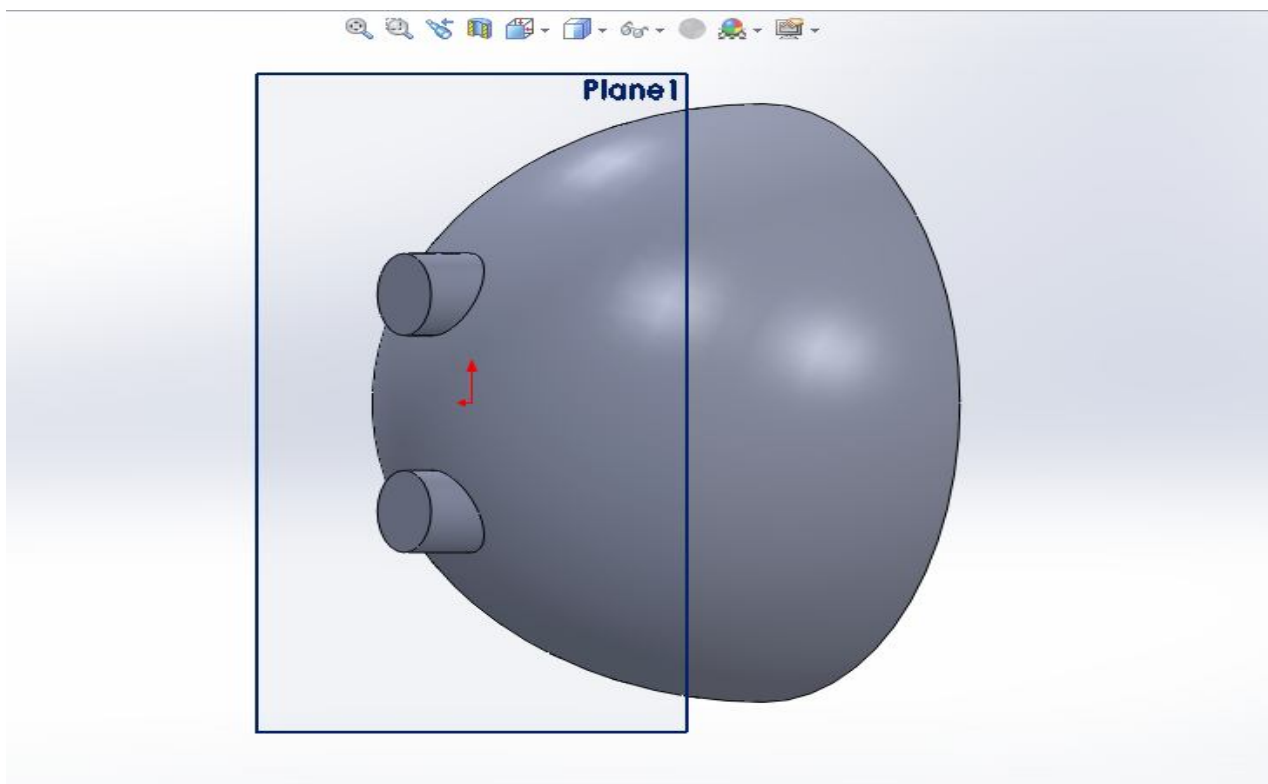
Εικόνα 2.2.2 : Δημιουργία ημισφαιρίου με την εντολή REVOLVE



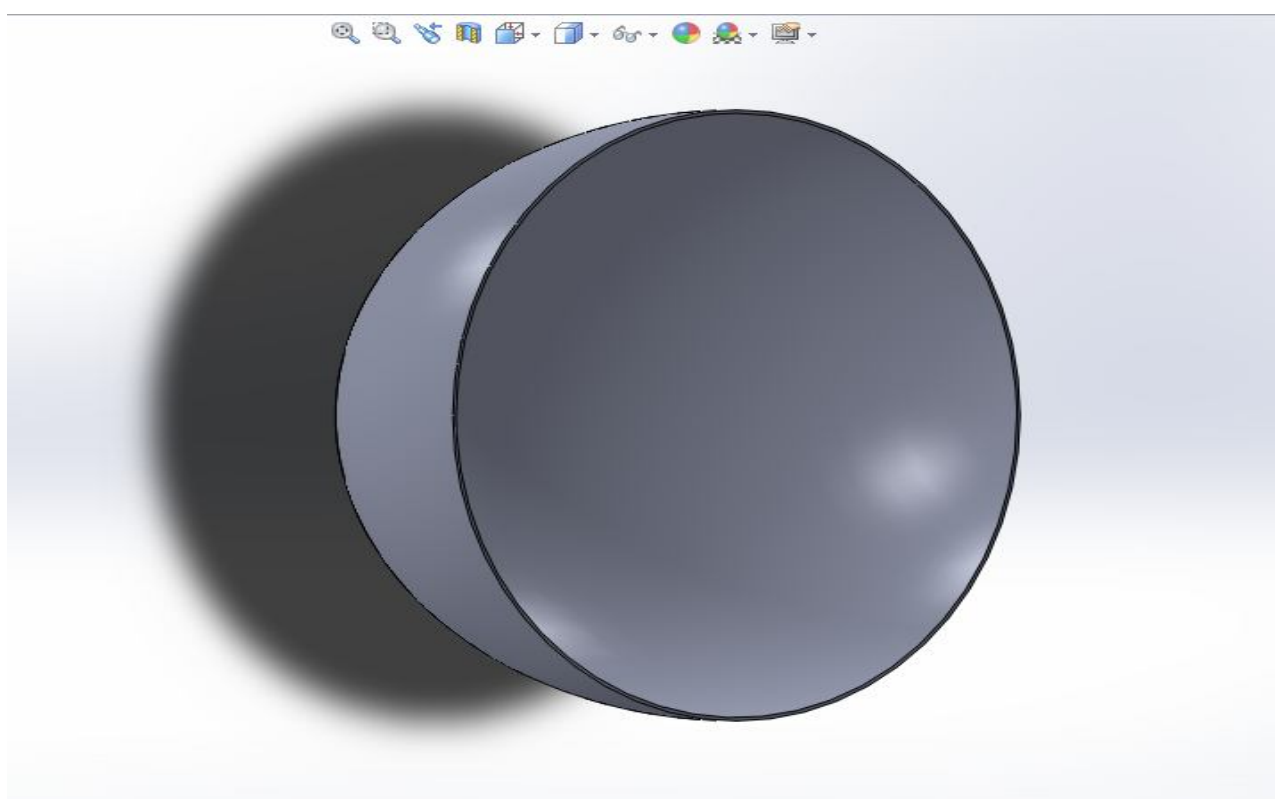
**Εικόνα 2.2.3:** Γίνεται επιλογή του πλάνου ώστε να κοπεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο



**Εικόνα 2.2.4 :** Γίνεται σχεδιασμός 2 κύκλων για σωλήνες

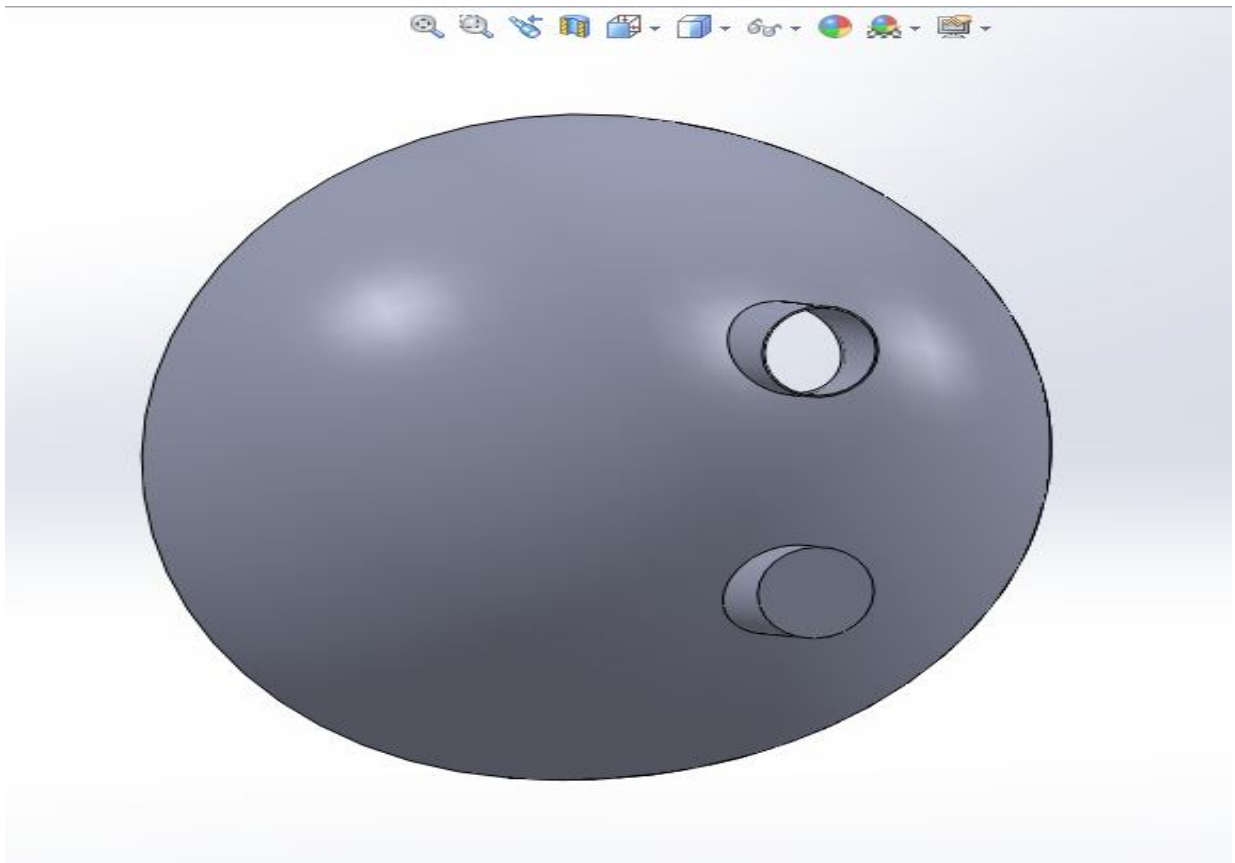


**Εικόνα 2.2.5 :** Εξώθηση των κύκλων με την εντολή BOSS-EXTRUDE

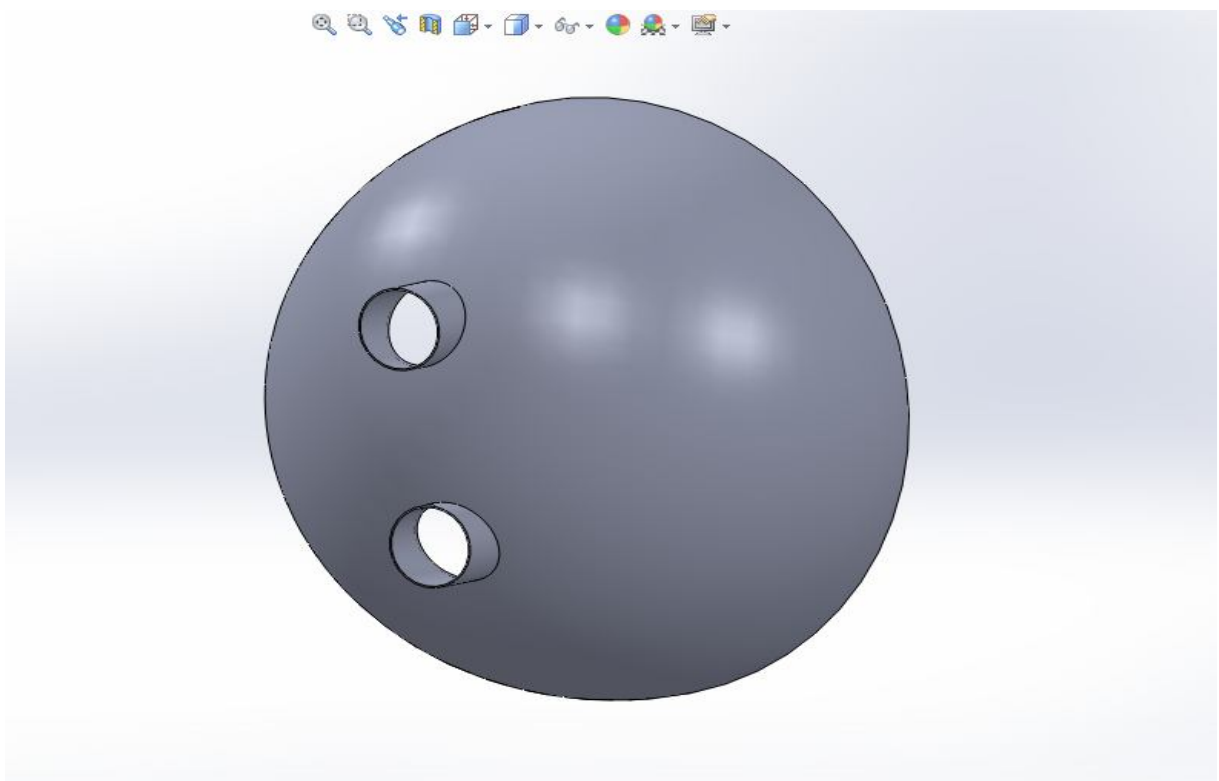


**Εικόνα 2.2.6 :** Αφαίρεση μάζας εντός του ημισφαιρίου με την εντολή REMOVE CUT

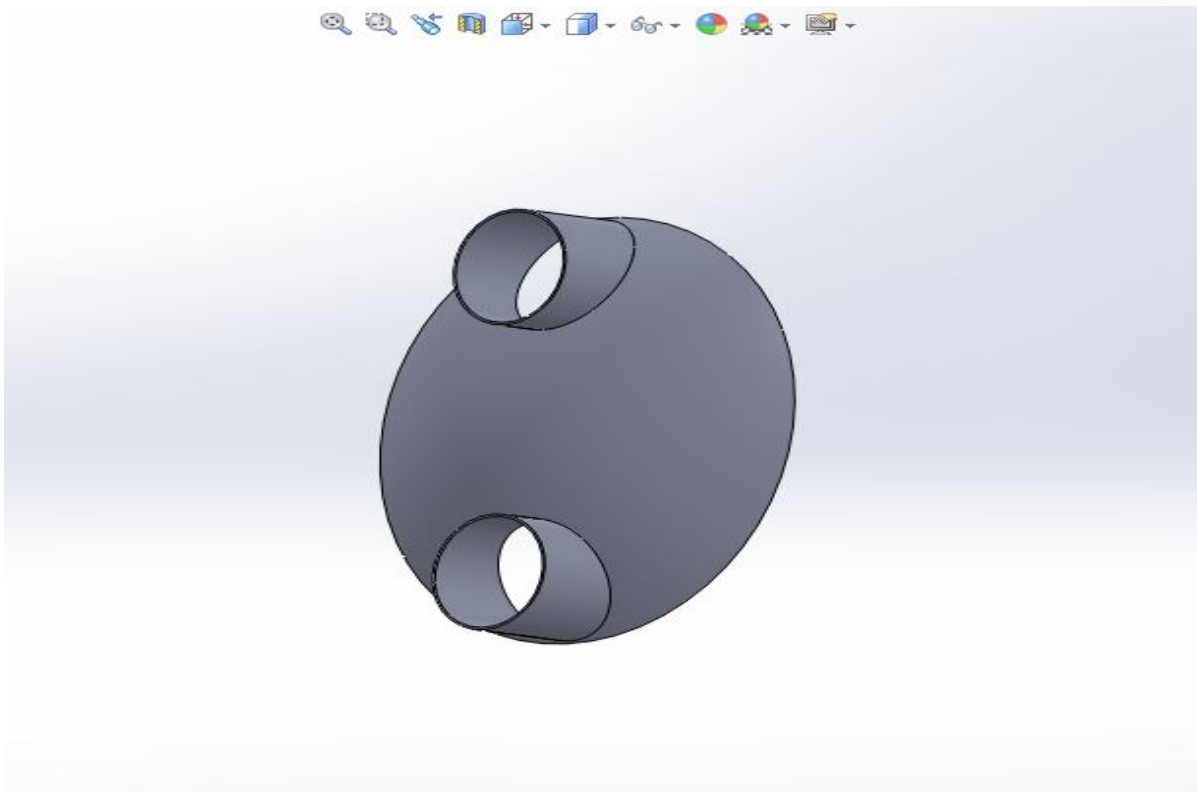




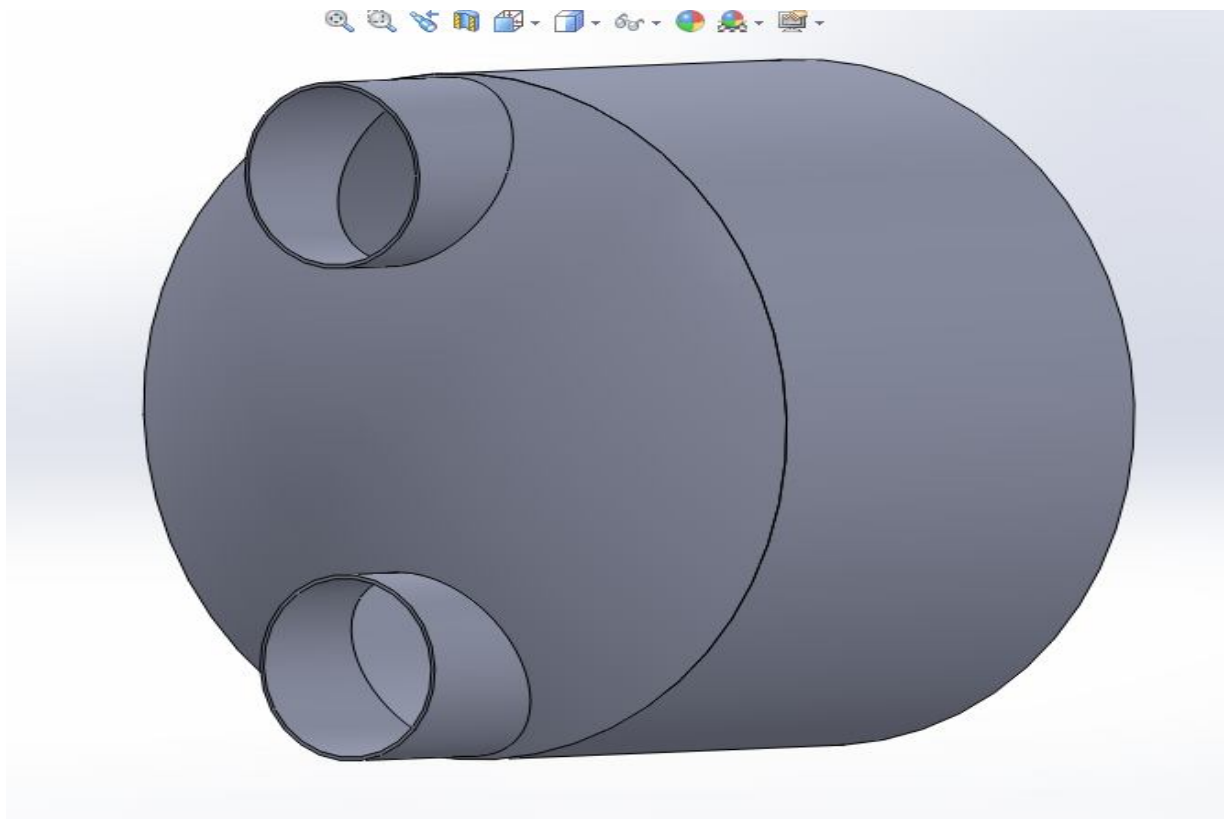
**Εικόνα 2.2.7 :** Αφαίρεση μάζας από το εσωτερικό της σωλήνας με την εντολή CUT-EXTRUDE



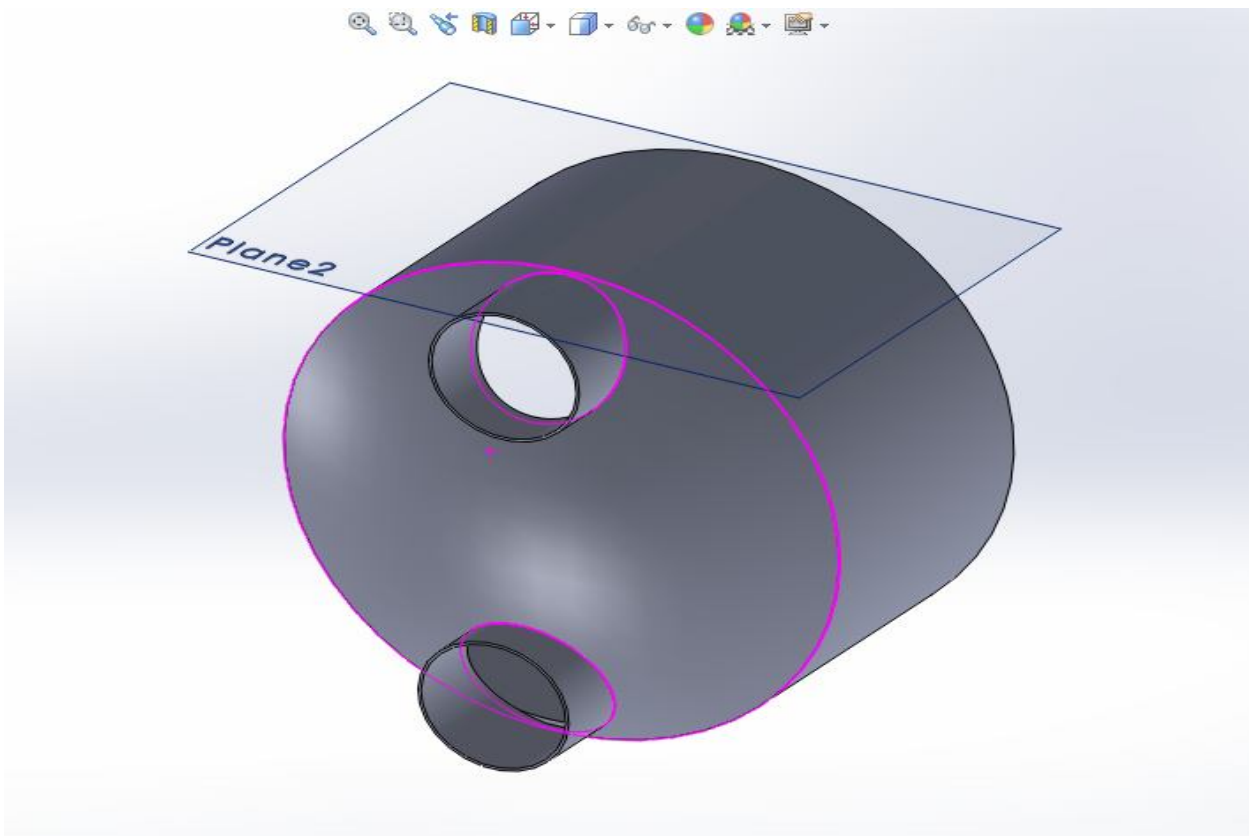
**Εικόνα 2.2.8 :** Με την εντολή MIRROR μεταφέρετε την εντολή και στην άλλη σωλήνα



**Εικόνα 2.2.9 :** Κοπή του κομματιού σε ένα συγκεκριμένο σημείο με την εντολή CUT-EXTRUDE



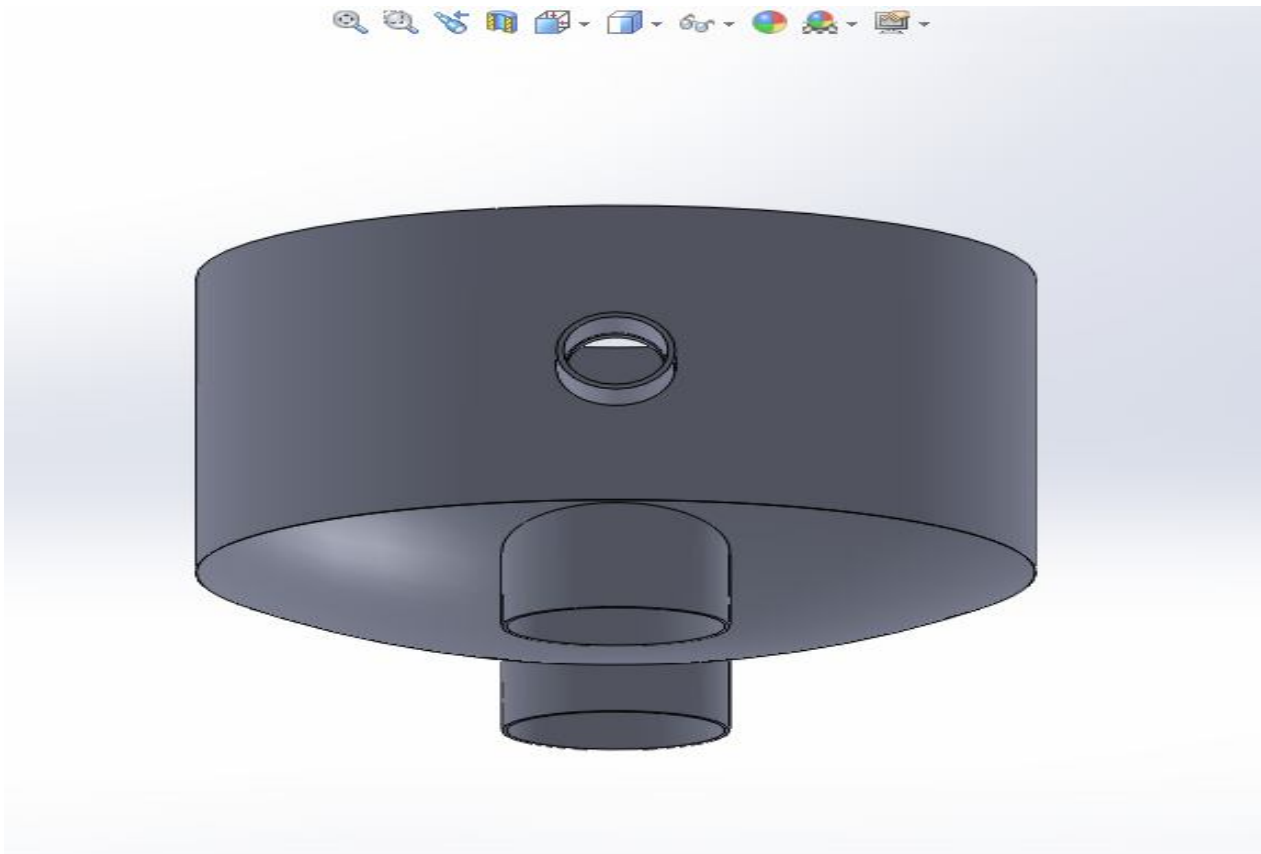
**Εικόνα 2.2.10 :** Γίνεται εξώθηση με την εντολή BOSS-EXTRUDE



**Εικόνα 2.2.11 :** Επιλογή ενός συγκεκριμένου δεύτερου πλάνου για να τοποθετηθεί μία σωλήνα στην περίμετρο του κυλίνδρου

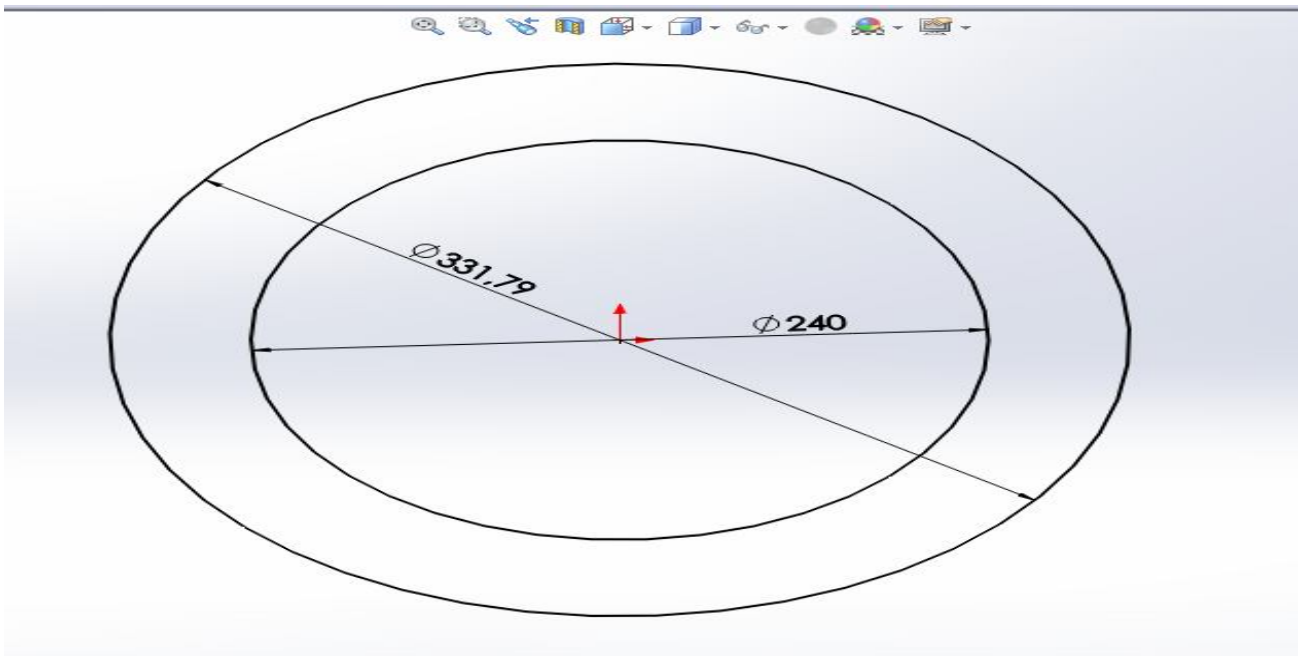


**Εικόνα 2.2.12 :** Δημιουργία της πάνω σωλήνας με την εντολή BOSS-EXTRUDE

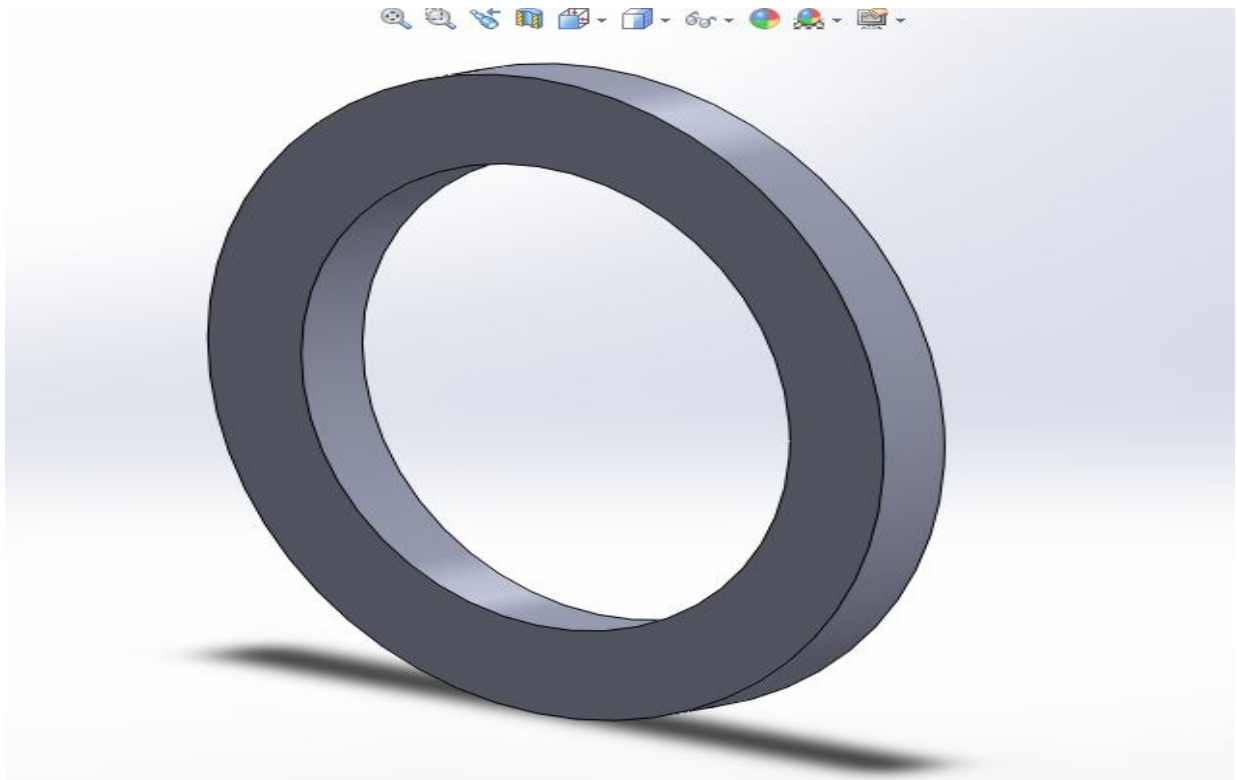


**Εικόνα 2.2.13 :** Ανοίγεται τρύπα έτσι ώστε να τελειοποιηθεί το καπάκι

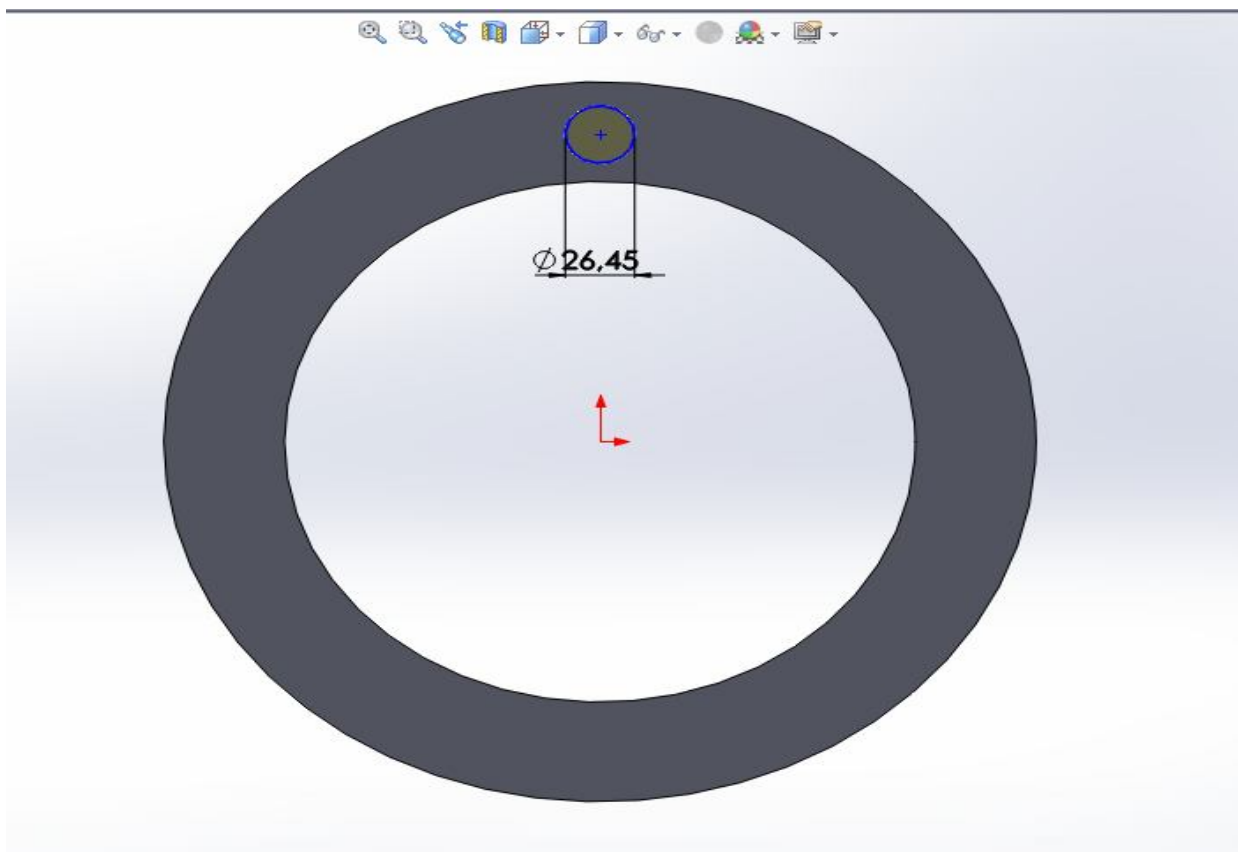
Τώρα θα πραγματοποιηθεί η δημιουργία των φλαντζών που θα χρησιμοποιηθούν στο καπάκι:



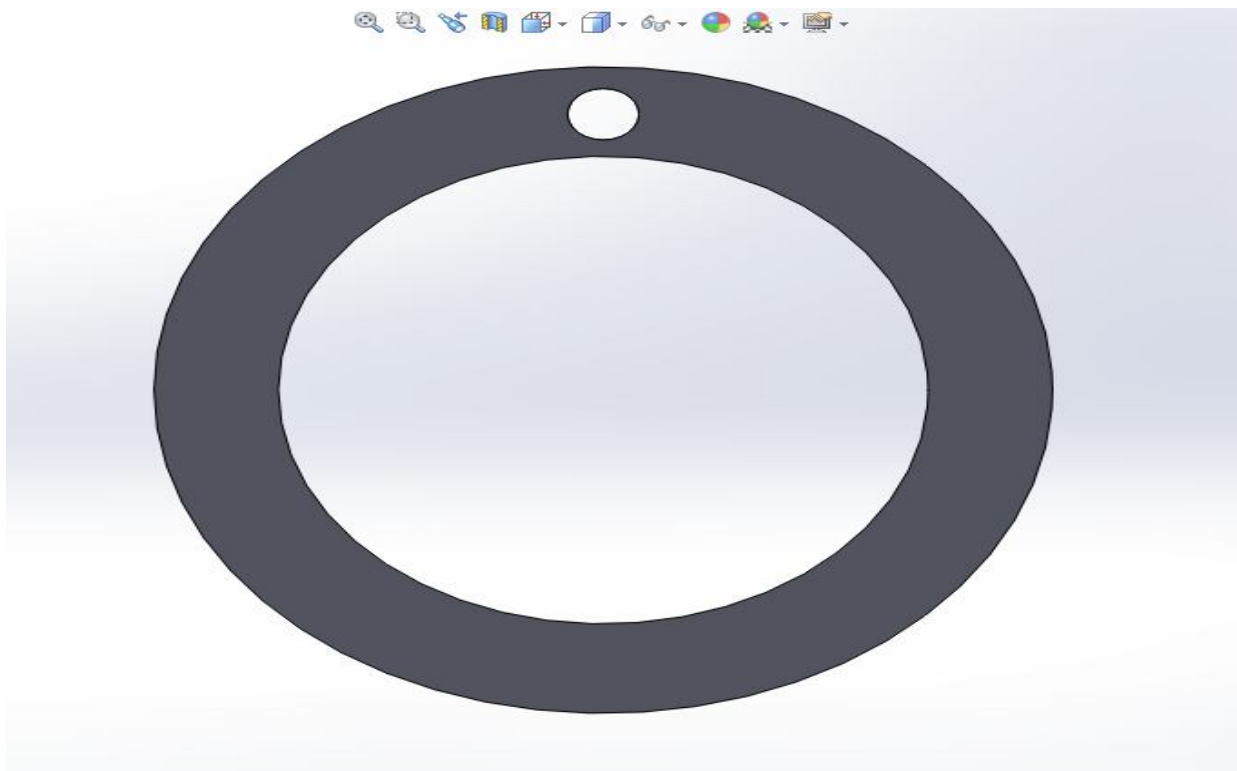
**Εικόνα 2.2.14 :** Δυσδιάστατος σχεδιασμός δύο ομόκεντρων κύκλων



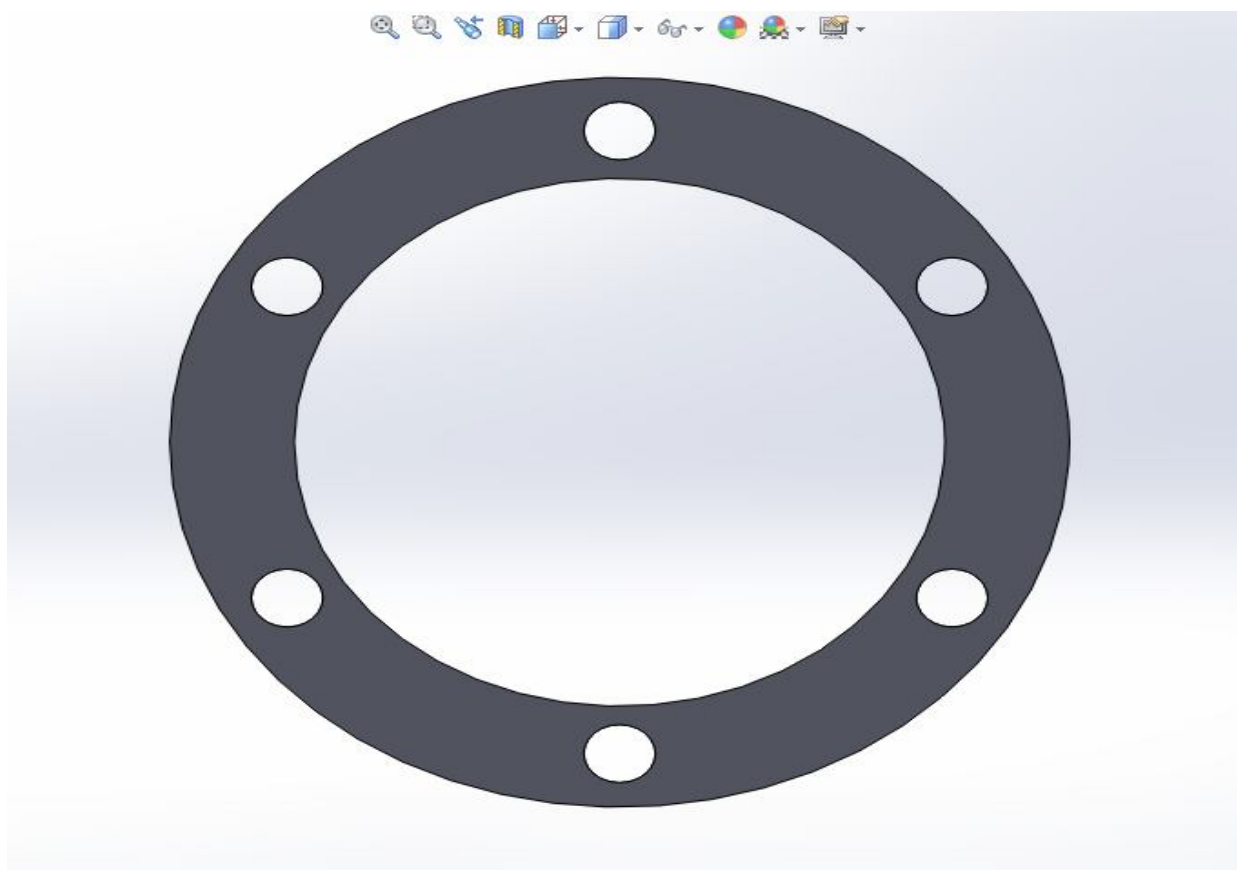
**Εικόνα 2.2.15 :** Εξώθηση του δοκιμίου με την εντολή BOSS-EXTRUDE



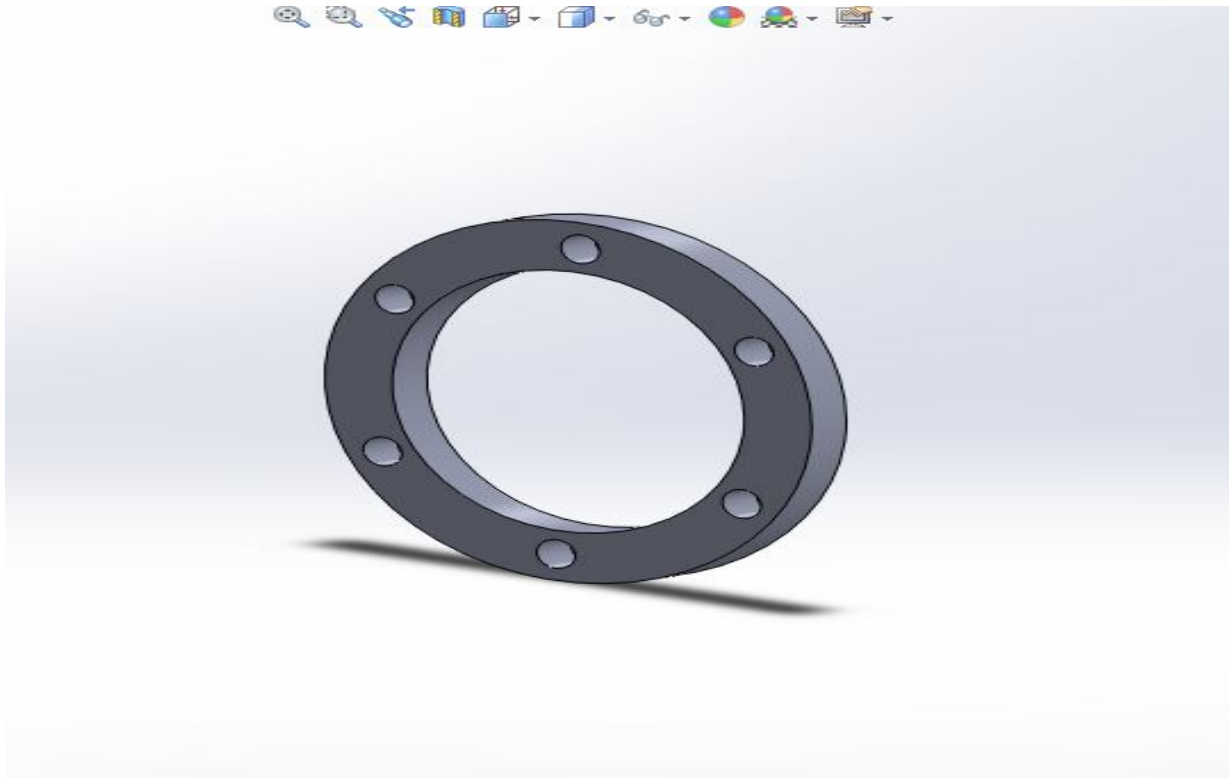
**Εικόνα 2.2.16 :** Δημιουργία κύκλου στο πρόσωπο του δακτυλίου



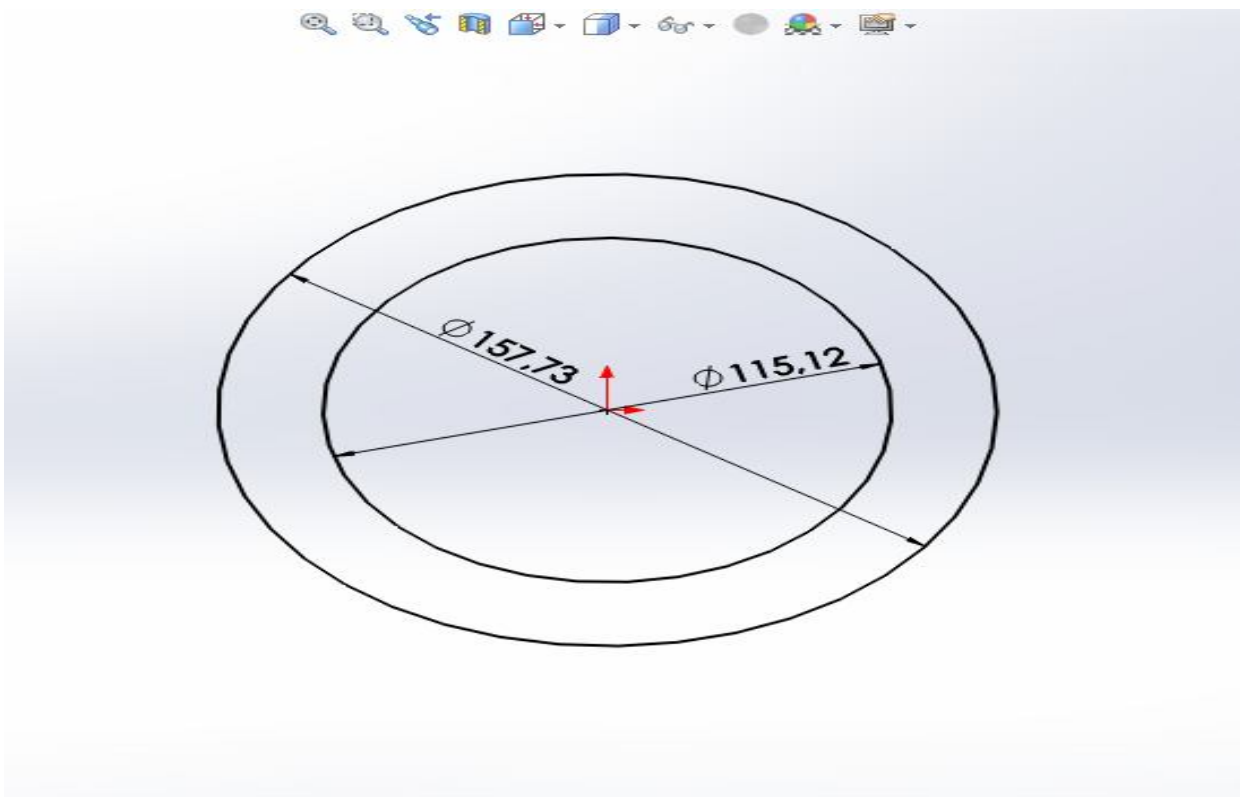
**Εικόνα 2.2.17 :** Δημιουργία τρύπας με την εντολή CUT-EXTRUDE



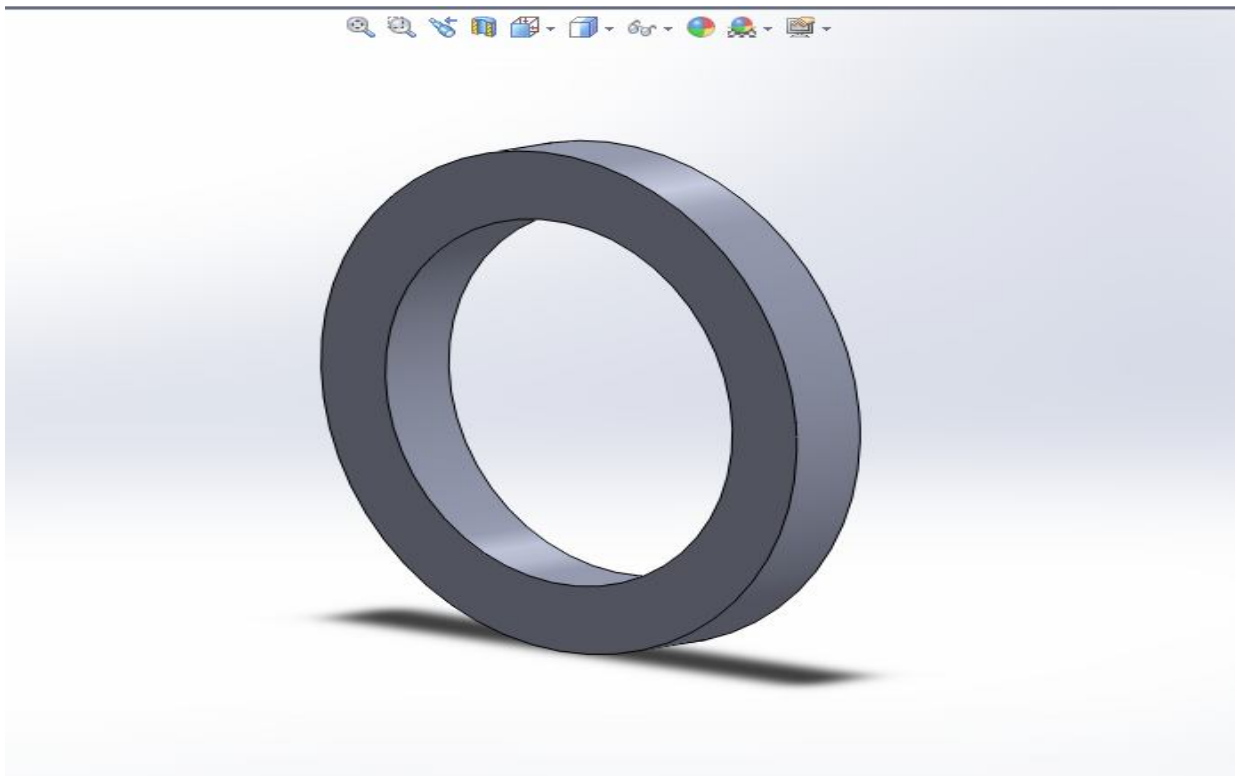
**Εικόνα 2.2.18 :** Δημιουργία τρυπών περιμετρικά της φλάντζας με την εντολή CIRC PATTERN



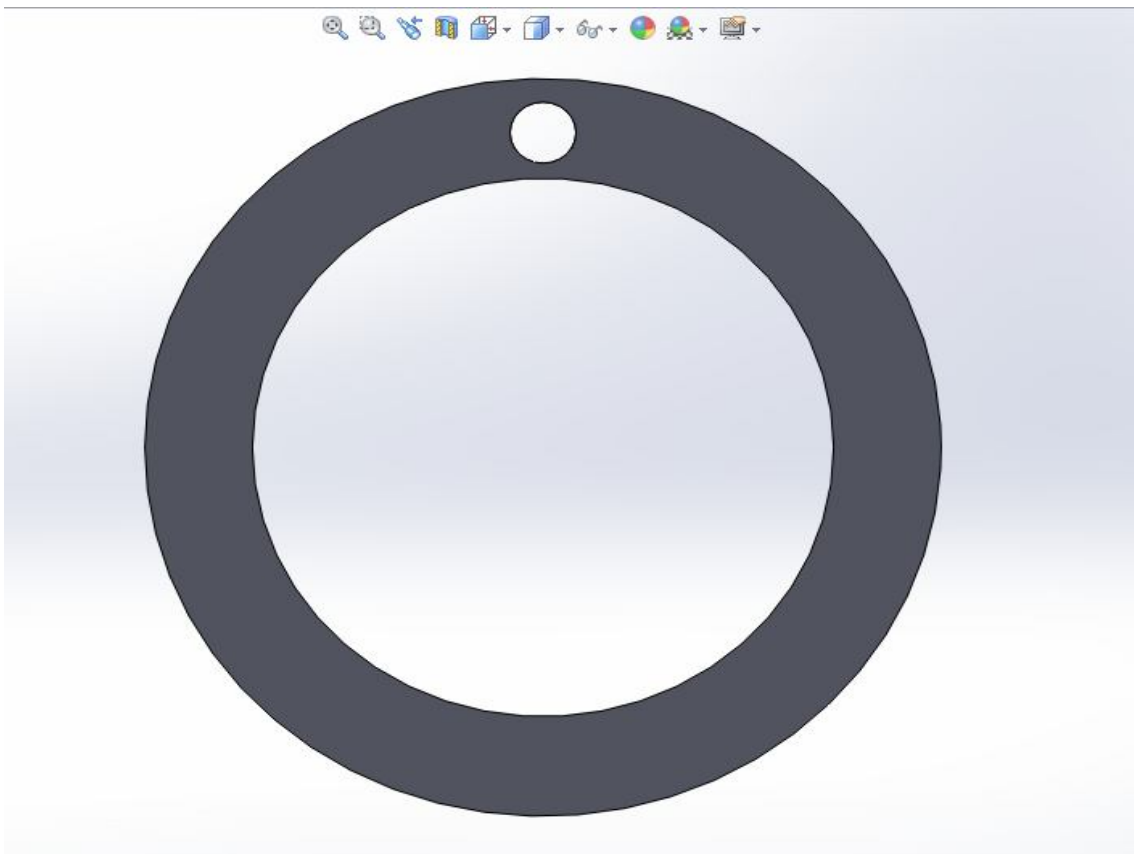
**Εικόνα 2.2.19 :** Η πρώτη φλάντζα τελειοποιημένη



**Εικόνα 2.2.20 :** Δύο ομόκεντροι κύκλοι σχεδιασμένοι δυσδιάστατα

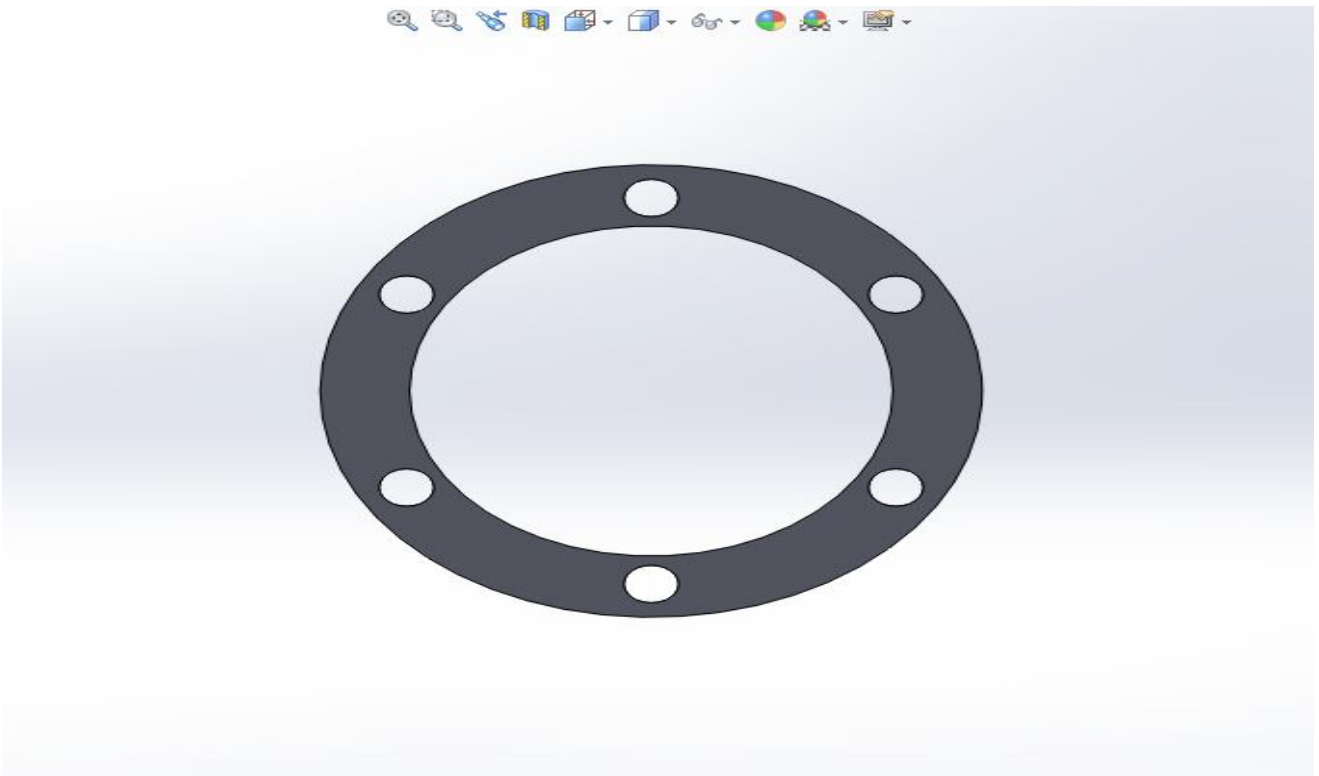


**Εικόνα 2.2.21:** Εξώθηση με την εντολή BOSS-EXTRUDE

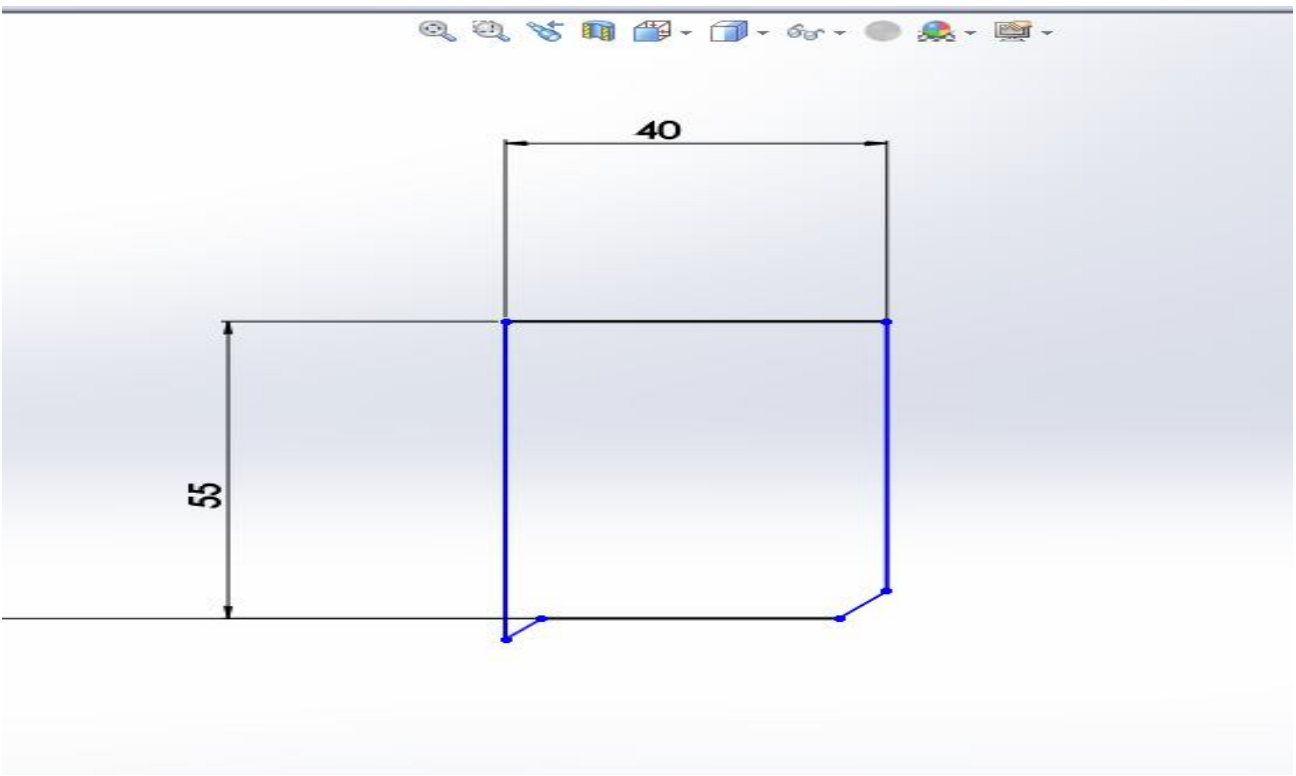


**Εικόνα 2.2.22 :** Κάνουμε μια τρύπα με την εντολή CUT-EXTRUDE

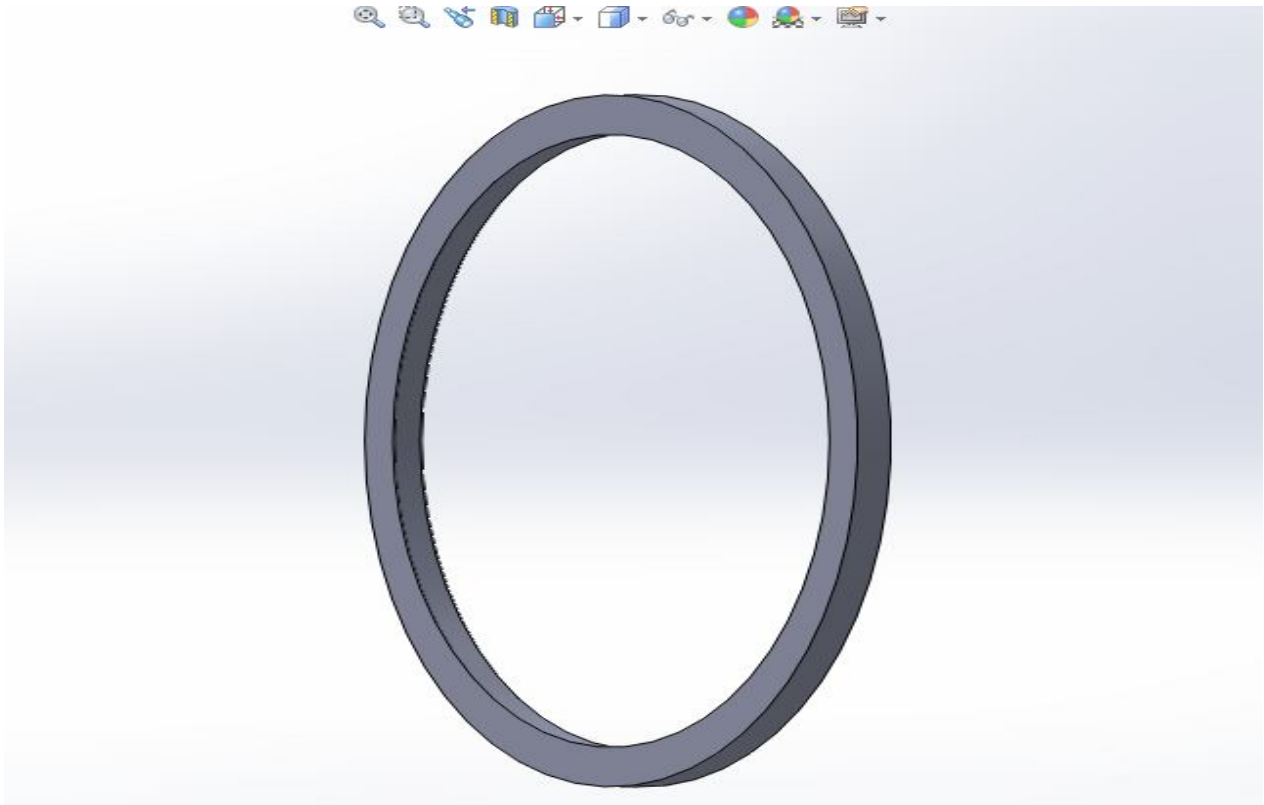




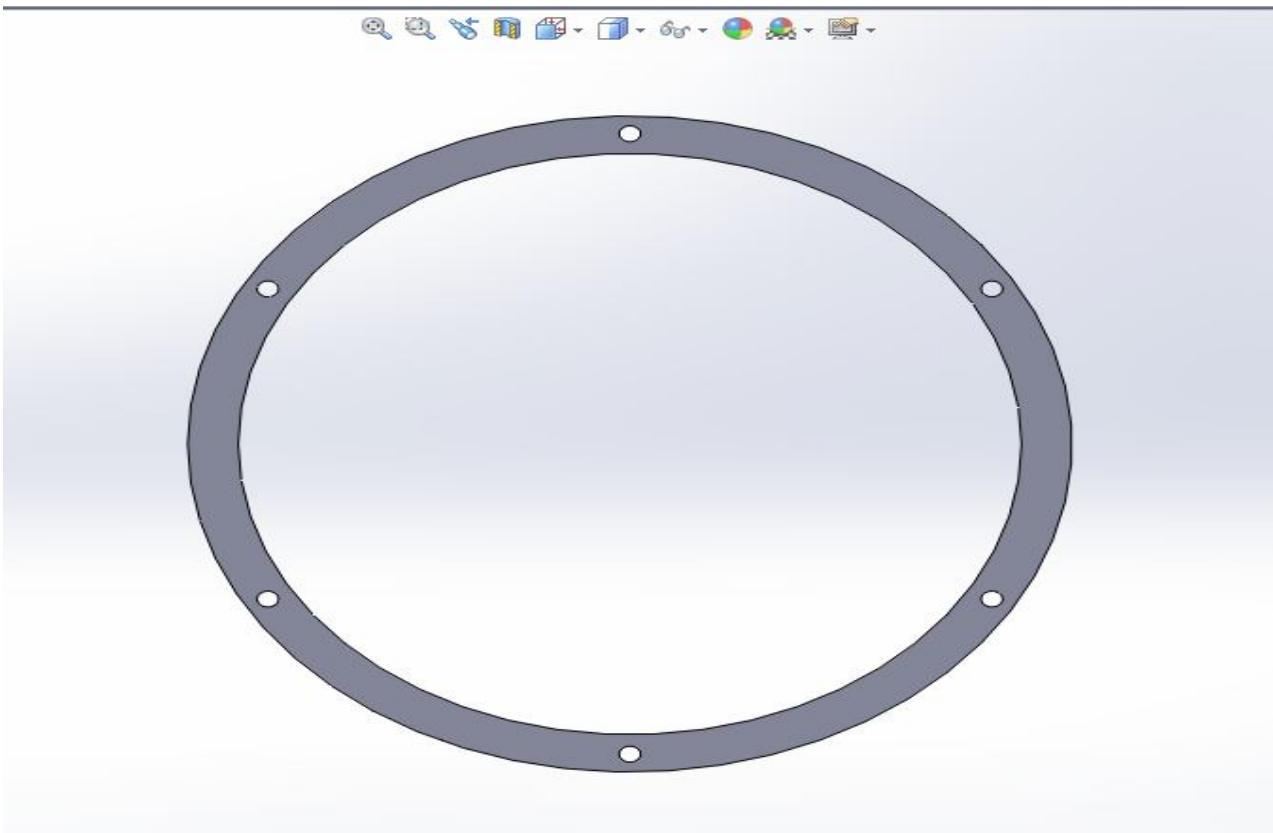
**Εικόνα 2.2.23 :** Η δεύτερη φλάντζα τελειοποιημένη με την εντολή CIRC-PATTERN για την δημιουργία περιμετρικών τρυπών



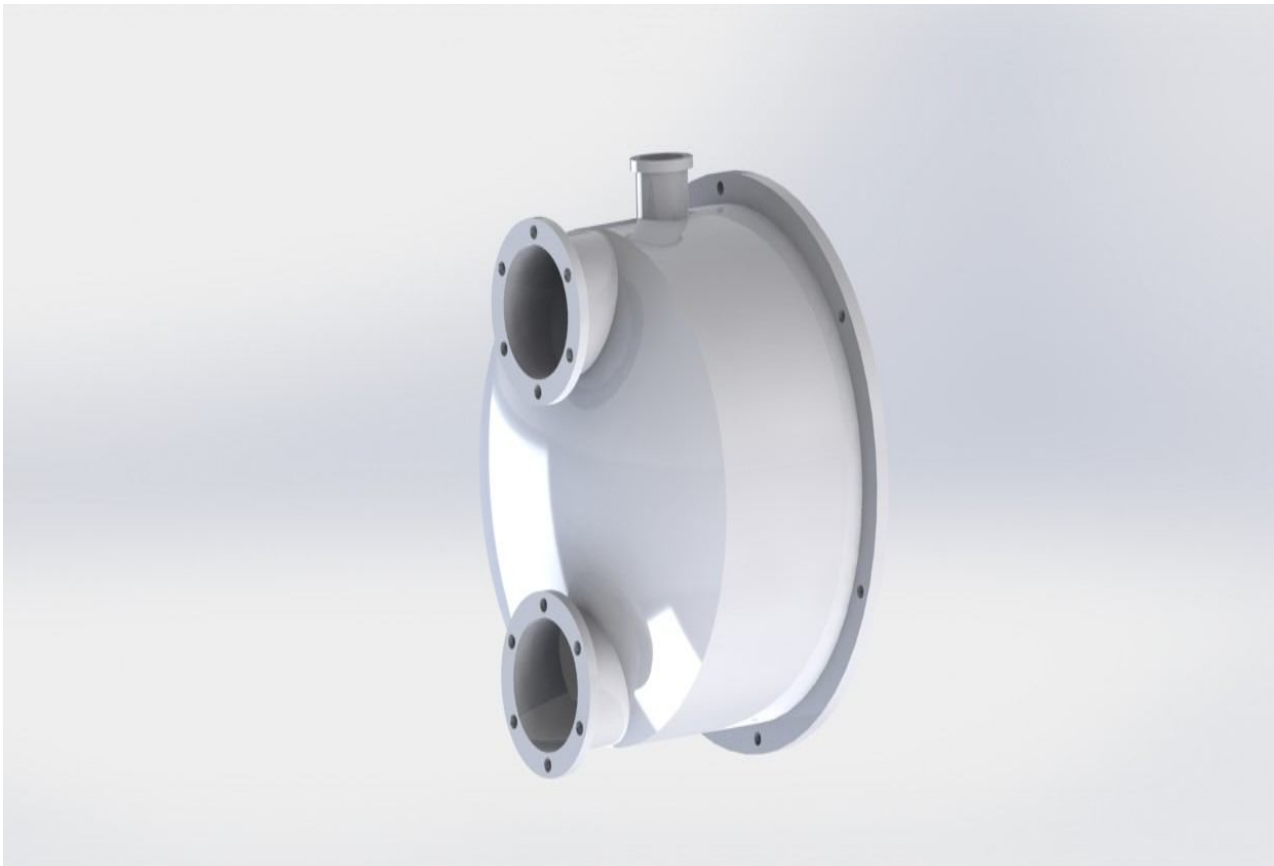
**Εικόνα 2.2.24 :** Δυσδιάστατη σχεδίαση του παραπάνω σχήματος για την δημιουργία της φλάντζας στο πίσω μέρος του καπακιού



**Εικόνα 2.2.25 :** Με την εντολή REVOLVE δημιουργείται ο παραπάνω δακτύλιος



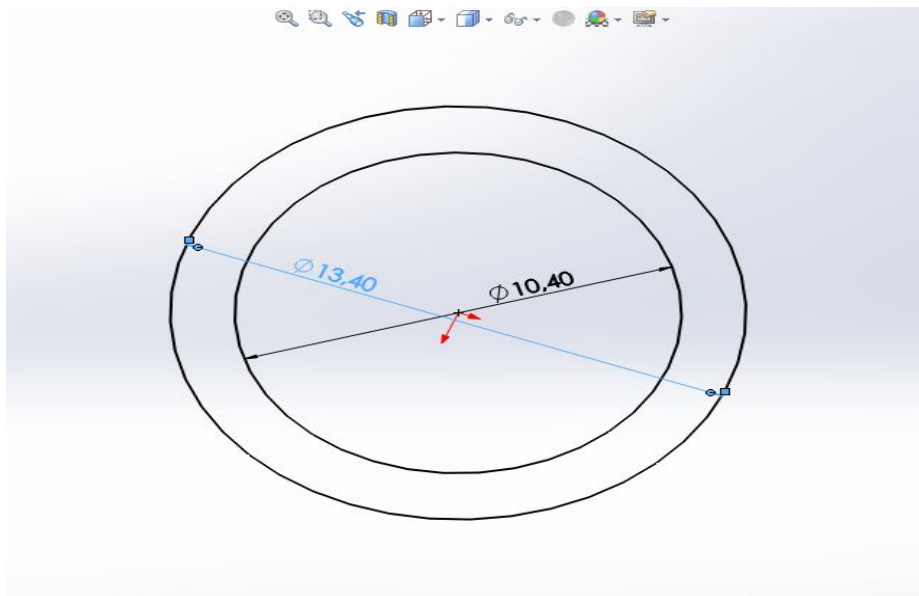
**Εικόνα 2.2.26 :** Τελειοποίηση της φλάντζας με την δημιουργία τρυπών για τις βίδες



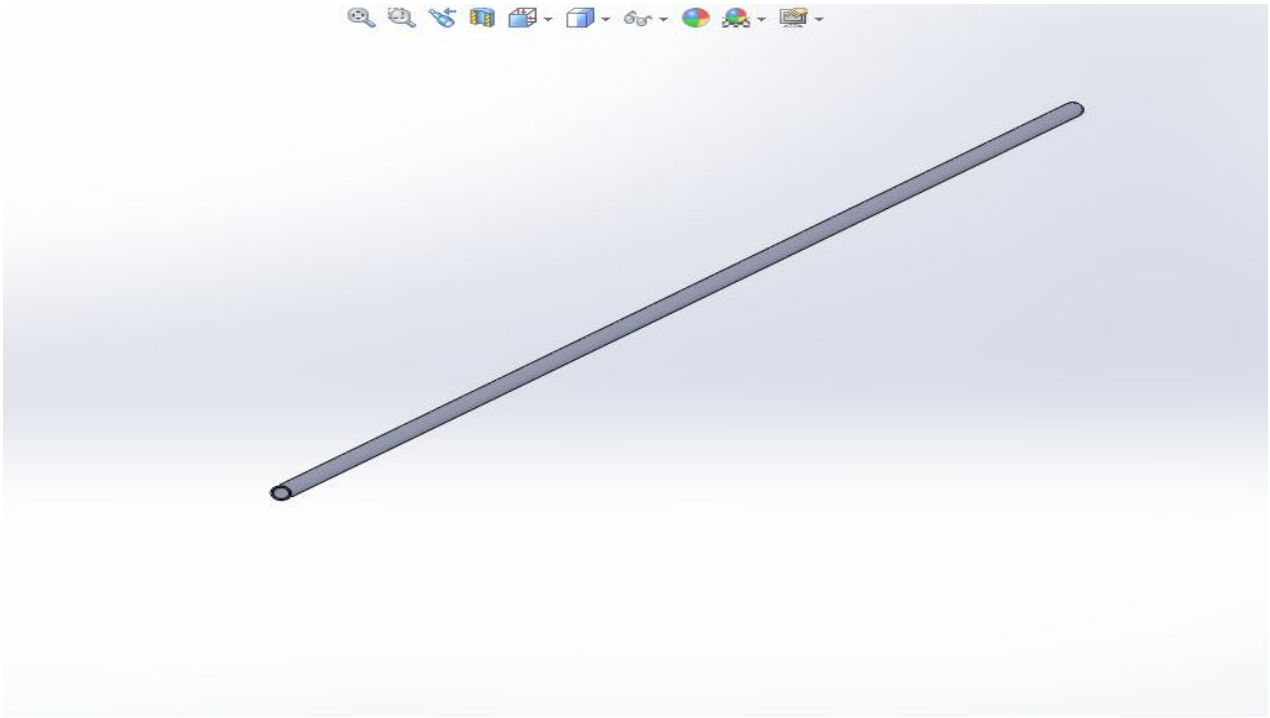
**Εικόνα 2.2.27 :** Το καπάκι τελειοποιημένο και λειασμένο με το RENDER-TOOLS

### 2.3 Σχεδίαση κύριου μέρους εναλλάκτη θερμότητας

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει σχεδιασμός των εξαρτημάτων που απαρτίζουν το κύριο μέρος του εναλλάκτη θερμότητας .Για να δημιουργηθούν οι σωλήνες ακολουθούνται τα εξής βήματα :

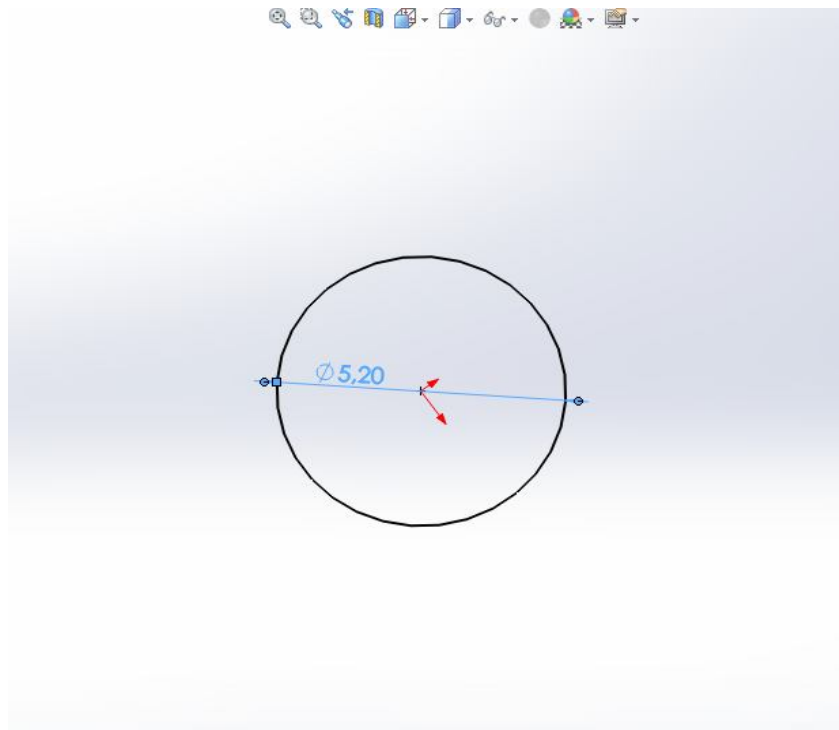


**Εικόνα 2.3.1 :** Σχεδιασμός δύο δυσδιάστατων ομόκεντρων κύκλων

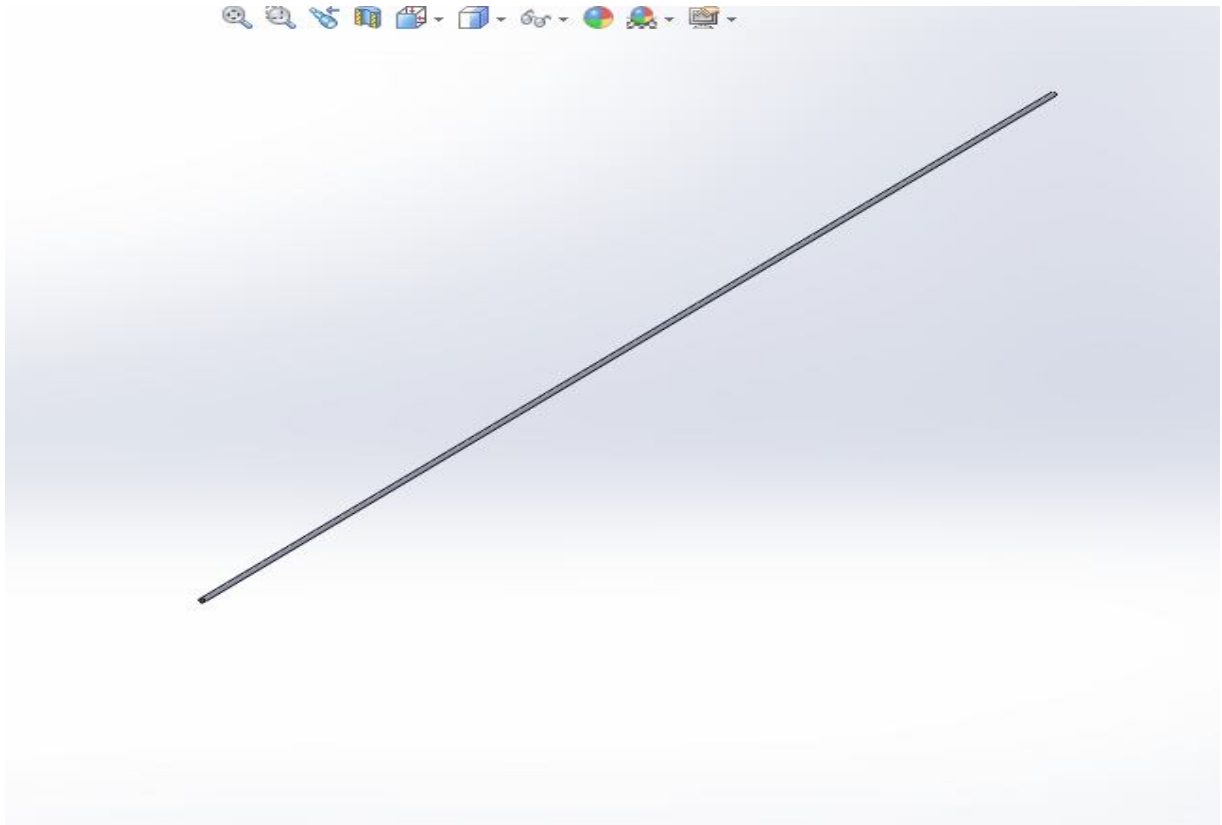


**Εικόνα 2.3.2 :** Με την εντολή BOSS-EXTRUDE γίνεται εξώθηση του δακτύλιο και σχηματίζεται η σωλήνα

Στην συνέχεια θα γίνει σχεδιασμός της συμπαγής σωλήνας που θα κρατούν τις αποστάσεις μέσα στον κύλινδρο:

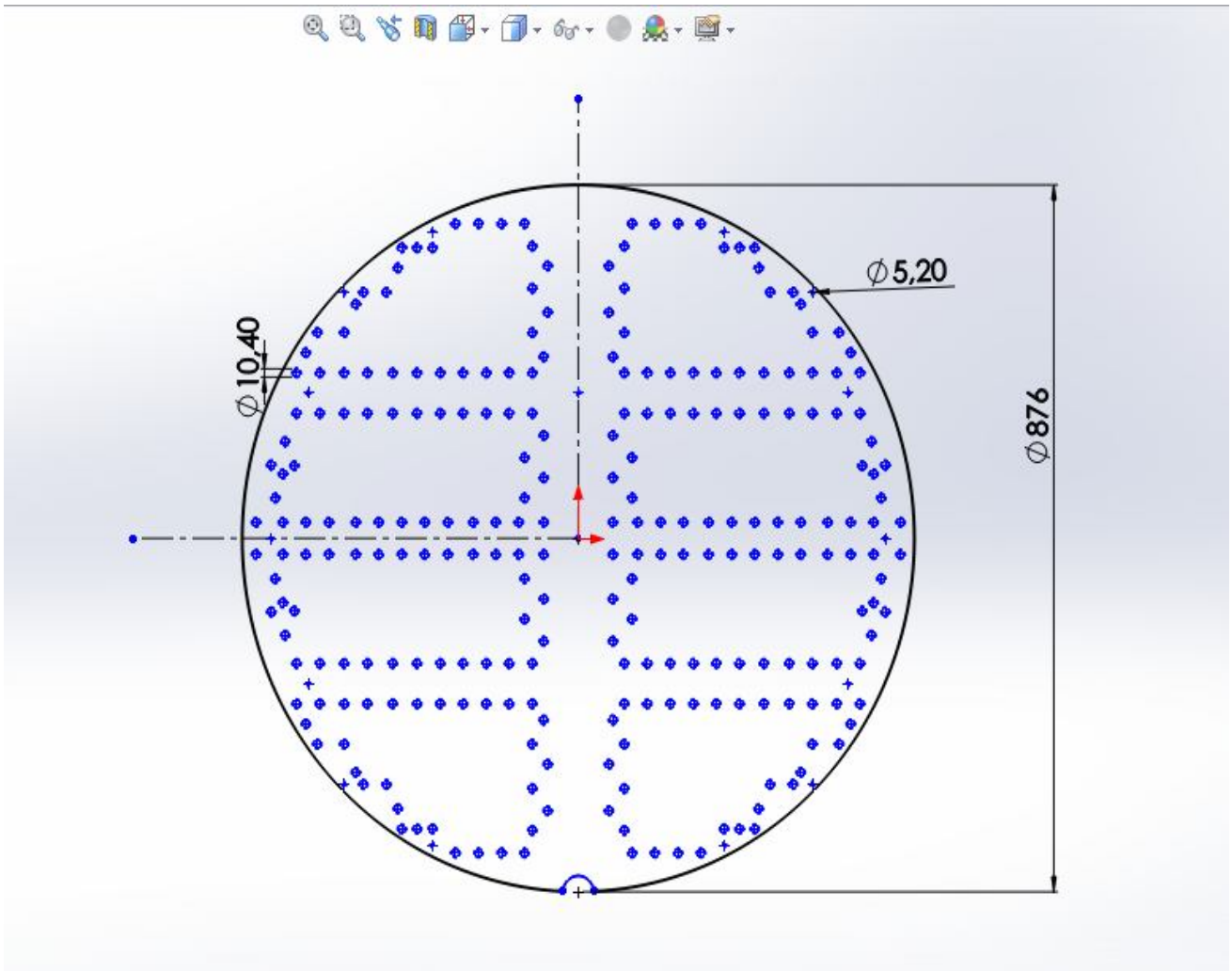


**Εικόνα 2.3.3 :** Σχεδίαση ενός κύκλου

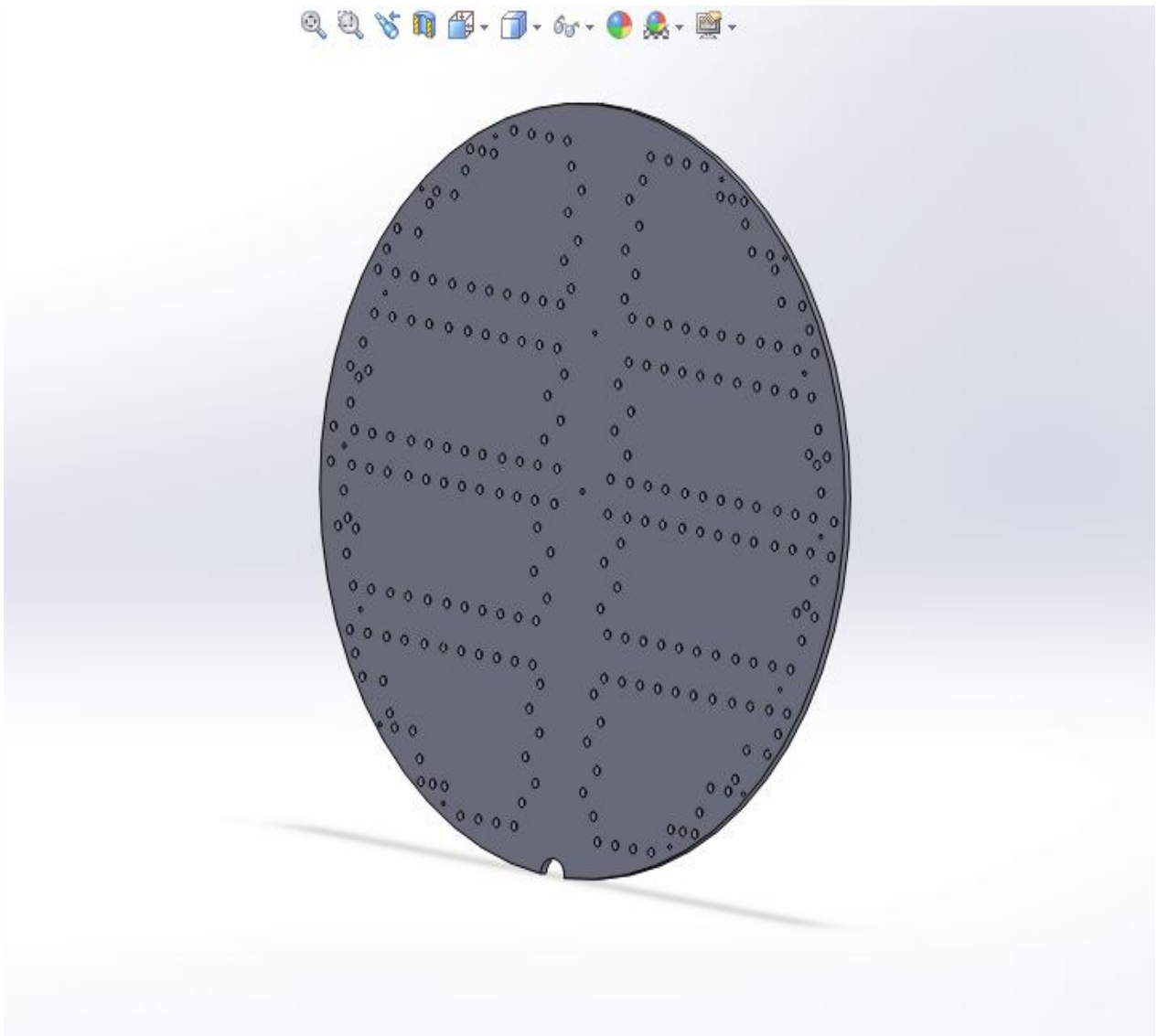


**Εικόνα 2.3.4 :** Τελειοποίηση της συμπαγούς ράβδου με την εντολή BOSS-EXTRUDE

Τώρα θα γίνει σχεδιασμός του κομματιού στο οποίο θα τοποθετηθούν οι ράβδοι και οι σωλήνες.

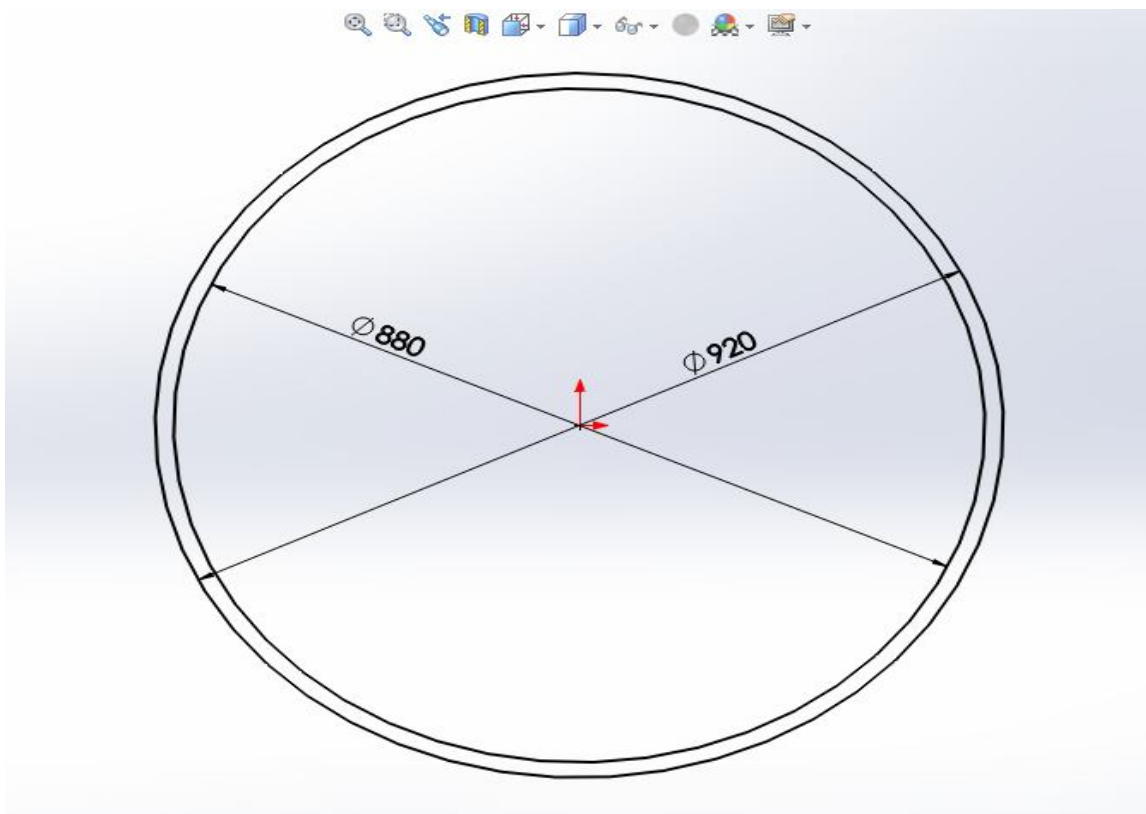


**Εικόνα 2.3.5 :** Γίνεται δυσδιάστατα ο σχεδιασμός του κομματιού στο ένα τεταρτημόριο και με την επιλογή MIRROR γίνεται αντιγραφή και στα άλλα.

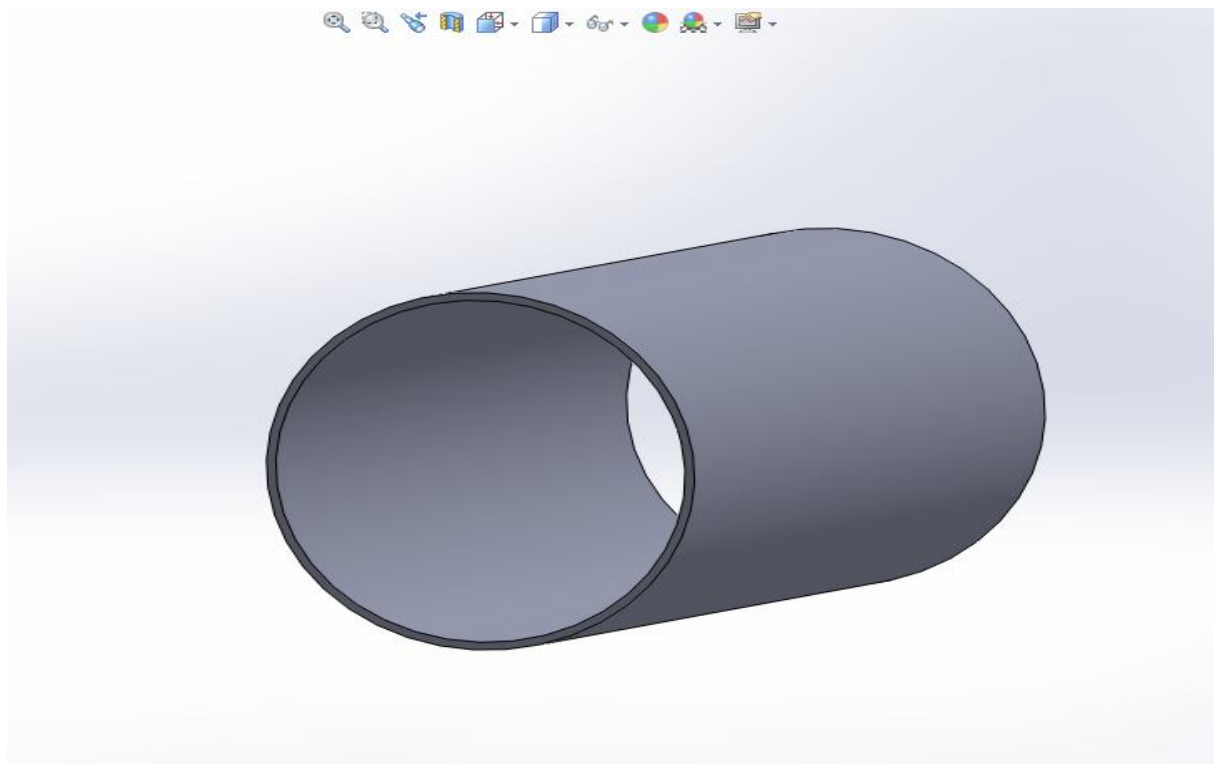


**Εικόνα 2.3.6 :** Γίνεται εξώθηση στην δυσδιάστατη με την εντολή BOSS-EXTRUDE και τελειοποιείται το κομμάτι.

Τέλος δημιουργείται ο κύλινδρος μέσα στον οποίο θα καλύπτεται το κύριο μέρος.



**Εικόνα 2.3.7 :** Σχεδιασμός δύο ομόκεντρους κύκλους



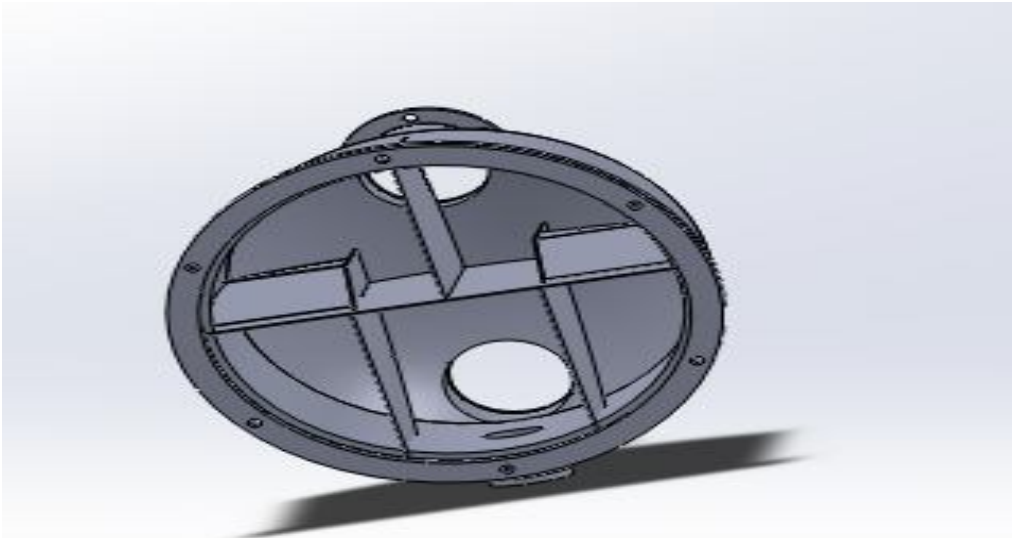
**Εικόνα 2.3.8 :** Τελειοποίηση του κυλίνδρου με την εντολή BOSS-EXTRUDE



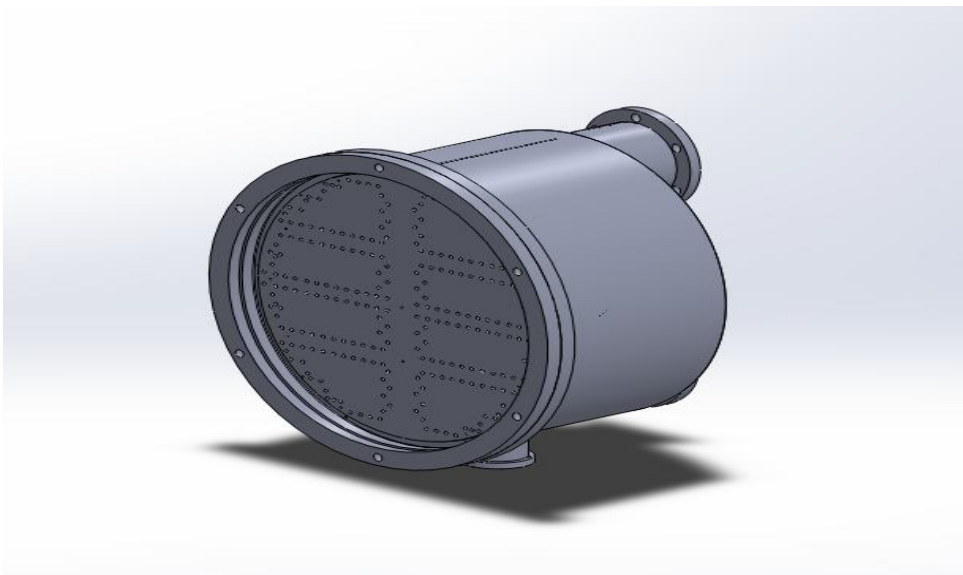
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Σύνδεση (ASSEMBLY) κομματιών και τελειοποίηση του εναλλάκτη θερμότητας

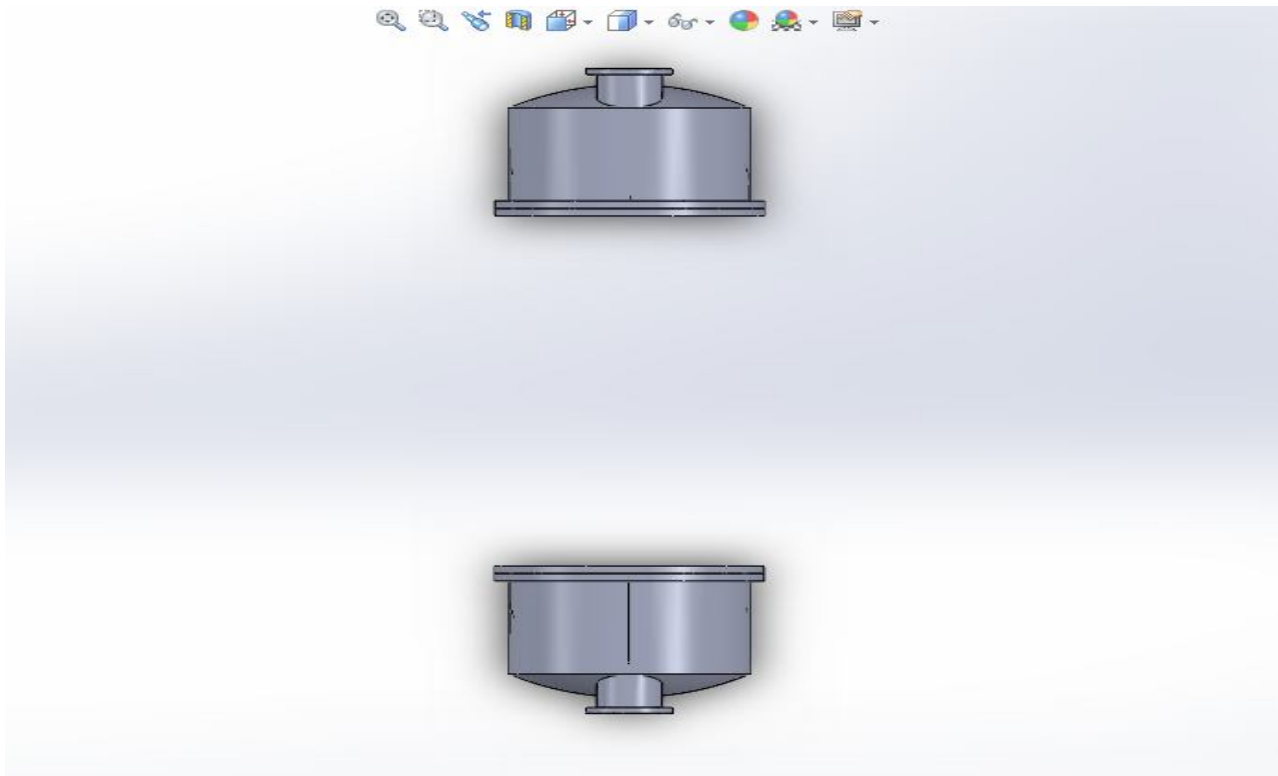
Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το πως συνδέονται τα κομμάτια του εναλλάκτη και τον εναλλάκτη σε διάφορα πλάνα και διάφορες τομές τελειοποιημένο. Αυτό έγινε με την επιλογή του προγράμματος ASSEMBLY και γίνεται βήμα-βήμα ως εξής :



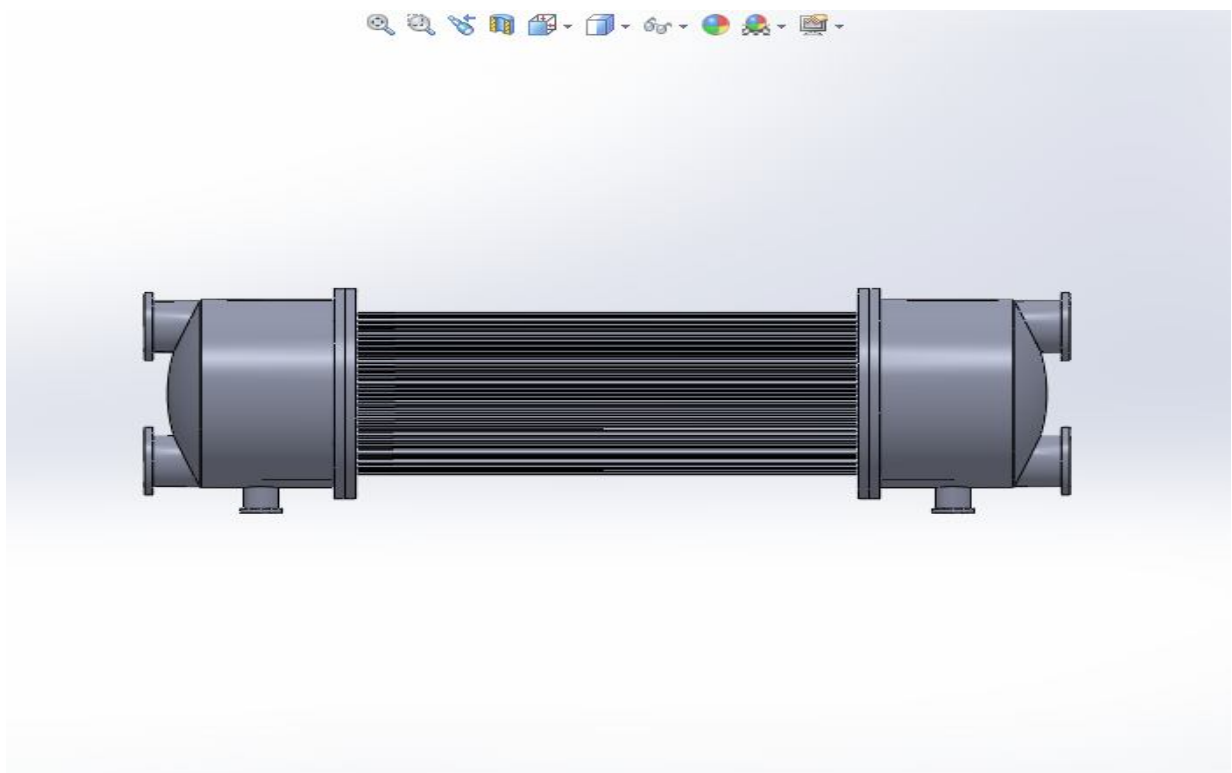
**Εικόνα 3.1 :** Τα διαχωριστικά πτερύγια τοποθετούνται εντός του καπακιού



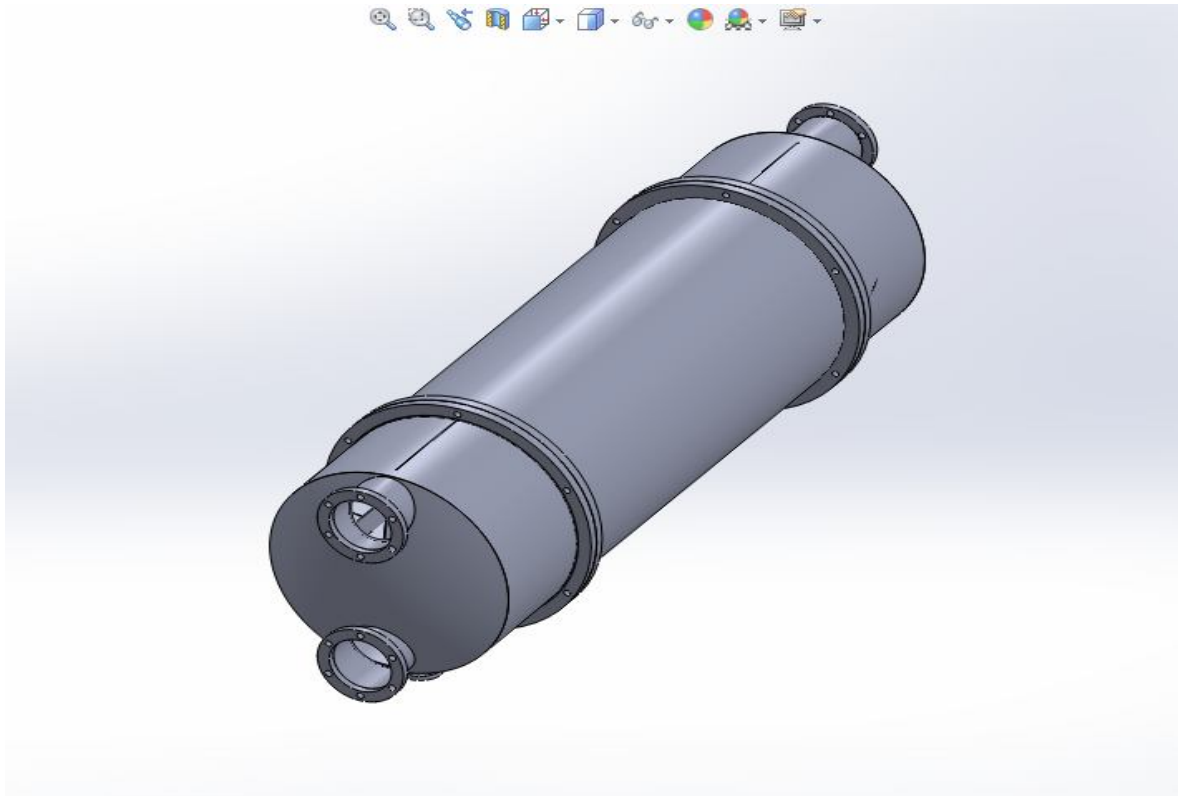
**Εικόνα 3.2 :** Τοποθέτηση καπακιού



**Εικόνα 3.3 :** Γίνεται το ίδιο και με το άλλο καπάκι και τοποθετούνται απέναντι και αντίθετα



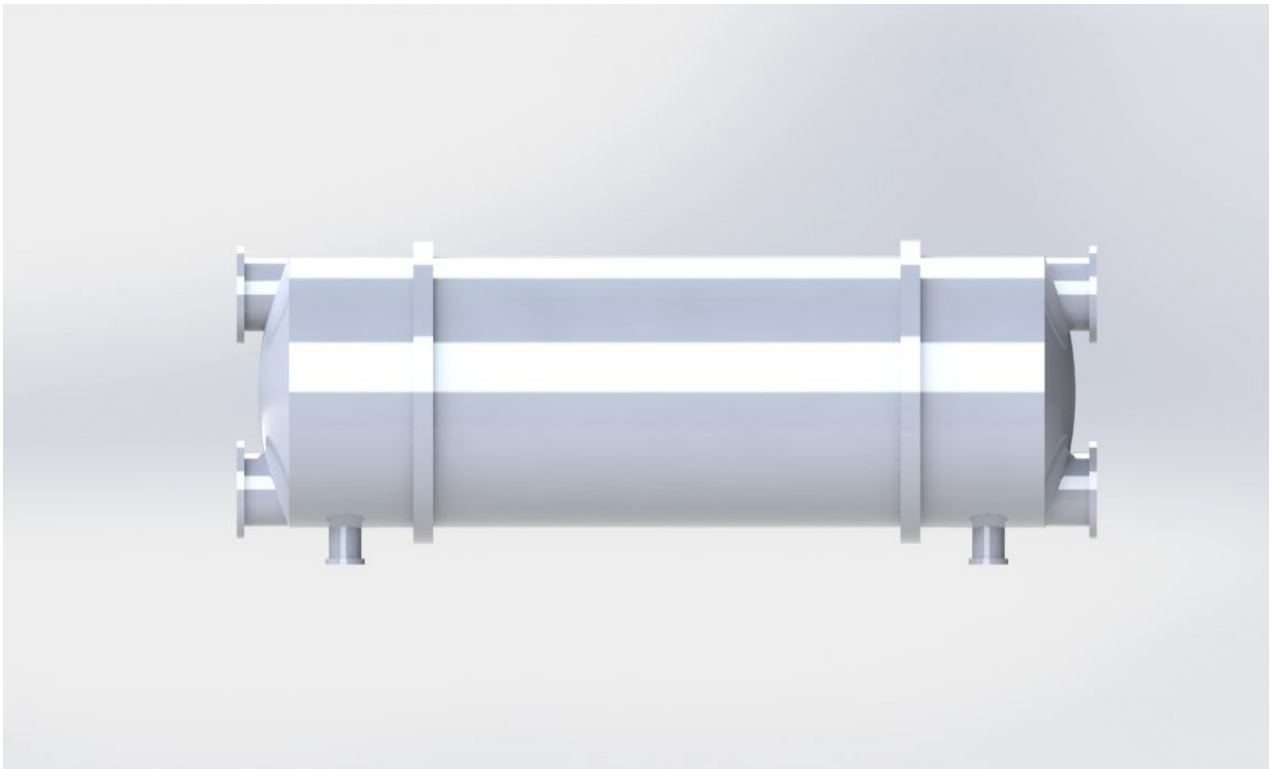
**Εικόνα 3.4 :** Συγκολλούνται οι σωλήνες και οι συμπαγείς ράβδοι



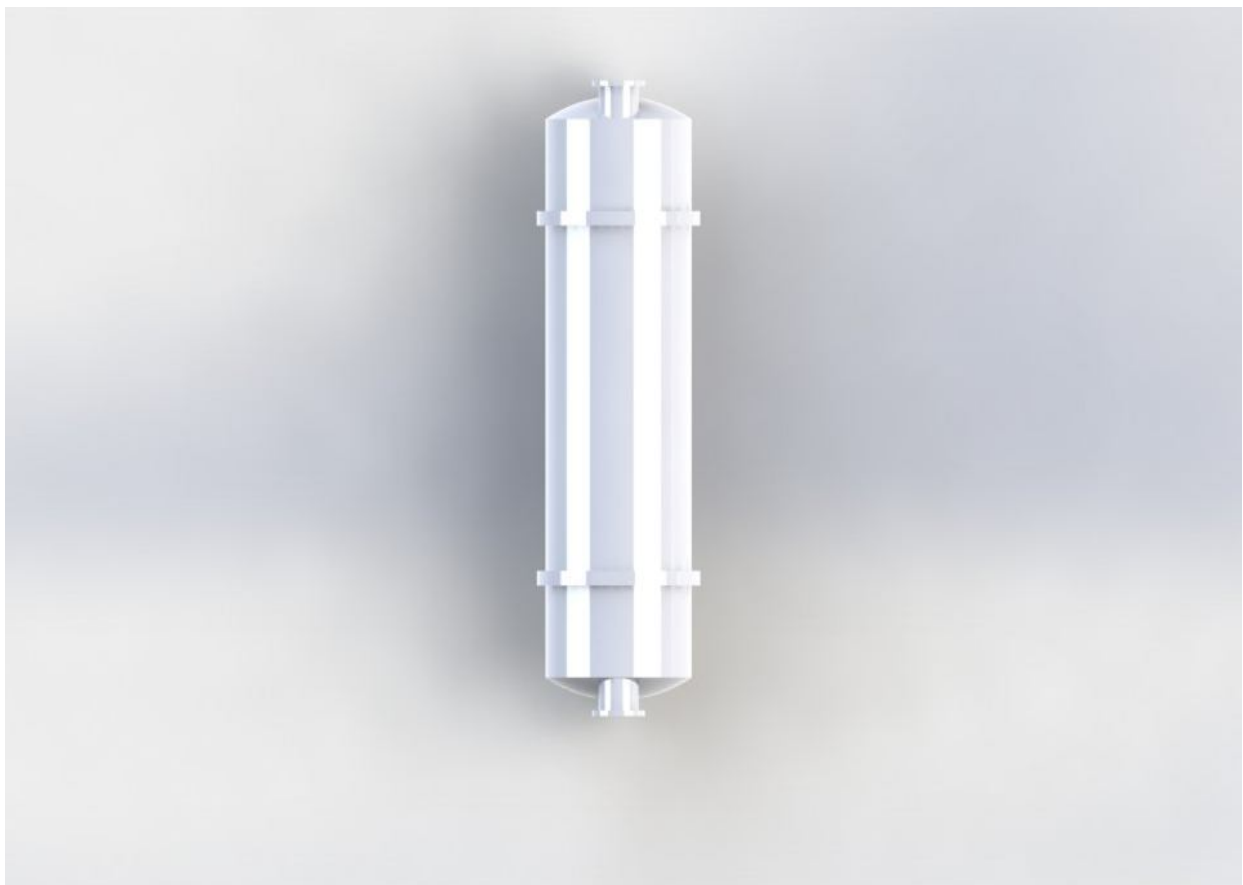
**Εικόνα 3.5 :** Τελικά μπαίνει και ο κύλινδρος και ο εναλλάκτης αποτελεί μια οντότητα



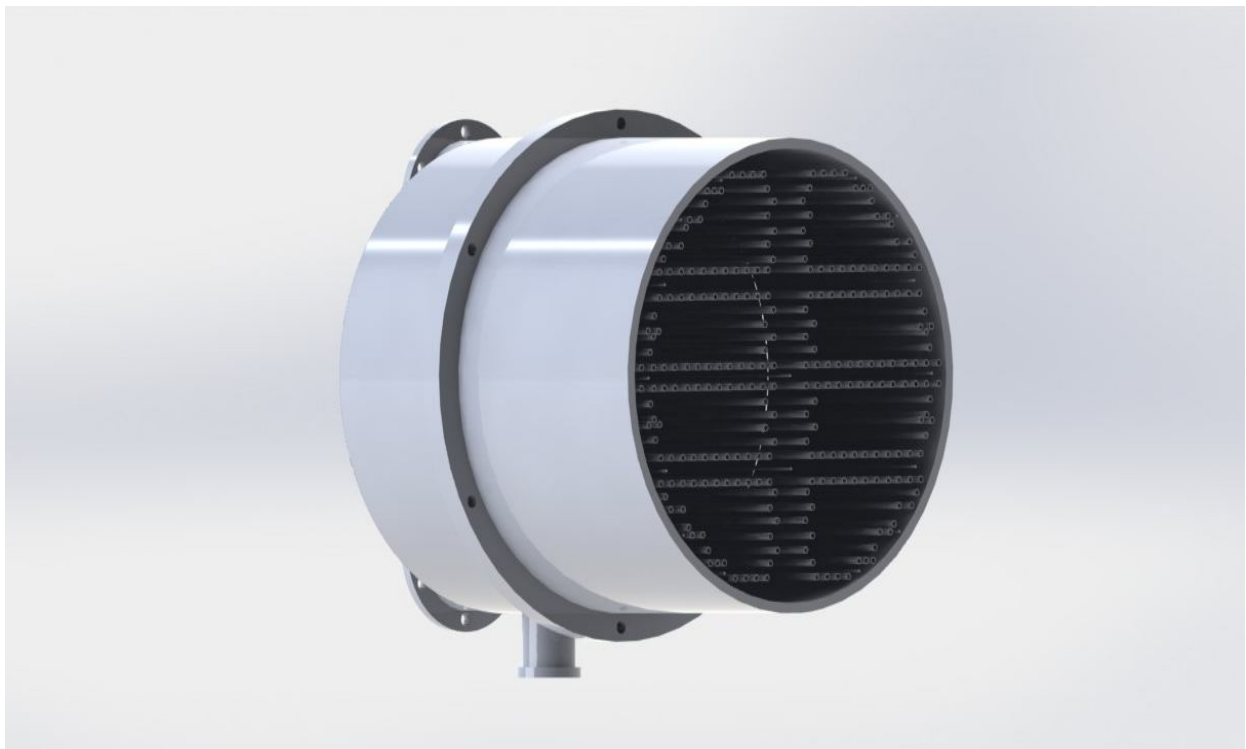
**Εικόνα 3.6 :** Ο εναλλάκτης τελειοποιημένος



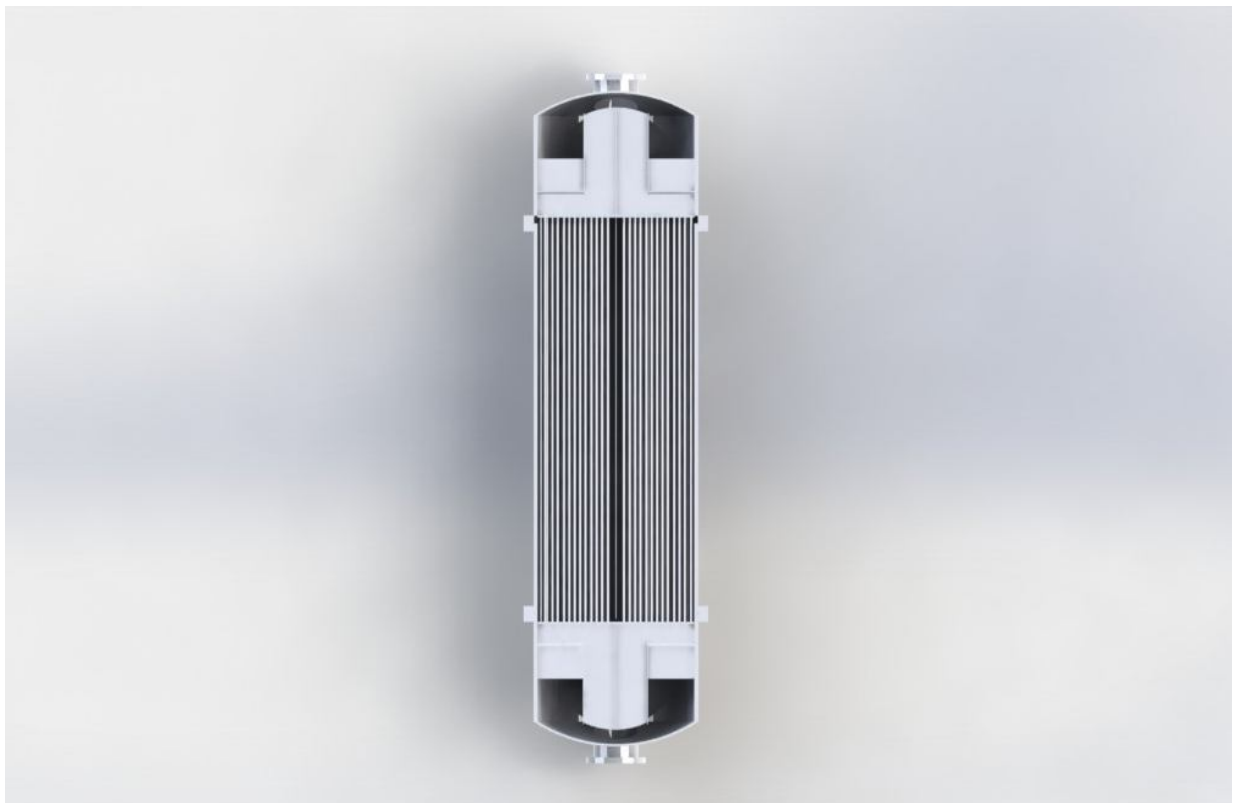
**Εικόνα 3.7 :** Ο εναλλάκτης σε πλάγια όψη



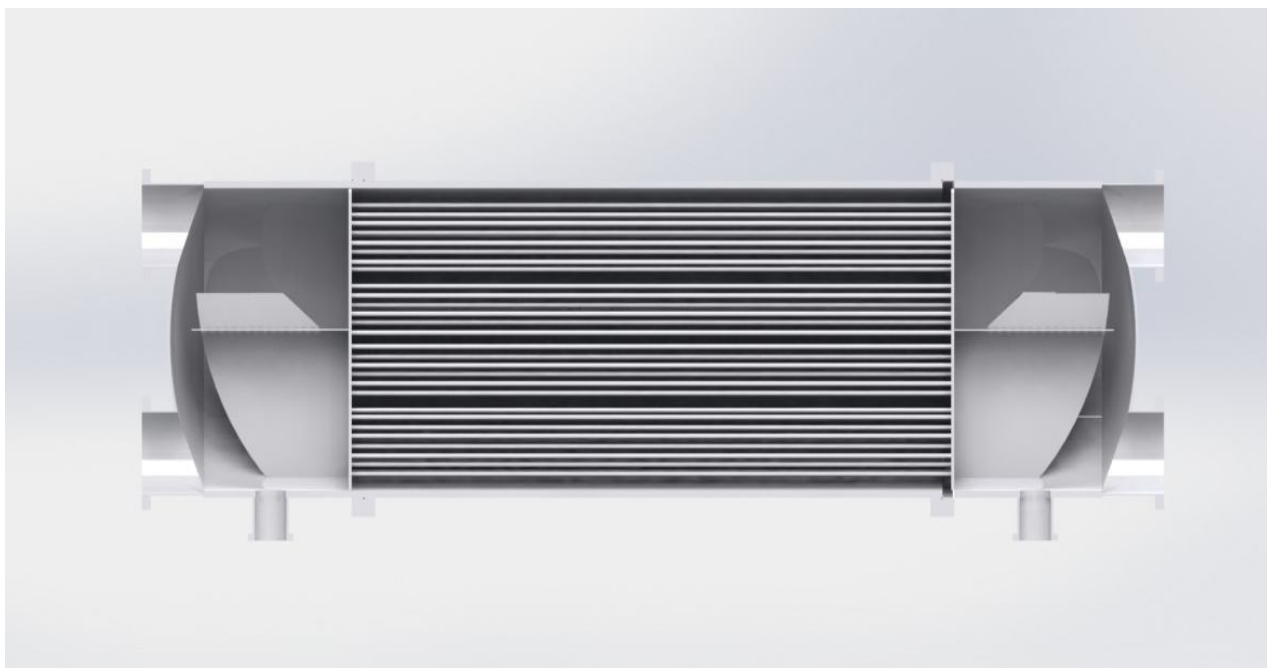
**Εικόνα 3.8 :** Ο εναλλάκτης σε κάτω όψη



**Εικόνα 3.9 :** Ο εναλλάκτης σε τομή



**Εικόνα 3.10 :** Ο εναλλάκτης σε τομή από άνω όψη



**Εικόνα 3.11** : Ο εναλλάκτης σε τομή από πλάγια όψη



Εικόνα 3.12 : Ο εναλλάκτης σε εμπρόσθια όψη

## Παράρτημα

Οι βασικές εντολές περιγράφονται στην παρακάτω ενότητα:

**Boss extrude:** Κάνει εξώθηση κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

**Cut extrude:** Κάνει εξώθηση και ταυτόχρονα κόβει κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

**Revolve:** Κάνει περιστροφή κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας σε σχέση με κάποια αξονική

**Sweep:** Κάνει τρισδιάστατη οντότητα κάποιας γεωμετρίας (όπως ο κύκλος) δημιουργούμενη από μία γραμμή (όπως η έλικα)

**Boss extrude:** Κάνει εξώθηση κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

**Cut extrude:** Κάνει εξώθηση και ταυτόχρονα κόβει κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

**Shell:** Δημιουργεί κέλυφος

**Sweep:** Κάνει τρισδιάστατη οντότητα κάποιας γεωμετρίας (όπως ο κύκλος) δημιουργούμενη από μία γραμμή (όπως η έλικα)

**Fillet:** Δημιουργεί καμπυλότητα σε ένα στερεό

**Distance:** τοποθετεί το εξάρτημα σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση σε σχέση με κάποιο άλλο εξάρτημα

**Concentric:** τοποθετεί το εξάρτημα ομοκεντρικά με κάποιο άλλο

**Coincident:** τοποθετεί το εξάρτημα να συμπίπτει με κάποιο άλλο εξάρτημα

**Angle:** τοποθετεί το εξάρτημα σε συγκεκριμένη γωνία σε σχέση με κάποιο άλλο εξάρτημα.



## Επίλογος – Συμπεράσματα

Για την πραγματοποίηση της τρισδιάστατης σχεδίασης ενός εναλλάκτη θερμότητας χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα 3D σχεδίασης CAD free trial 2012. Μία από τις χρησιμότητες του προγράμματος είναι ότι σε ένα ήδη κατασκευασμένο εξάρτημα μπορεί να γίνει (πολυεπεξεργασία και πιστή αντιγραφή) ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του. Επίσης, σε διάφορα κομμάτια που σχεδιάστηκαν υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης τους με αποτέλεσμα το επιθυμητό τρισδιάστατο σχέδιο. Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και επεξεργάζεται το τελικό σχέδιο σε animation π.χ. (αν το τελικό σχέδιο είναι ένα σύστημα γραναζιών υπάρχει η δυνατότητα να γίνει παρατήρηση της λειτουργίας του ), μπορούμε να το δούμε μέσα από τομή η και ακόμα σε διάγραμμα αντοχής υλικού, ώστε να δούμε σε ποια σημεία καταπονείται η διάταξή μας. Η σχεδίαση γίνεται σε CAD απ το οποίο το τελικό σχέδιο μπορεί να εισαχθεί και σε πρόγραμμα CAM και να προκύψει ο G κώδικας βάσει του οποίου θα υλοποιηθεί σε αυτόματο κέντρο κατεργασίας C.N.C.

# Βιβλιογραφία

## Βιβλία

1. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ, ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
2. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ, ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ, Δ.Α. ΔΟΥΜΑΝΗΣ
4. ΝΑΥΤΙΚΟΙ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ, ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

## Ιστοσελίδες

Wikipedia

<http://el.wikipedia.org>

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1 Εναλλάκτες θερμότητας.....	6
1.1 Απόδοση και μετάδοση θερμότητας στους εναλλάκτες.....	7
1.2 Μετάδοση θερμότητας στους εναλλάκτης επιφάνειας.....	8
1.3 Κατάταξη εναλλάκτη θερμότητας.....	8
1.4 Ψυγεία.....	9
1.5 Κατάταξη ψυγείων.....	10
1.6 Προθερμαντήρες.....	11
1.7 Είδη προθερμαντήρων.....	11
1.8 Οικονομητήρες.....	14
1.9 Υπερθερμαντήρες.....	15
1.10 Είδη υπερθερμαντήρων.....	15
1.11 Αναθερμαντήρες.....	16
1.12 Πλεονεκτήματα αναθερμαντήρων.....	16
1.13 Αφυπερθερμαντήρες.....	17
1.14 Συστήματα απόσταξης.....	17
1.15 Διαδικασία απόσταξης.....	18
Κεφάλαιο 2 Σχεδιασμός κομματιών εναλλάκτη θερμότητας.....	19
2.1 Σχεδιασμός διαχωριστικών πτερυγίων.....	19
2.2 Σχεδιασμός των καπακίων του εναλλακτήρα.....	30
2.3 Σχεδίαση κύριου μέρους εναλλακτήρα θερμότητας.....	43
Κεφάλαιο 3 Σύνδεση (ASSEMBLY) κομματιών και τελειοποίηση του εναλλάκτη θερμότητας.....	49
Παράρτημα.....	56
Επίλογος – Συμπεράσματα.....	57
Βιβλιογραφία.....	58