

**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Τρυφωνόπουλος Γ. Δημήτριος

Εισηγητής: Αναστασία Ν. Βελώνη

**ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2016**

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

**Τρυφωνόπουλος Γ. Δημήτριος
Α.Μ. 40446**

Εισηγητής:

Αναστασία Ν. Βελώνη

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης 27/6/2016

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Τρυφωνόπουλος Δημήτριος, του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 40446 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε η επιβλέπων καθηγήτριά μου, Αναστασία Βελώνη την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία θα καλύψει ένα μεγάλο πλήθος θεμάτων που αφορούν στον προκαταρκτικό και λεπτομερή σχεδιασμό προϊόντων, στην επιλογή και μελέτη υλικών, στην ανάλυση και βελτιστοποίηση της σχεδίασης, στην παραγωγή πρωτοτύπων καθώς και στην επεξεργασία και μετατροπή φυσικών μοντέλων σε ηλεκτρονική μορφή μέσω της οποίας μπορεί να ανατροφοδοτηθεί ο κύκλος σχεδίασης.

ABSTRACT

The present thesis will cover a variety of subjects concerning the pre production designing of products, the study and choosing of materials, the analysis and optimization of designing, the production and editing of physical models in electronic form through which we can resupply the designing circle.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1	Βιομηχανικός σχεδιασμός	13
1.2	Πορεία του σχεδιασμού.....	14
1.3	Εργαλεία που μπορεί να χρησιμοποιήσει σχεδιαστής.....	15
2.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	16
2.2	Συστήματα PLM.....	16
2.2	Συστήματα CAD.....	16
2.3	Είδη συστημάτων CAD.....	17
2.4	Ιστορία των CAD.....	17
2.5	3DS Solidworks.....	18
2.6	Πλεονεκτήματα του Solidworks.....	18
2.7	Inventor Autodesk.....	19
2.8	Σύγκριση Solidworks και Inventor.....	19
3	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'.....	20
4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'.....	40
5	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'.....	60
6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	104

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Plane Ένα επίπεδο στον τρισδιάστατο χώρο

Sketch Ένα σχέδιο δύο ή περισσότερων διαστάσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας και γίνεται μια ιστορική αναδρομή γύρω από τις μεθόδους που έχουν παρουσιαστεί σε αυτήν την περιοχή.

1.1 Βιομηχανικός σχεδιασμός

Βιομηχανικός σχεδιασμός είναι η υπηρεσία κατά την οποία δημιουργούμε και εξελίσσουμε ιδέες και παράγουμε πρωτότυπα, όχι μόνο σε υλική μορφή αλλά και σε ηλεκτρονική μορφή μέσω διαφόρων μέσων.

Επίσης μέσω του βιομηχανικού σχεδιασμού προσπαθούμε να βελτιστοποιήσουμε τα προϊόντα αυτά. Αυτή μας η επιθυμία φαίνεται επίσης από τον ορισμό που έχει δώσει ο IDSA(Industrial Design Society of America) κατά τον οποίο:

“ Βιομηχανικός Σχεδιασμός είναι η επαγγελματική υπηρεσία της δημιουργίας και εξέλιξης ιδεών και χαρακτηριστικών που βελτιώνουν τον τρόπο λειτουργίας, την αξία και την αισθητική εμφάνιση προϊόντων και συστημάτων προϊόντων και συστημάτων, με σκοπό την εξίσου μέγιστη ωφέλεια τόσο του χρήστη όσο και του κατασκευαστή.”

Είναι δύσκολο να ορίσουμε τι ακριβώς κάνει ένας βιομηχανικός σχεδιαστής. Αυτό συμβαίνει για διάφορους λόγους. Πρώτον γιατί το επάγγελμα αυτό καλύπτει ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων και αντικειμένων, επίσης η εκπαίδευσή και εξειδίκευση κάθε σχεδιαστή διαφέρει και κάθε σχεδιαστής θα δώσει μια δικιά του ερμηνεία στο αντικείμενο που θα σχεδιάσει και έτσι η ανταπόκριση του κοινού θα διαφέρει κάθε φορά.

Ο λόγος ο οποίος κάνει το βιομηχανικό σχεδιασμό τόσο σημαντικό είναι ότι επιτρέπει σε μια εταιρία να αναπτύξει ανταγωνιστικό όφελος σε σχέση με άλλες εταιρίες, αναπτύσσοντας νέα προϊόντα που καλύπτουν όχι μόνο τις λειτουργικές αλλά και τις αισθητικές ανάγκες του αγοραστικού κοινού. Την ανάγκη αυτή έφερε η μείωση του μονοπωλίου και η εξισορρόπηση των τιμών ανάμεσα σε παρόμοια προϊόντα.

Εξίσου σημαντικό είναι ότι ο βιομηχανικός σχεδιασμός αποτρέπει τα σφάλματα τα οποία χωρίς αυτόν θα ανακαλύπτονταν μόνο μετά την ολοκληρωμένη κατασκευή του προϊόντος, μειώνοντας έτσι τα συνολικά έξοδα για την παραγωγή του.

1.2 Πορεία του σχεδιασμού

Πριν αρχίσει τον οραματισμό της κατασκευής, ο σχεδιαστής πρέπει να έχει στο μυαλό του κάποιους περιορισμούς. Οι περιορισμοί αυτοί χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Σε αυτούς που επιδέχονται διαπραγμάτευση και σε αυτούς που δεν δέχονται. Παραδείγματα αυτών είναι ότι μια συσκευή πρέπει να λειτουργεί (δεν επιδέχεται διαπραγμάτευση) ενώ επιδέχονται διαπραγμάτευση το υλικό και η εμφάνιση του προϊόντος.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Αφού κατατάξει τα παραπάνω στο μυαλό του ο σχεδιαστής είναι έτοιμος να οραματιστεί την ιδέα του, μπορώντας πάντα να διαπραγματευτεί με τους αρμόδιους τους παραπάνω περιορισμούς.

Ο τρόπος και τα στάδια που θα ακολουθήσει μέχρι την παραγωγή του προϊόντος είναι προκαθορισμένα έτσι ώστε να αυξήσουμε την αποτελεσματικότητα.

1. Ερευνά
Σε αυτό το στάδιο ο σχεδιαστής ερευνά τις ανάγκες του αγοραστικού κοινού, καθώς και τη ζήτηση του.
2. Ιδέα
Ο σχεδιαστής δημιουργεί την ιδέα περιλαμβάνοντας χαρακτηριστικά όπως χρώμα, υλικό κ.λπ.
3. Καθορισμός
Ο σχεδιαστής καταγράφει την ιδέα του λεπτομερώς
4. Βελτιστοποίηση
Ο σχεδιαστής επανεξετάζει την ιδέα και αλλάζει χαρακτηριστικά του για να βελτιωθεί το προϊόν
5. Σχεδίαση
Σχεδιάζεται η ιδέα με τη χρήση διαφόρων ψηφιακών μέσων
6. Δοκιμαστική παράγωγή
Πλέον η ιδέα γίνεται προϊόν αφού κατασκευάζονται ορισμένα σε αριθμό κομμάτια για έλεγχο
7. Έλεγχος προϊόντος
Ελέγχεται η σωστή λειτουργία του προϊόντος και αν χρειαστεί επιστρέφουμε πάλι στο “βήμα 4” έτσι ώστε να διορθωθούν πιθανές αστοχίες
8. Παράγωγή
Πλέον το προϊόν παράγεται μαζικά
9. Διάθεση και Αγορά
Το προϊόν είναι προσβάσιμο στο αγοραστικό κοινό

1.3 Εργαλεία που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο σχεδιαστής

Τα βασικά μέσα που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο σχεδιαστής είναι το σκίτσο, τα ψηφιακά μέσα και η μακέτα.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

- Με το σκίτσο, γνωστό και ως σκαρίφημα, ο σχεδιαστής χρησιμοποιεί μέσα όπως χαρτί, μολύβι και άλλα παρεμφερή. Τα σχέδια αυτά είναι πρόχειρα, για το λόγο αυτό δεν χρησιμοποιούνται σε παρουσιάσεις αλλά είναι πολύ χρήσιμα αφού είναι μια αρχική μορφή της ιδέας, που αναπαρίσταται ορθά και γρήγορα, επιτρέποντας μας να την αναπτύξουμε στη συνέχεια και σε άλλα μέσα.
- Μετά τη δημιουργία του σκίτσου μπορούμε να το μεταφέρουμε σε ψηφιακή τρισδιάστατη μορφή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη βοήθεια ενός λογισμικού σχεδίασης CAD. Με τα λογισμικά αυτά μπορούμε να εξετάσουμε πολλές πτυχές της ιδέας μας, που δεν μπορούμε μέσω των σκίτσων, όπως τα υλικά, την φυσική υπόσταση της κατασκευής καθώς και την θεωρητική λειτουργία της μέσω διάφορων προσομοιώσεων. Μερικά πολύ γνωστά λογισμικά τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως είναι τα Sketch Up, AutoCAD, Cobalt 3D Modeling, Solid Works, Ptc, 3Ds max, Form Z, Photoshop. Με διάφορες λειτουργίες και πλεονεκτήματα το καθένα, αφήνουν ανοιχτό το ενδεχόμενο συνδυαστικής χρήσης για βέλτιστο αποτέλεσμα.
- Όσον αφορά τη μακέτα, είναι σημαντική γιατί είναι η πρώτη υλική απεικόνιση της κατασκευής. Την χρησιμοποιούμε πολύ συχνά σε παρουσιάσεις και είναι ένα σημαντικό βήμα πριν την αρχή της παραγωγής. Μπορεί να φτιάξουμε πολλές μακέτες μέχρι να καταλήξουμε στην τελική μορφή της. Χαρακτηριστικά της είναι ότι κατασκευάζεται σε κλίμακα, αναλόγως το πραγματικό μέγεθος του αντικείμενου, το υλικό της διαφέρει και μας βοηθά να εξετάσουμε το αντικείμενο σε τρεις διαστάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύουμε διάφορα συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τον κύκλο σχεδίασης και παραγωγής του προϊόντος.

2.1 Συστήματα PLM

PLM (Product Lifecycle Management) είναι η διαδικασία προσέγγισης και διαχείρισης ολόκληρου του κύκλου παραγωγής του προϊόντος σε συνεργασία με συστήματα CAD. Από το σχέδιο έως την κατασκευή και προώθηση του παρέχοντας επίσης δρομολόγηση καθηκόντων. Την ιδέα για ένα τέτοιο σύστημα είχε η εταιρία American Motors Corporation η οποία έφτιαξε μια αρχική μορφή τέτοιου συστήματος. Αν και σε αρχικό ακόμα στάδιο είχε τέτοιο αποτέλεσμα που όταν αργότερα η εταιρία εξαγοράστηκε από την Chrysler, το ένταξε σε όλη της την παραγωγή. Οι βασικές αρχές τους τέθηκαν το 1982 από την Rockwell int'l. Τα θετικά της χρήσης τους είναι πολλά όπως η μείωση του χρόνου προώθησης, βελτίωση της ποιότητας και της αξιοπιστίας, μείωση του κόστους και της τιμής.

Το ενονια της 3DS είναι ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο επιτρέπει σε ένα χρήστη να εξομοιώσει σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος.

2.2 Συστήματα CAD

Τα συστήματα CAD ή computer aided design έφεραν επανάσταση στη σημερινή μηχανική. Πριν καθιερωθεί η χρήση τους οι σχεδιαστές χρησιμοποιούσαν γραφική ύλη. Αυτό περιόριζε την κατανόηση του αντικειμένου από τον πελάτη αλλά και η μεταρρύθμιση του σχεδίου καθίσταται δύσκολη. Έτσι ο χρόνος που χρειαζόταν για να καταλήξουν σχεδιαστής και πελάτης στο τελικό σχέδιο ήταν μεγάλος και ως συνέπεια ακριβός. Με την εμφάνιση των πρώτων συστημάτων CAD η σχεδίαση των προϊόντων έγινε πιο εύκολη, γρήγορη και αποτελεσματική, καθιστώντας τη χρήση τους πλέον απαραίτητη. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη πολλών τέτοιων συστημάτων θέτοντας κάποια στάνταρ ως προς τη λειτουργία τους. Μερικά από αυτά είναι ότι πρέπει να είναι εύκολα στην εκμάθηση, πρέπει να είναι συμβατά με αρχεία άλλων τέτοιων λογισμικών και πλέον να υπάρχει και 3D απεικόνιση μέσω του 2D σχεδίου που έχουμε φτιάξει.

2.3 Είδη συστημάτων CAD

Για την μοντελοποίηση των τρισδιάστατων αντικειμένων αναπτύχθηκαν κάποιες μεθοδολογίες.

- Τα μοντέλα ακμών ή σύρματος (3D wireframe) τα οποία είναι μια προέκταση των 2D σχεδίων, κατά την οποία κάθε γραμμή πρέπει να προστεθεί ξεχωριστά στο σχέδιο. Το

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

τελικό σχέδιο σε αυτή την περίπτωση δεν έχει μάζα και έτσι περεταίρω αλλαγές δεν υποστηρίζονται, για τον λόγο αυτό δεν χρησιμοποιείται συχνά.

- Περιορισμένα μοντέλα στερεών(3D “dump” solids). Όπως και τα προηγούμενα έτσι και αυτά δεν χρησιμοποιούνται συχνά. Σε αυτό χρησιμοποιούμε βασικά σχήματα τριών διαστάσεων, κυλίνδρους, σφαίρες και λοιπά. Υποστηρίζουν περεταίρω αλλαγές και μπορούμε εύκολα να εξάγουμε σχέδια δύο διαστάσεων. Δεν συμπεριλαμβάνονται όμως εργαλεία για την εύκολη μετακίνηση στοιχείων.
Τα δύο βασικά είδη συστημάτων που χρησιμοποιούνται για τον τρισδιάστατο σχεδιασμό σήμερα είναι
- τα μοντέλα παραμέτρων (parametric models), κατά τα οποία βλέπουμε την κατασκευή μας ως μια σειρά εισαγωγής στοιχείων και ιδιοτήτων. Οποιαδήποτε αλλαγή αναγνωρίζεται από το μοντέλο αυτό και ως προς τον χρόνο που κατασκευάστηκε. Όμως μια τέτοια αλλαγή μπορεί να προκαλέσει προβλήματα διότι το στοιχείο αυτό μπορεί να επηρεάζει και άλλα.
- Το δεύτερο είδος είναι η άμεση ή ρητή μοντελοποίηση, κατά το οποίο οι αλλαγές γίνονται χωρίς την χρήση ιστορικού. Ο χρήστης βέβαια μπορεί να εισάγει σχέσεις γεωμετρίας στην κατασκευή του.

2.4 Ιστορία των CAD

Οι βάσεις για τα συστήματα CAD εμφανίζονται από πολύ νωρίς στην ιστορία. Από τις αρχές της ευκλείδειας γεωμετρίας, έως τον Leonardo da Vinci με την πληθώρα σχεδίων του και τον Gaspard Monge ο οποίος με την συγγραφή του πρώτου βιβλίου για τεχνικό σχέδιο, *Geometrie Descriptive*, ο οποίος θεωρείται θεμελιωτής της παραστατικής γεωμετρίας, έδειξε ότι μπορούμε να αναπαραστήσουμε οποιοδήποτε τρισδιάστατο αντικείμενο, σχεδιάζοντας διάφορες όψεις και τομές με συγκεκριμένους κανόνες.

Η πρώτη εμφάνιση λογισμικού CAD γίνεται το 1958 από τον Ivan Sutherland, αμερικάνο επιστήμων υπολογιστών, ο οποίος κατά την διδακτορική του διατριβή στο MIT, εφεύρε το Sketchpad. Την ίδια περίοδο αναπτύσσετε στο MIT η γλώσσα προγραμματισμού APT, μια γλώσσα υψηλού επιπέδου, που χρησιμεύει στην απεικόνιση σχεδίου με την χρήση αριθμών.

Με τον ερχομό της δεκαετίας του 70, άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως ο όρος CAD. Έγιναν πολλές προσπάθειες δημιουργίας λογισμικού το οποίο θα ψηφιοποιούσε την δισδιάστατη σχεδίαση, από πολλές εταιρίες όπως η General motors, η Lockheed Aircraft και άλλες. Ένα μεγάλο άλμα έγινε όμως το 1975 από τον Kenneth James Vesprille, ο οποίος στην διατριβή του με τίτλο *Computer-Aided Design Applications of the B-Spline Approximation Form*, έθεσε τις βάσεις της μοντελοποίησης σύνθετων 3D καμπύλων και επιφανειών.

Το 1977 εμφανίζεται στην αγορά το CATIA της Dassault Systemes, ένα 3D-CAD λογισμικό που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα με την τελευταία έκδοσή του να είναι το CATIA 3DEXPERIENCE R2016x. Η Dassault Systemes ή 3DS σήμερα διαθέτει μια πληθώρα λογισμικών όπως το catia, solidworks, enovia, delmia, simulia, geovia και άλλα, το καθένα ικανότερο σε ξεχωριστό πεδίο.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Τα ακόλουθα χρόνια είχαμε άλματα όσων αφορά αλγορίθμους σχεδιασμού και παραγωγής οι οποίοι έφτασαν τα λογισμικά αυτά σε νέο επίπεδο. Στις αρχές του αιώνα μας έχουμε τρεις κυρίαρχες εταιρίες λογισμικού CAD. Την IBM-Dassault Systèmes με το CATIA & ENOVIA , UGS με το Unigraphics & iMAN και PTC με το Pro/Engineer & WindChill. Ακολουθεί η Autodesk με λίγο μικρότερο μερίδιο αγοράς . Αξίζει αναφορά των SolidWorks και SolidEdge ως λογισμικά μεσαίας τιμής.

2.5 3DS Solidworks

Το Solidworks είναι ένα μοντέλο παραμέτρων. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιεί ένα δέντρο στοιχείων και αλλαγών επιτρέποντας μας να κάνουμε απευθείας αλλαγές στην κατασκευή μας, επιστροφές σε προηγούμενες καταστάσεις και άλλες τέτοιες λειτουργίες. Το Solidworks αναπτύχθηκε το 1995 από μια ομάδα του MIT με επικεφαλή τον ιδρυτή και ιδιοκτήτη της εταιρίας Jon Hirschtick, η οποία αργότερα αγοράστηκε από την Dassault System Group το 1997, δίνοντας στην πρώτη κέρδος 309 εκατομμύρια. Στόχος ήταν μια απλούστερη και φθηνότερη μορφή του Catia η οποία όμως θα ανταγωνίζεται τα αντίστοιχα SolidEdge, Proengineer και Inventor. Το Solidworks σήμερα έχει πουλήσει περισσότερες από 2.5 εκατομμύρια άδειες, με την εφημερίδα Sheffield Telegraph να το χαρακτηρίζει ως το πλέον διαδεδομένο λογισμικό CAD.

2.6 Πλεονεκτήματα του Solidworks

- Τα εργαλεία που περιλαμβάνει το κάνουν μια μηχανή βελτιστοποίησης του σχεδιασμού.
- Το απλό αλλά και εύχρηστο interface βοηθά να επικεντρωθούμε στο αποτέλεσμα και όχι στην σχεδίαση της κατασκευής.
 - Επίσης άλλα εργαλεία αυτόματης σχεδίασης έτσι ώστε ο χρόνος παραγωγής να βελτιστοποιηθεί.
 - Αυτόματοι έλεγχοι εισχώρησης και σύγκρουσης κάνουν τον ποιοτικό έλεγχο πολύ γρήγορο και αποτελεσματικό.
 - Με τις επιλογές παρουσίασης μπορούμε να παράξουμε εικόνες μετά την κατασκευή χωρίς την χρήση άλλου προγράμματος
 - Χαμηλότερο κόστος παραγωγής

2.7 Inventor Autodesk

Το Inventor είναι όπως και το Solidworks ένα μοντέλο παραμέτρων, το οποίο δημιουργήθηκε από την Autodesk με πρώτη κυκλοφορία το 1999. Όπως και το solidworks και αυτό χρησιμοποιεί ένα δέντρο στοιχείων, η σχεδίαση και η συναρμολόγηση γίνεται με παρόμοιο τρόπο. Η διαφορές βρίσκονται στο interface και στον τρόπο που κατασκευάζονται μερικά βασικά σχήματα, όμως κάποιος εξοικειωμένος με τέτοια συστήματα αντιλαμβάνεται τέτοιες διαφορές εύκολα οπότε η μετάβαση από το ένα πρόγραμμα στο άλλο γίνεται αρκετά γρήγορα και εύκολα. Υποστηρίζεται επίσης ανταλλαγή αρχείων για τα δύο προγράμματα με μια ολιγόλεπτη μετατροπή.

2.8 Σύγκριση Solidworks και Inventor

Με την χρήση και των δύο προγραμμάτων βλέπουμε ότι παρόλο που και τα δύο έχουν πανομοιότυπες προϋποθέσεις το solidworks τρέχει καλύτερα σε χαμηλότερων προδιαγραφών μηχανήματα. Από την άλλη το solidworks είναι καλύτερο για κατασκευές σχετικά λίγων κομματιών/εξαρτημάτων, ενώ το inventor αν και πιο δύσκολο στην σχεδίαση των κομματιών, πιο σταθερό σε συναρμολογήσεις πάρα πολλών. Ως αποτέλεσμα αυτών και ότι υποστηρίζουν το ένα τα αρχεία του άλλου θα μπορούσαμε θεωρητικά να σχεδιάσουμε τα κομμάτια μας στο ένα και να κάνουμε την συναρμολόγηση στο άλλο.

SOLID WORKS

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Σε αυτό το μέρος θα σχεδιάσουμε ένα παιδικό αμάξι. Η μορφή του θα είναι πολύ βασική. Σκοπός μας είναι να μάθουμε το γραφικό περιβάλλον του προγράμματος, την χρήση απλών σχημάτων και κατασκευών, καθώς και τις βασικές αρχές συναρμολόγησης της κατασκευής μας.

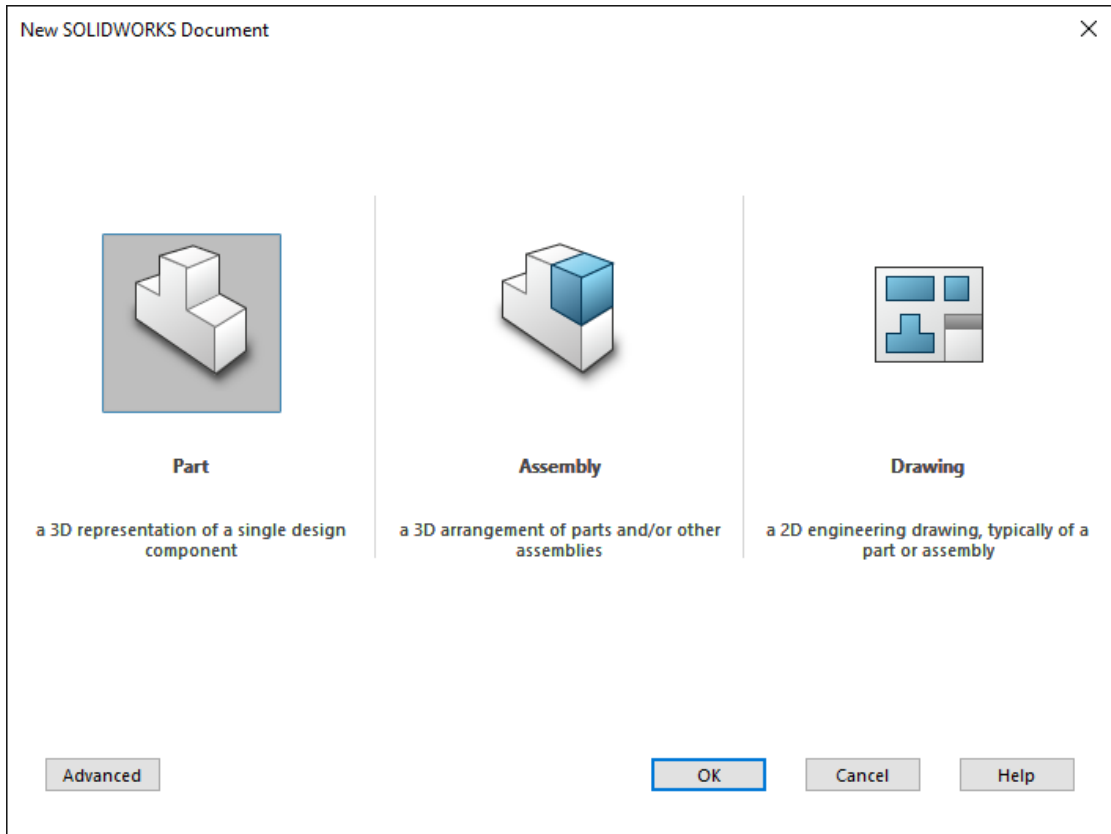
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Όταν ανοίξουμε το solid works θα δούμε το παρακάτω παράθυρο.



Εικόνα 3.1: Κεντρικό μενού του Solidworks

Στο solid works για να φτιάξουμε μια κατασκευή, φτιάχνουμε πρώτα τα επιμέρους κομμάτια (parts) και έπειτα τα συναρμολογούμε (assembly). Μας δίνεται επίσης η ικανότητα να φτιάξουμε ένα 2D μηχανικό σχέδιο αντί να χρησιμοποιήσουμε το περιβάλλον του solid works. Εάν πατήσουμε το κουμπί new ή ctrl+N θα εμφανιστεί το παρακάτω παράθυρο στο οποίο μπορούμε να επιλέξουμε τι θα φτιάξουμε.



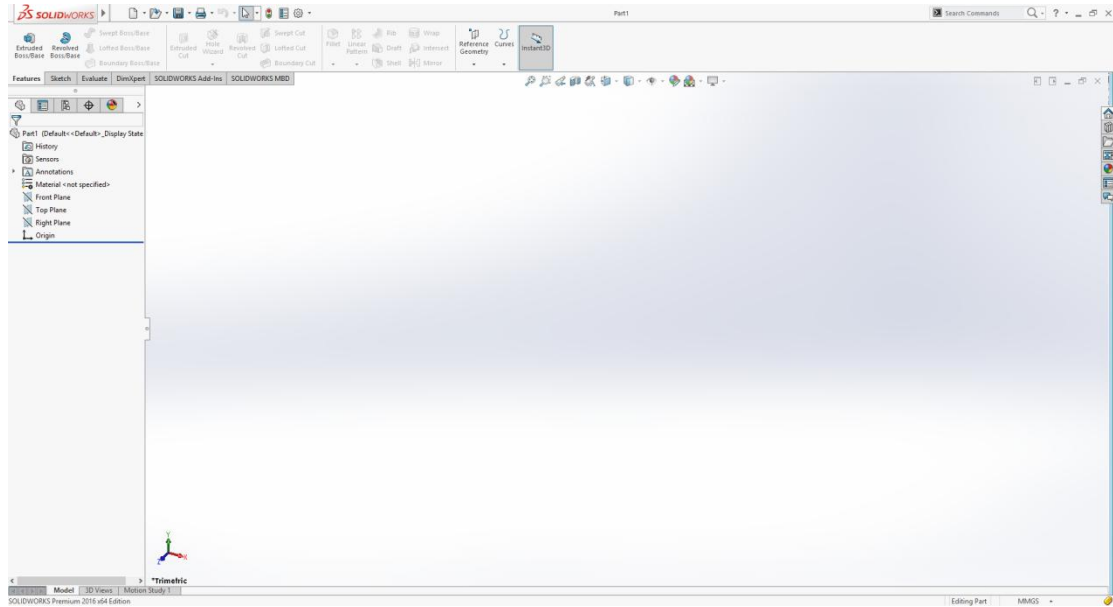
Εικόνα 3.2: Δημιουργία νέου στο Solidworks

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

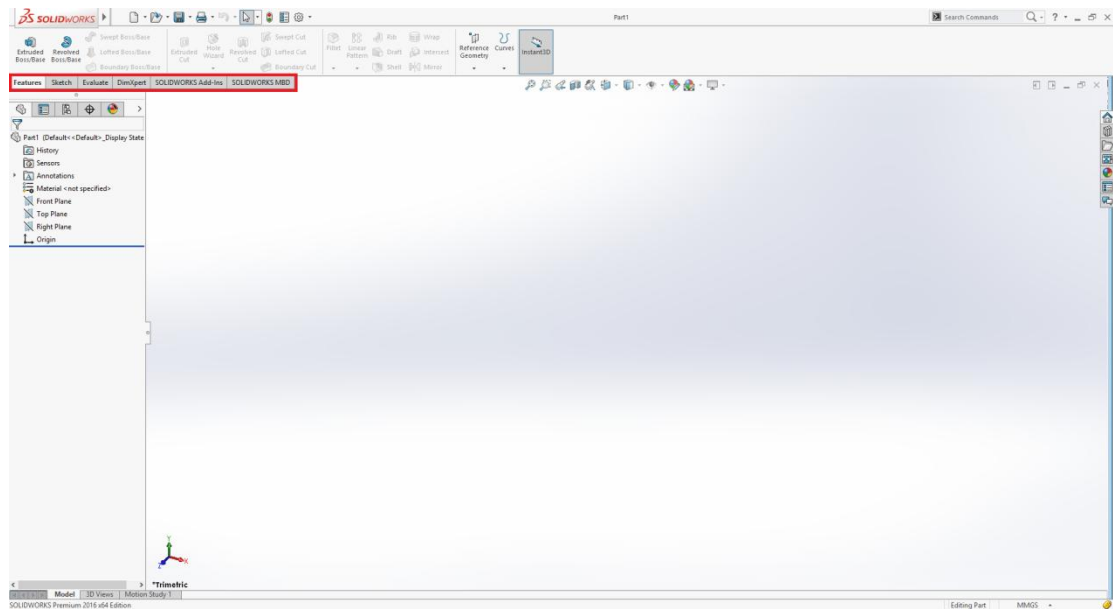
Στο παράδειγμα αυτό θα δημιουργήσουμε ένα παιδικό αμάξι. Για την κατασκευή αυτή θα χρειαστεί να φτιάξουμε ως μέρη του, τις ρόδες, την βάση και τέλος το σασί του.

Επιλέγουμε στο παραπάνω μενού την επιλογή part για να φτιάξουμε τις ρόδες.

Βλέπουμε το περιβάλλον δημιουργίας του solid works.



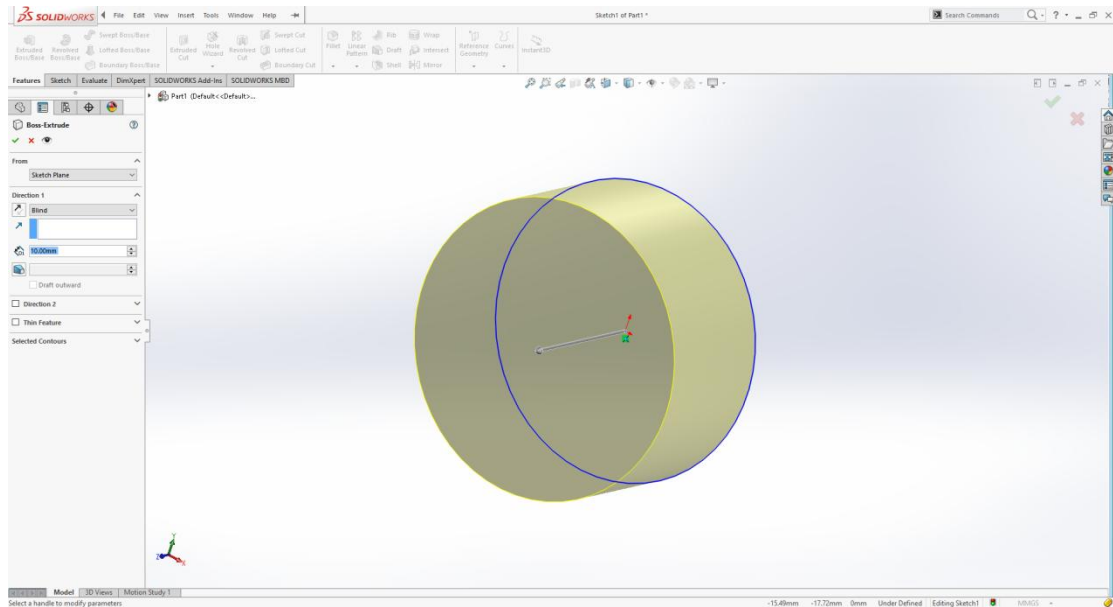
Εικόνα 3.3: Περιβάλλον δημιουργίας εξαρτήματος




Εικόνα 3.4: Μενού εργαλείων

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

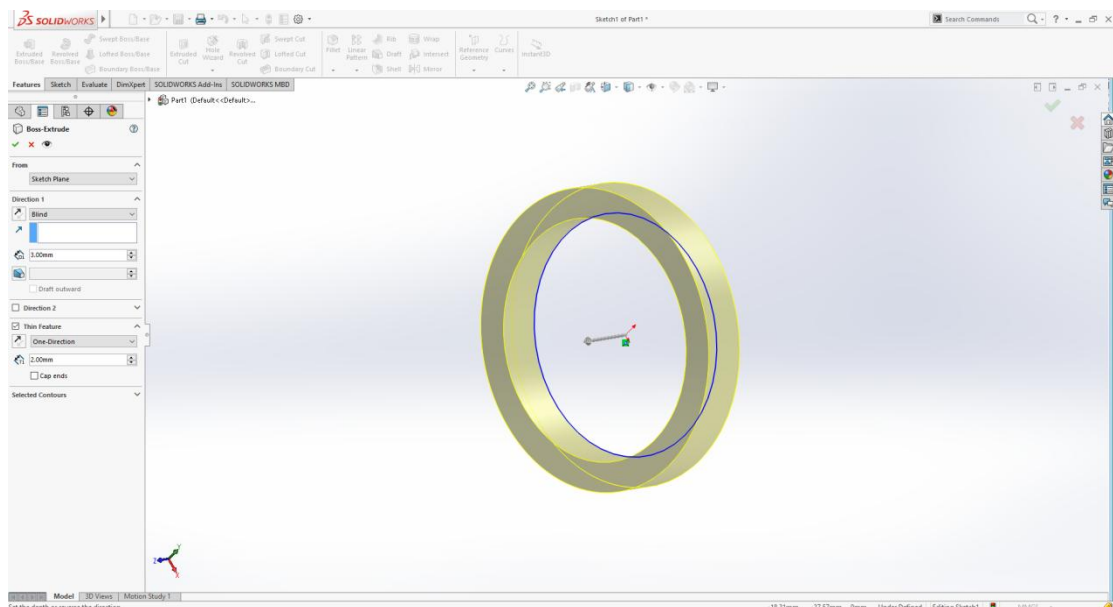
Επιλέγοντας στο μενού που βρίσκεται και το sketch την καρτέλα features και έπειτα Extruded Boss/Base και έπειτα τον κύκλο, θα μετατρέψουμε τον κύκλο μας σε 3D.



Εικόνα 3.7: Δημιουργία κυλίνδρου

Στην αριστερή πλευρά βλέπουμε πάλι τα χαρακτηριστικά της κατασκευής μας. Στην κατηγορία Direction 1 θα αλλάξουμε το πάχος της (με το κουμπί  μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση του βάθους), αλλάζοντας την τιμή από 10.00mm σε 3.00mm.

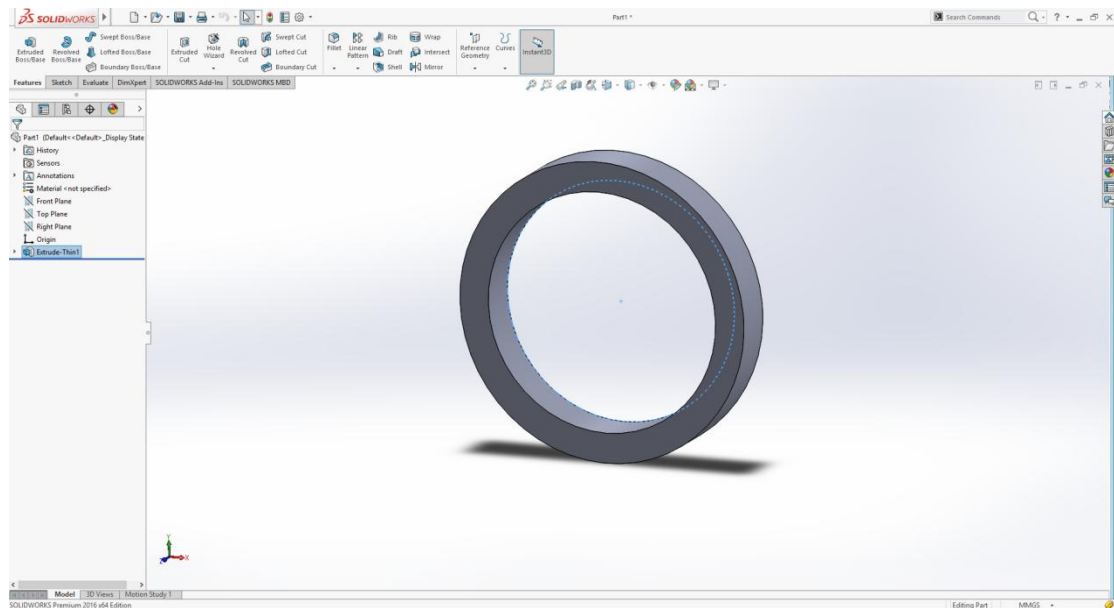
Έπειτα θα επιλέξουμε το κουτάκι του Thin Feature και θα βάλουμε τιμή 2.00 όπως στην εικόνα



Εικόνα 3.8: Δημιουργία δακτυλίου

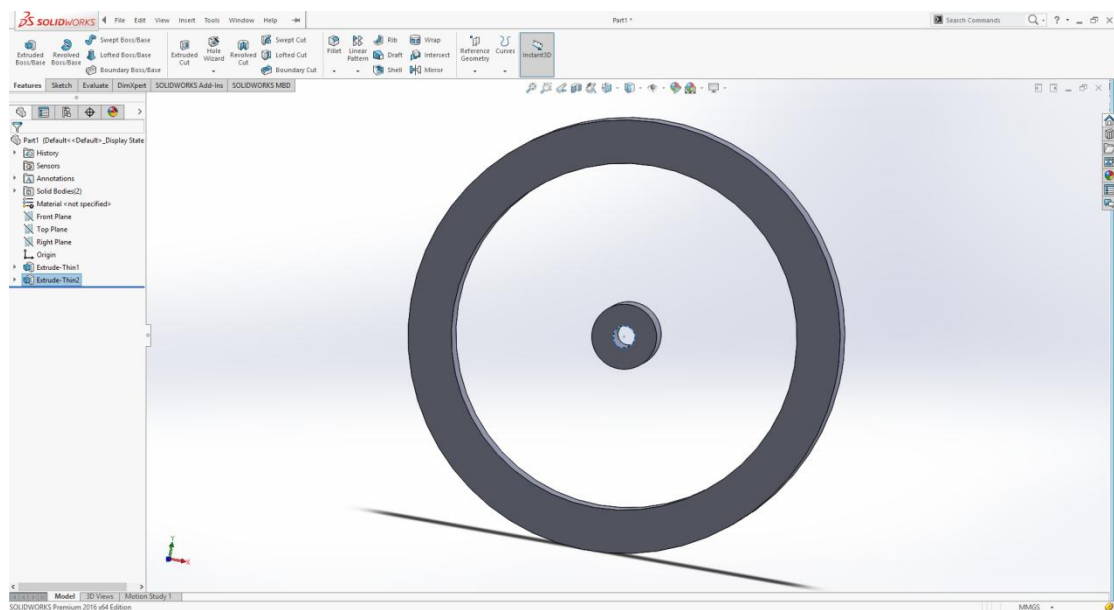
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Πατάμε είτε το πράσινο ν πάνω αριστερά ή enter για να κλειδώσουμε την κατασκευή.



Εικόνα 3.9: Τέλος δακτυλίου

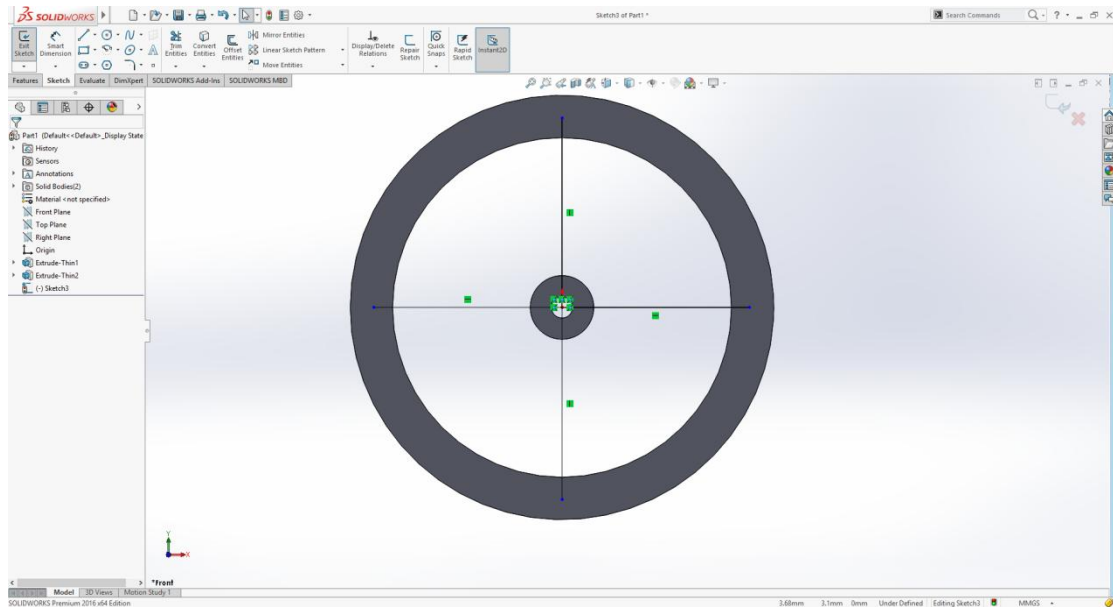
Με τον ίδιο τρόπο θα φτιάξουμε έναν ομόκεντρο κύκλο με ακτίνα 0.50 και Thin Feature 1.00 και direction 1 (βάθος) 3.00. Εάν μας βγάλει μήνυμα να επιλέξουμε plane πατάμε το βελάκι στην πάνω αριστερή γωνία του σκίτσου μας και επιλέγουμε το κατάλληλο plane.



Εικόνα 3.10: Δημιουργία μικρότερου ομόκεντρου δακτυλίου

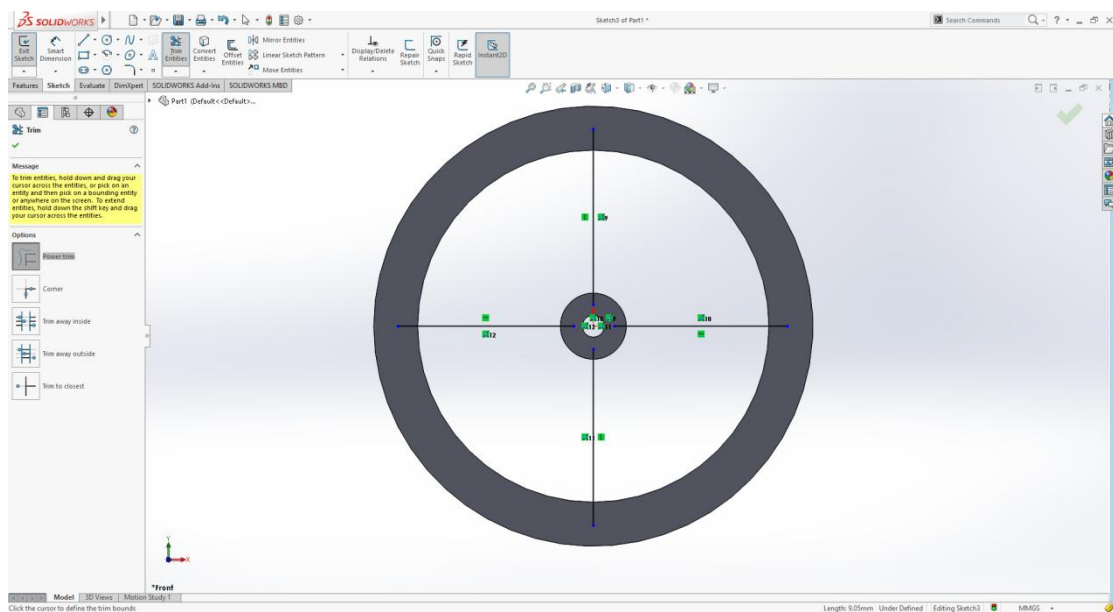
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Επιλέγοντας sketch και αντί για κύκλο γραμμές θα σχεδιάσουμε ένα σταυρό από το κέντρο των κύκλων έως τη μέση περίπου του δεύτερου κύκλου.



Εικόνα 3.11: Σχεδίαση ακτίνων

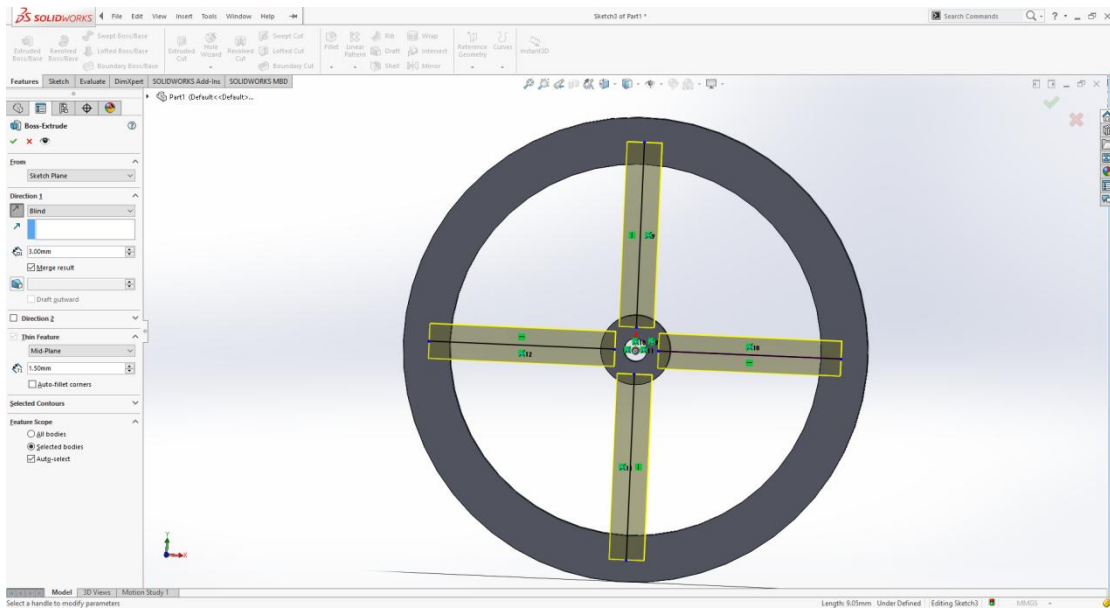
Με την εντολή Trim Entities θα κόψουμε τις γραμμές από το κέντρο μέχρι το μέσο περίπου του πρώτου κύκλου.



Εικόνα 3.12: Αφαίρεση ανεπιθύμητων κομματιών

Τώρα επιλέγουμε Features->Extruded Boss/Base

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

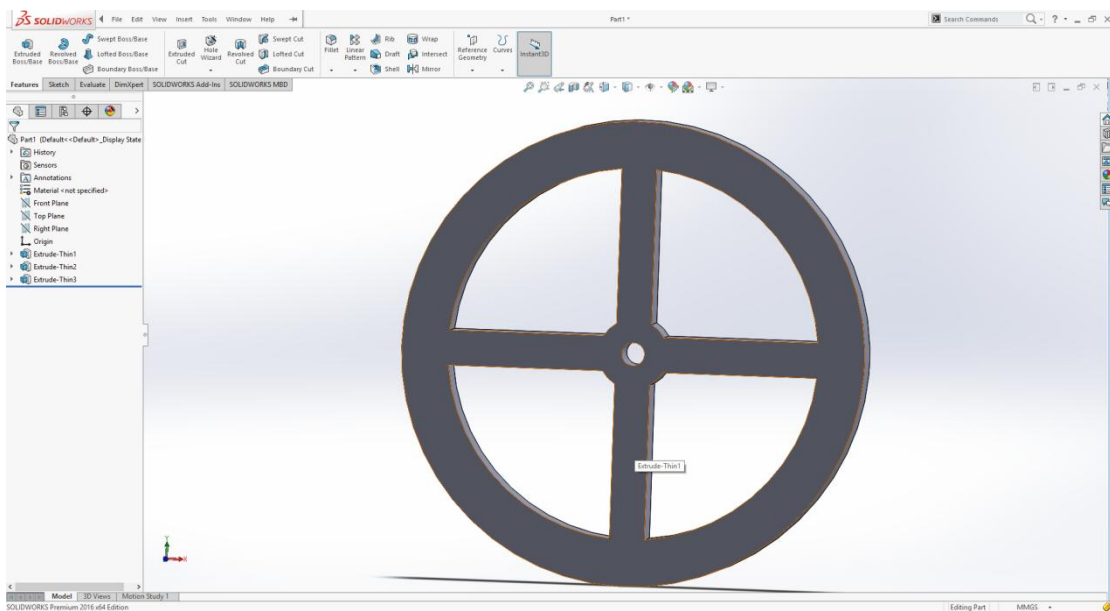


Εικόνα 3.13: Δημιουργία ακτίνων

Στο Direction 1 βάλουμε μήκος 3,00 και αλλάξαμε την κατεύθυνση, στο Thon Feature επιλέξαμε MidPlane και μήκος 1,50.

Πατάμε enter.

Η ρόδα μας είναι έτοιμη.

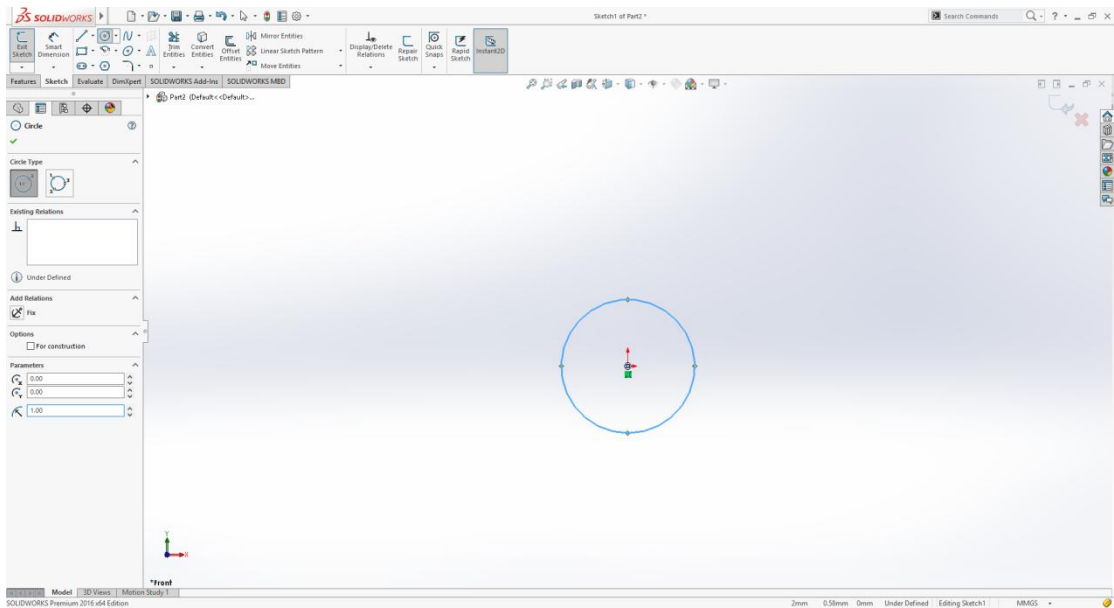


Εικόνα 3.14: Τέλος ρόδας

Την αποθηκεύουμε με File->Save as και είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε το δεύτερο εξάρτημα μας.

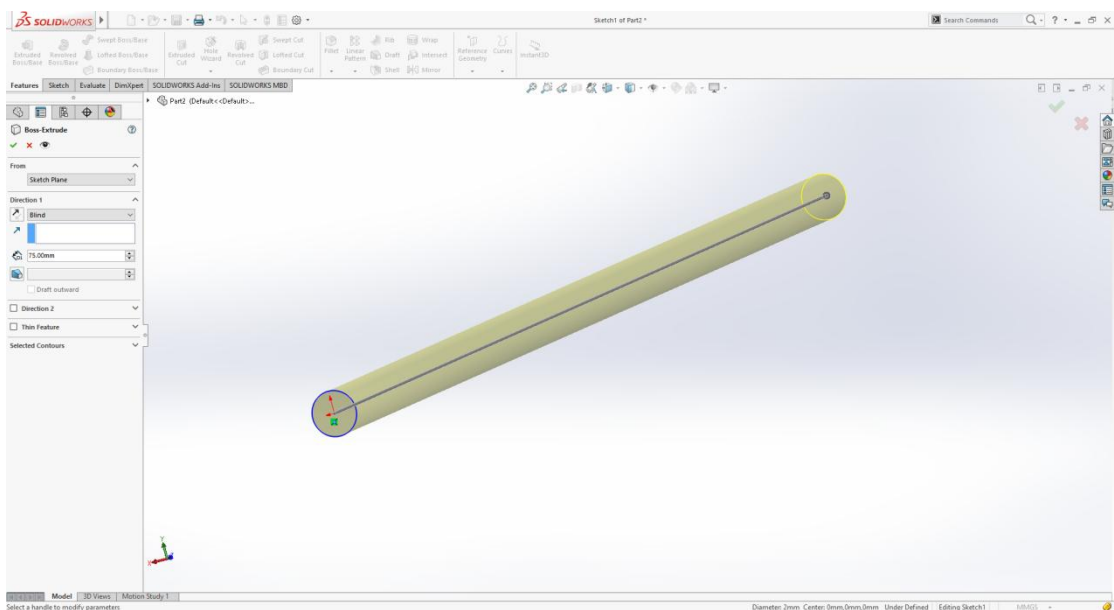
Το δεύτερο εξάρτημα θα είναι ο άξονας. Για να τον φτιάξουμε ξεκινάμε με έναν κύκλο με διάμετρο όσο θέλουμε να είναι η διάμετρος του άξονα. Θα βάλουμε ακτίνα 1.00 (διάμετρος 2.00).

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.15: Σχεδίαση κύκλου

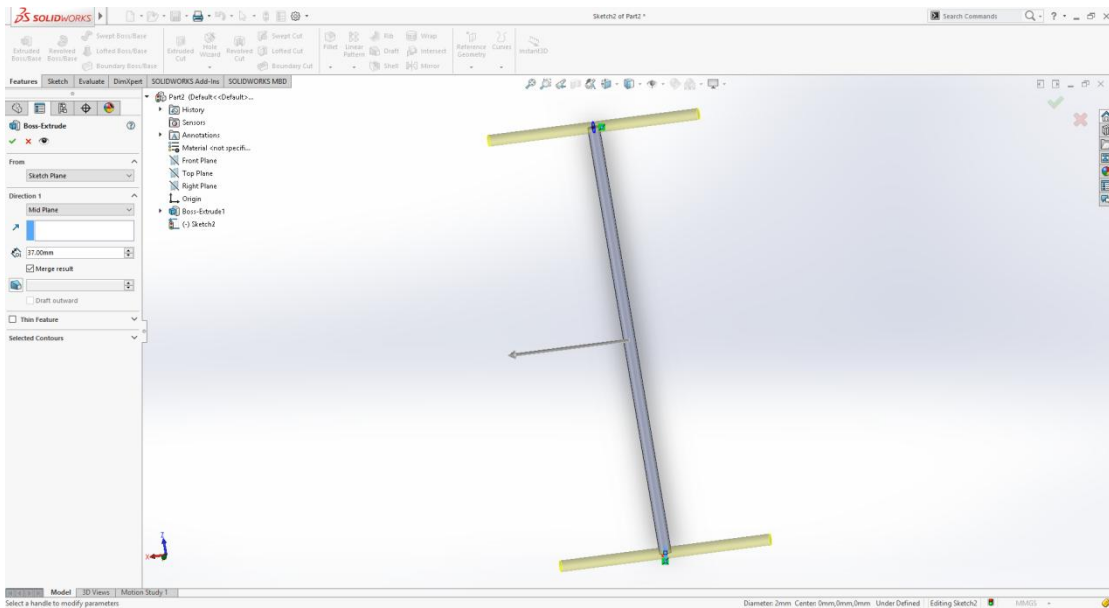
Όταν κάνουμε Extruded Boss/Base θα του δώσουμε βάθος όσο θέλουμε να είναι ο άξονας μας. Σε αυτή την περίπτωση 75.00.



Εικόνα 3.16: Δημιουργία άξονα

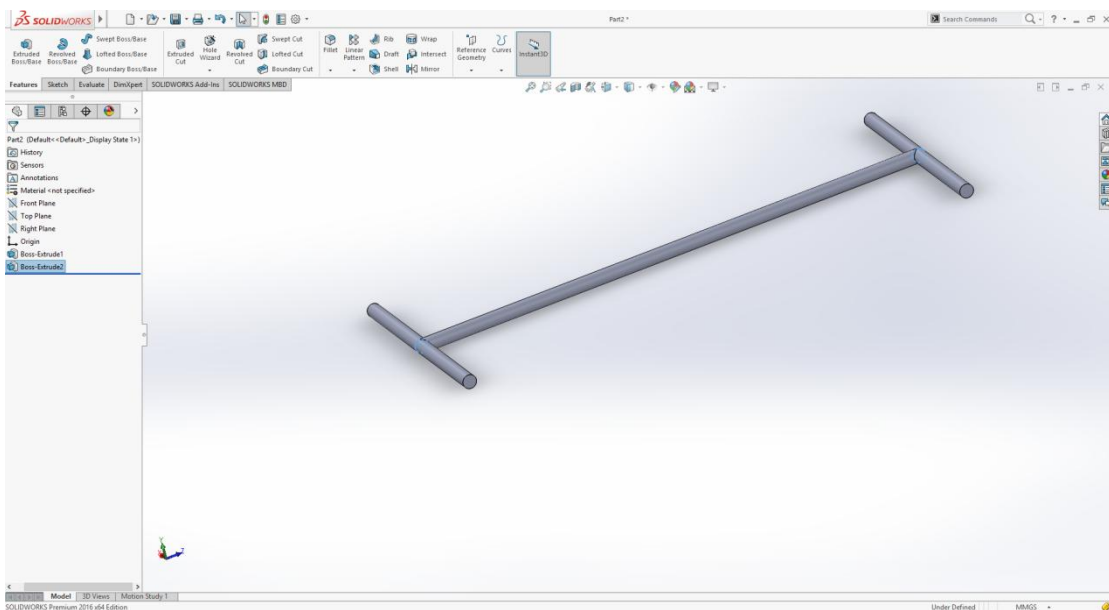
Έπειτα θέλουμε να φτιάξουμε δύο κύκλους κάθετα στον άξονα. Εάν μας βγάλει μήνυμα να επιλέξουμε plane πατάμε το βελάκι στην πάνω αριστερή γωνία του σκίτσου μας και επιλέγουμε το κατάλληλο plane. Βάζουμε στο direction 1 , MidPlane και ως μήκος 37.00.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.17: Δημιουργία κυλίνδρων στον άξονα

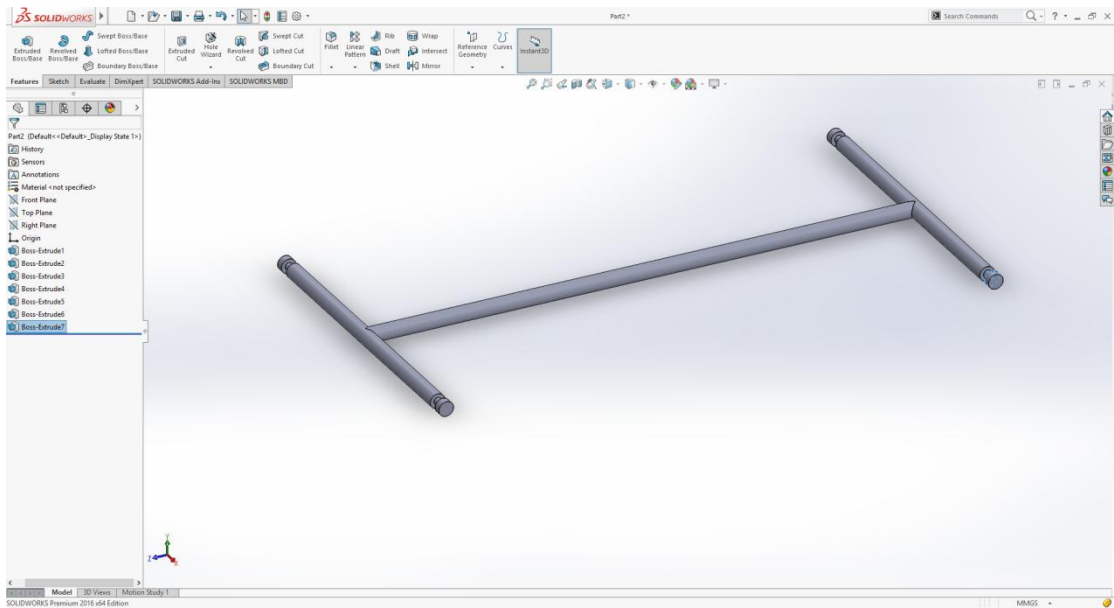
Πατάμε enter.



Εικόνα 3.18: Βασικό μέρος άξονα

Τώρα θα φτιάξουμε τέσσερις μικρότερους κύκλους στις άκρες (ακτίνα 0,50, μήκος 3,5) στους οποίους πάνω θα βάλουμε τις ρόδες αργότερα και πάνω σε αυτούς άλλους τέσσερις (ακτίνα 2,00, μήκος 1). Για να φτιάξουμε τους κύκλους πάνω στους άλλους μπορούμε να κλικάρουμε πάνω στην επιφάνεια του κύκλου και μας επιτρέπεται έτσι να δουλέψουμε πάνω σε αυτή.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

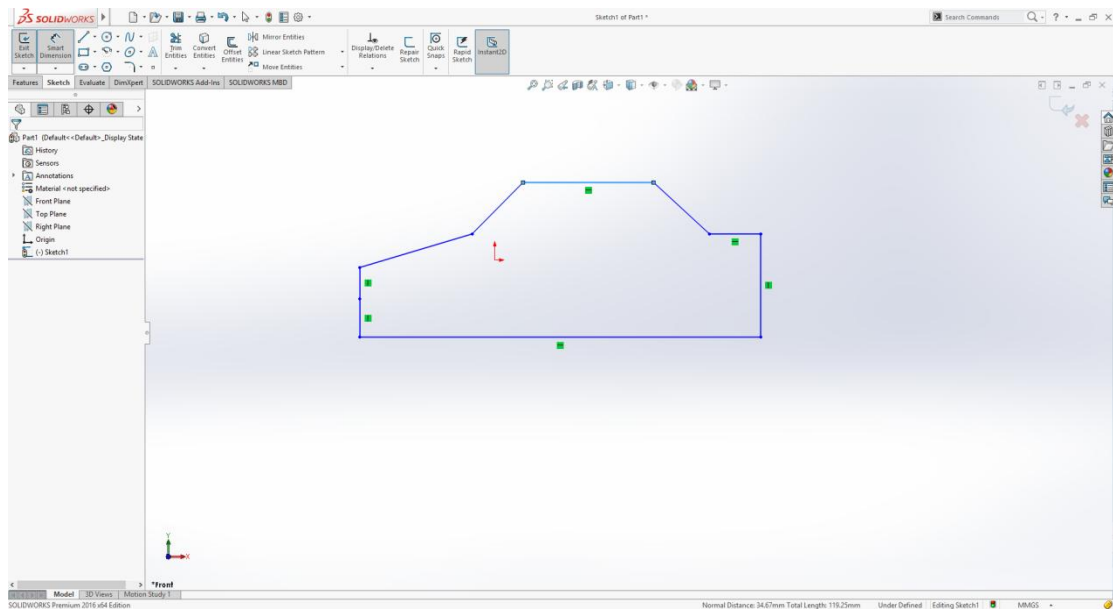


Εικόνα 3.19: Τέλος άξονα

Το αποθηκεύουμε με File->Save as

Το επόμενο κομμάτι θα είναι το πάνω μέρος του αμαξιού. Το σχεδιάζουμε ξέροντας ότι θα πρέπει να έχει πλάτος 90,00 και ύψος μεγαλύτερο από 12,00.

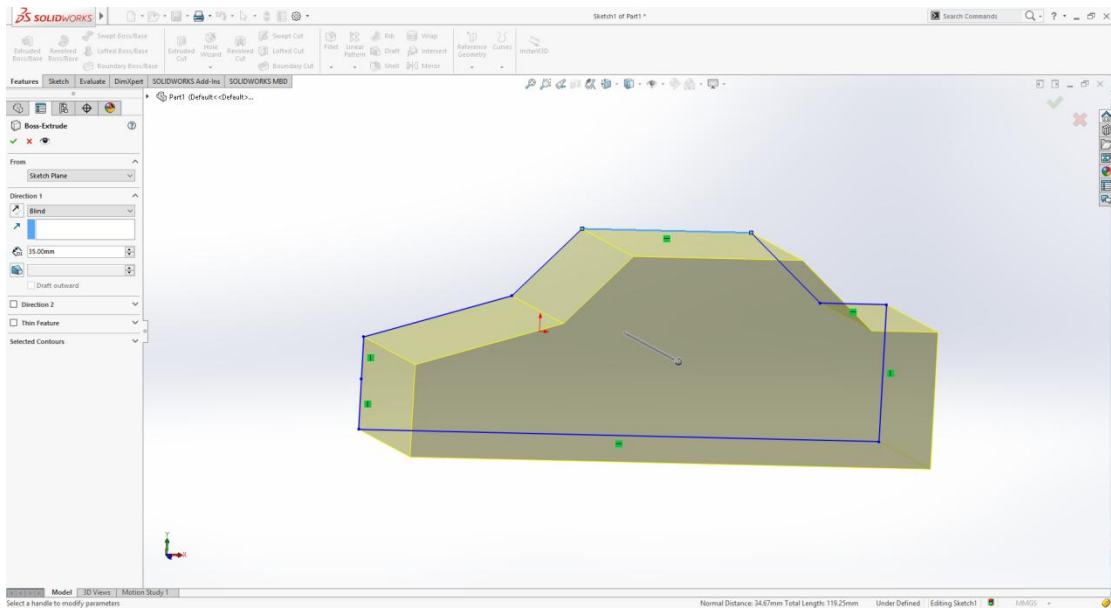
Σχεδιάζουμε την πλάγια όψη.



Εικόνα 3.20: Σχεδίαση περιγράμματος αμαξιού

Το φτιάχνουμε με extrude boss/base και του δίνουμε μήκος 35,00.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

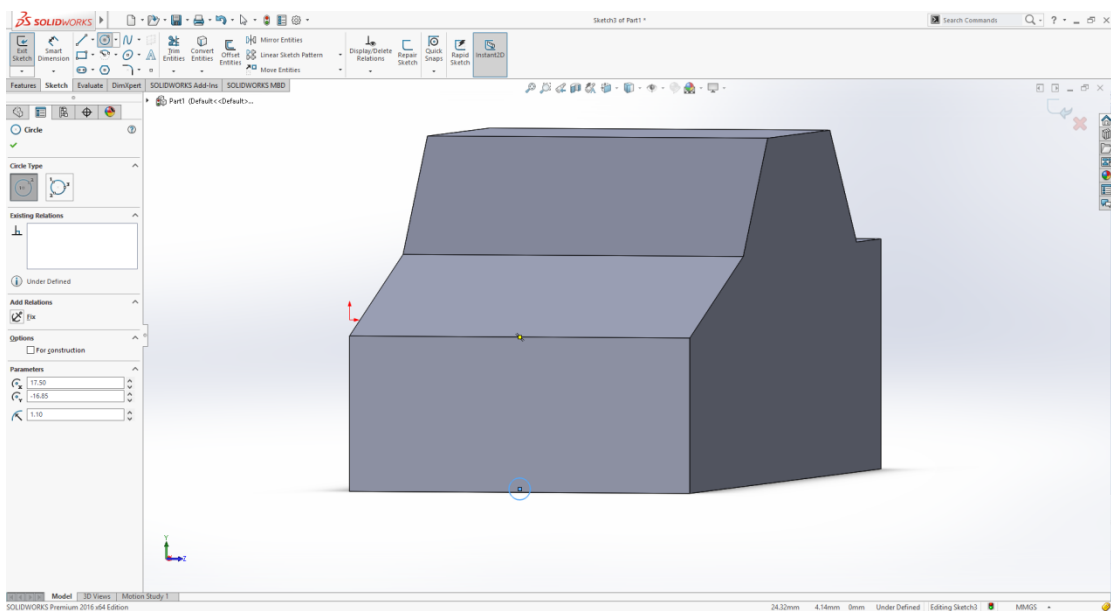


Εικόνα 3.21: Δημιουργία σώματος

Πατάμε enter.

Στην καρτέλα features επιλέγουμε extruded cut έτσι ώστε να φτιάξουμε μια θήκη για τον άξονα που φτιάξαμε πριν.

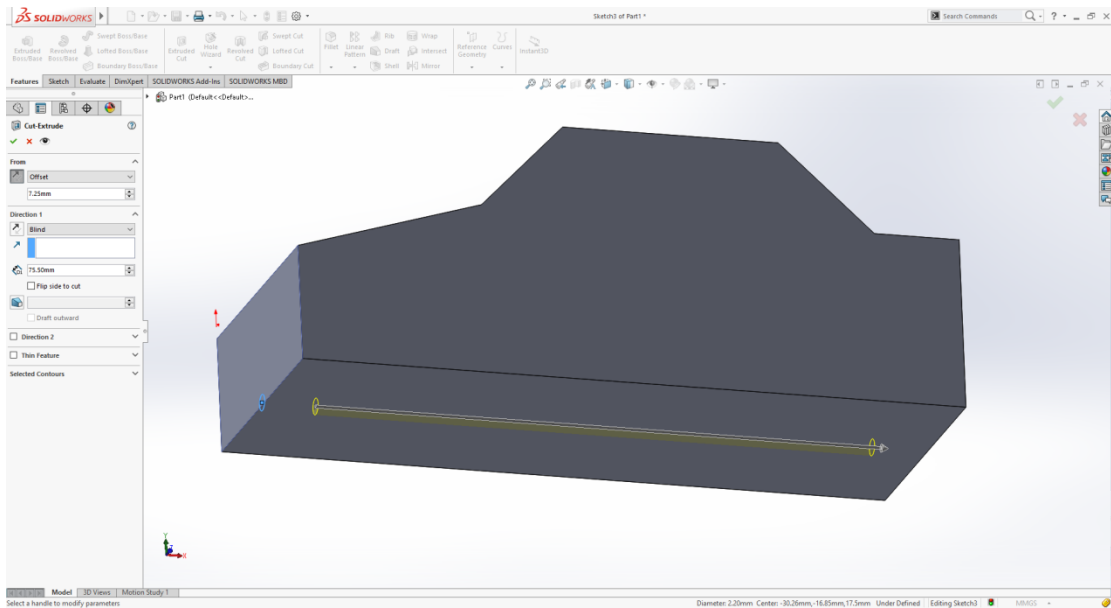
Επιλέγουμε extruded cut, το plane που σε αυτή την περίπτωση είναι ή left ή right, τον κύκλο και σχεδιάζουμε στο κέντρο του σχεδίου μας. Η ακτίνα του πρέπει να είναι 1,1. Το ύψος του λίγο πάνω από το μισό του κύκλου έτσι ώστε να κρατάει τον άξονα.



Εικόνα 3.22: Σχεδίαση κύκλου για τον άξονα

Επιλέγουμε extruded cut για τον κύκλο.

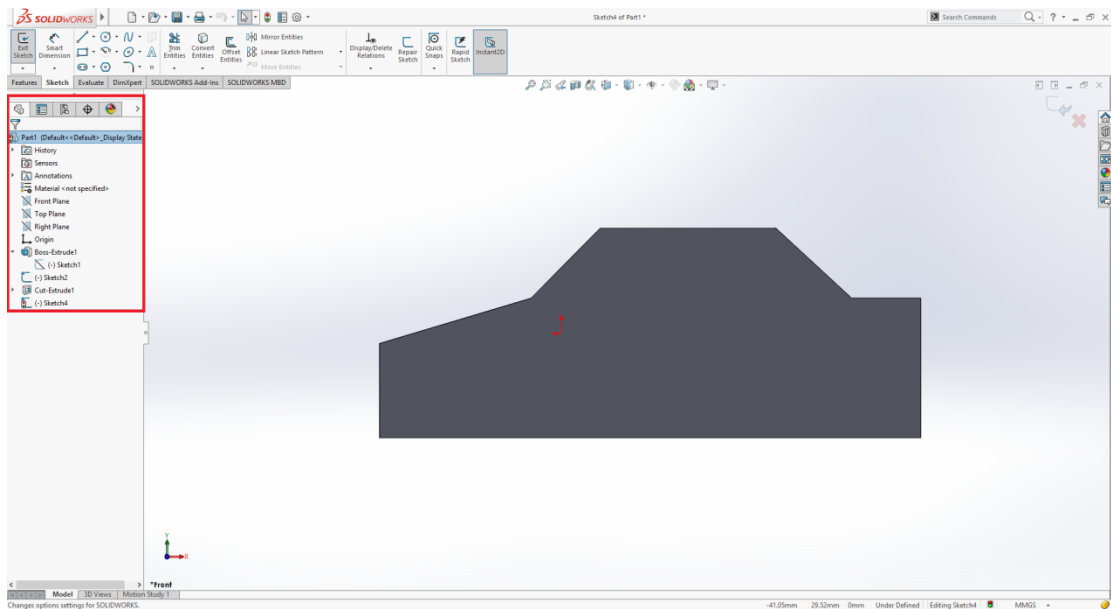
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.23: Αφαίρεση υλικού

Πρέπει προτού πατήσουμε enter να κάνουμε τα εξής. Στα χαρακτηριστικά στην αριστερή πλευρά να βάλουμε ως from το Offset έτσι ώστε να ξεκινάει η αφαίρεση όχι από το σημείο που φτιάξαμε τον κύκλο, και ως μήκος να βάλουμε 75,00.

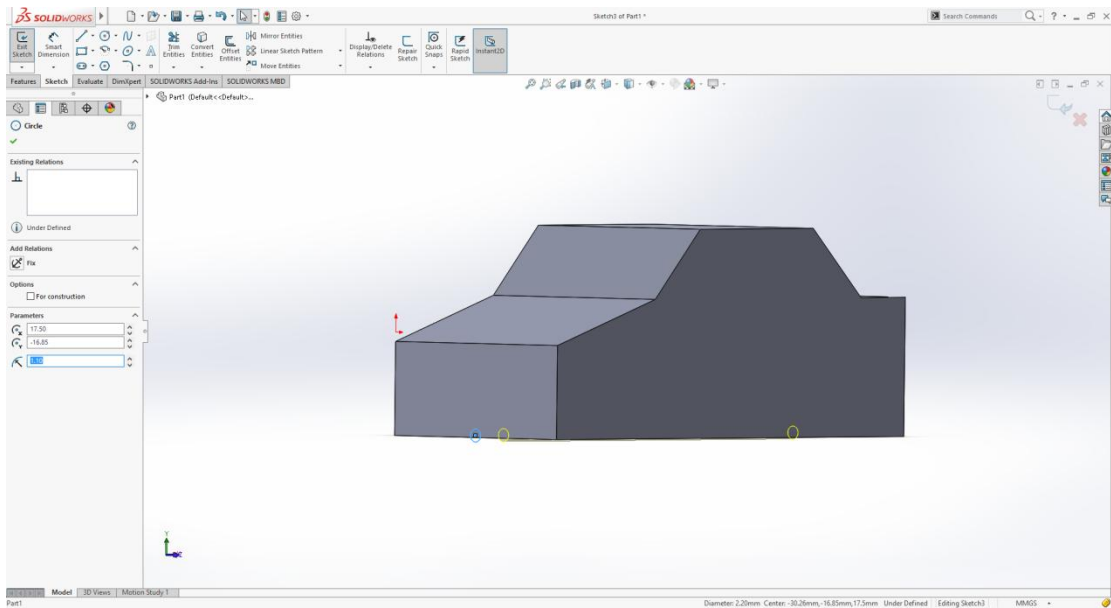
Πρέπει να φτιάξουμε άλλες δύο σπές στα άκρα της προηγούμενης. Για να γίνει αυτό πρέπει να σημειωθούν οι συντεταγμένες του ύψους του κέντρου του κύκλου της πρώτη2 σπής και των άκρων της. Πατάμε esc για να μην έχουμε κανένα εργαλείο επιλεγμένο και βλέπουμε αυτή την καρτέλα.



Εικόνα 3.24: Προφίλ του σώματος

Σε αυτή επιλέγουμε στον καταρράκτη Cut-Extrude1 το sketch που περιέχει και κλικάρουμε τον κύκλο που είχαμε σχεδιάσει.

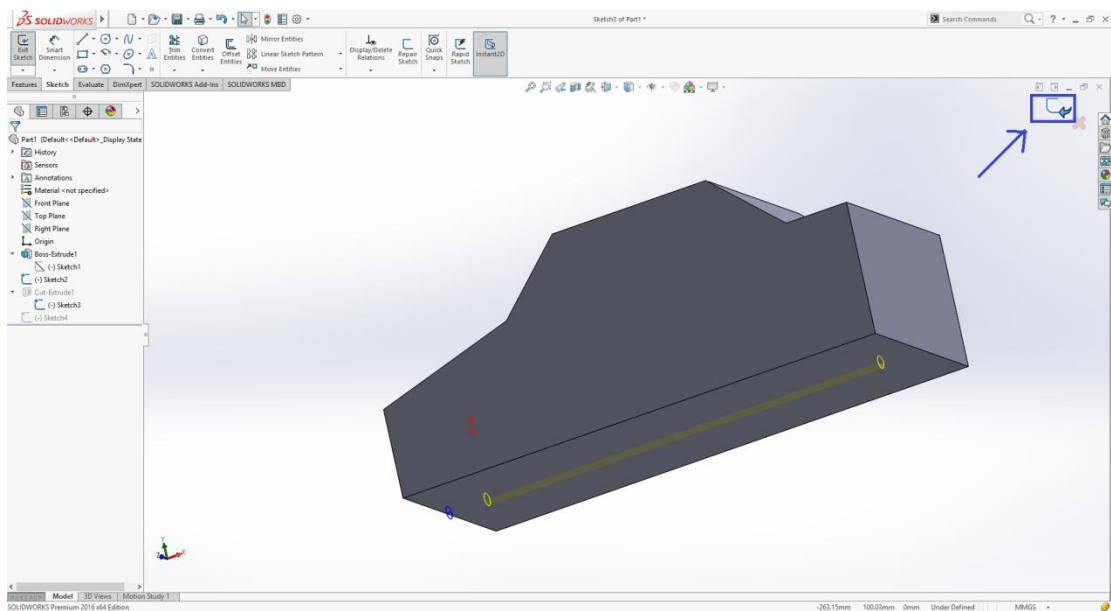
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.25: Υπολογισμός θέσης κενού

Βλέπουμε ότι το ύψος του κέντρου του είναι -16,85.

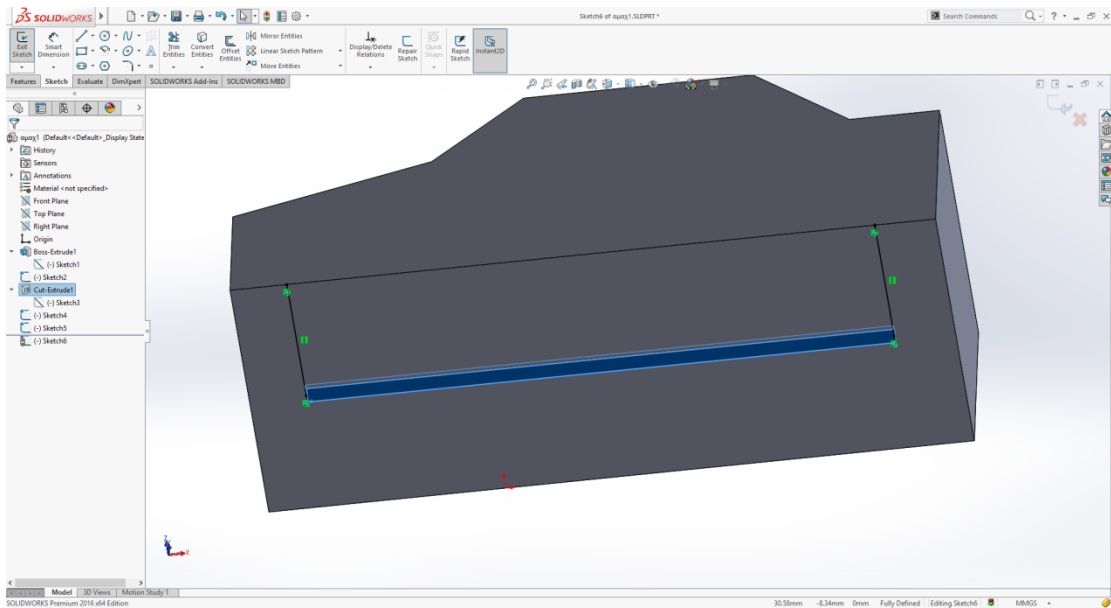
Για να βρούμε από την προβολή αυτή πατάμε το παρακάτω κουμπί.



Εικόνα 3.26: Έξοδος από το σχέδιο

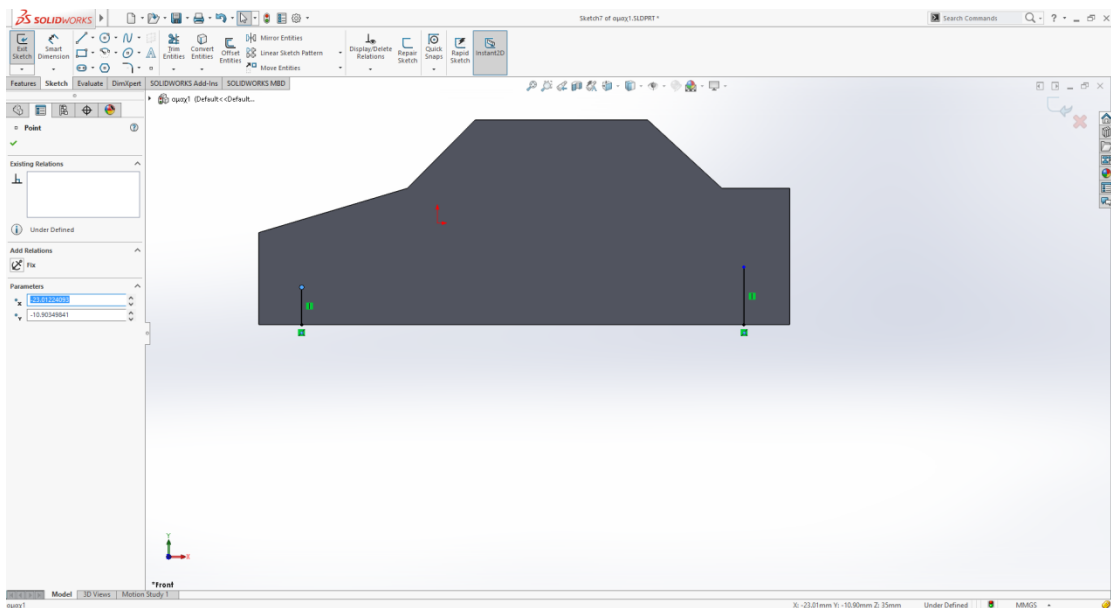
Θα τραβήξουμε δυο γραμμές από τα άκρα της οπής όπως στην εικόνα.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



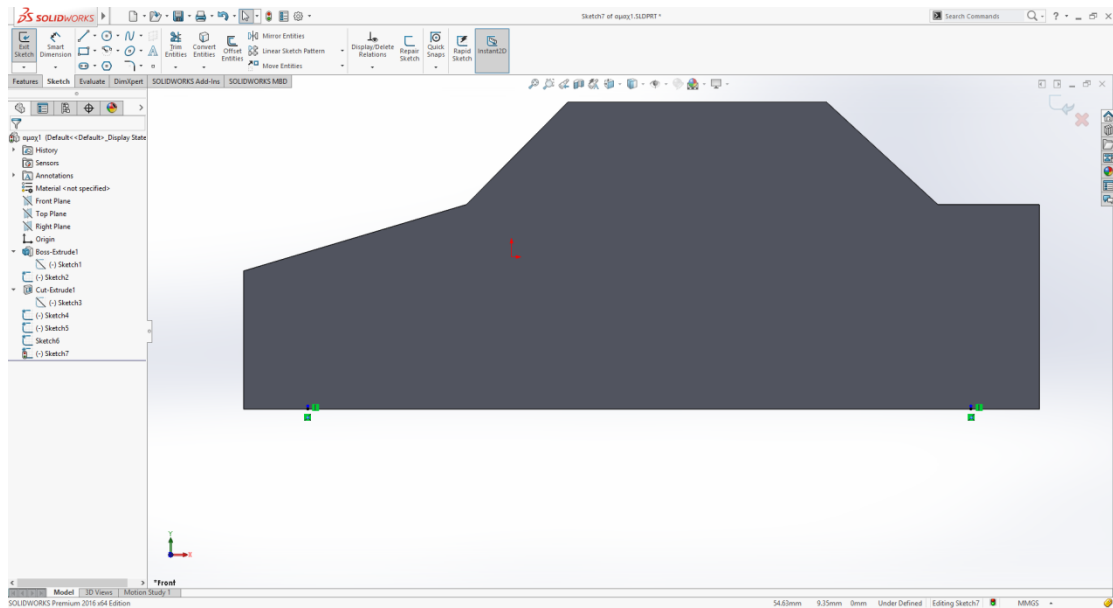
Εικόνα 3.27: Σχεδίαση κέντρων των δύο κύκλων

Και άλλες δύο στις οποίες βάζουμε στην αντίστοιχη συντεταγμένη Y τον αριθμό που σημειώσαμε παραπάνω (-16.85)



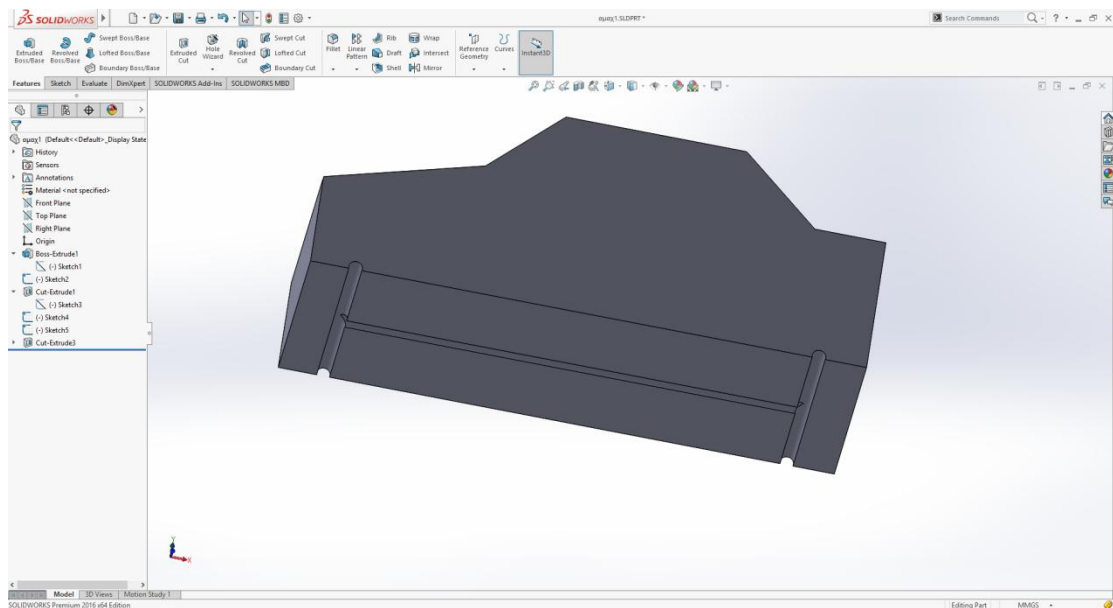
Εικόνα 3.28: Σχεδίαση κέντρων των δύο κύκλων

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.29: Σχεδίαση κέντρων των δύο κύκλων

Σε αυτά τα σημεία θα φτιάξουμε άλλους δύο κύκλους με extruded cut με ακτίνα 1,1. Διαγράφουμε τις περιπτώσεις γραμμές και σχεδιάζουμε τις σπές όπως πριν.



Εικόνα 3.30: Τέλος σώματος αμαξιού

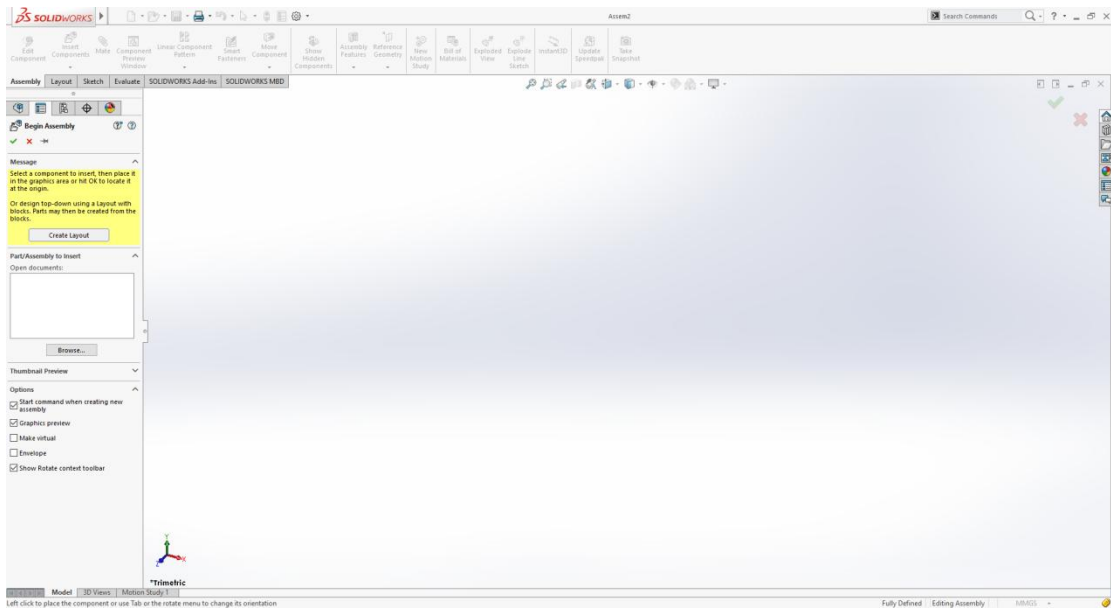
Το αποθηκεύουμε με File->Save as

Έχοντας φτιάξει τα τρία μέρη της κατασκευής μας θα περάσουμε στην συναρμολόγηση (assembly)

Πατάμε New->Assembly

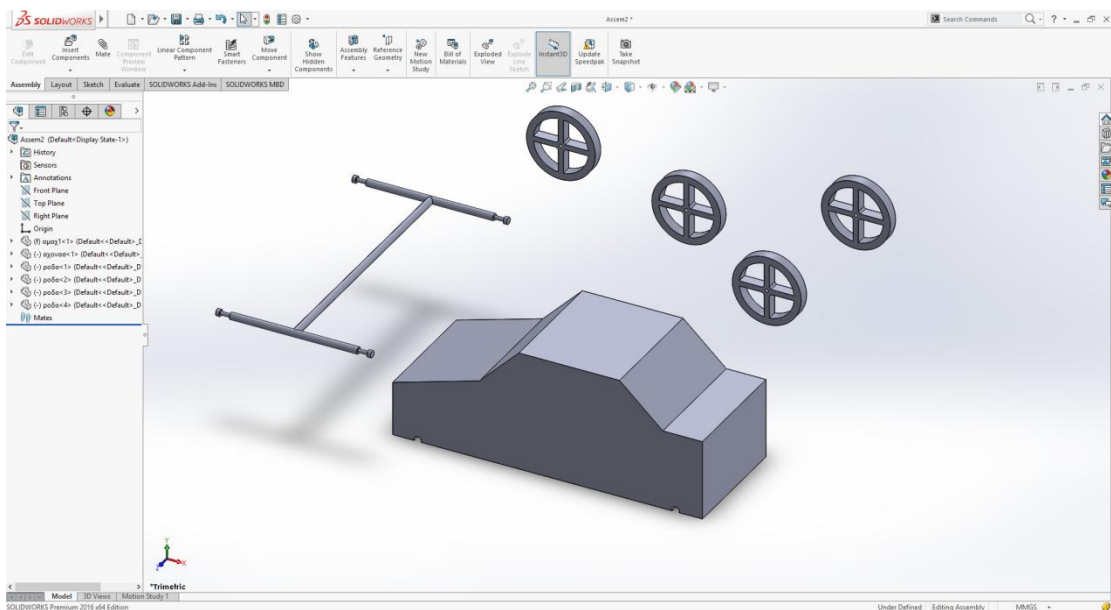
Στα αριστερά μπορούμε να εισάγουμε τα μέρη μας στο πεδίο Parts/ Assembly to insert

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.31: Μενού συναρμολόγησης

Πατάμε browse και εισάγουμε έναν άξονα, τέσσερις ρόδες και ένα πάνω μέρος.

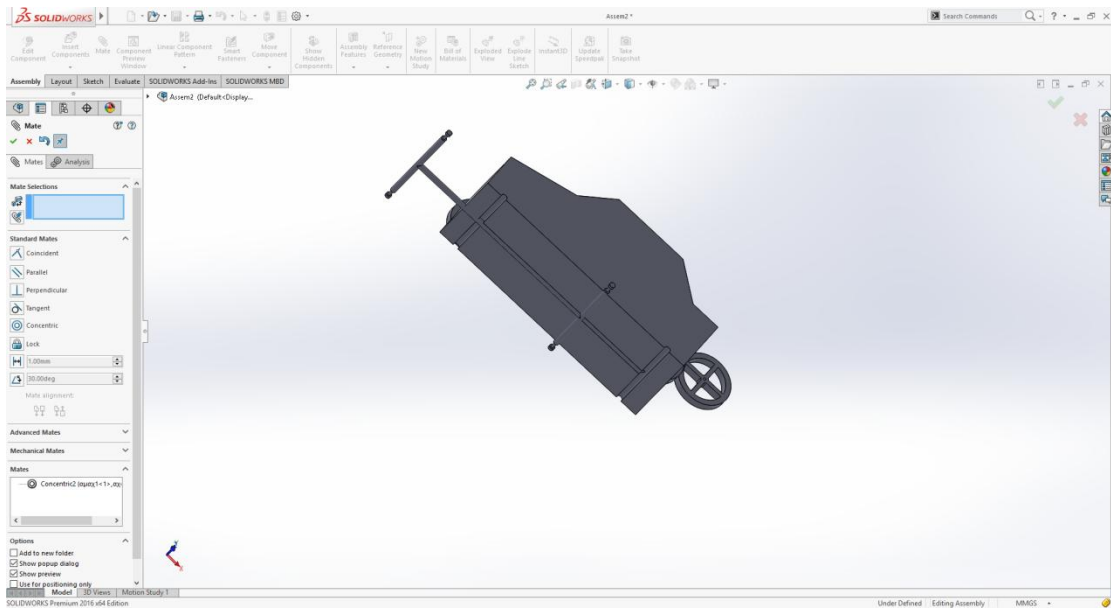


Εικόνα 3.32: Εισαγωγή εξαρτημάτων

Στην καρτέλα με τα μέρη βλέπουμε ένα f στο πάνω μέρος του αμαξιού. Αυτό σημαίνει fixed δηλαδή δεν κινείται και τοποθετούμε τα υπόλοιπα εξαρτήματα με βάση αυτό.

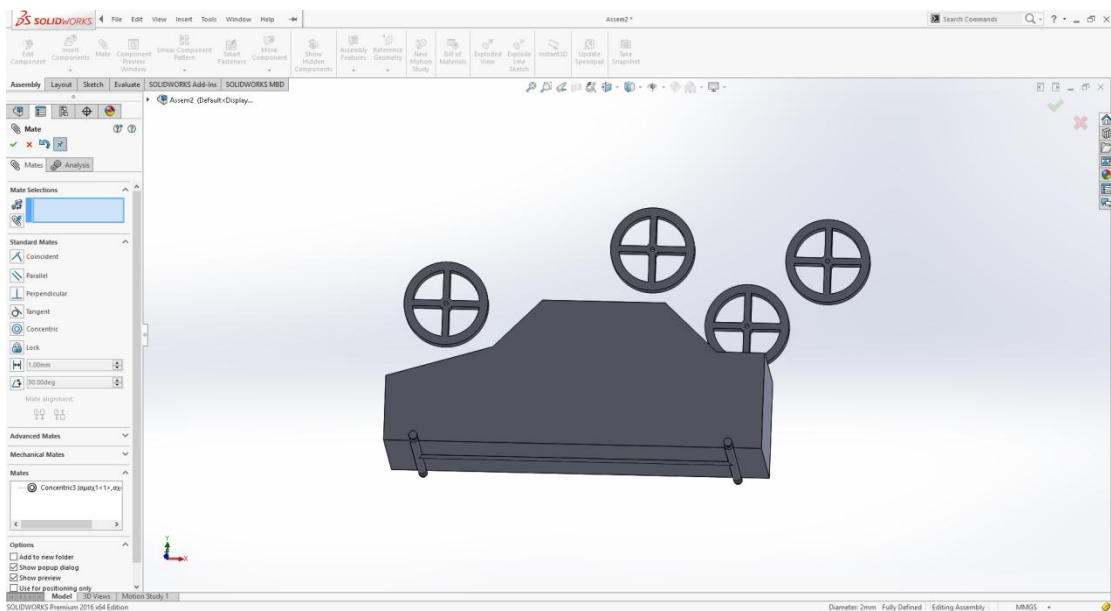
Το πιο βασικό κατά την συναρμολόγηση είναι το mate, κατά το οποίο δημιουργούμε μια σχέση μεταξύ σημείων ή πλευρών των εξαρτημάτων. Για αρχή θα πατήσουμε mate και τα επιλέξουμε την μεγάλη πλευρά του άξονα και την οριζόντια οπή στην βάση μας.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.33: Τοποθέτηση άξονα

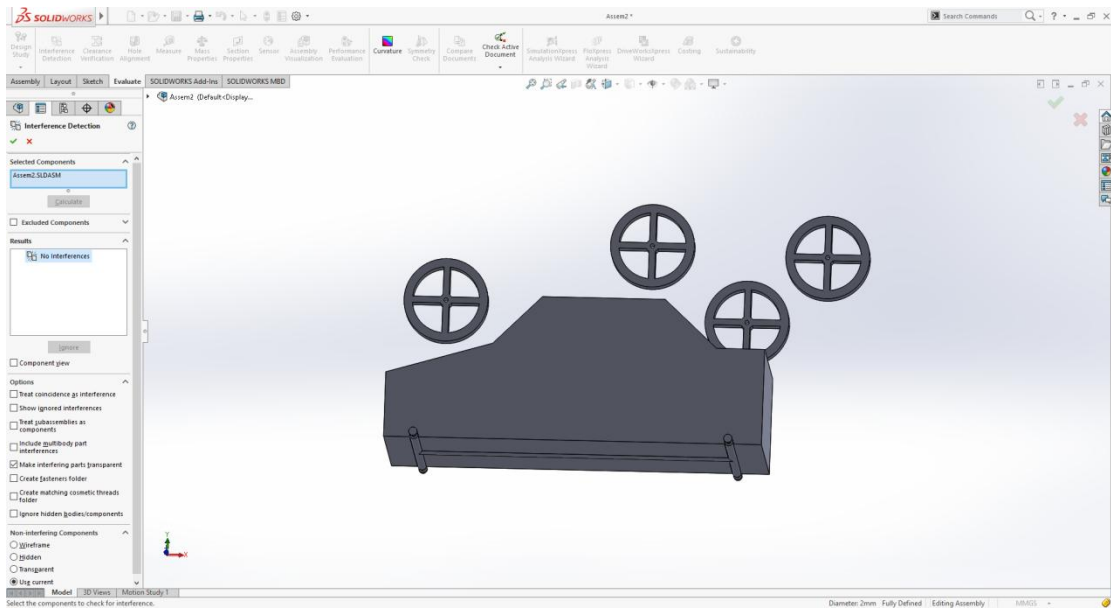
Έπειτα κάνουμε το ίδιο με μία μικρότερη πλευρά και την αντίστοιχη οπή.



Εικόνα 3.34: Τοποθέτηση άξονα

Για να ελέγξουμε εάν υπάρχει υπερκάλυψη στην καρτέλα Evaluate επιλέγουμε Interference Detection και Calculate.

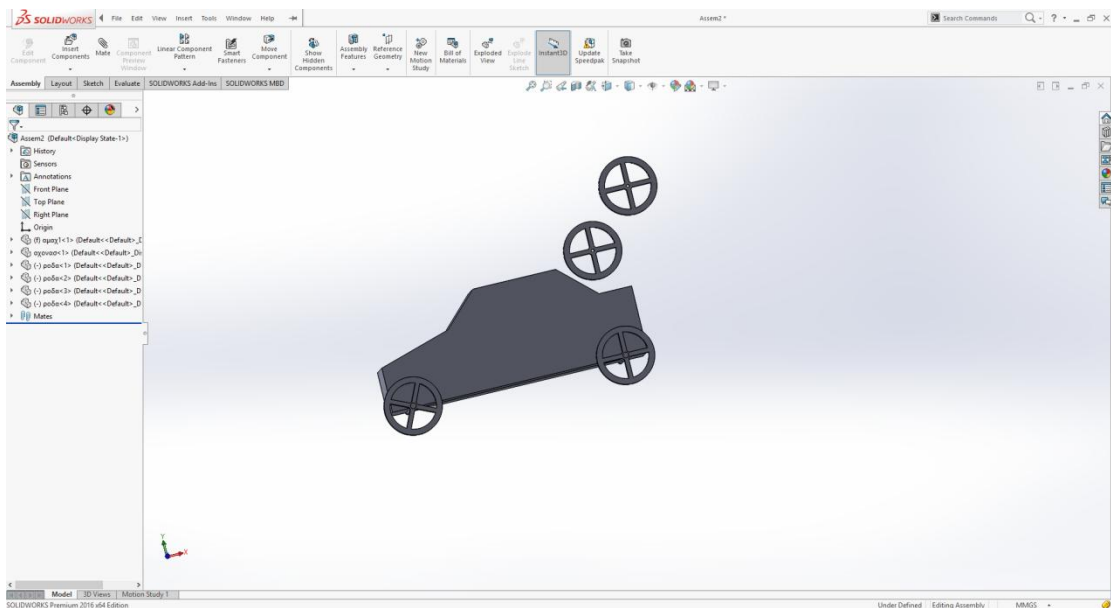
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.35: Τοποθέτηση άξονα

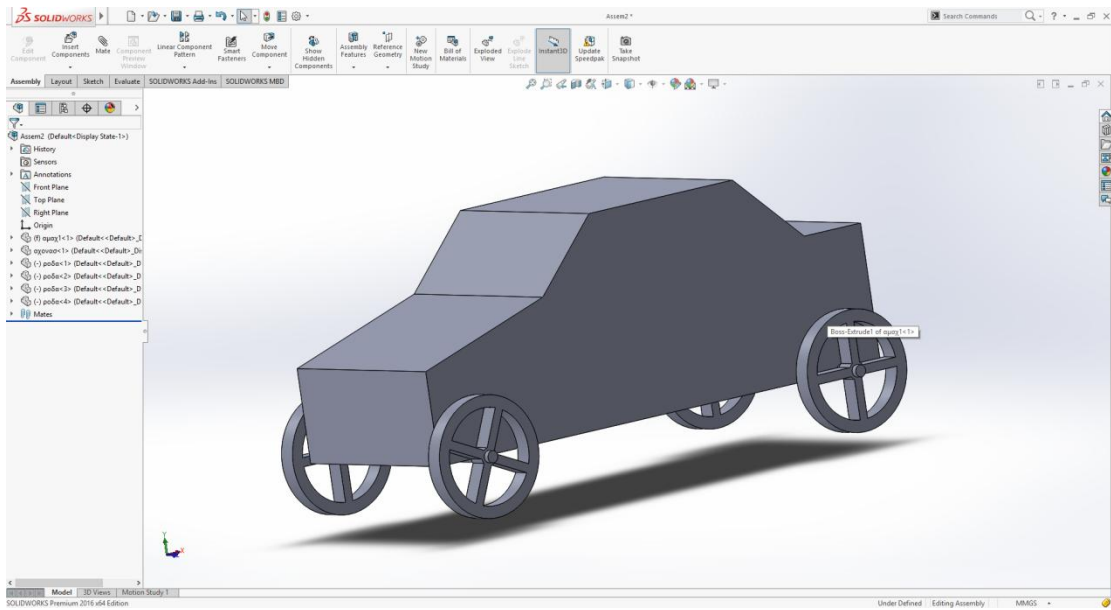
Βλέπουμε ότι λέει No Interference.

Κάνουμε το ίδιο για τις ρόδες. Πρώτα επιλέγουμε το εσωτερικό της ρόδας και την βάση της, και τέλος την μία πλευρά της ρόδας και την πλευρά της βάσης.



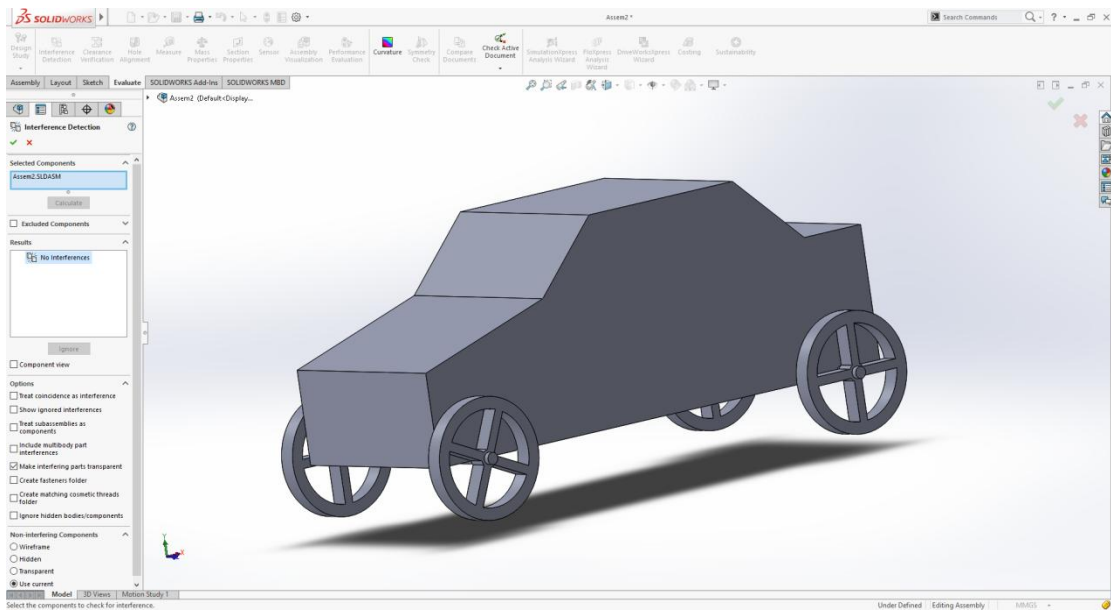
Εικόνα 3.36: Τοποθέτηση ροδών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 3.37: Τέλος κατασκευής

Και πάλι ελέγχουμε για υπερκαλύψεις.



Εικόνα 3.38: έλεγχος υπερκαλύψεων

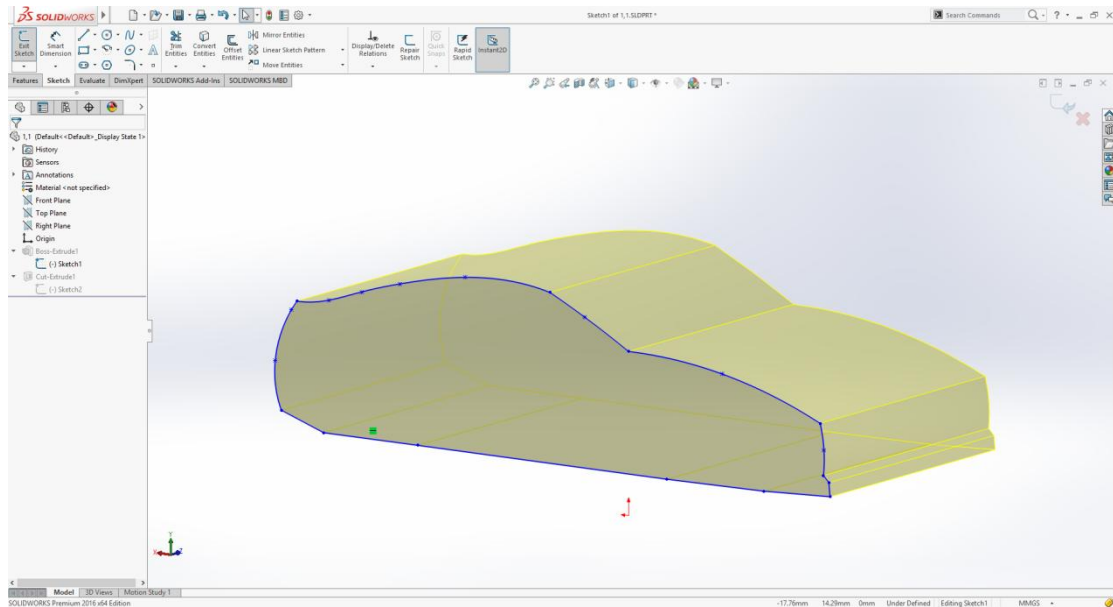
SOLID WORKS

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

Σε αυτό το μέρος θα σχεδιάσουμε πάλι ένα παιδικό αμάξι. Η μορφή του θα είναι πιο ακριβής με πραγματικό. Σκοπός μας είναι να μάθουμε τις βάσεις για 3D σχεδίαση, καθώς και πως μπορούμε να βελτιστοποιήσουμε αισθητικά το αποτέλεσμα, με την χρήση εργαλείων διόρθωσης του σχεδίου και την ένταξη εμφάνισης υλικών.

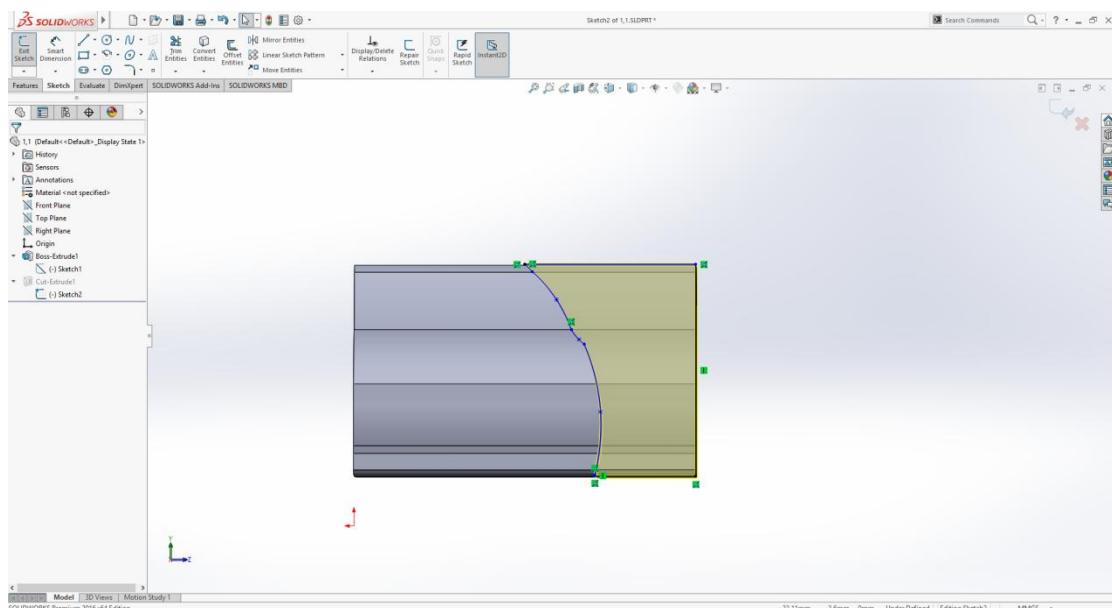
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Ξεκινάμε φτιάχνοντας το περίγραμμα του αμαξιού και με extrude base του δίνουμε όγκο.



Εικόνα 4.1: Δημιουργία περιγράμματος σώματος

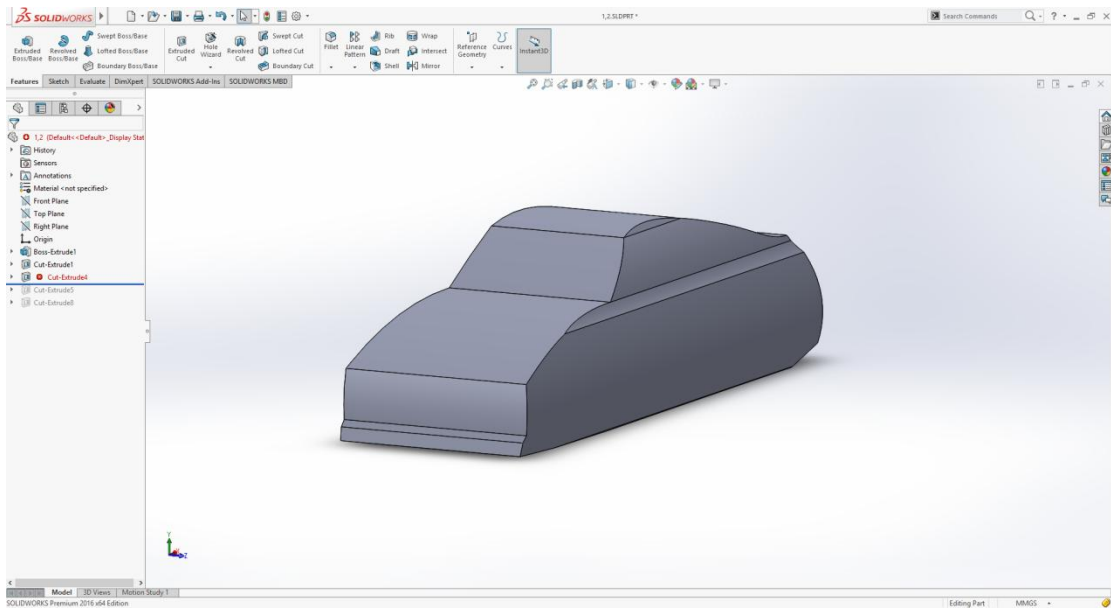
Τώρα πηγαίνοντας στην μπροστά πλευρά του θα κόψουμε ότι ένα σχέδιο έτσι ώστε να φτιάξουμε την πλευρά του αμαξιού. Όσον αφορά το μήκος του να σημειωθεί ότι θα κάνουμε mirror κατά το τελείωμα του σχεδίου άρα τώρα φτιάχνουμε το μισό όχημα.



Εικόνα 4.2: Σχεδίαση πλάγιων καμπυλών

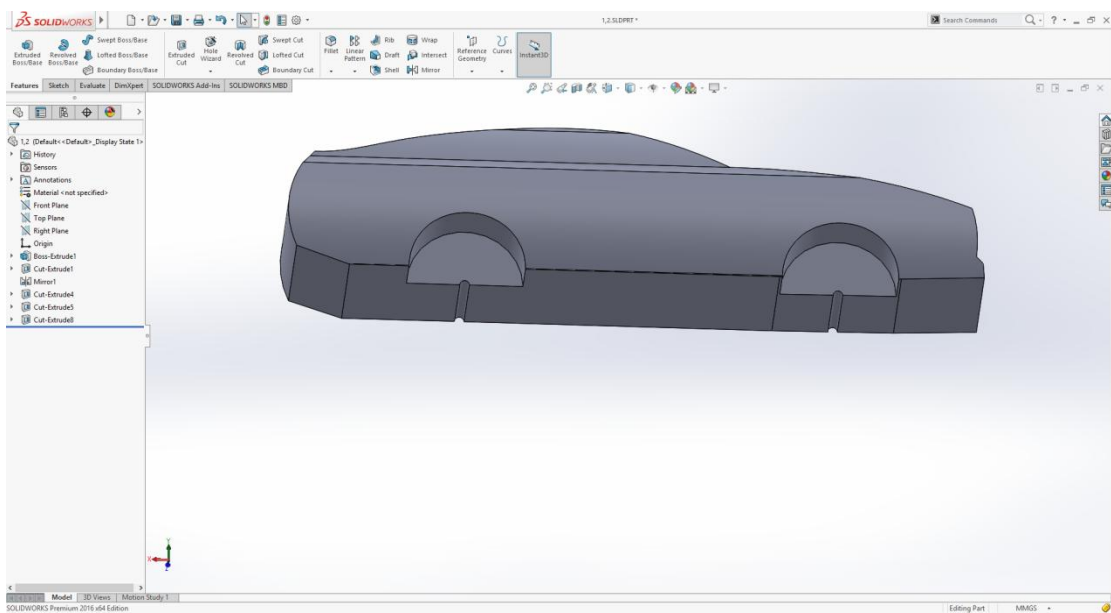
Αφαιρώντας το κομμάτι που σχεδιάσαμε μας μένει το παρακάτω.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.3: Βάση μισού αμαξιού

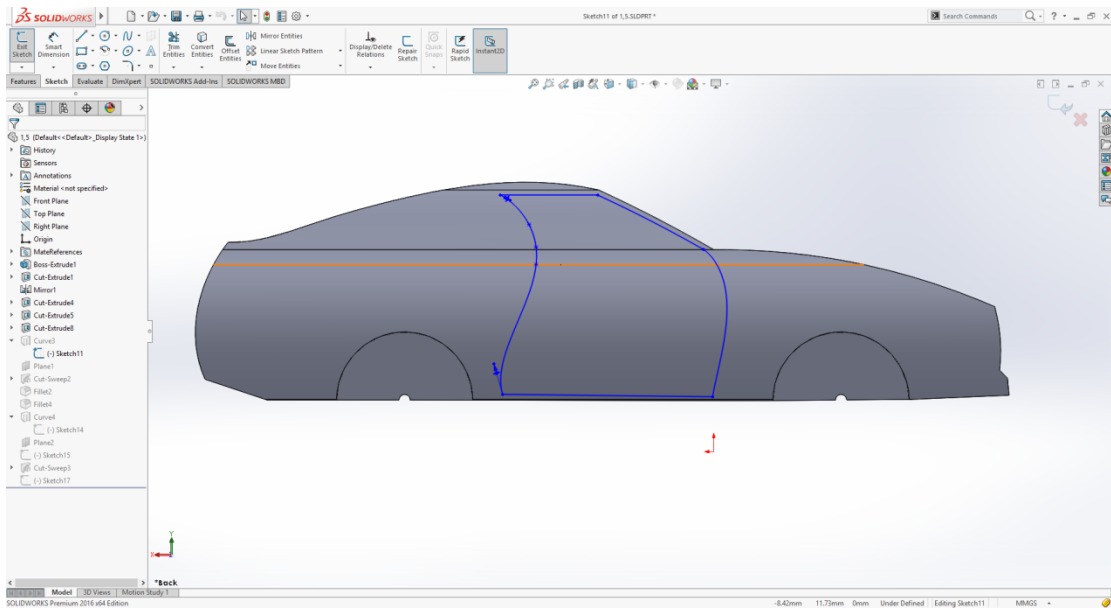
Τώρα αφαιρούμαι δυο ημικύκλια από την βάση για να φτιάξουμε τα φτερά, καθώς και μια τρύπα ως το τέλος του σώματος για να μπει αργότερα ο άξονας των ροδών.



Εικόνα 4.4: Δημιουργία φτερών

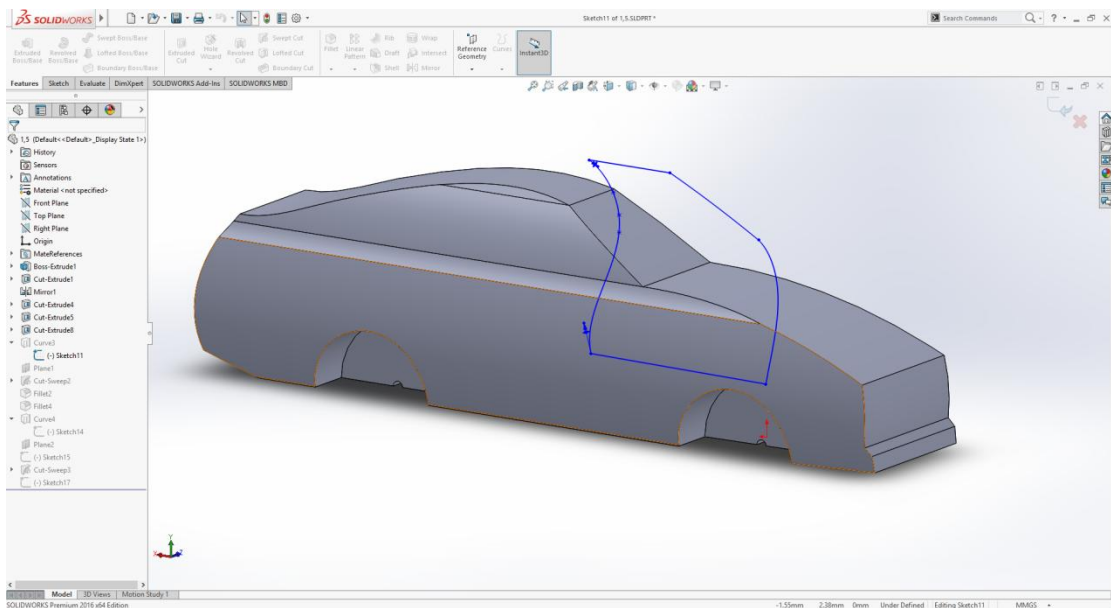
Πηγαίνοντας στο αντίστοιχο plane θα σχεδιάσουμε το περίγραμμα της πόρτας.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.5: Σχεδίαση περιγράμματος πόρτας

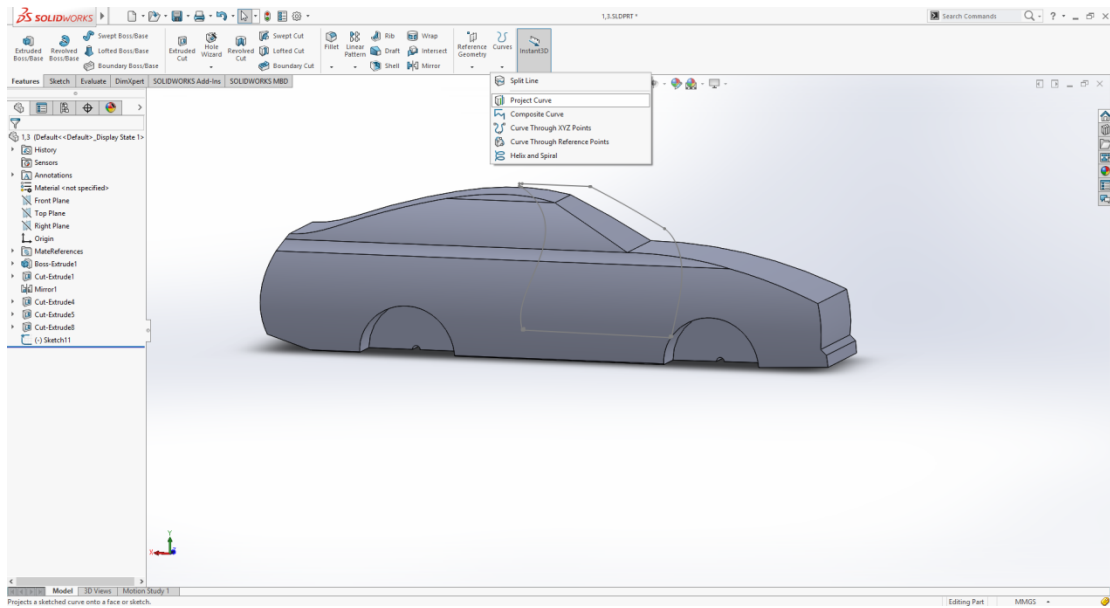
Όπως φαίνεται όμως παρακάτω το περίγραμμα αυτό δεν βρίσκεται πάνω στο σώμα που σχεδιάζουμε αλλά στο plane.



Εικόνα 4.6: Θέση περιγράμματος πόρτας

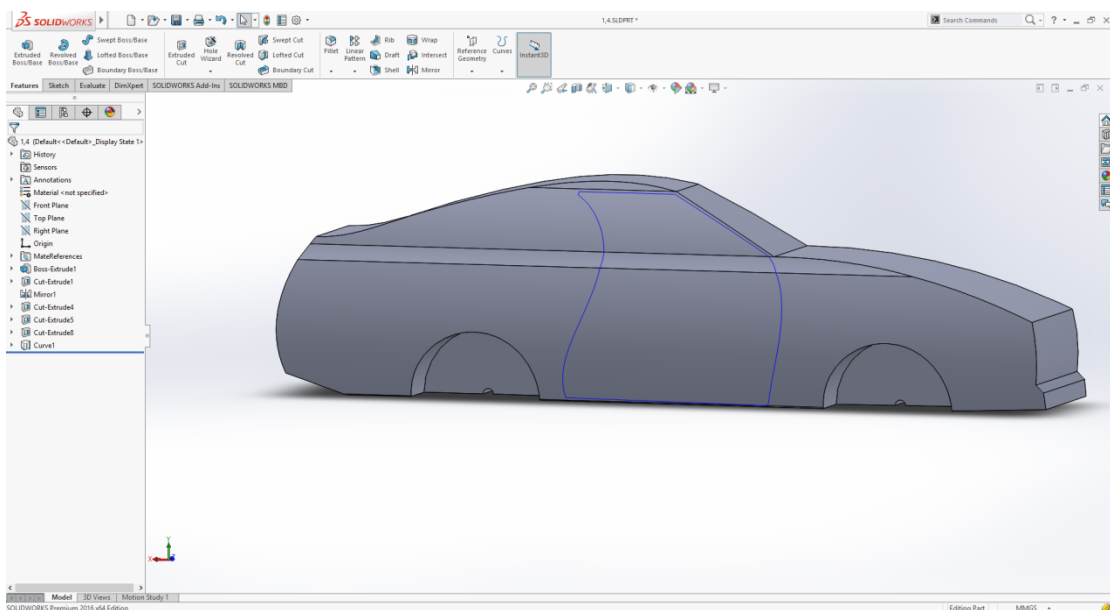
Για να το κάνουμε να εμφανιστεί πάνω στο σώμα επιλέγουμε το περίγραμμα, και πατάμε curves> project curve.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.7: Προβολή περιγράμματος στο σώμα

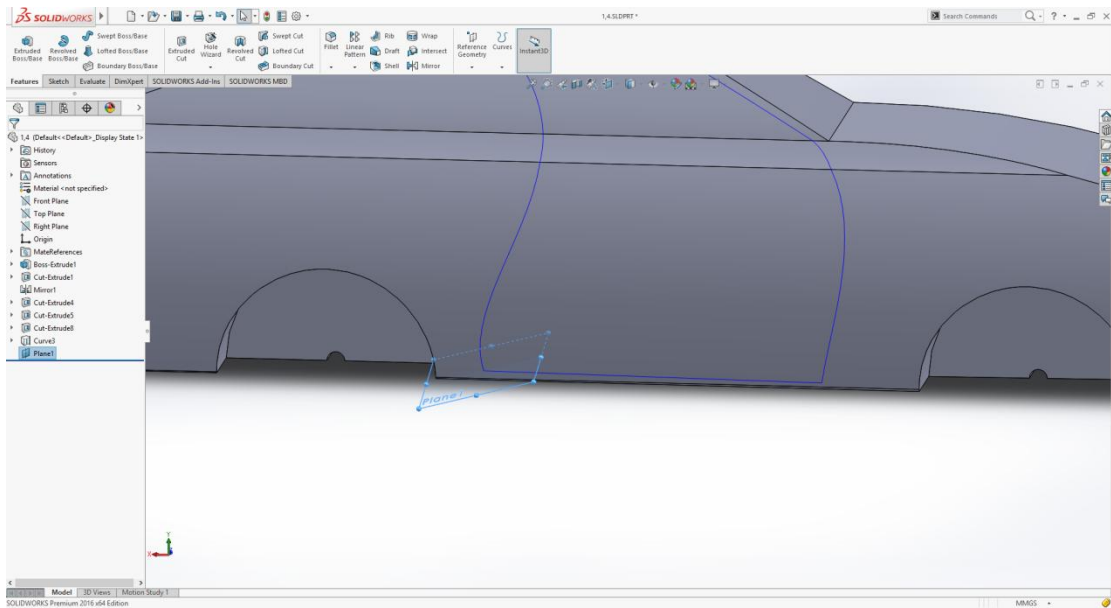
Και επιλέγουμε τις πλευρές που θέλουμε να εμφανιστεί. Σημείωση ότι ίσως πρέπει να επιλέξουμε reverse projection εάν δουλεύουμε σε αντίθετο plane.



Εικόνα 4.8: Αποτέλεσμα προβολής

Για να δώσουμε όγκο στο περίγραμμα αυτό θα πρέπει πρώτα να φτιάξουμε ένα δικό μας plane σε μια από τις γωνίες του περιγράμματος. Δίπλα από την εντολή curves επιλέγουμε reference geometry και plane. Επιλέγουμε έπειτα πρώτα μια πλευρά και μετά μια γωνία και το plane δημιουργείται.

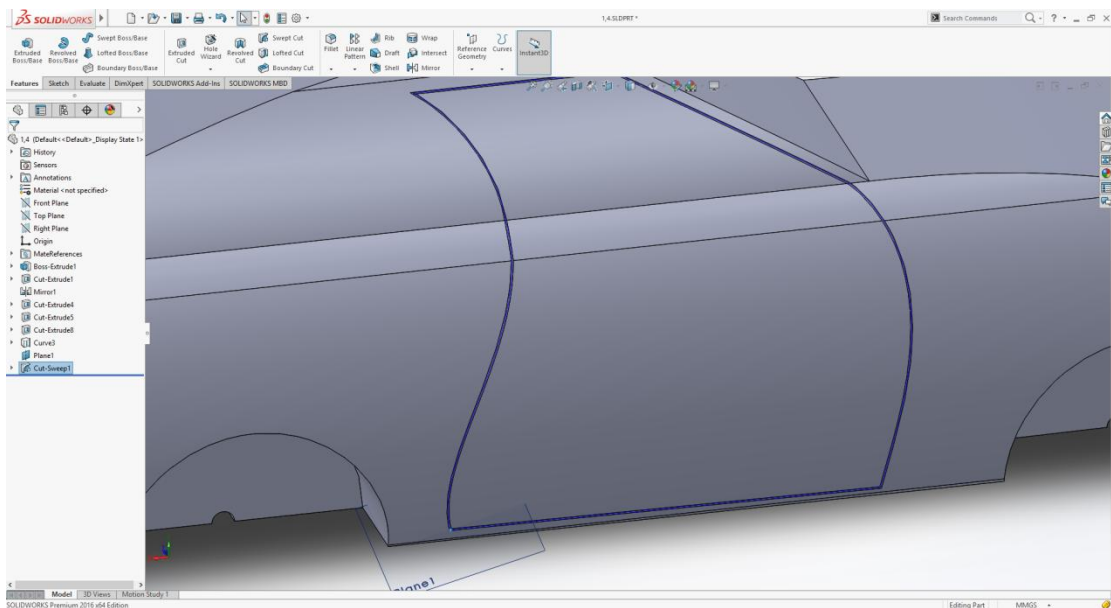
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.9: Δημιουργία plane

Στο plane αυτό θα σχεδιάσουμε ένα κύκλο. Για το μέγεθος του επιλέξαμε 0,02 αφού σύμφωνα με αυτόν θα 'σκάσουμε' ακολουθώντας το περίγραμμα.

Επιλέγουμε sweep cut, στο πρώτο πεδίο τον κύκλο και στο δεύτερο το περίγραμμα.

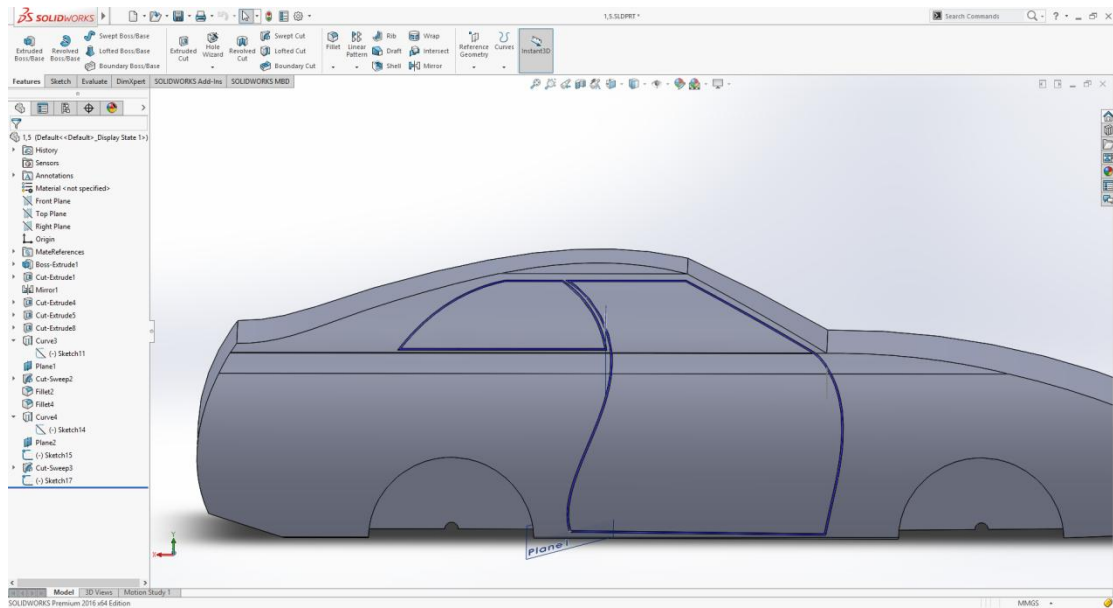


Εικόνα 4.10: Δημιουργία περιγράμματος

Και έτσι το περίγραμμα της πόρτας είναι έτοιμο.

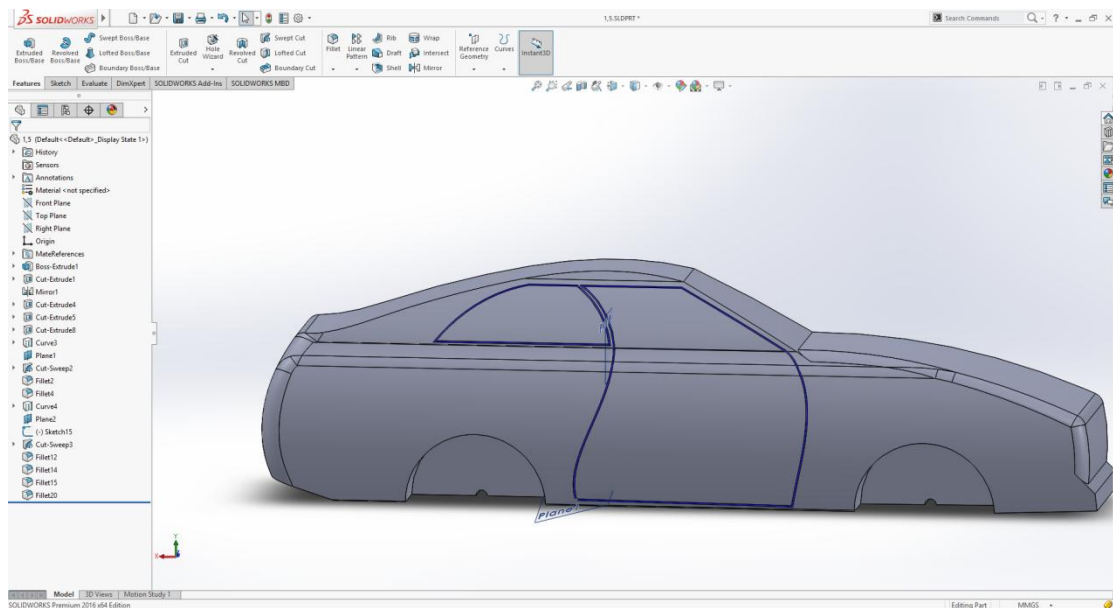
Με τον ίδιο τρόπο φτιάχνουμε και ένα πίσω παράθυρο.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.11: Δημιουργία παραθύρου

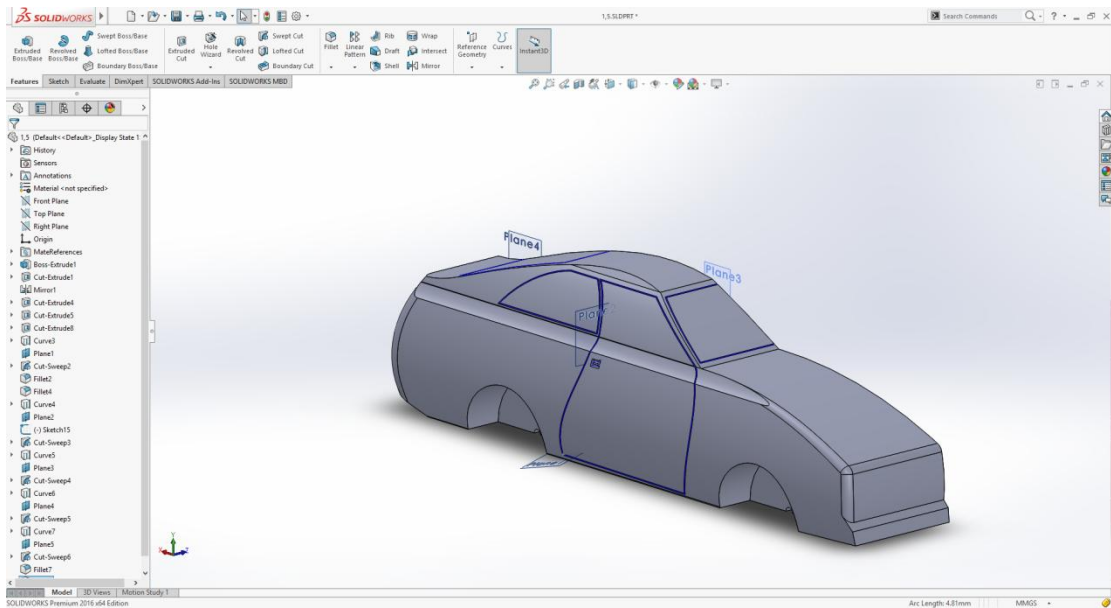
Με την επιλογή fillet μπορούμε να μετατρέψουμε τις γωνίες σε καμπύλες ως κοσμητική μετατροπή.



Εικόνα 4.12: Βελτιστοποίηση του σχεδίου με fillet

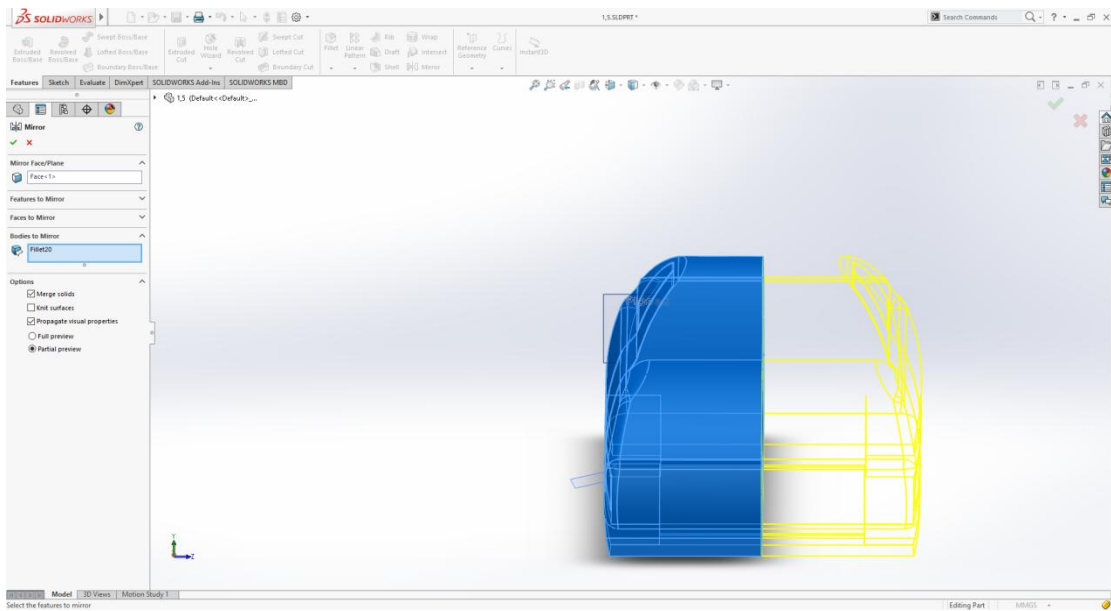
Προσθέτουμε το τζάμι μπρος και πίσω.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.13: Δημιουργία μπρος και πίσω παραθύρων

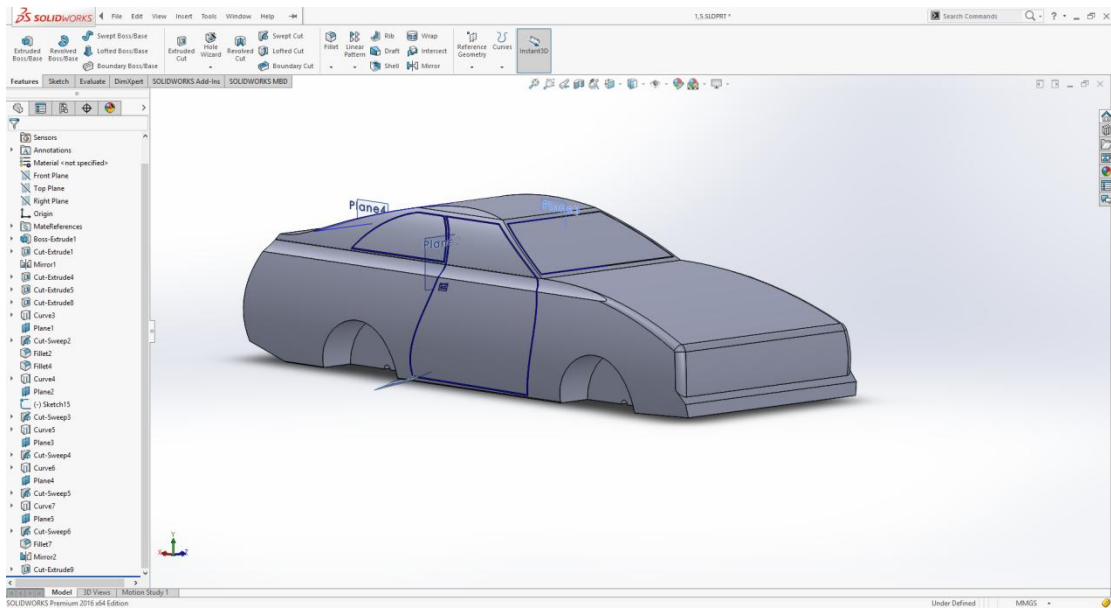
Επιλέγουμε mirror ,ως bodies to mirror το αμάξι και ως mirror face/plane την πλευρά.



Εικόνα 4.14: Mirror του μισού σώματος

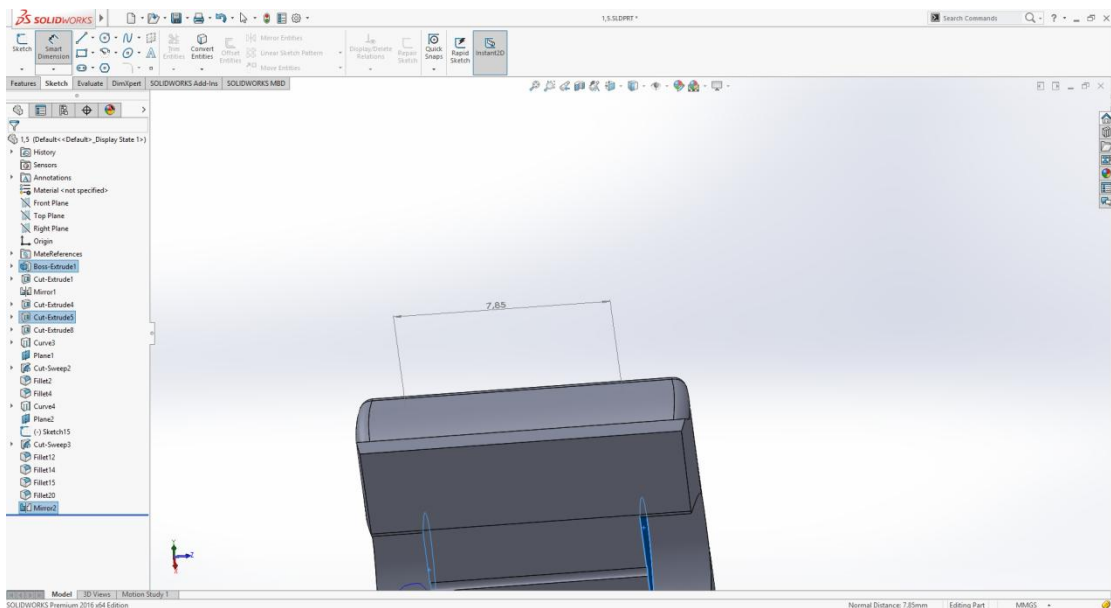
Και έτσι το αμάξι είναι έτοιμο.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.15: Αποτέλεσμα mirror

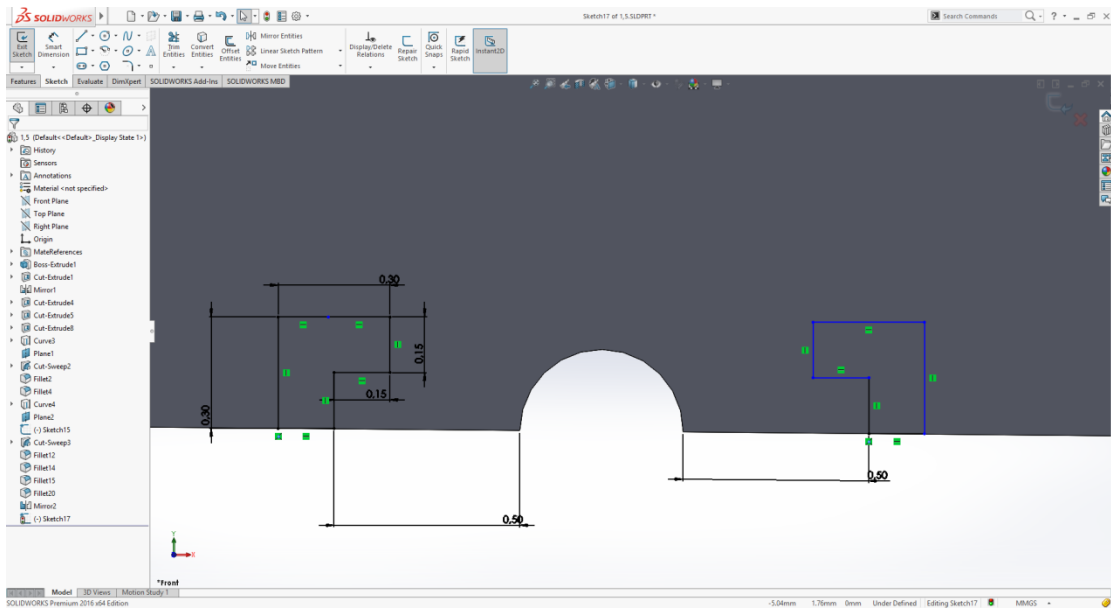
Με την εντολή smart dimension μετράμε το κάτω μέρος για να ξέρουμε πόσο μήκος πρέπει να έχει ο άξονας.



Εικόνα 4.16: Μέτρηση για άξονα

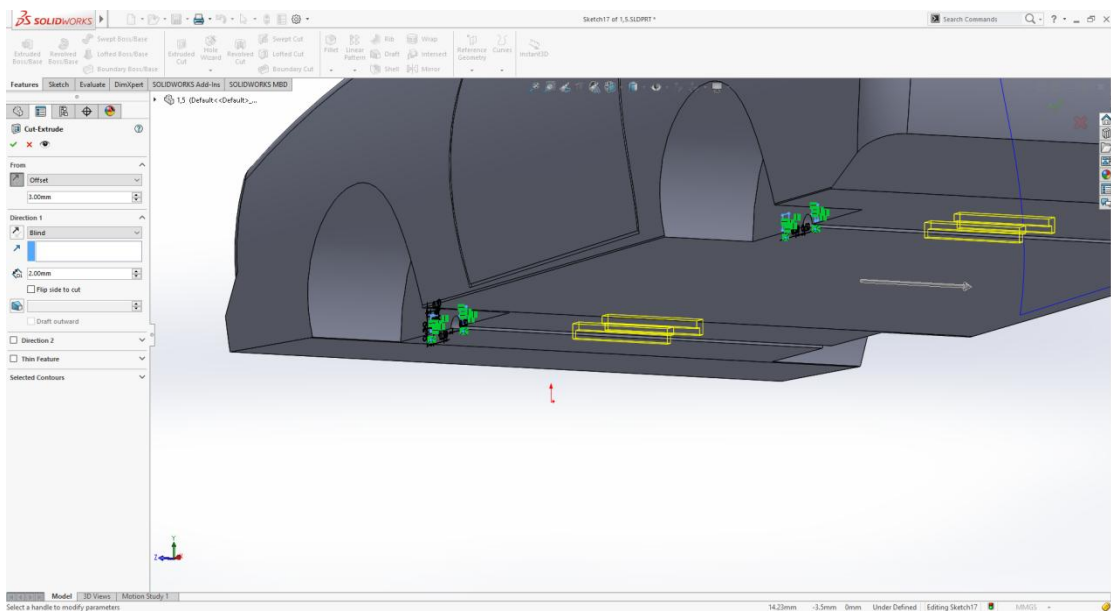
Στη θέση των ροδών θα φτιάξουμε το εξής σχέδιο.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



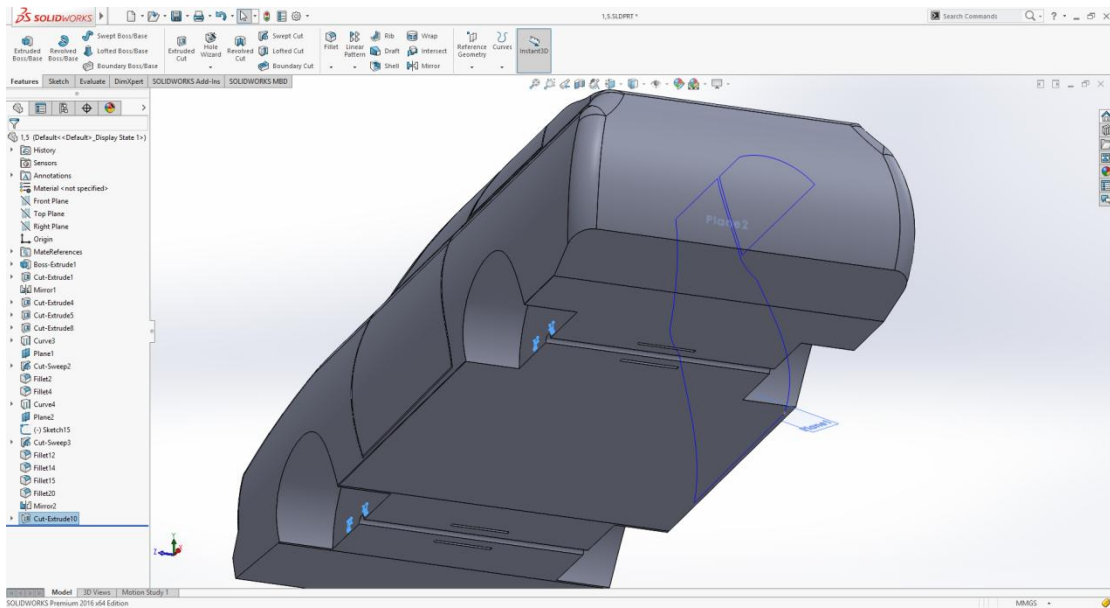
Εικόνα 4.17: Δημιουργία εσοχών

Το οποίο θα κάνουμε extrude με την χρήση του offset από το μέσο περίπου σώματος. Προσέχουμε το σχέδιο να ξεπερνάει το κάτω μέρος του σώματος.



Εικόνα 4.18: Δημιουργία εσοχών

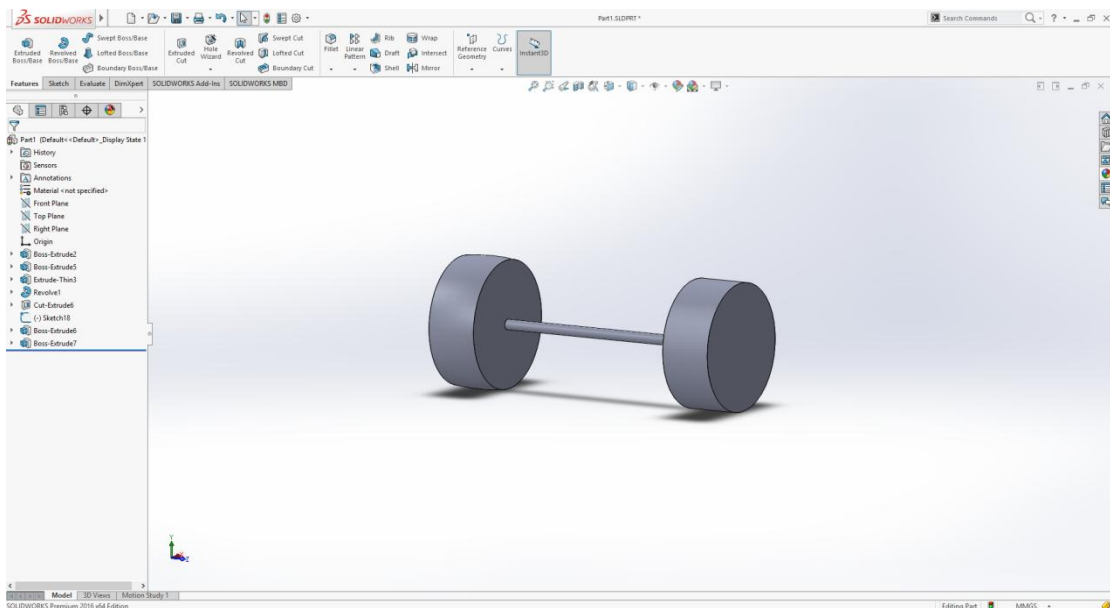
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.19: Τελικό αποτέλεσμα

Αποθηκεύουμε το σχέδιο.

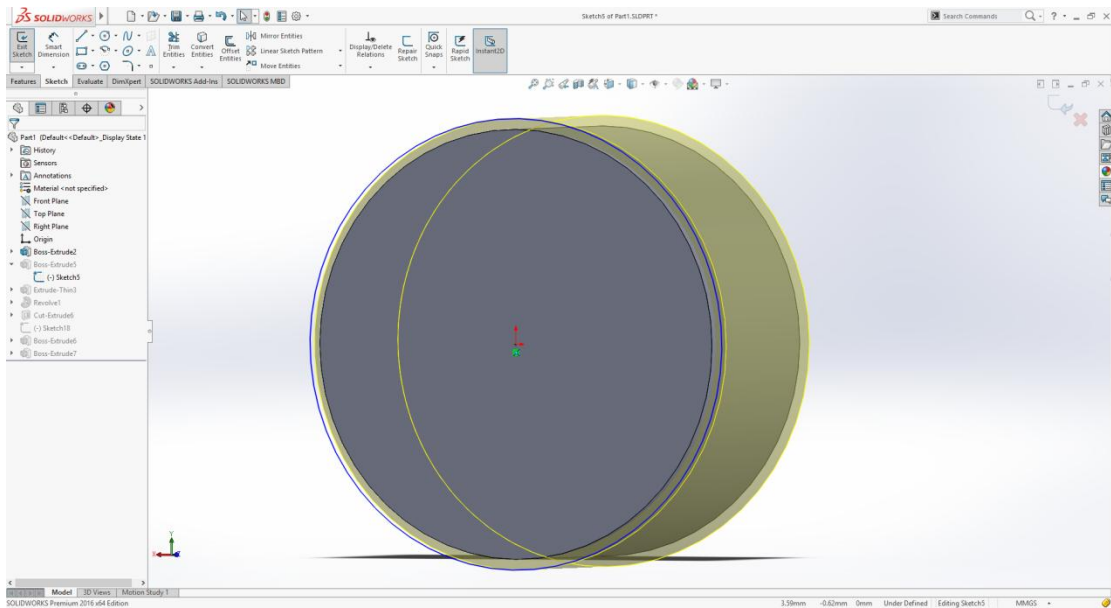
Για τον άξονα και τις ρόδες ξεκινάμε φτιάχνοντας δύο κυλίνδρους και έναν λεπτό άξονα στη μέση. Μπορούμε επίσης να σχεδιάσουμε όπως και πριν τον μισό άξονα και να κάνουμε mirror.



Εικόνα 4.20: Δημιουργία βάσης άξονα

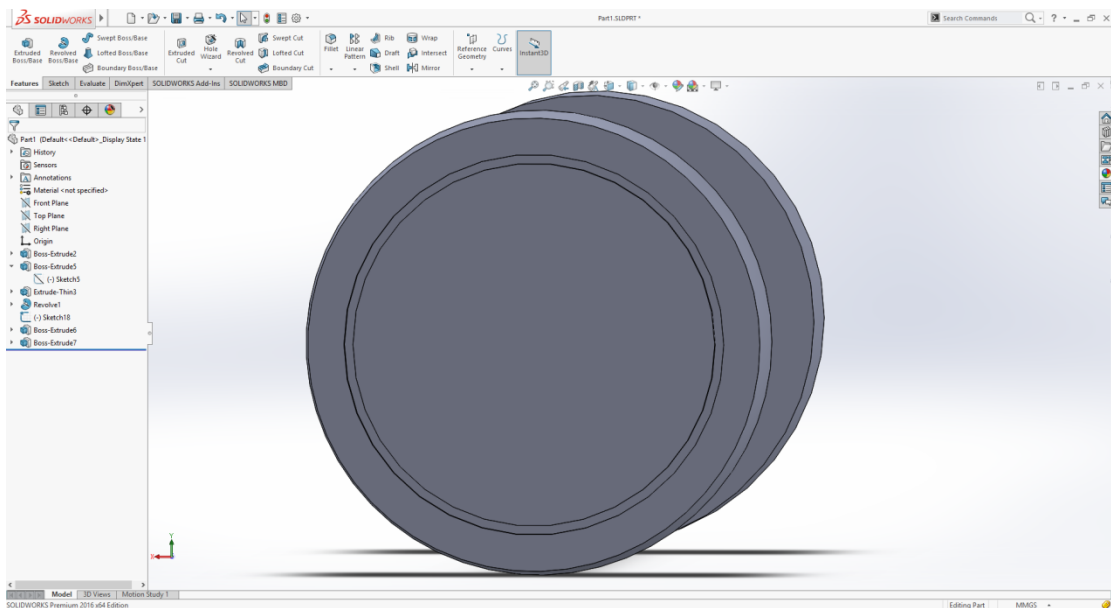
Συνεχίζουμε με έναν μικρότερο κύκλο τον οποίο θα κάνουμε πιο λεπτό δημιουργώντας εγκοπή από την εξωτερική πλευρά.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.21: Προσθήκη λεπτομερειών ρόδας

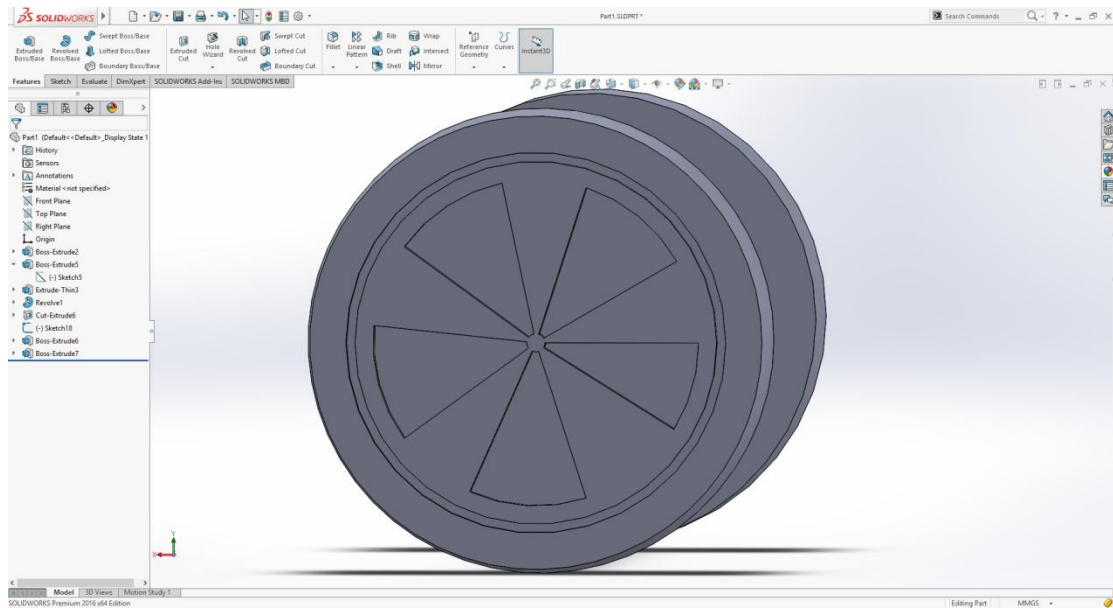
Και με έναν πανομοιότυπο κύκλο τον οποίο θα κάνουμε thin θα σχεδιάσουμε το λάστιχο.



Εικόνα 4.22: Προσθήκη λεπτομερειών ρόδας

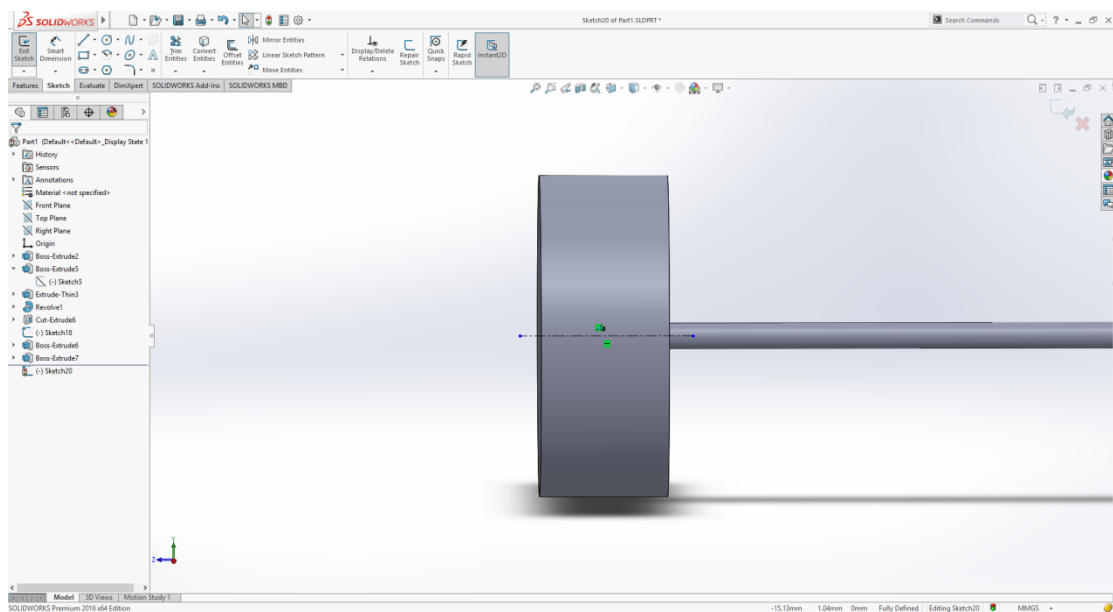
Με την χρήση γραμμών στις οποίες δίνουμε γωνία με μοίρες σχεδιάζουμε κι άλλες λεπτομέρειες.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.23: Προσθήκη λεπτομερειών ρόδας

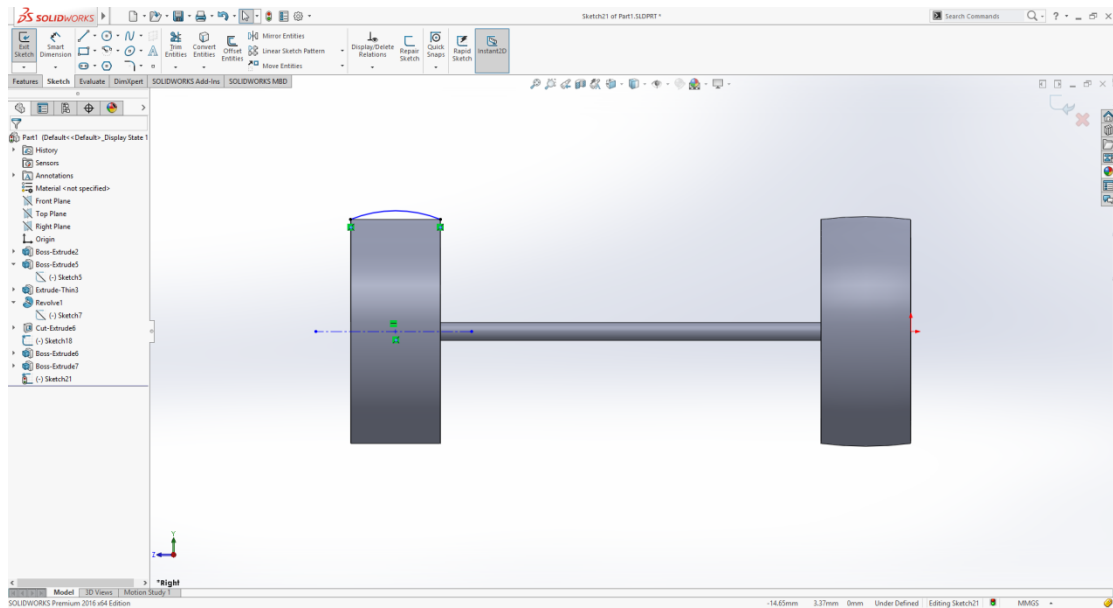
Πατώντας τον καταρράκτη δίπλα από την γραμμή θα φτιάξουμε μια centerline διαμήκους του μέσου της ρόδας.



Εικόνα 4.24: Προσθήκη καμπύλης λάστιχου

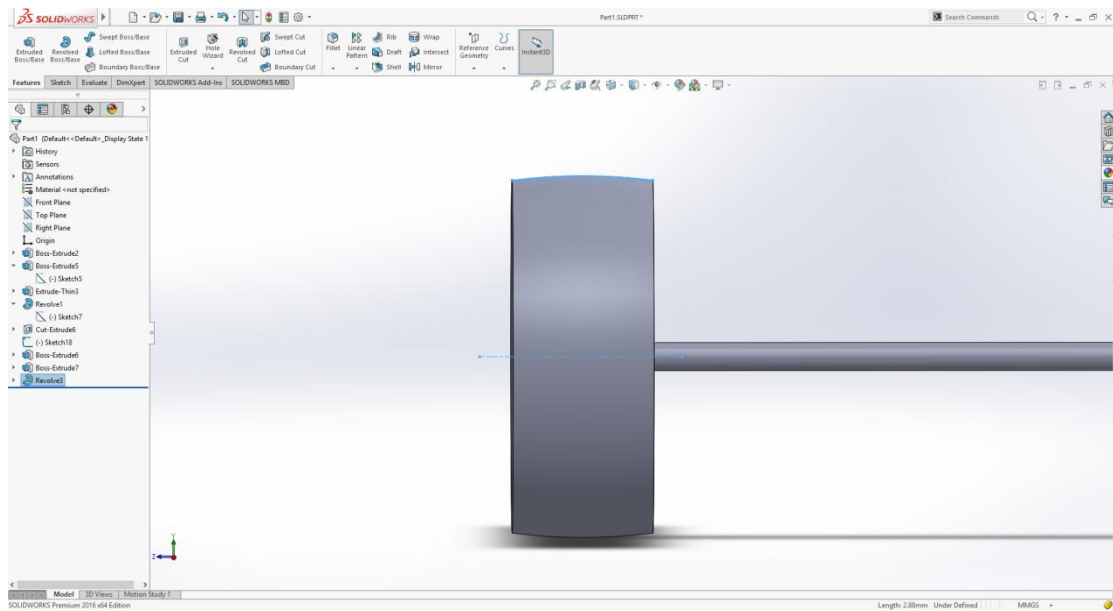
Επίσης σχεδιάζουμε ένα center point arc

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.25: Προσθήκη καμπύλης λάστιχου

Επιλέγουμε το ημικύκλιο και έπειτα revolved boss/base.

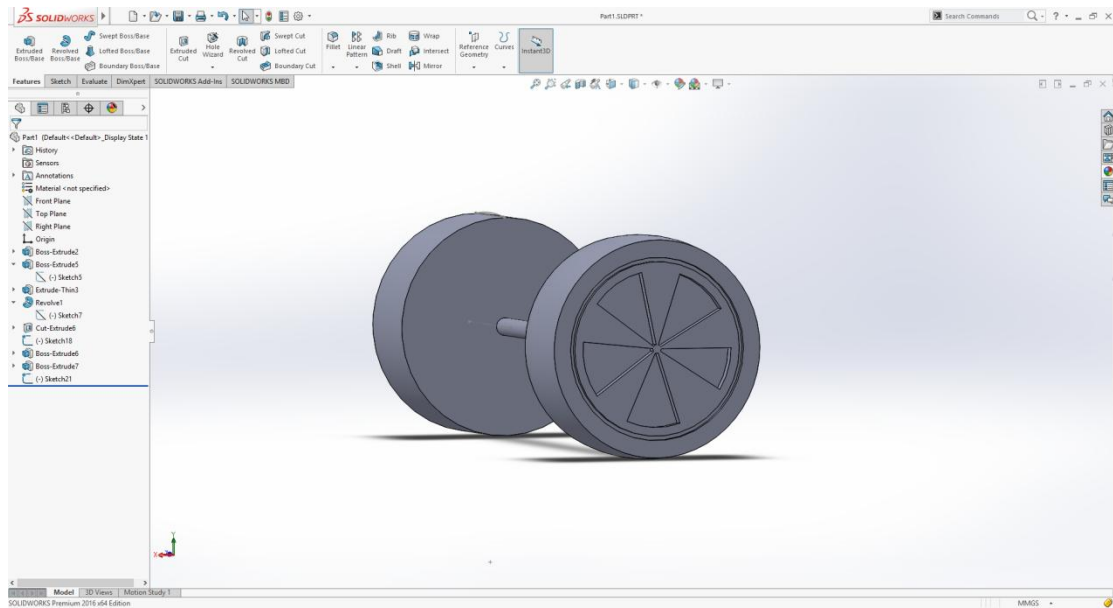


Εικόνα 4.26: Προσθήκη καμπύλης λάστιχου

Έτσι δώσαμε μια καμπύλη στη ρόδα.

Το επαναλαμβάνουμε και για τις δύο ρόδες και ο άξονας μας είναι έτοιμος.

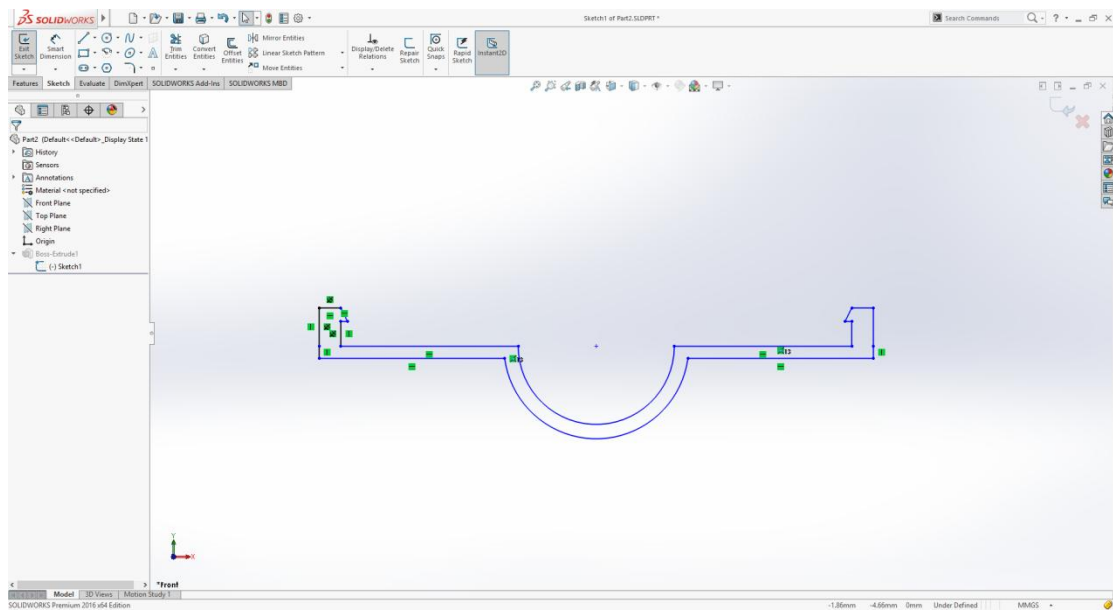
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.27: Τελικό αποτέλεσμα

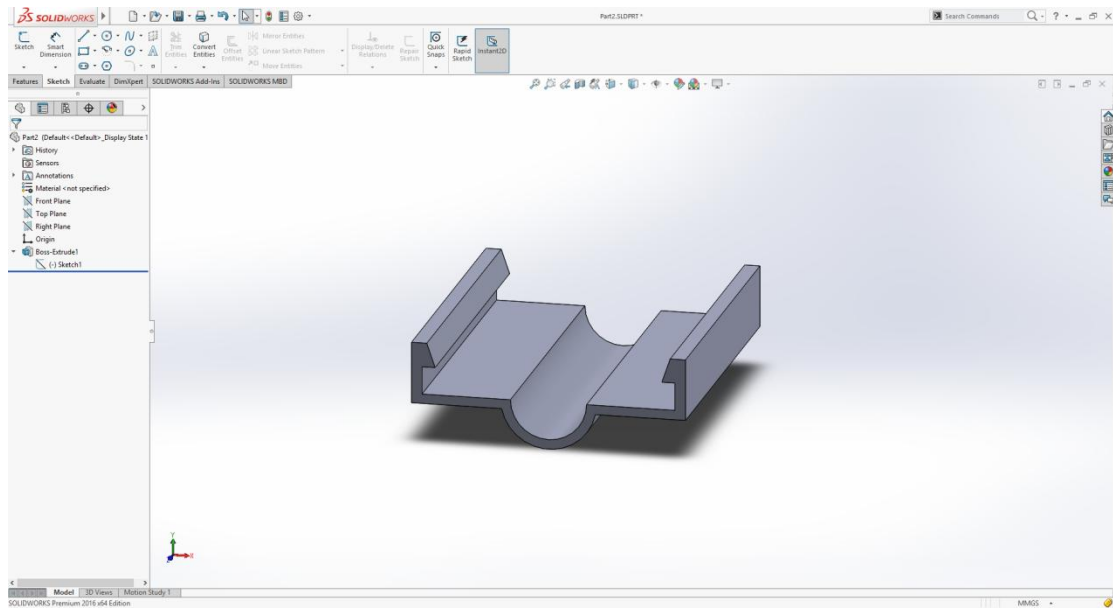
Το τελευταίο κομμάτι της κατασκευής μας είναι η κατασκευή που κρατά τον άξονα πάνω στο σώμα του αμαξιού.

Εφόσον θυμόμαστε τις διαστάσεις από τα προηγούμενα μέρη σχεδιάζουμε ως εξής.



Εικόνα 4.28: Δημιουργία εξαρτήματος άξονα

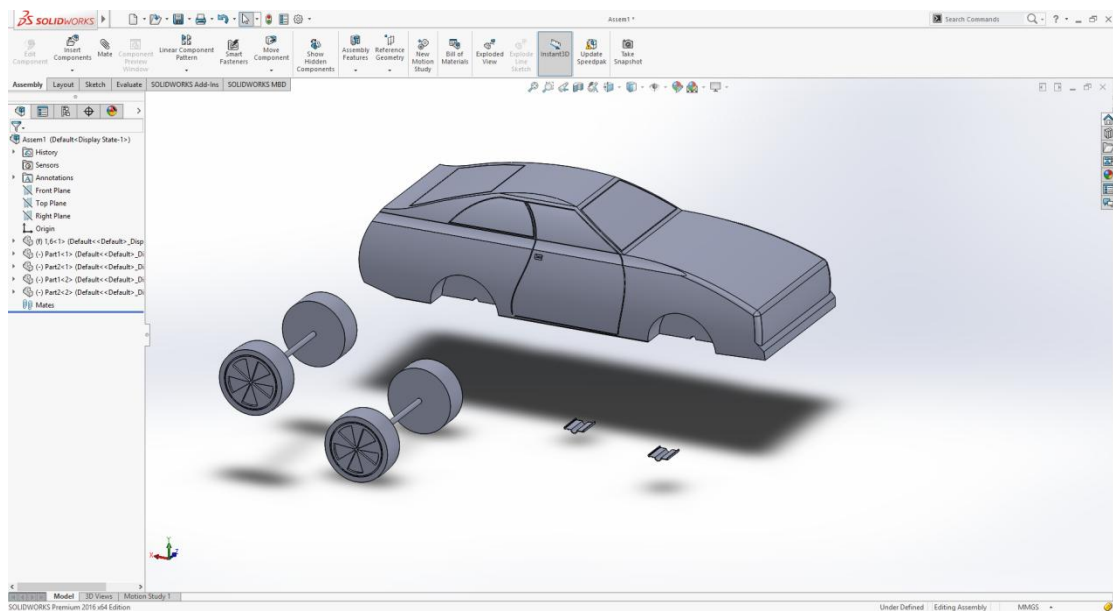
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.29: Τελικό αποτέλεσμα

Όλα μας τα μέρη είναι έτοιμα άρα είμαστε έτοιμοι για την συναρμολόγηση.

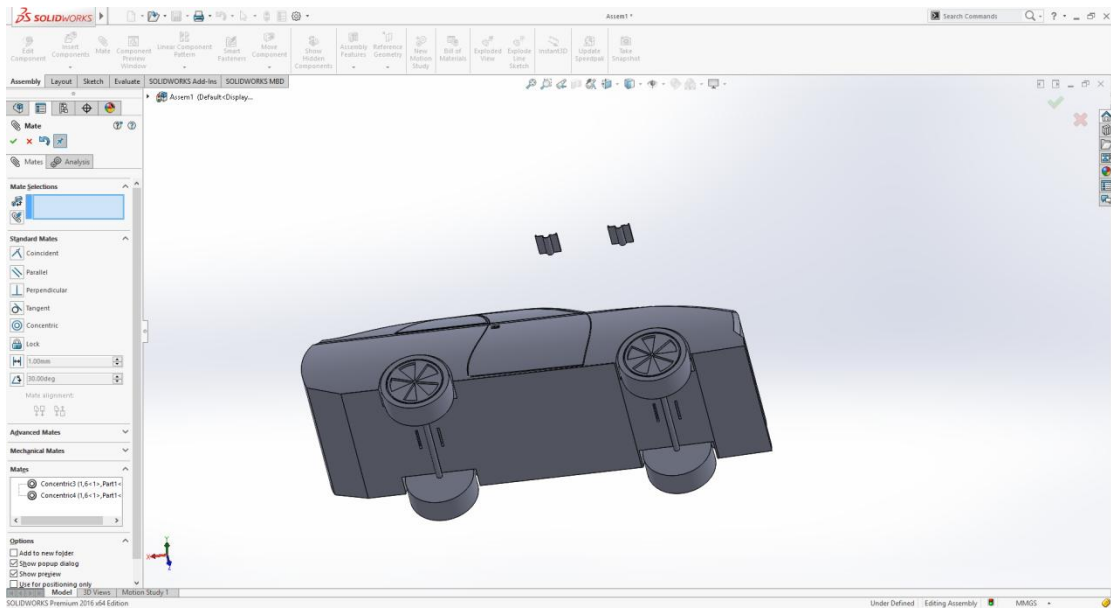
Εισάγουμε το σώμα του αμαξιού και από δυο από το κάθε κομμάτι.



Εικόνα 4.30: Μενού συναρμολόγησης

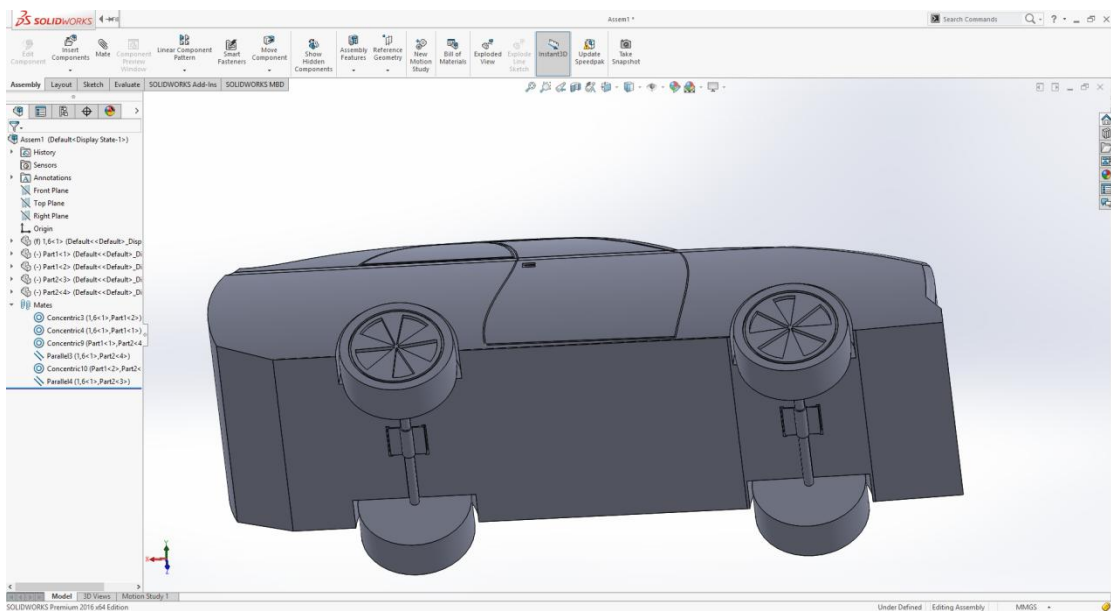
Με την επιλογή mate εισάγουμε τις ρόδες στα σημεία που πρέπει.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.31: Τοποθέτηση ροδών

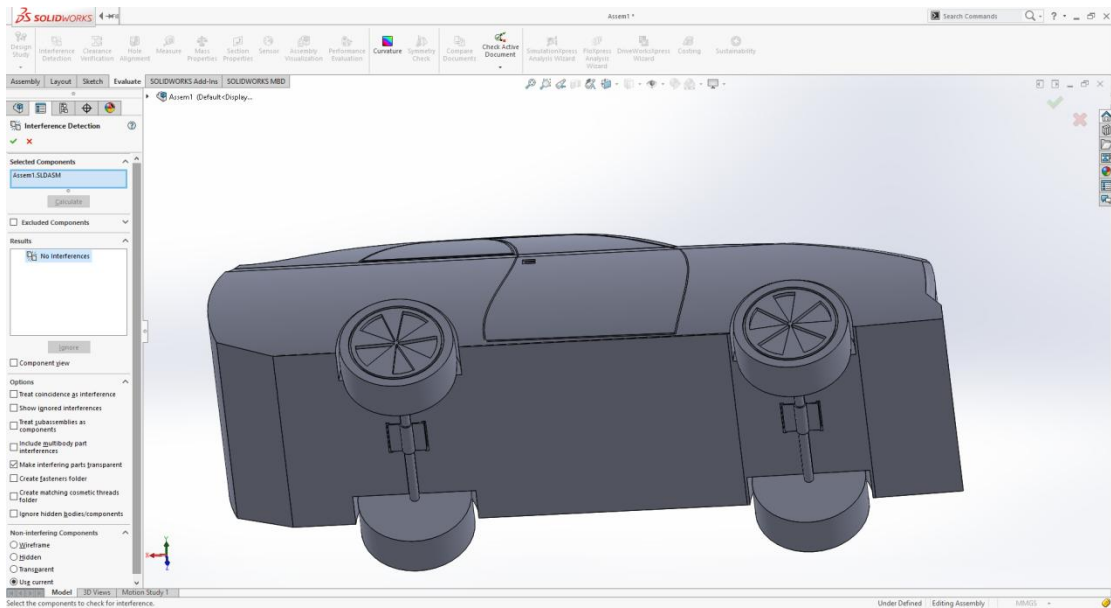
Και εν συνεχεία το δεύτερο εξάρτημα μας.



Εικόνα 4.32: Τοποθέτηση εξαρτήματος

Ελέγχουμε για υπερκαλύψεις επιλέγοντας evaluate> interference detection.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

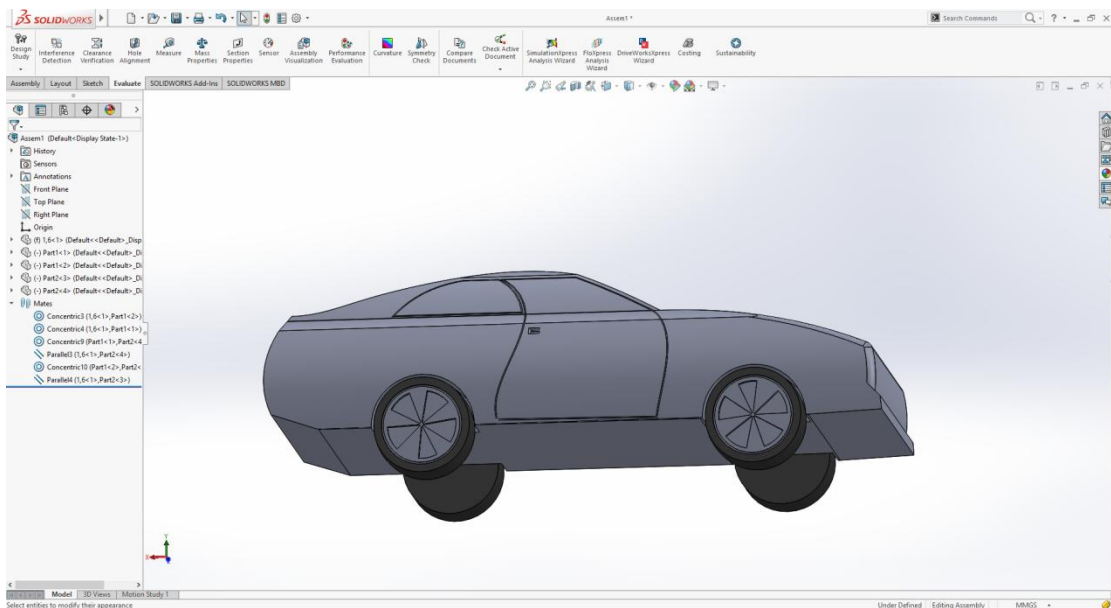


Εικόνα 4.33: Έλεγχος υπερκαλύψεων

Οπότε το assembly είναι έτοιμο.

Θα συνεχίσουμε βάζοντας υλικό στο όχημά μας.

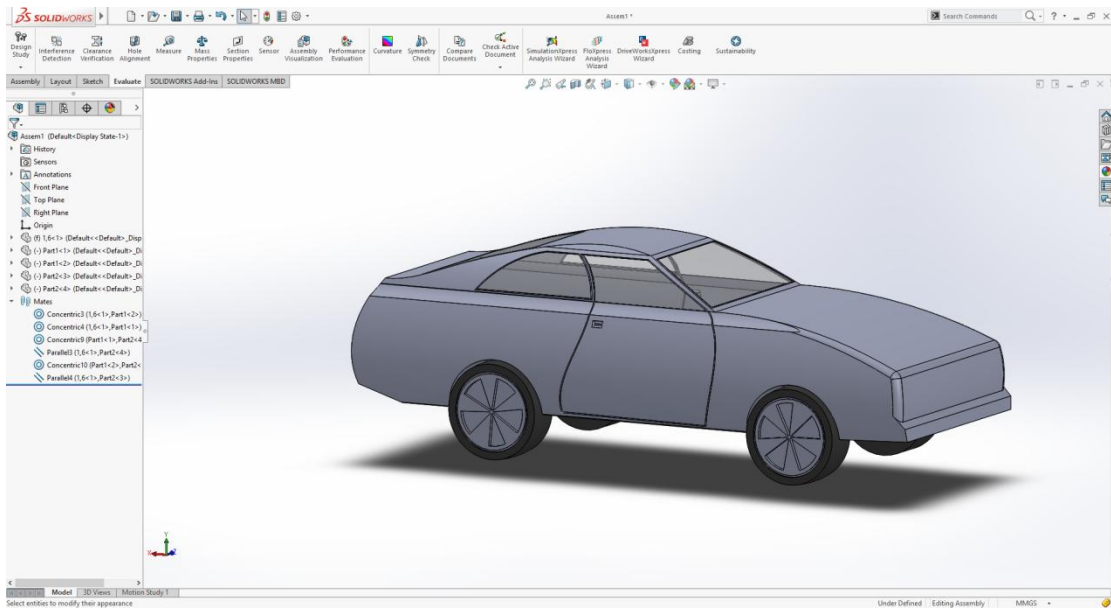
Αυτό γίνεται επιλέγοντας τα κομμάτια που θέλουμε να αλλάξουμε και στην επιλογή 'appearances scenes and decals' στην δεξιά πλευρά της οθόνης μας.



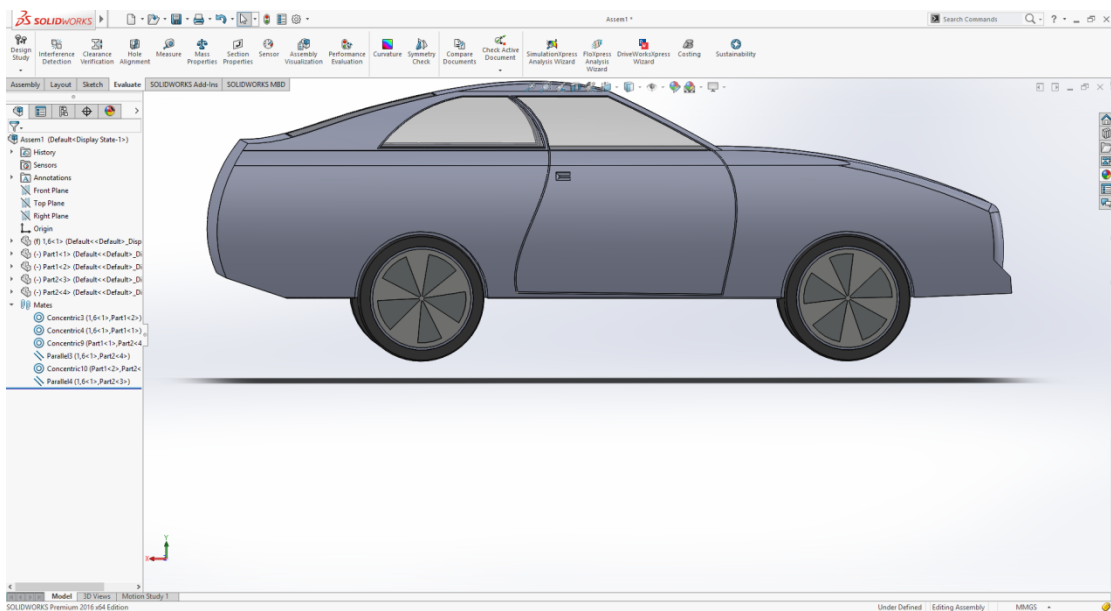
Εικόνα 4.34: Ορισμός υλικού ροδών

Στον καταρράκτη βλέπουμε το είδος των υλικών και έπειτα μια ποικιλία αυτών.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

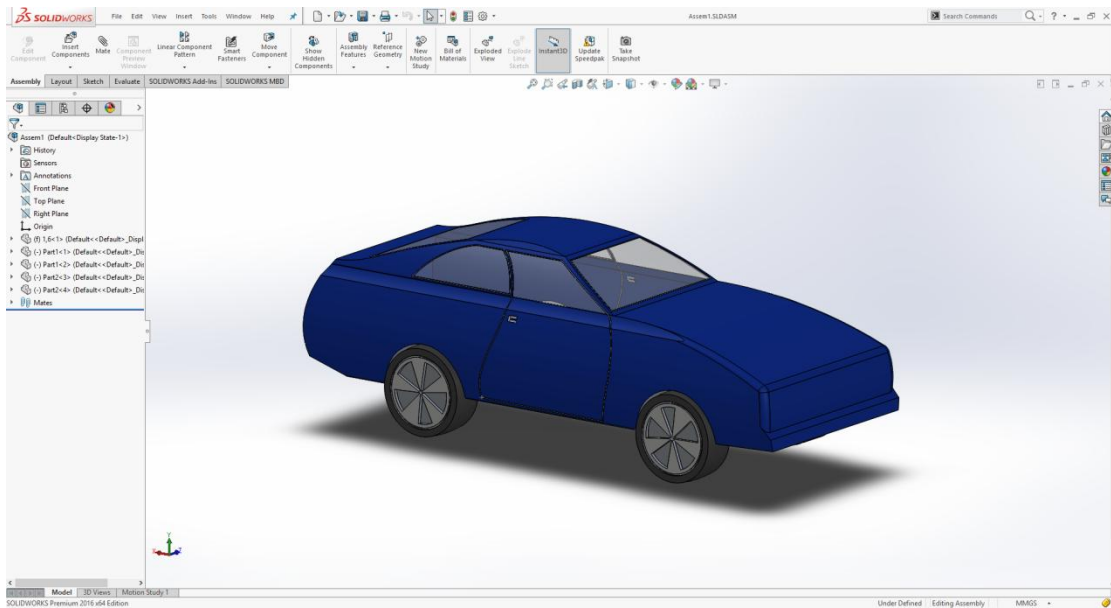


Εικόνα 4.35: Ορισμός υλικού παραθύρων

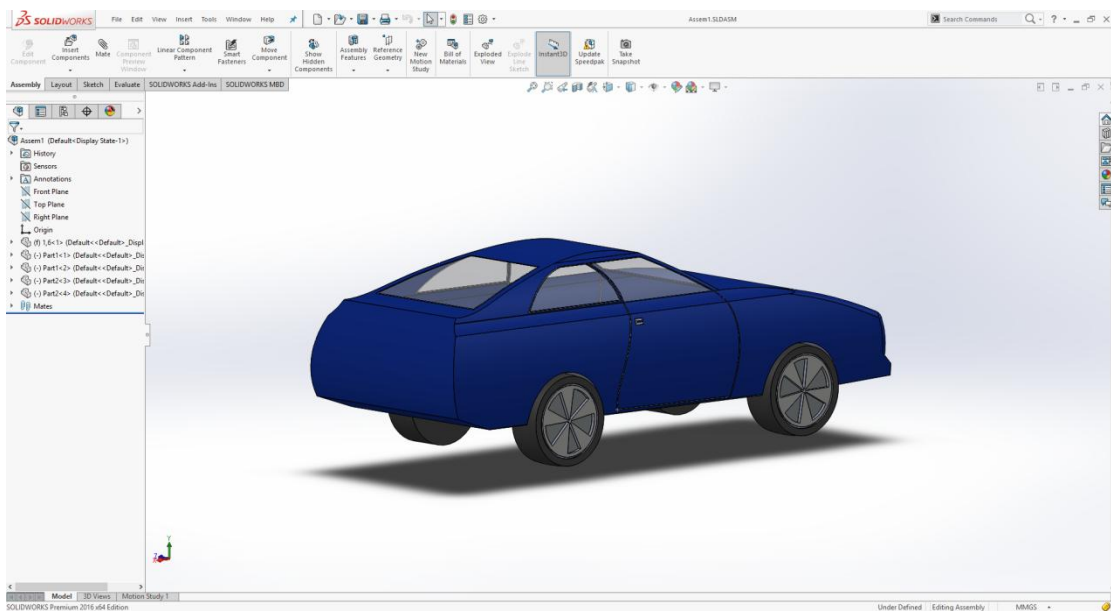


Εικόνα 4.36: Ορισμός υλικού ζάντας

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 4.37: Ορισμός χρώματος



Εικόνα 4.38: Τελικό αποτέλεσμα

SOLID WORKS

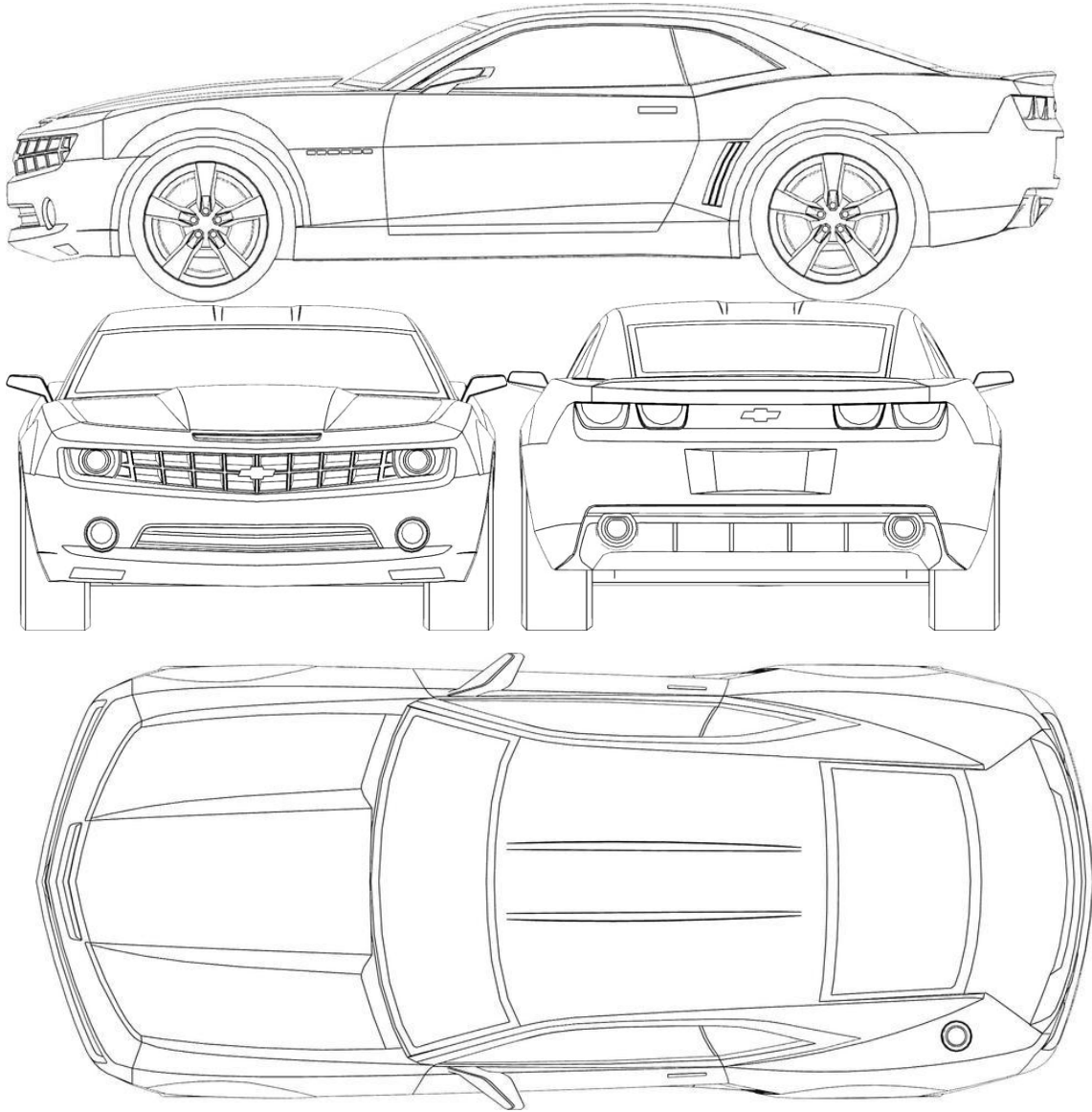
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

Σε αυτό το μέρος θα σχεδιάσουμε πάλι ένα παιδικό αμάξι. Η μορφή του θα είναι ακριβής με πραγματικό. Θα χρησιμοποιήσουμε εικόνες έτσι ώστε να έχουμε ακριβές αποτέλεσμα. Σκοπός μας είναι να μάθουμε σχεδίαση επιφανειών σε 3D χώρο.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Για την παρακάτω τεχνική θα χρειαστούμε τα blueprints του αμαξιού που θέλουμε να φτιάξουμε. Δηλαδή τις όψεις του.

Στο διαδίκτυο βρήκαμε blueprints για να κατασκευάσουμε μια Chevrolet camaro, τα οποία έχουν την εξής μορφή.



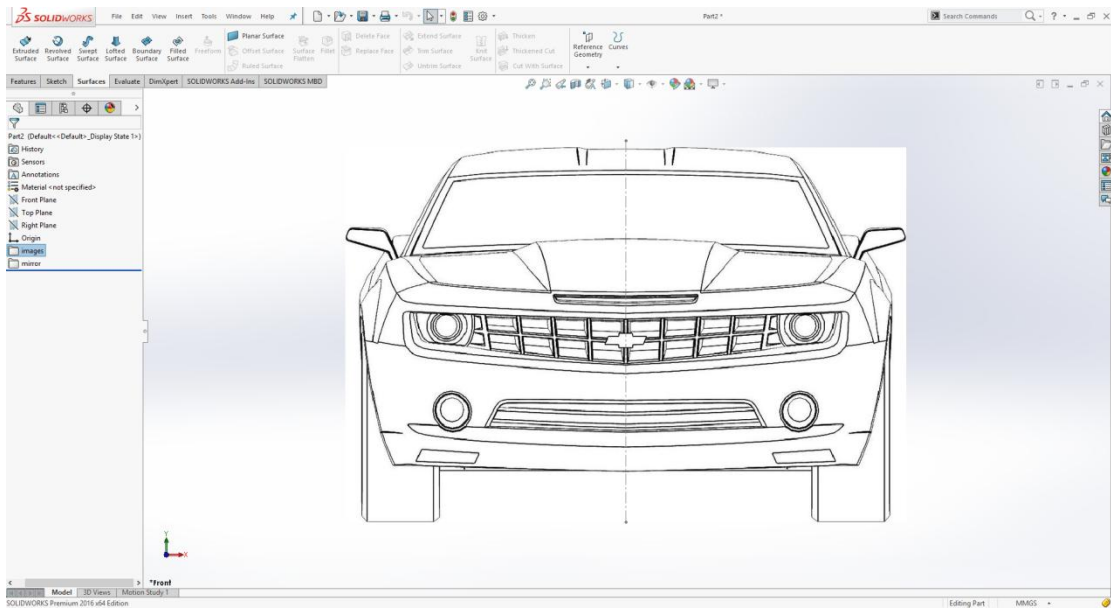
Εικόνα 5.1: Blueprints του αμαξιού

Η γενική ιδέα είναι ότι σχεδιάζουμε πλέον σε 3D. Για να το κάνουμε αυτό πρέπει πρώτα να φτιάξουμε τις πλευρές του αμαξιού σε 3D χώρο. Αυτό γίνεται με δύο βασικούς τρόπους. Πρώτον εάν φτιάξουμε μια πλευρά σε δύο διαστάσεις στα αντίστοιχα planes και μετά προβάλουμε την μία πάνω στην άλλη και δεύτερον εάν σχεδιάσουμε απευθείας σε 3D. Ο δεύτερος είναι πιο 'επικίνδυνος' γιατί η μετακίνηση ενός σημείου σε μία από τις τρεις διαστάσεις μπορεί να αλλάξει τις συνταγμένες του και σε άλλες. Έτσι λοιπόν θα σχεδιάσουμε το μισό αμάξι και έπειτα θα κάνουμε mirror για να αποφύγουμε ανομοιότητες.

Στο solid works έχουμε την επιλογή να εισάγουμε αυτές τις εικόνες πατώντας tools> sketch tools> sketch picture.

Πηγαίνουμε στο front plane και τοποθετούμε την εικόνα.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



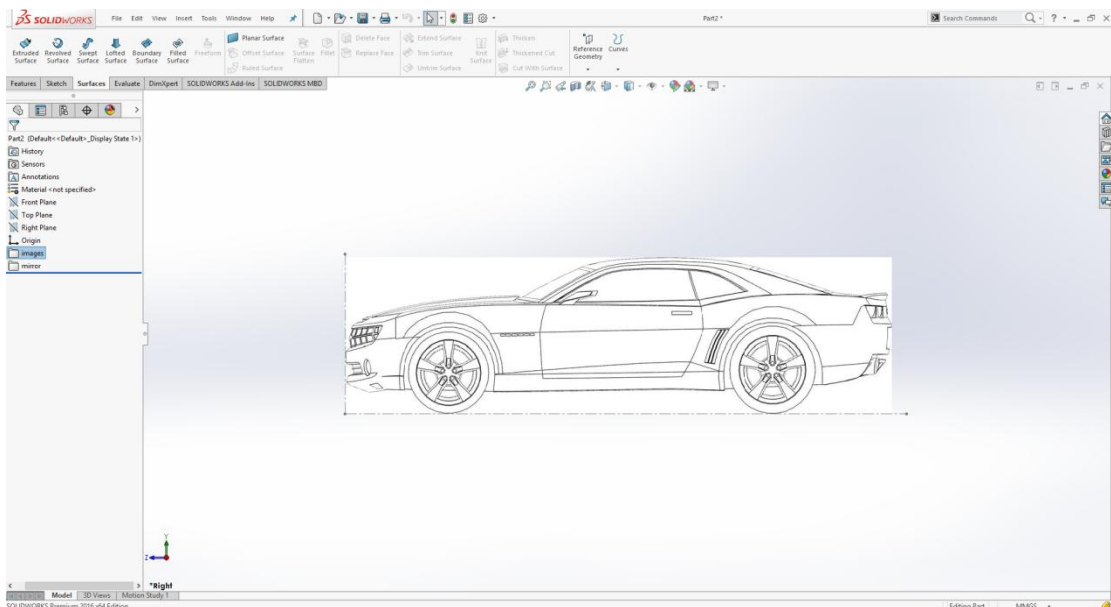
Εικόνα 5.2: Θέση πρώτης εικόνας

Σημείωση ότι πρέπει να ξέρουμε τις συντεταγμένες έτσι ώστε να τοποθετήσουμε κατάλληλα και τις υπόλοιπες.

Μπορούμε επίσης να αλλάξουμε και τις δύο διαστάσεις της εικόνας για να μας διευκολύνει αργότερα εάν αφού εισάγουμε την πρώτη διάσταση επιλέξουμε στο αριστερό μενού Lock Aspect Ratio. Προτείνεται να απενεργοποιήσουμε από το ίδιο μενού το scaling tool.

Επαναλαμβάνουμε για την πλάγια όψη καθώς και την κάτοψη.

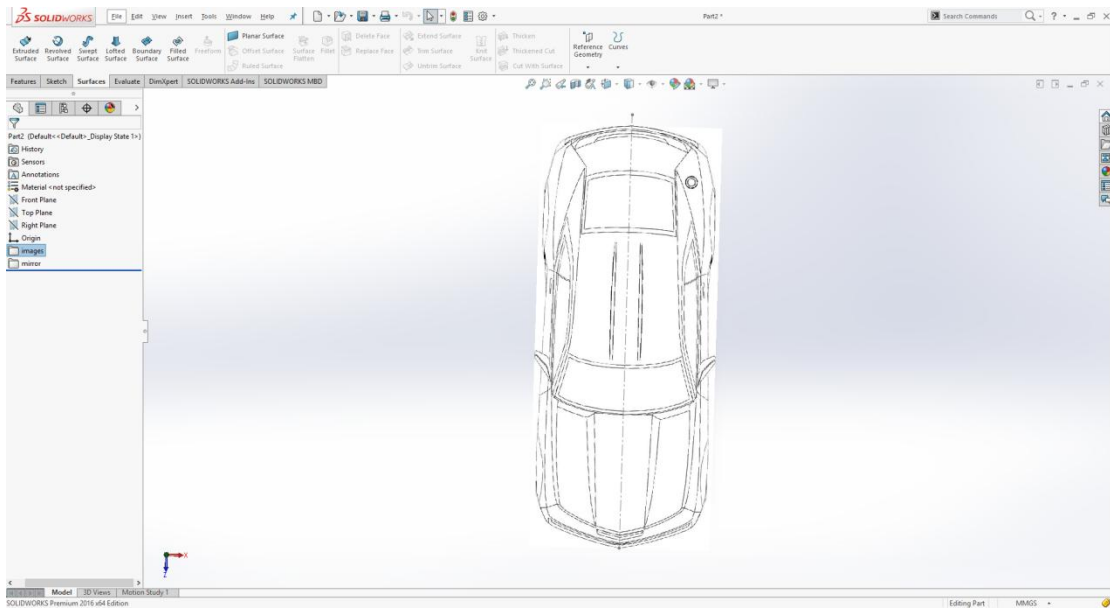
Θέλουμε οι εικόνες μας να είναι τοποθετημένες σωστά. Δηλαδή η πλάγια όψη να έχει το ίδιο ύψος με την μπροστά και να είναι στο μέσο της.



Εικόνα 5.3: Θέση δεύτερης εικόνας

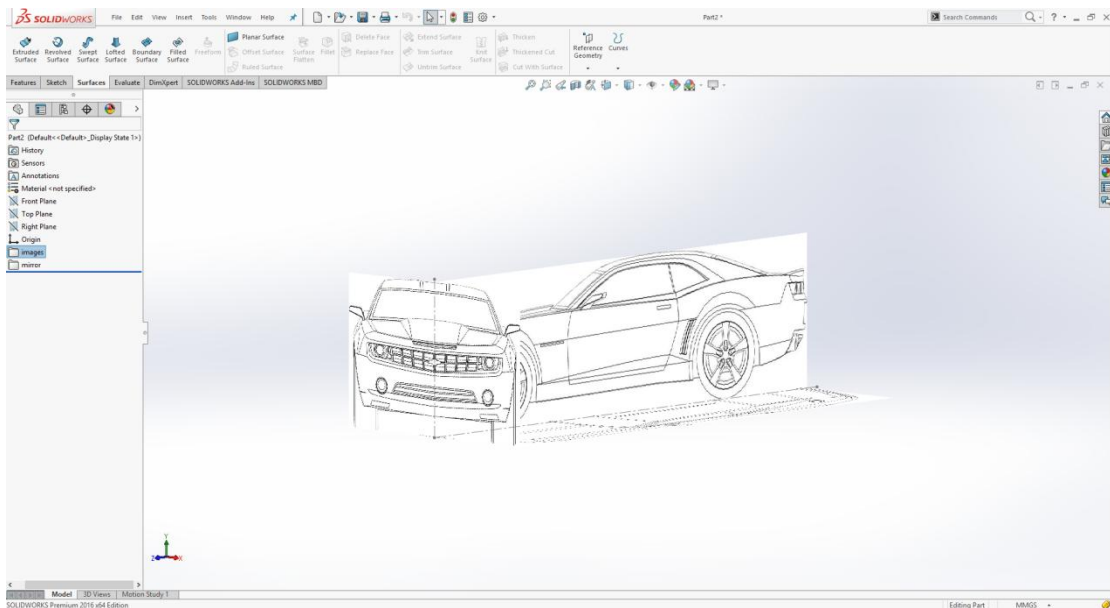
Με τον ίδιο τρόπο τοποθετούμε την πλάγια όψη. Εάν χρειαστεί να την κάνουμε rotate υπάρχει αντίστοιχο πεδίο στο μενού ιδιοτήτων της.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 5.4: Θέση τρίτης εικόνας

Αν το κάναμε σωστά θα πρέπει να έχουμε το εξής.



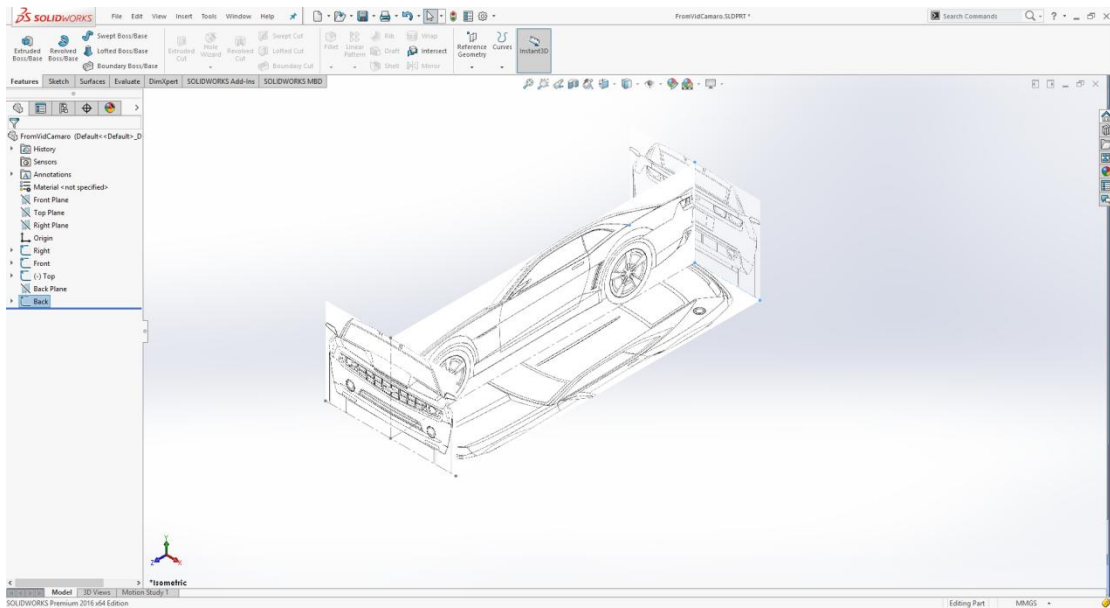
Εικόνα 5.5: Επιθυμητό αποτέλεσμα

Εν συνεχεία θα φτιάξουμε ένα νέο plane στο πίσω μέρος του αμαξιού για να τοποθετήσουμε την πίσω όψη.

Επιλέγουμε το front plane και έπειτα Reference Geometry> New Plane και εισάγουμε ως απόσταση το μήκος του αμαξιού μας.

Πάνω στο καινούργιο plane τοποθετούμε την εικόνα.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 5.6: Θέση τέταρτης εικόνας

Επίσης για την τεχνική αυτή θα πρέπει να εμφανίσουμε το surfaces toolbar, πατώντας δεξί κλικ στα άλλα toolbars και επιλέγοντας το.

Για την σχεδίαση θα χρησιμοποιήσουμε μερικές τεχνικές για σχεδίαση στο χώρο.

Πρώτη είναι η τεχνική κατά την οποία σχεδιάζουμε δύο γραμμές, μία σε κάθε ένα από δύο planes και έπειτα με την χρήση της επιλογής project curves εμφανίζουμε τα σημεία τομής τους, δημιουργώντας μια νέα καμπύλη στο χώρο.

Μια άλλη τεχνική είναι το 3D Sketch. Με αυτή σχεδιάζουμε σε τρεις διαστάσεις. Κατά τη χρήση της θα πρέπει να ελέγχουμε και τις τρεις διαστάσεις ξεχωριστά, αφού η τροποποίηση της καμπύλης σε μια μπορεί να αλλάξει και τις άλλες.

Συγκεκριμένες τεχνικές δεν υπάρχουν για συγκεκριμένες πλευρές. Κάθε φορά χρησιμοποιούμε ότι θεωρούμε καλύτερο.

Για τον πιο εύκολο σχεδιασμό προτείνεται να σχεδιάζουμε μια καμπύλη κάθε φορά σε ξεχωριστό sketch και να την σταματάμε όταν βρίσκουμε σημείο τομής οποιονδήποτε ευθειών της εικόνας.

Για την αποφυγή λαθών επίσης προτείνεται να χρησιμοποιούμε κάποια ήδη υπάρχουσα πλευρά ή σημείο ως την αρχή κάθε καμπύλης έτσι ώστε το σχέδιό μας να είναι πάντα συμπαγές.

Επίσης ένα πολύ εύχρηστο εργαλείο είναι το display style με το οποίο μπορούμε να κάνουμε όλο το υλικό διάφανο για να σχεδιάσουμε σε plane που έχουμε καλύψει, το οποίο βρίσκεται στο toolbar στο εσωτερικό του πεδίου που δουλεύουμε, στο πάνω μέρος.

Το 'γέμισμα' δηλαδή η δημιουργία υλικού γίνεται μεταξύ δύο καμπύλων με τους εξής τρόπους, από το Surface Toolbar.

Με την χρήση lofted surface, κατά την οποία επιλέγουμε δύο καμπύλες και το πρόγραμμα απευθείας δημιουργεί υλικό μεταξύ τους.

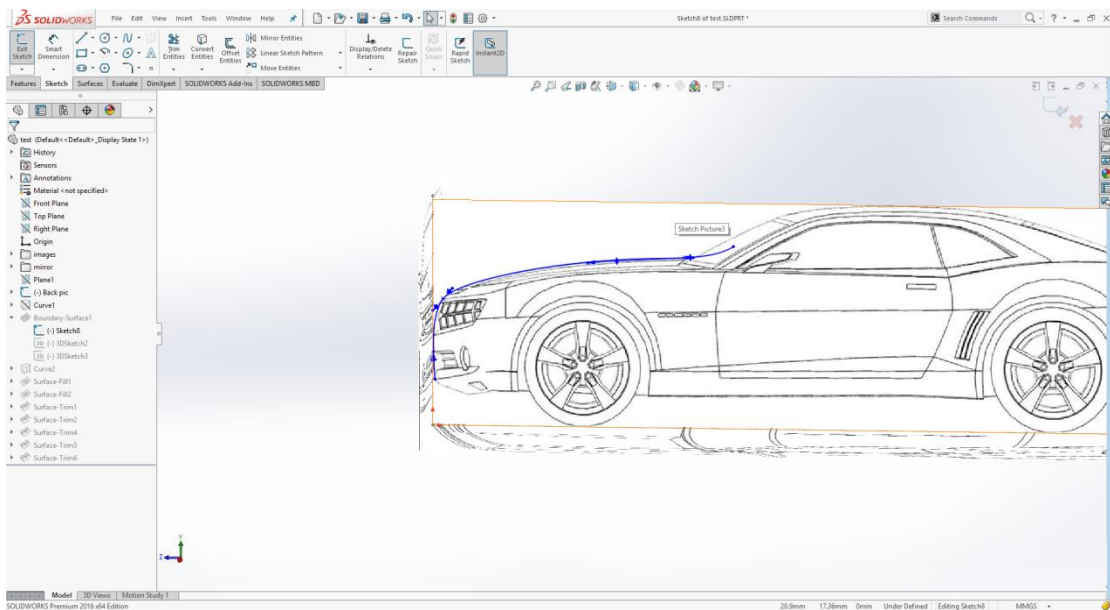
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Με τη χρήση Boundary Surface, κατά την οποία επιλέγουμε πάλι δύο καμπύλες αλλά θέτουμε όρια με άλλες μία ή δύο καμπύλες.

Με την χρήση του Filled Surface η οποία είναι παρόμοια με την προηγούμενη με την διαφορά ότι πρέπει να θέσουμε δύο όρια με τη χρήση καμπυλών.

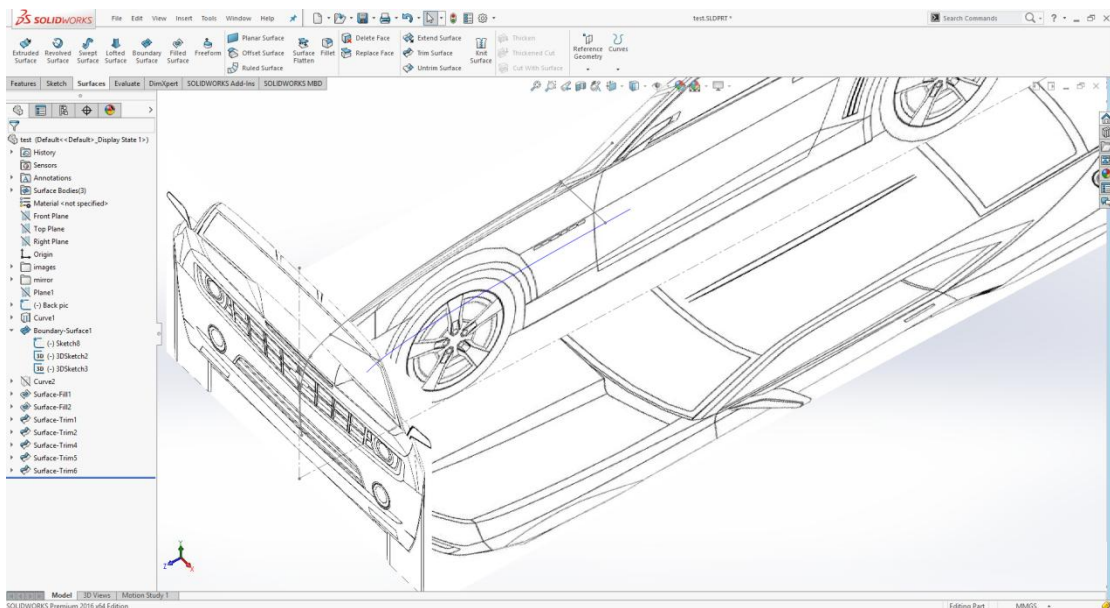
Για να κόψουμε ανεπιθύμητο υλικό χρησιμοποιούμε την επιλογή trim surface. Επιλέγουμε πρώτα τον άξονα με τον οποίο θα κόψουμε και μετά επιλέγουμε την επιφάνεια.

Ξεκινάμε την κατασκευή σχεδιάζοντας ένα περίγραμμα πάνω στο plane για να χρησιμοποιήσουμε ως πλευρά του καπτό. Επειδή θέλουμε να είναι πάνω στο plane, εφόσον έχουμε τοποθετήσει σωστά τις εικόνες μας, της συμπεριφερόμαστε ήδη ως 3D.



Εικόνα 5.7: Σχεδίαση πρώτης καμπύλης

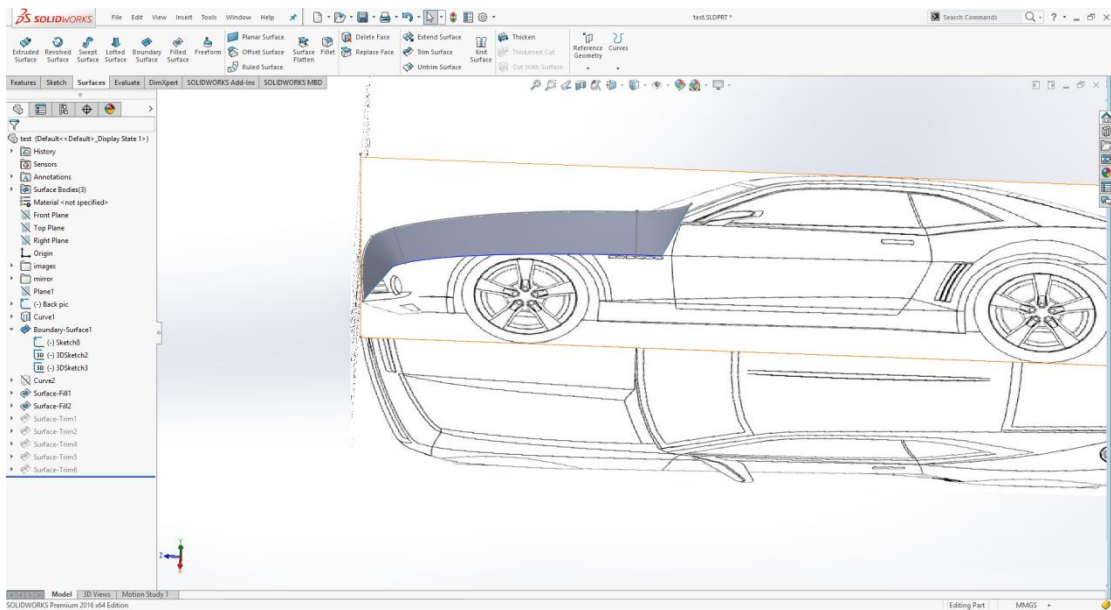
Με την χρήση 3D Drawing φτιάχνουμε το ένα κομμάτι του καπτό.



Εικόνα 5.8: Σχεδίαση ενός κομματιού του καπτό

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

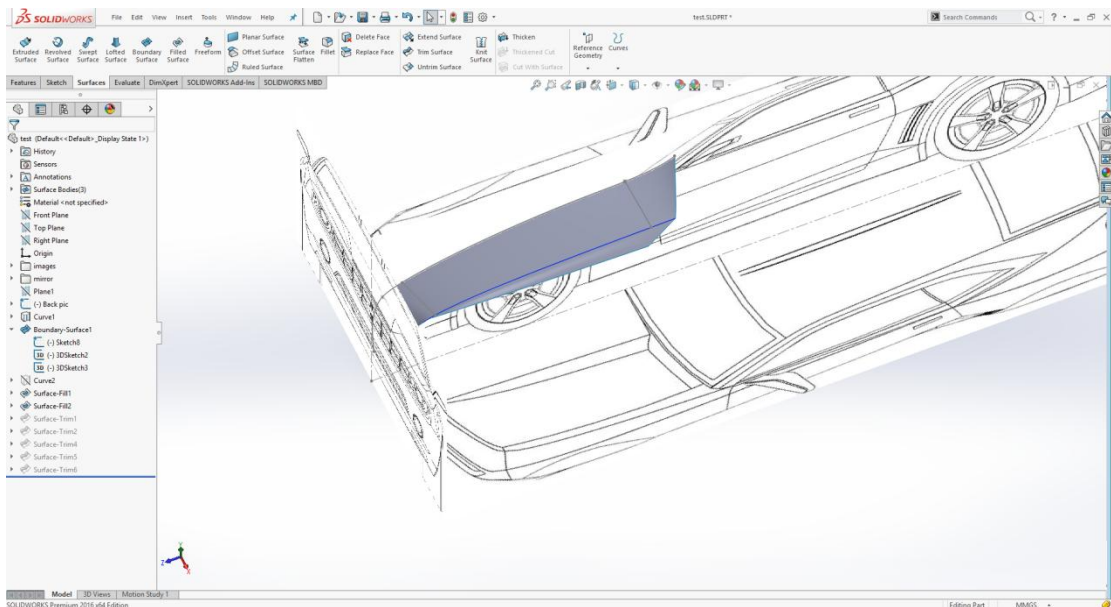
Και με Boundary Surface του δίνουμε όγκο.



Εικόνα 5.9: Ολοκλήρωση επιφάνειας

Είναι προτιμότερο να φτιάξουμε μεγαλύτερες επιφάνειες και να τις κόψουμε αργότερα για να μειώσουμε την πιθανότητα λάθους και την δυσκολία.

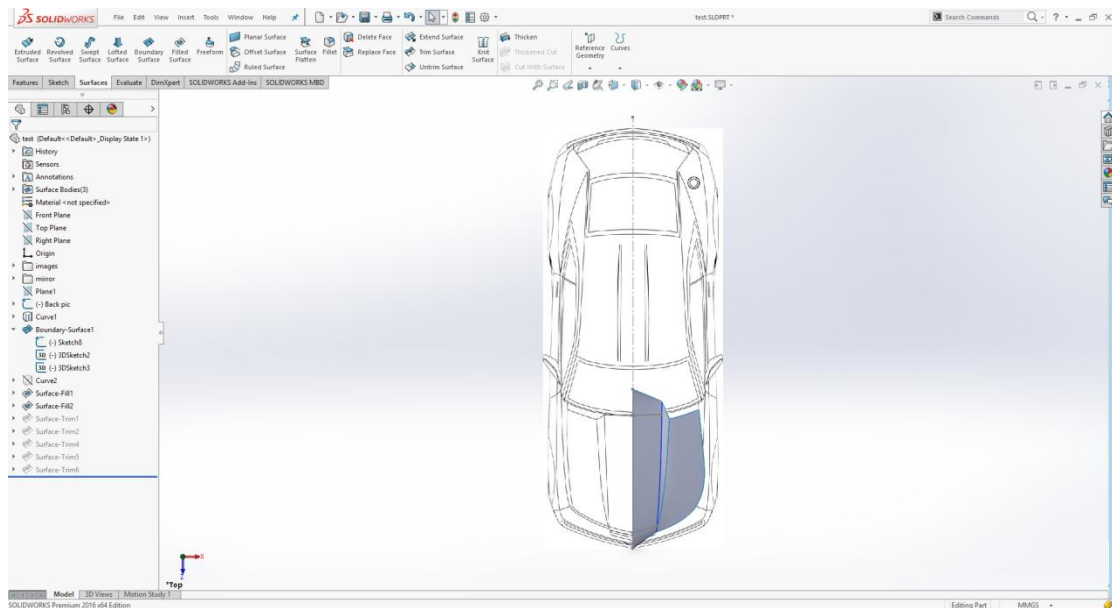
Συνεχίζουμε με τον ίδιο τρόπο για το υπόλοιπο καπό.



Εικόνα 5.10: Δημιουργία επόμενου κομματιού

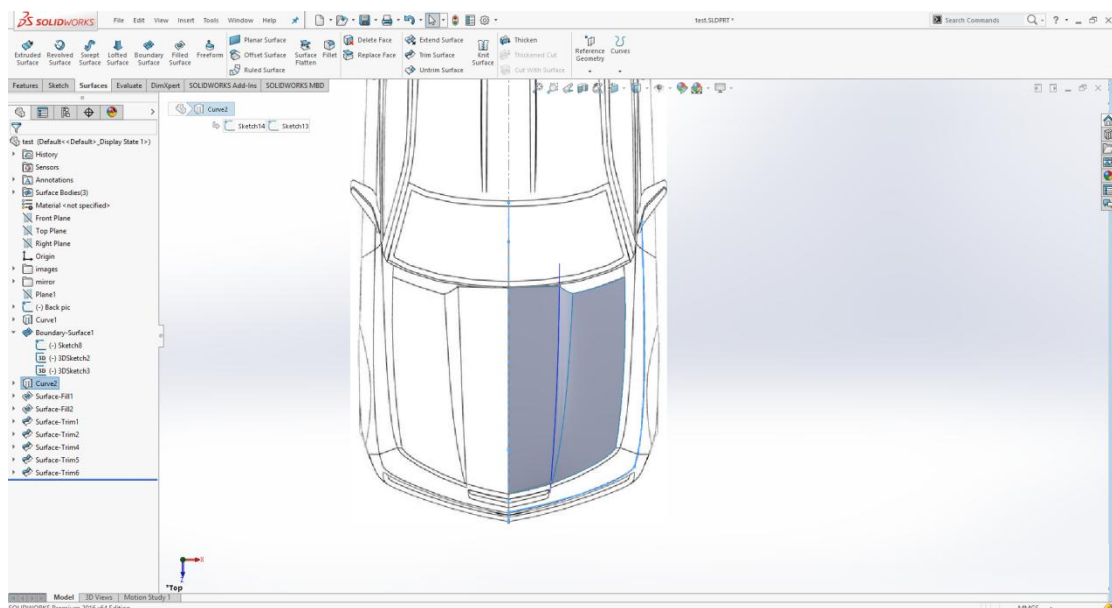
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Και τέλος



Εικόνα 5.11: Ολοκλήρωση του καπό

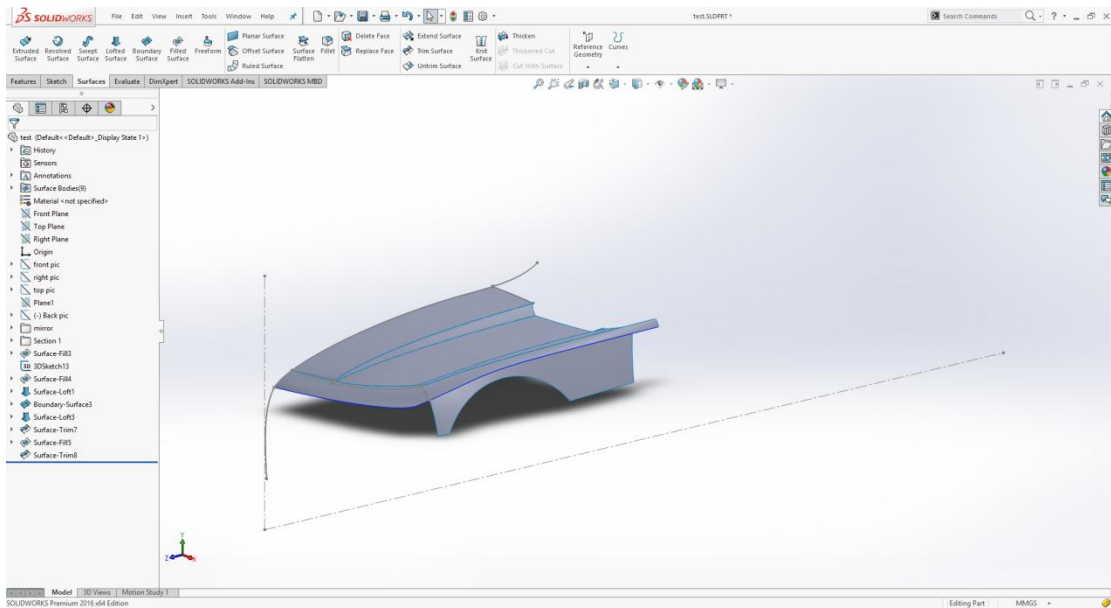
Τώρα σχεδιάσαμε στο top plane το πραγματικό σχέδιο του αμαξιού και με την χρήση trim surface, του δώσαμε το επιθυμητό σχήμα.



Εικόνα 5.12: Αφαίρεση περιττού υλικού

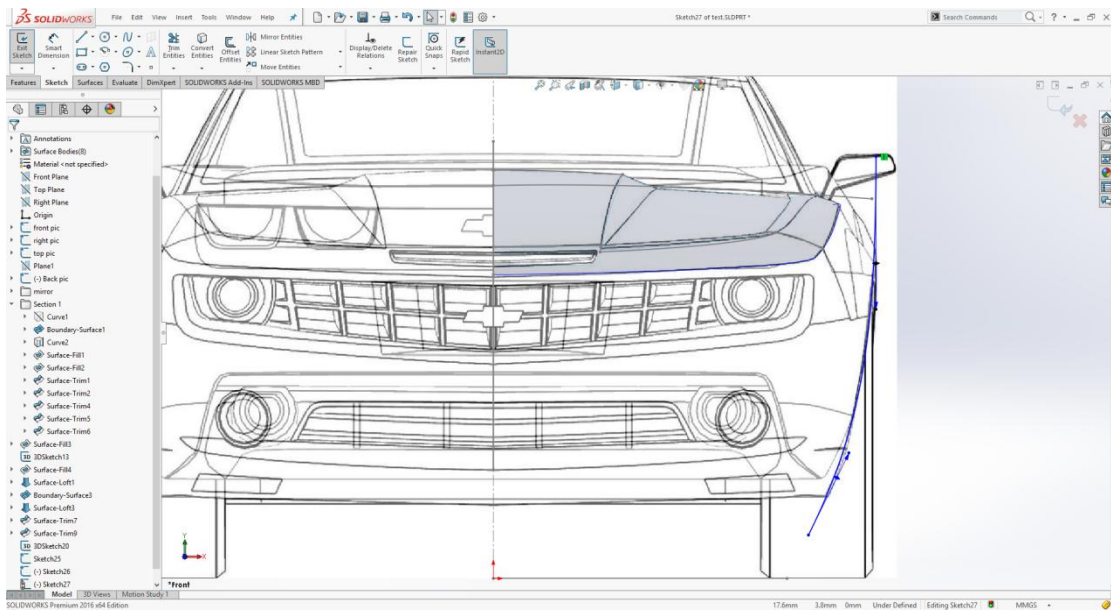
Μετά από μερικές ακόμα πλευρές.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 5.13: Δημιουργία φτερού

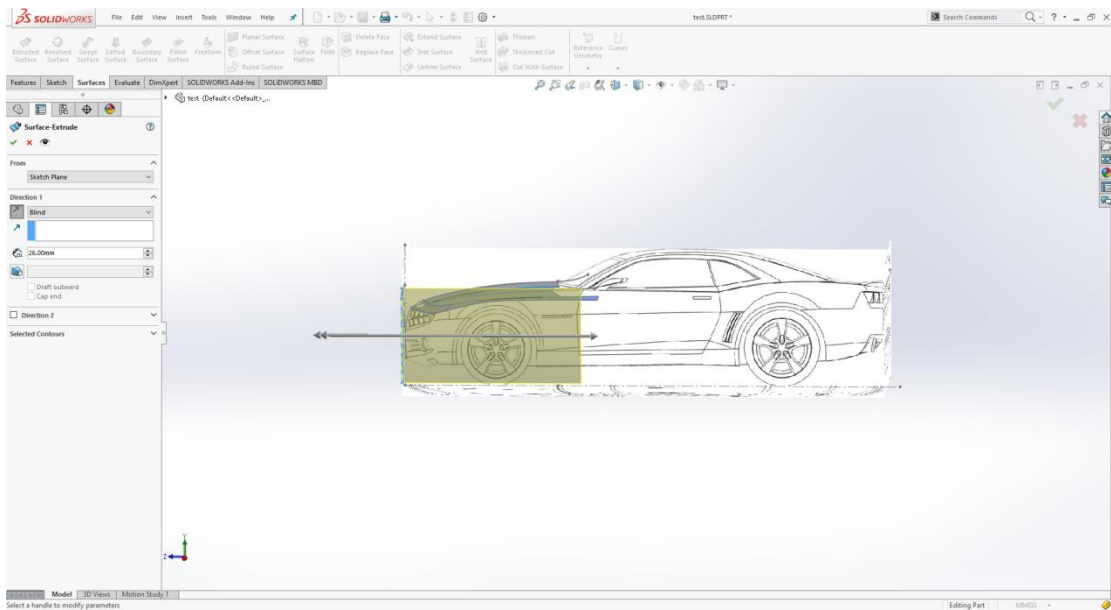
Θα αρχίσουμε να δουλεύουμε στα φτερά σχεδιάζοντας ένα περίγραμμα όπως παρακάτω.



Εικόνα 5.14: Δημιουργία πλάγιας επιφάνειας

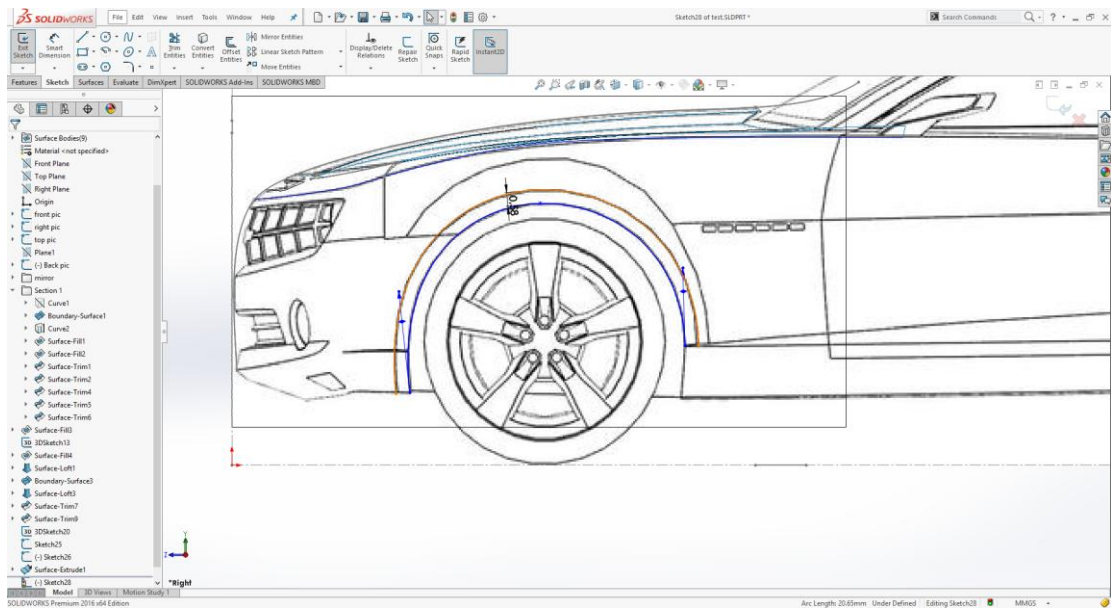
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Με την επιλογή extruded surface θα το τραβήξουμε έτσι ώστε να καλύψουμε την ρόδα.



Εικόνα 5.15: Δημιουργία πλάγιας επιφάνειας

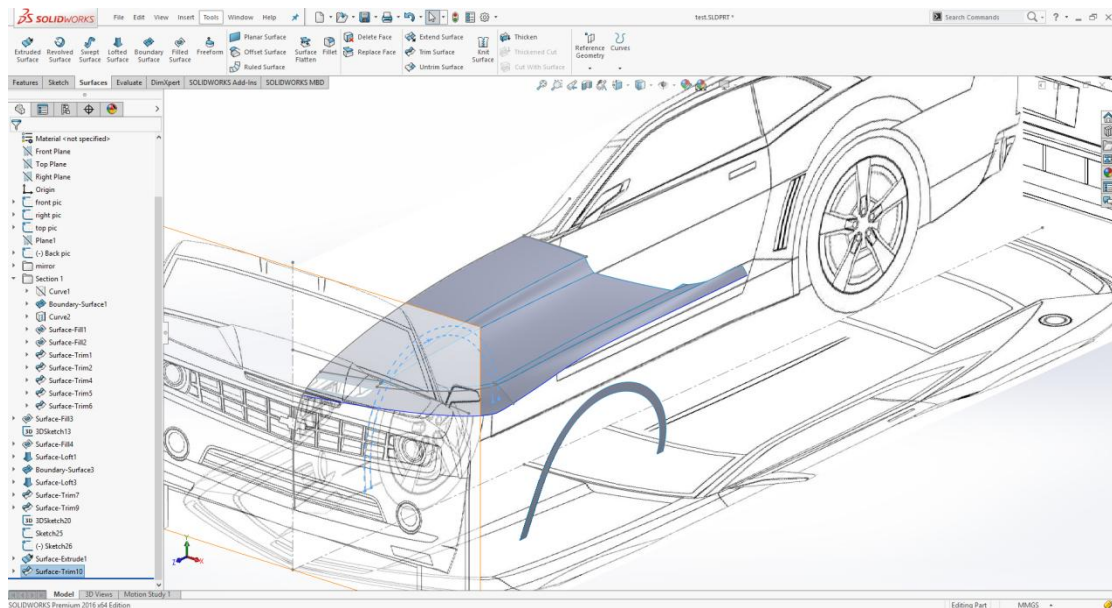
Το κάνουμε διάφανο και σχεδιάζουμε όπως παρακάτω.



Εικόνα 5.16: Αφαίρεση περιττού υλικού

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

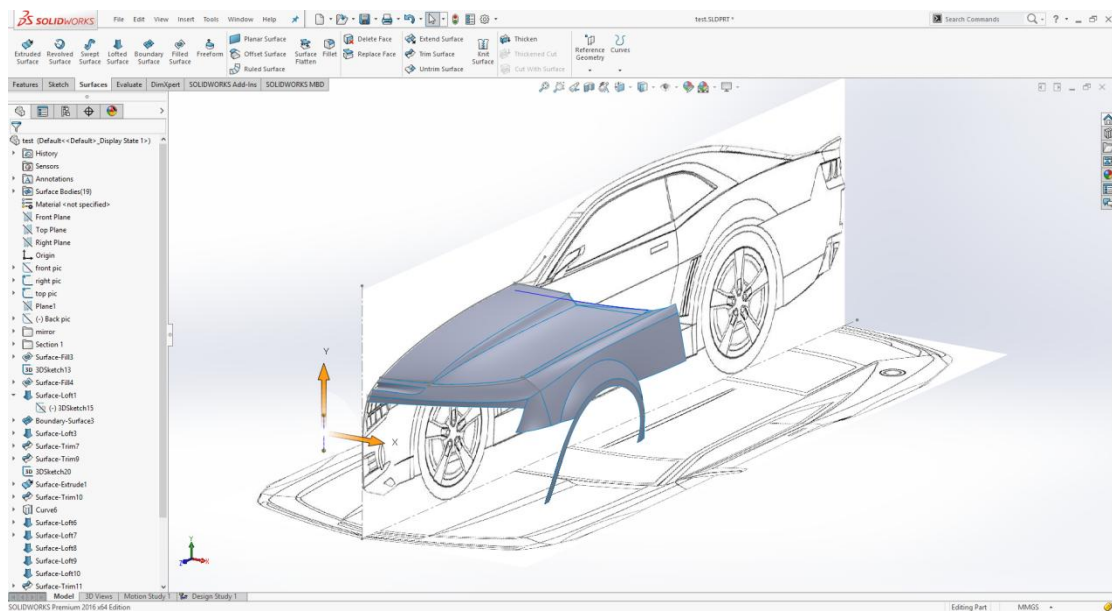
Με την επιλογή trim entities κρατάμε το κομμάτι που θέλουμε.



Εικόνα 5.17: Ολοκλήρωση της επιφάνειας

Έτσι φτιάξαμε και ένα ακόμα σημείο αναφοράς.

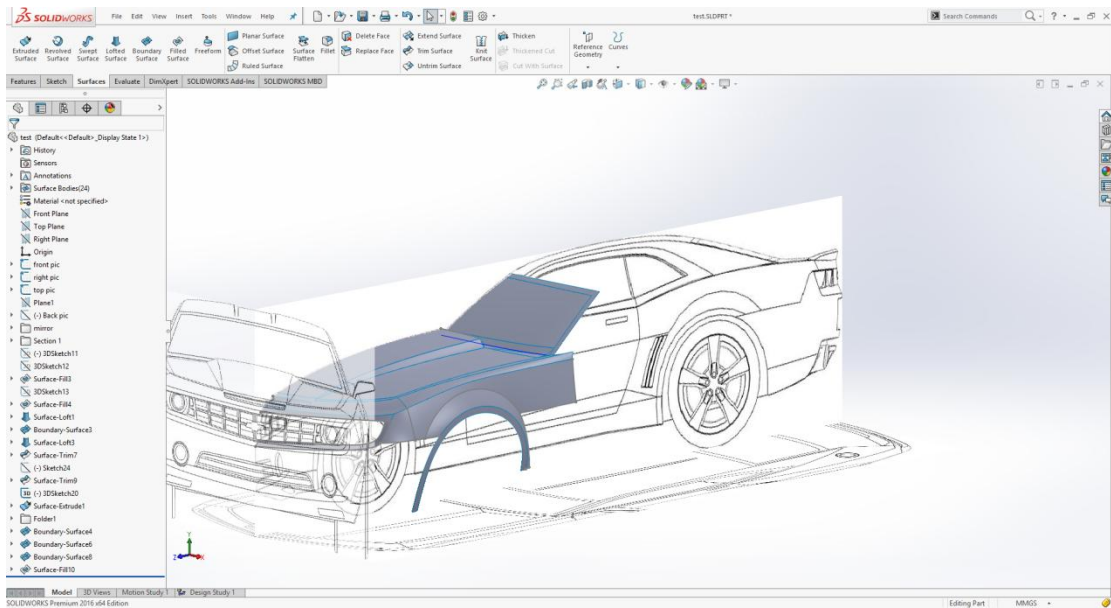
Με την βοήθειά του συνεχίζουμε την σχεδίαση.



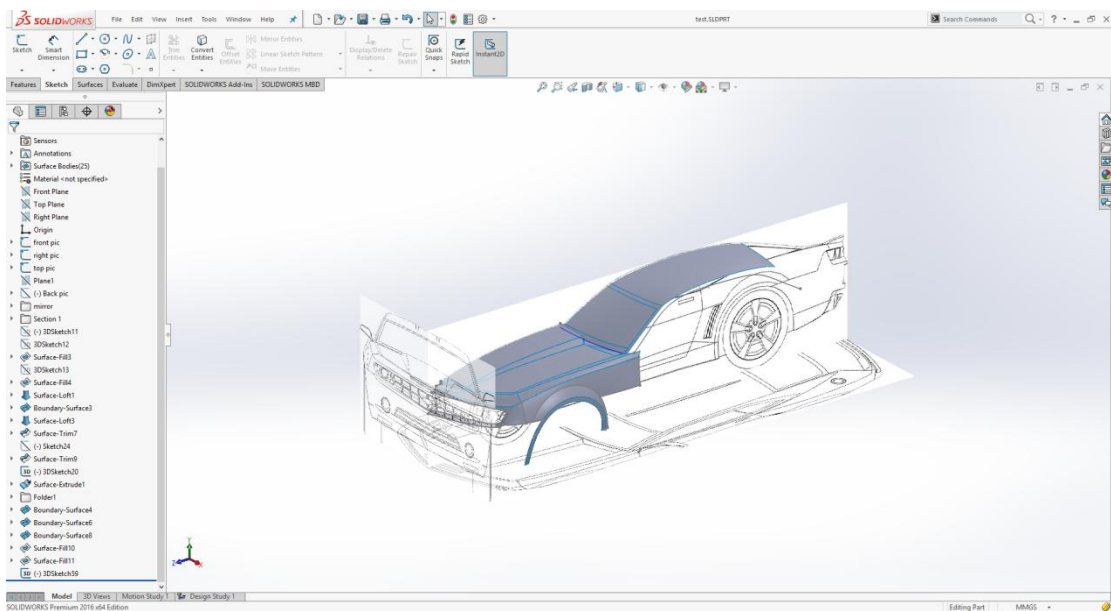
Εικόνα 5.18: Δημιουργία πλάγιων πλευρών

Συνεχίζουμε όπως και πριν πάντα έχοντας ως σημείο αναφοράς προηγούμενη πλευρά.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

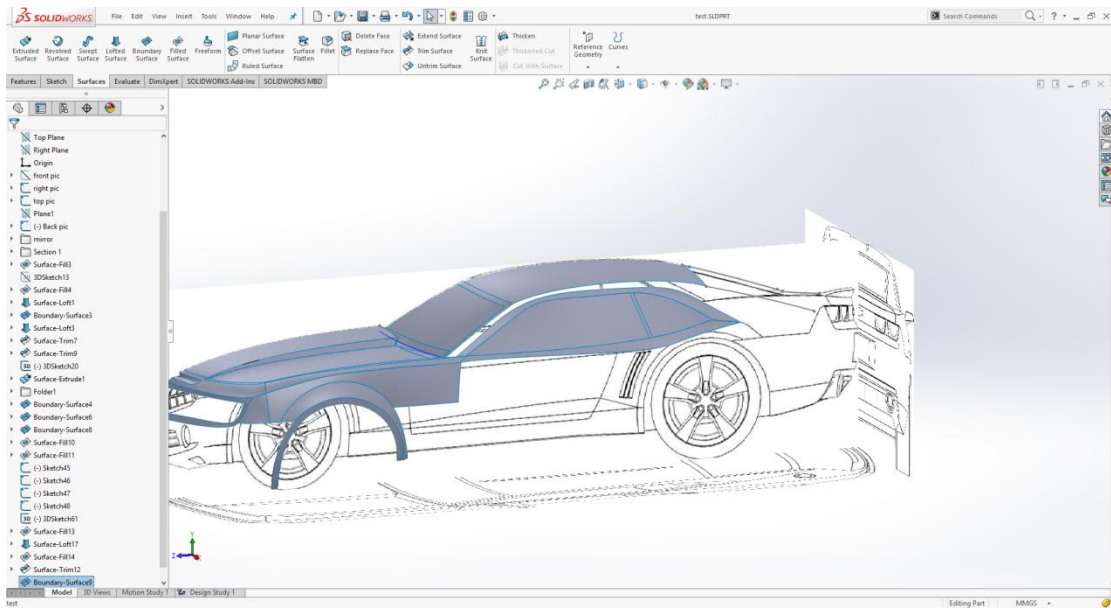


Εικόνα 5.19: Δημιουργία παρμπρίζ

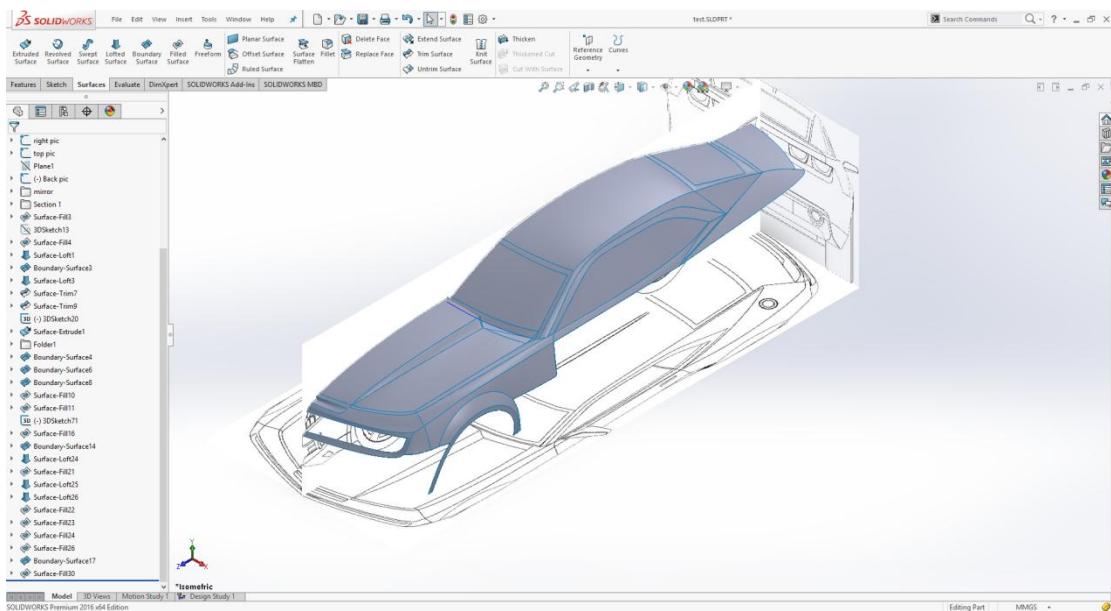


Εικόνα 5.20: Δημιουργία οροφής

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



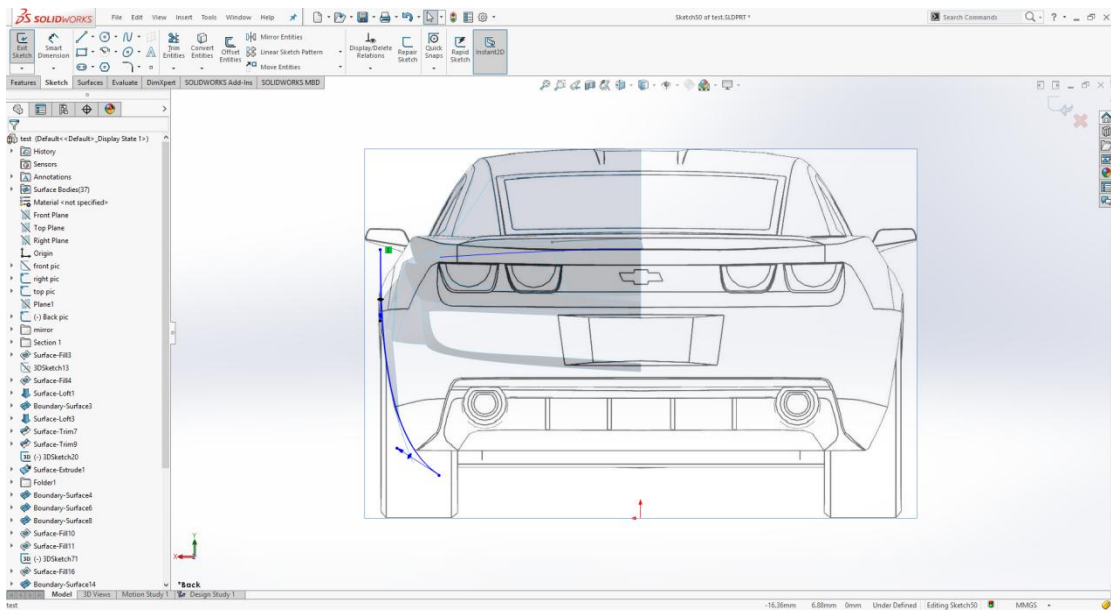
Εικόνα 5.21: Δημιουργία παραθύρου



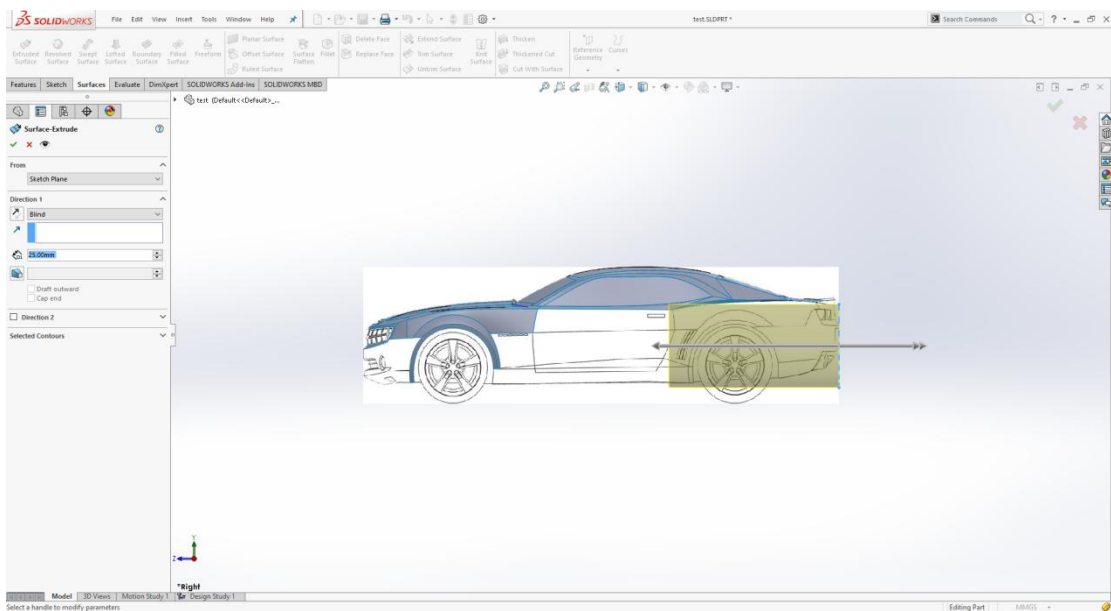
Εικόνα 5.22: Δημιουργία ενδιαμέσου μέρους και πίσω πλευρών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Όπως και προηγουμένως σχεδιάζουμε το πρώτο φτερό του αμαξιού.

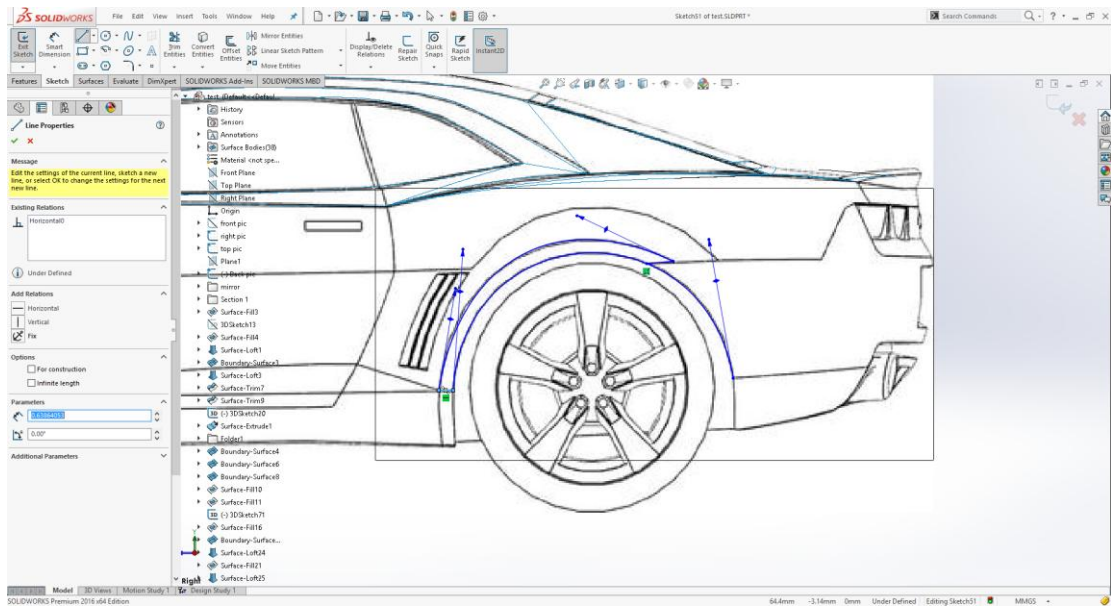


Εικόνα 5.23: Δημιουργία πλάγιας επιφάνειας

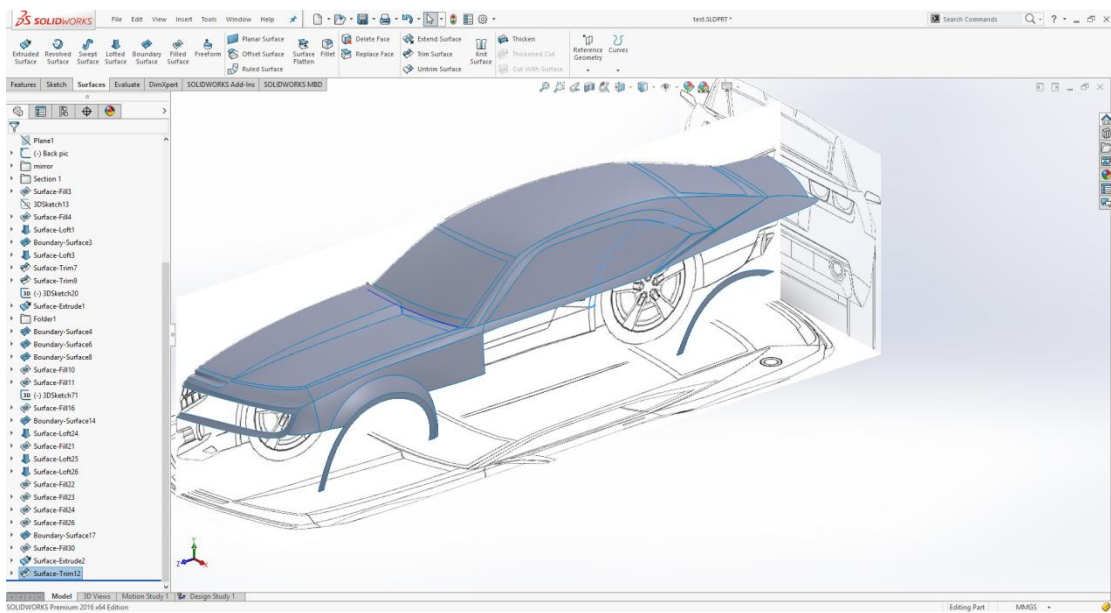


Εικόνα 5.24: Δημιουργία πλάγιας επιφάνειας

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



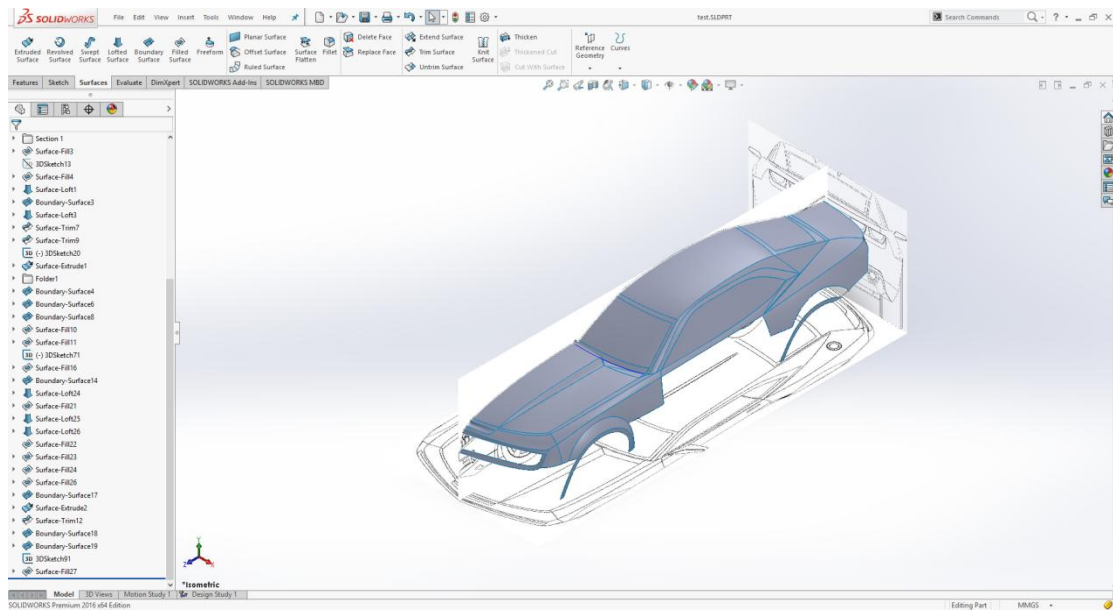
Εικόνα 5.25: Αφαίρεση περιττού υλικού



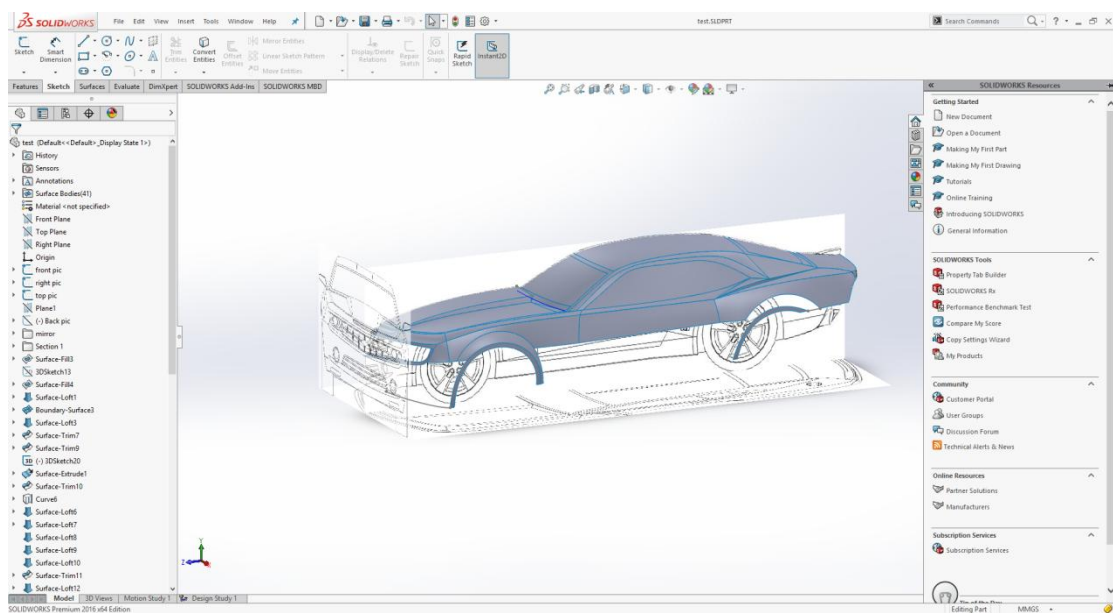
Εικόνα 5.26: Ολοκλήρωση της επιφάνειας

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Και συνεχίζουμε την σχεδίαση όπως πριν με το νέο σημείο αναφοράς.

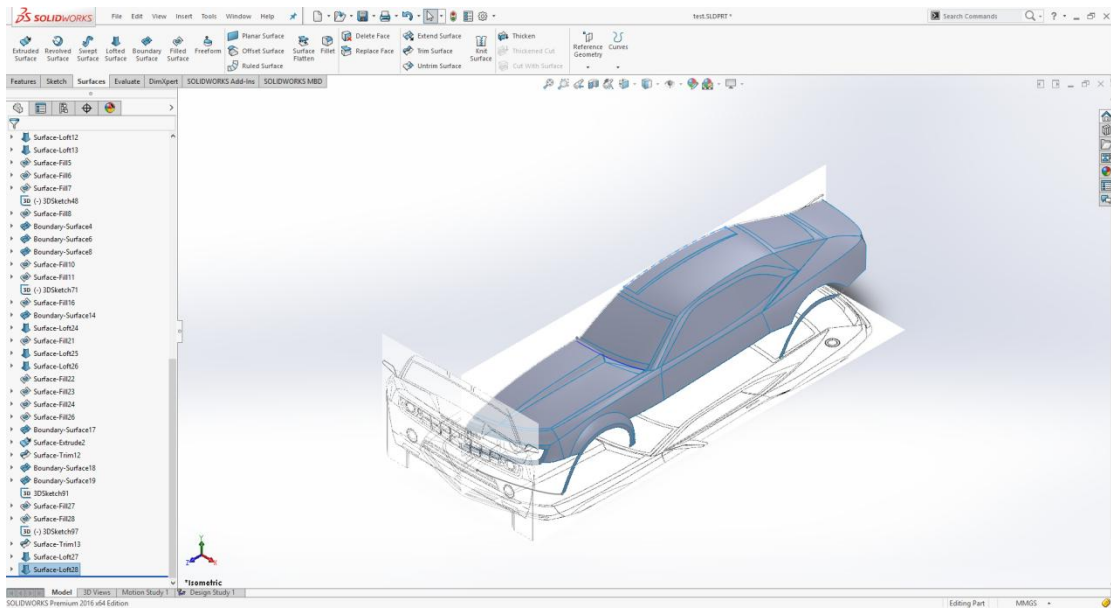


Εικόνα 5.27: Δημιουργία ενδιάμεσων επιφανειών

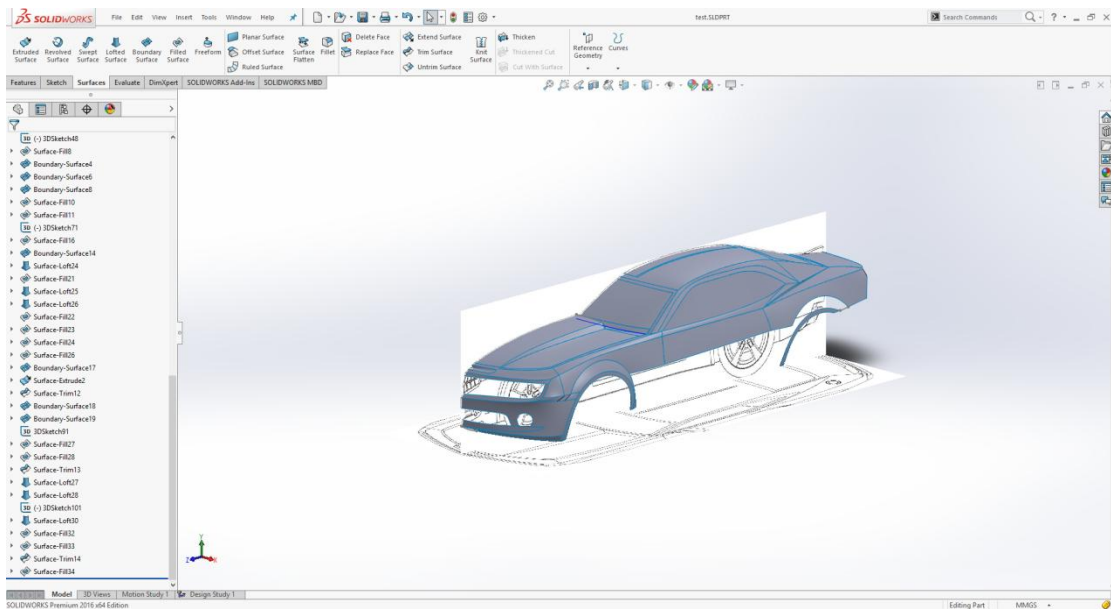


Εικόνα 5.28: Δημιουργία ενδιάμεσων επιφανειών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

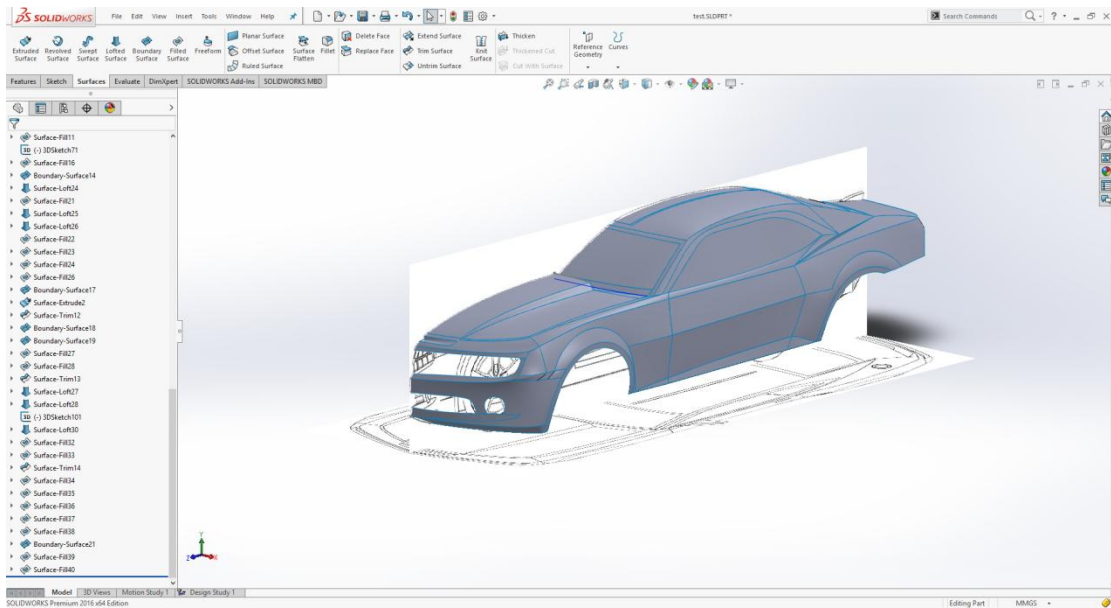


Εικόνα 5.29: Δημιουργία μπροστά προφυλακτήρα

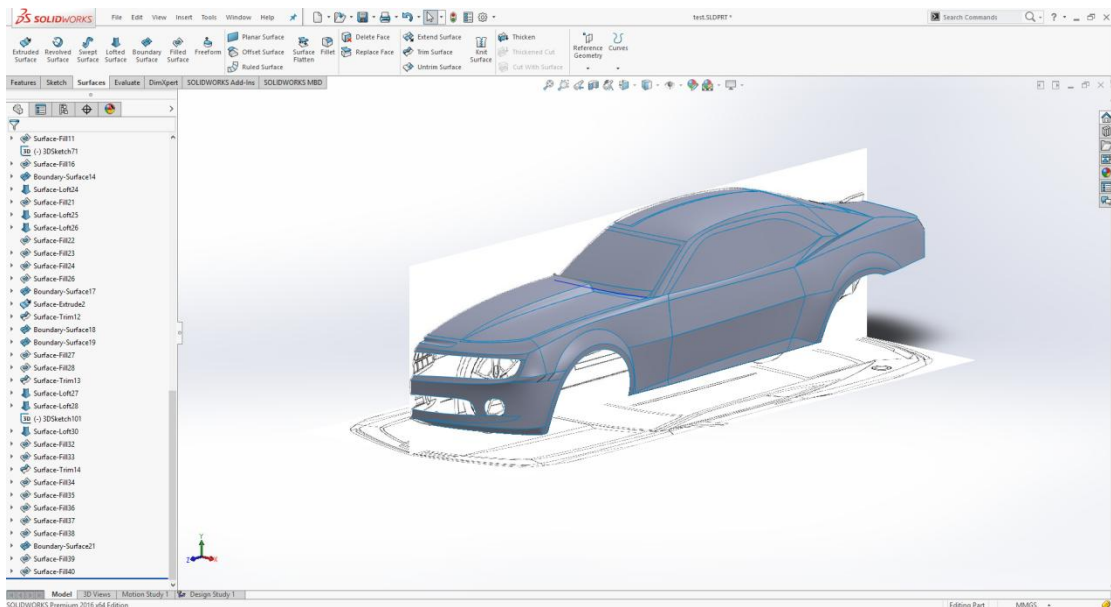


Εικόνα 5.30: Δημιουργία μπροστά προφυλακτήρα

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

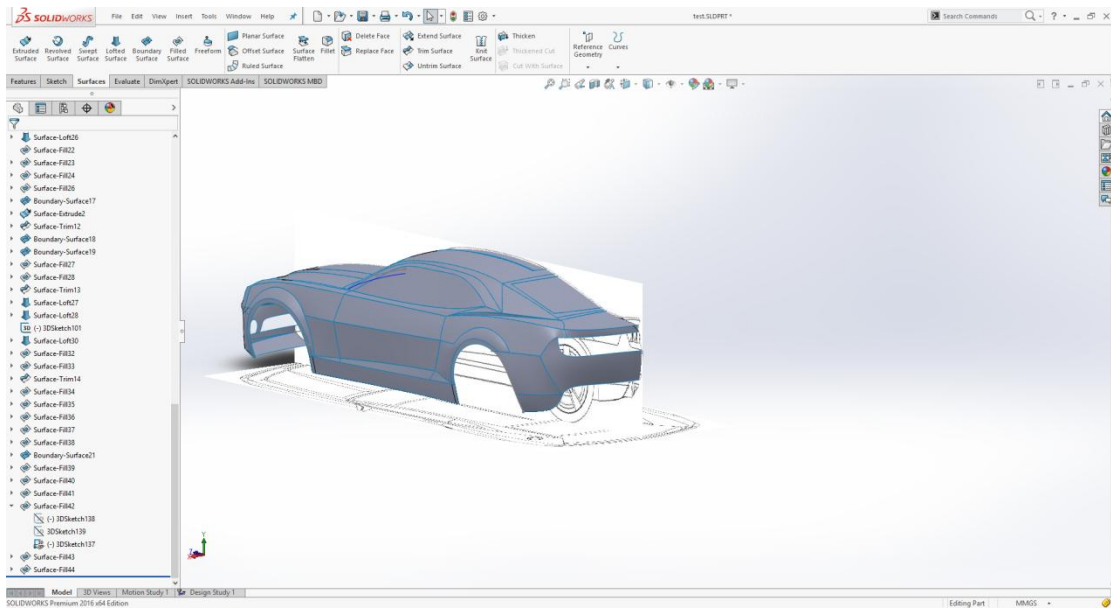


Εικόνα 5.31: Δημιουργία μπροστά προφυλακτήρα

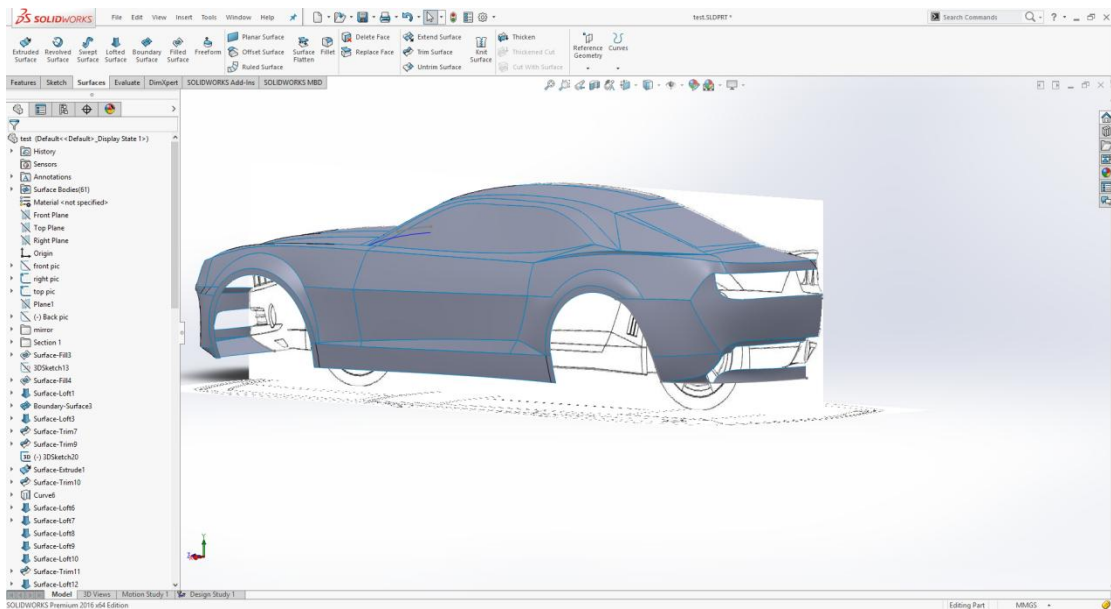


Εικόνα 5.32: Δημιουργία μπροστά προφυλακτήρα

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 5.33: Δημιουργία πίσω προφυλακτήρα

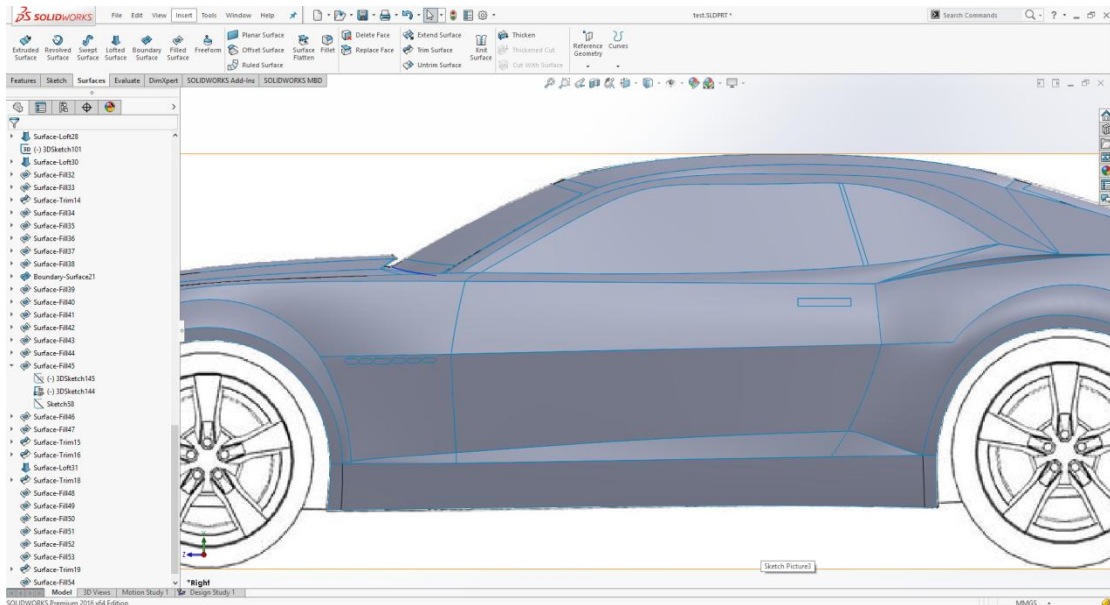


Εικόνα 5.34: Δημιουργία πίσω προφυλακτήρα

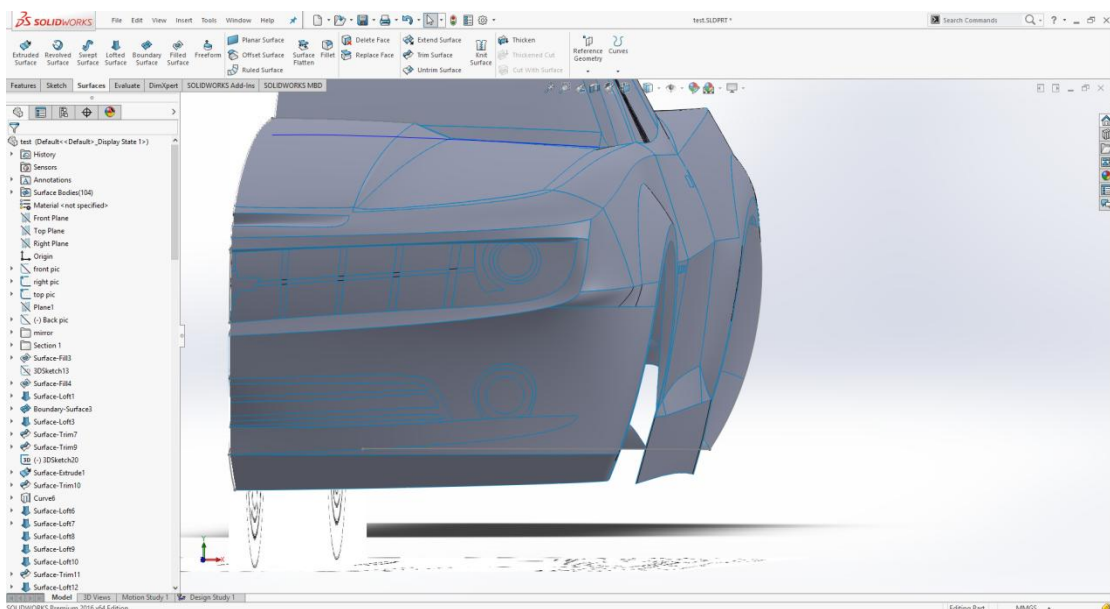
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Τώρα θα προσθέσουμε λεπτομέρειες στο πλάι και στα μπρος και πίσω μέρη αφαιρώντας υλικό και ξαναπροσθέτοντάς το.

Έτσι αλλάζοντας το υλικό στα σημεία αυτά θα φανούν οι λεπτομέρειες.

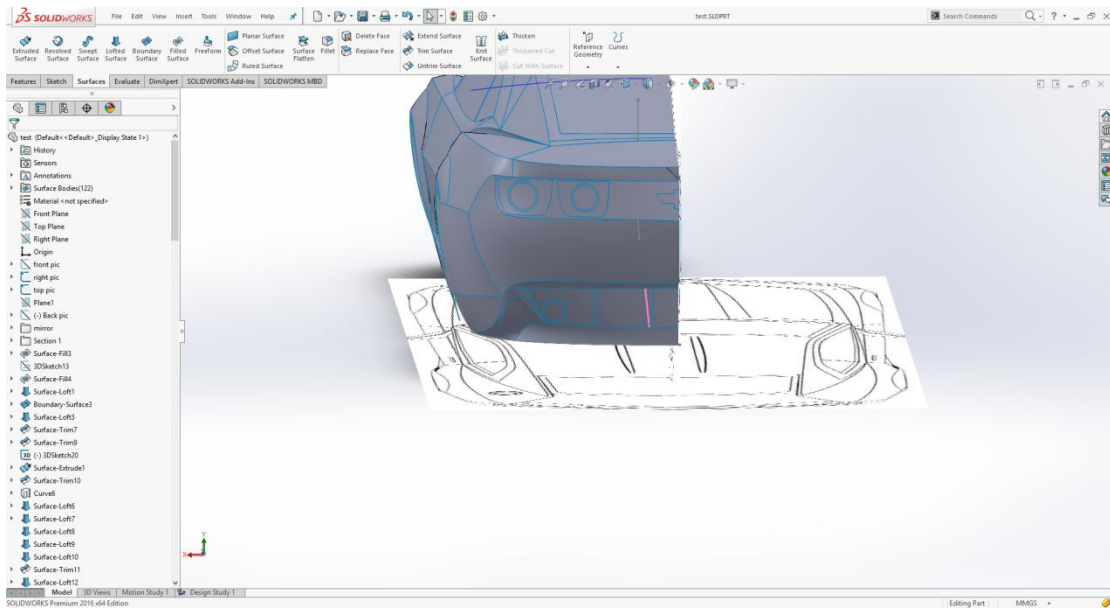


Εικόνα 5.35: Προσθήκη λεπτομεριών



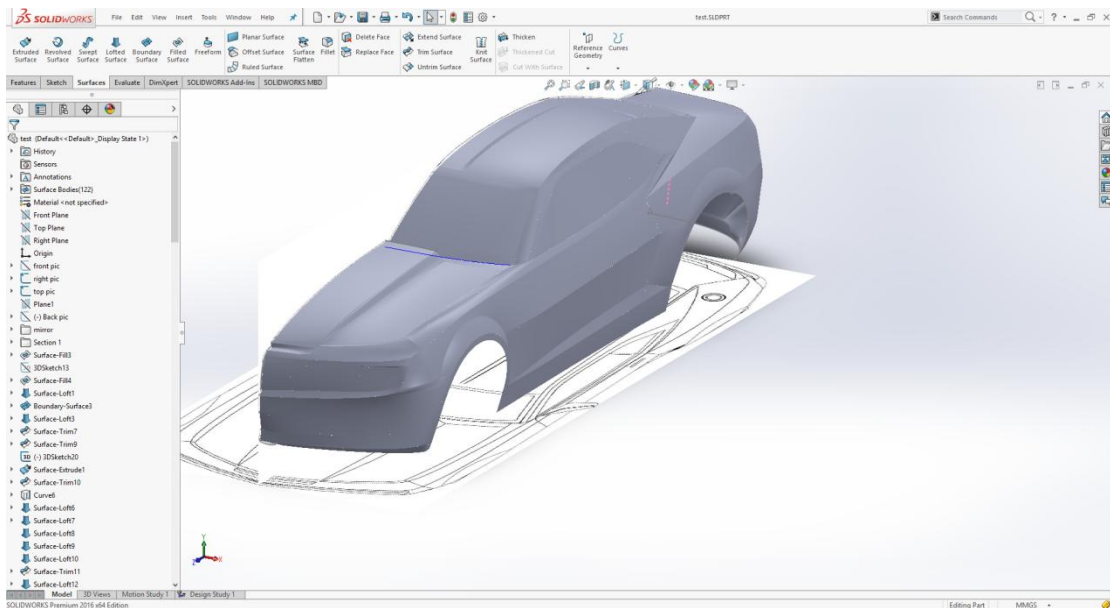
Εικόνα 5.36: Προσθήκη λεπτομεριών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



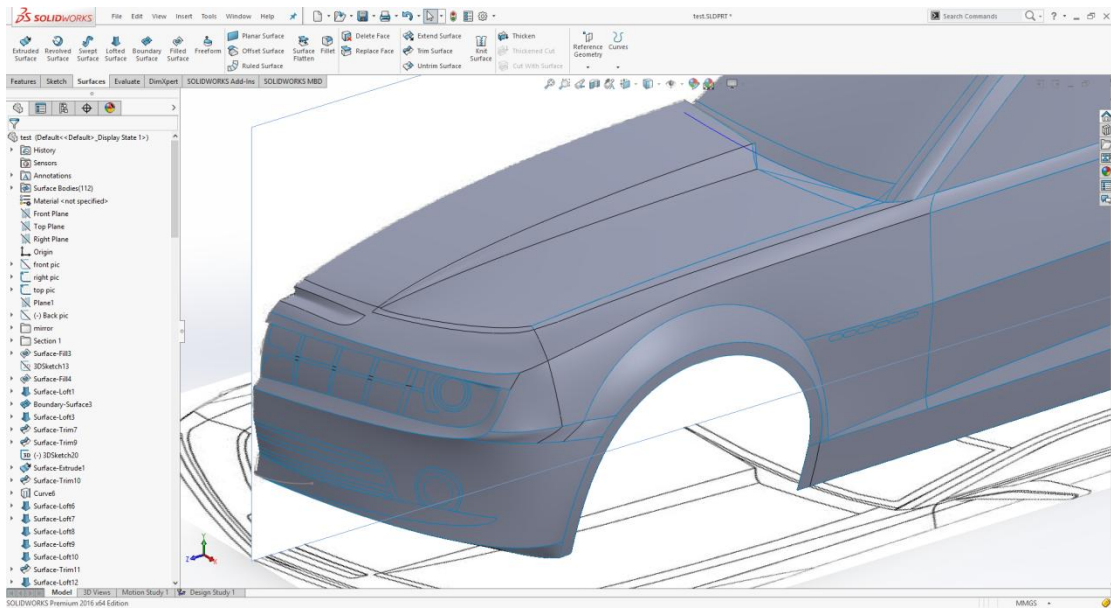
Εικόνα 5.37: Προσθήκη λεπτομερειών

Αφού τελειώσαμε το σχέδιο, αλλάζοντας την προβολή σε στερεά, δηλαδή χωρίς γραμμές, βλέπουμε ότι υπάρχουν μικρές οπές. Αυτό συμβαίνει γιατί ακόμα δεν έχουμε δέσει τις επιφάνειες που φτιάξαμε. Επιλέγουμε knit surfaces και έπειτα συνορεύω πλευρές.

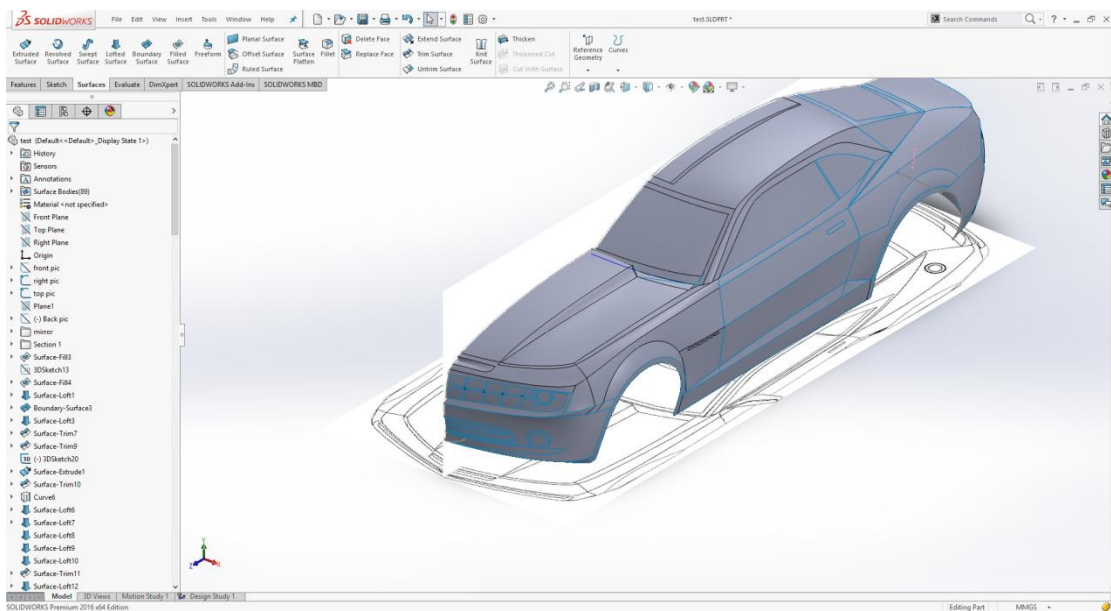


Εικόνα 5.38: Στερεά εμφάνιση

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



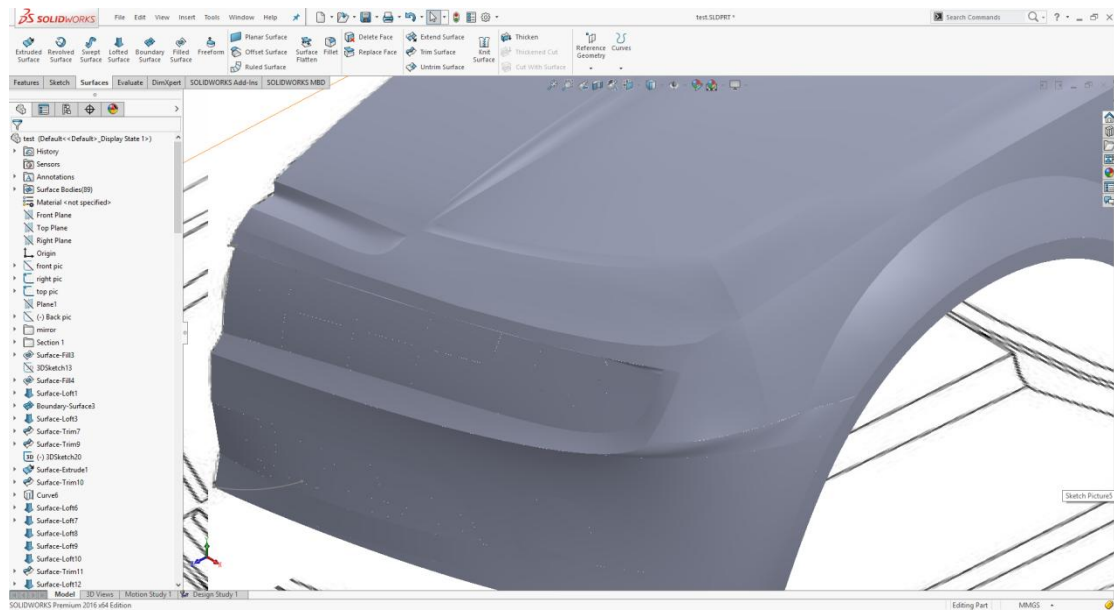
Εικόνα 5.39: Διόρθωση τομής πλευρών



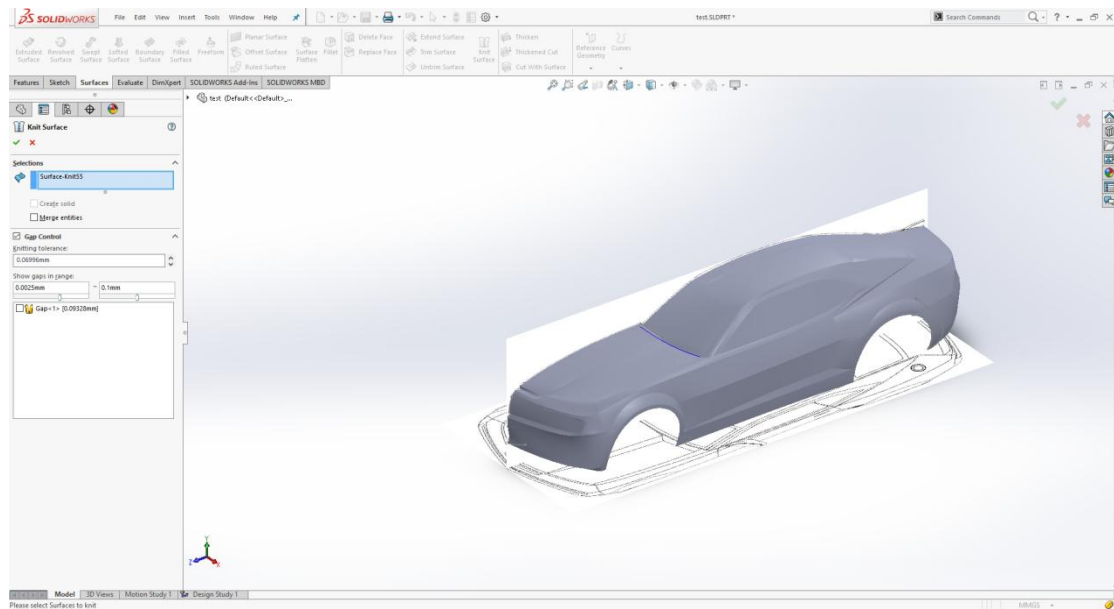
Εικόνα 5.40: Διόρθωση τομής πλευρών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Βλέπουμε ότι στο καπό οι οπές εξαφανίστηκαν.



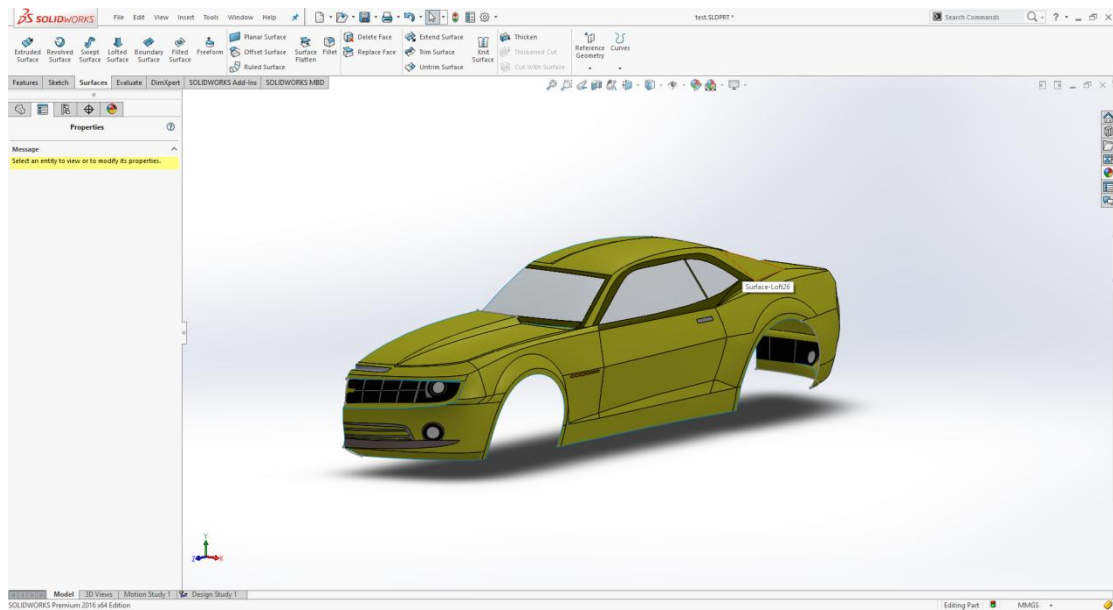
Εικόνα 5.41: Στερεά εμφάνιση



Εικόνα 5.42: Στερεά εμφάνιση

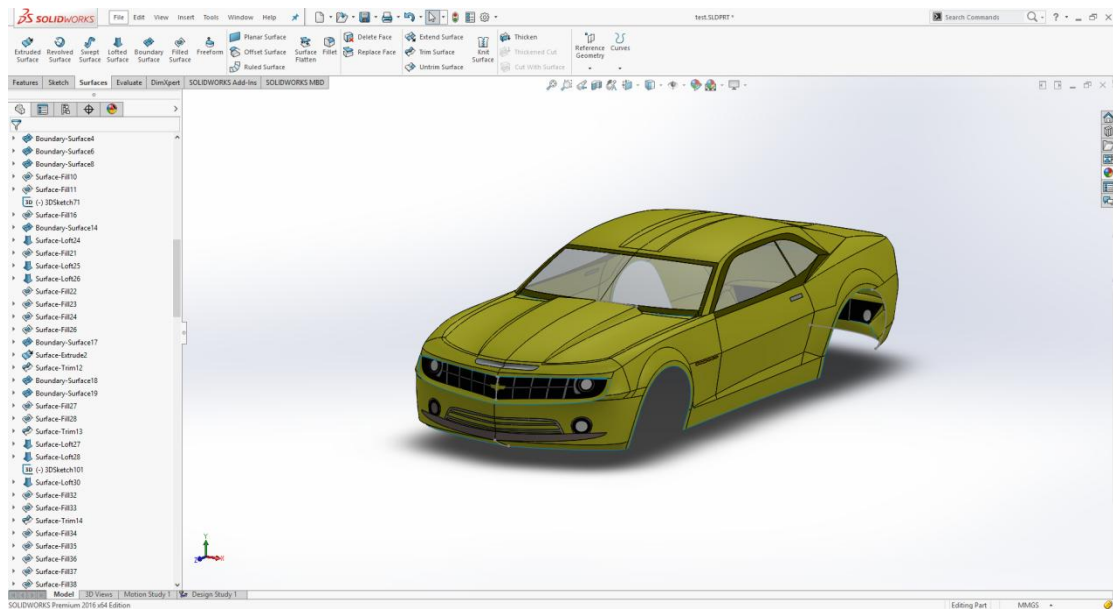
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Αφού τελειώσουμε την προηγούμενη διαδικασία δίνουμε εμφάνιση στο αμάξι.



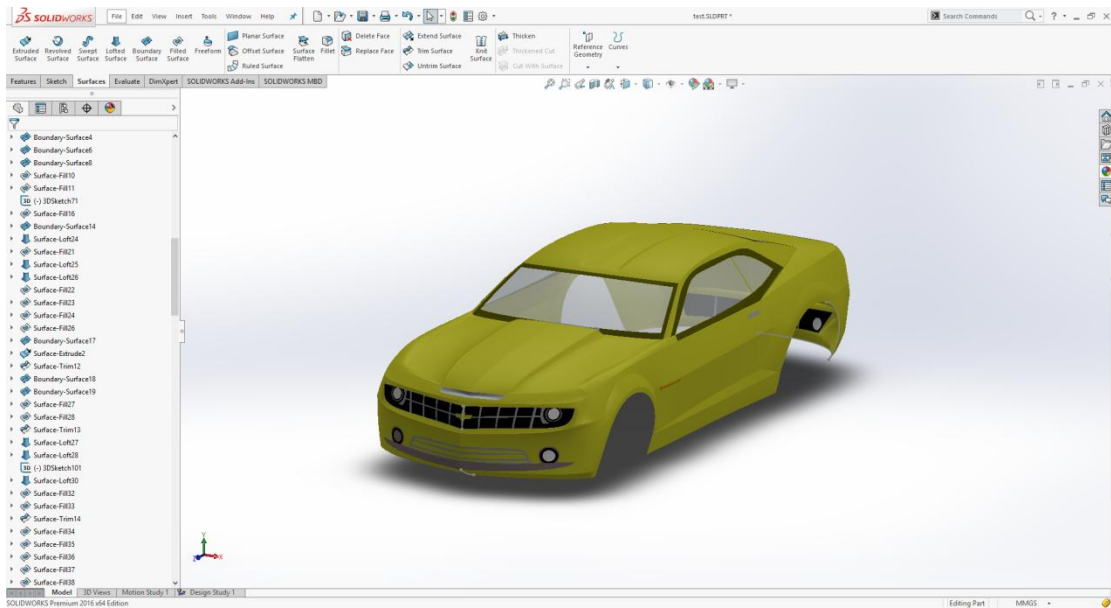
Εικόνα 5.43: Θέση υλικού

Και τέλος κάνουμε mirror έτσι ώστε να το ολοκληρώσουμε.



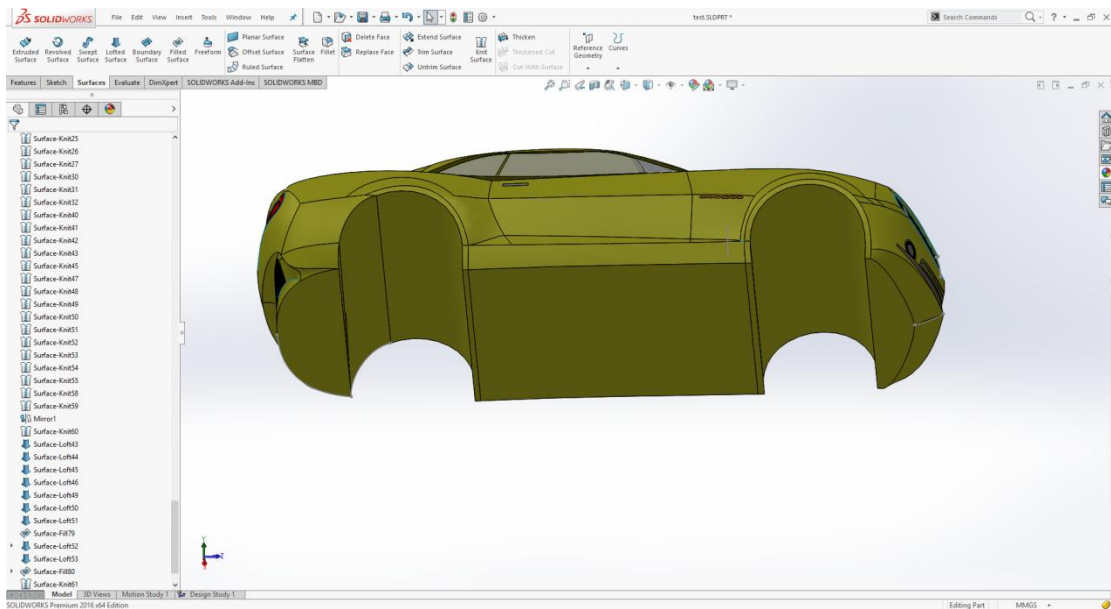
Εικόνα 5.44: Mirror σώματος

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



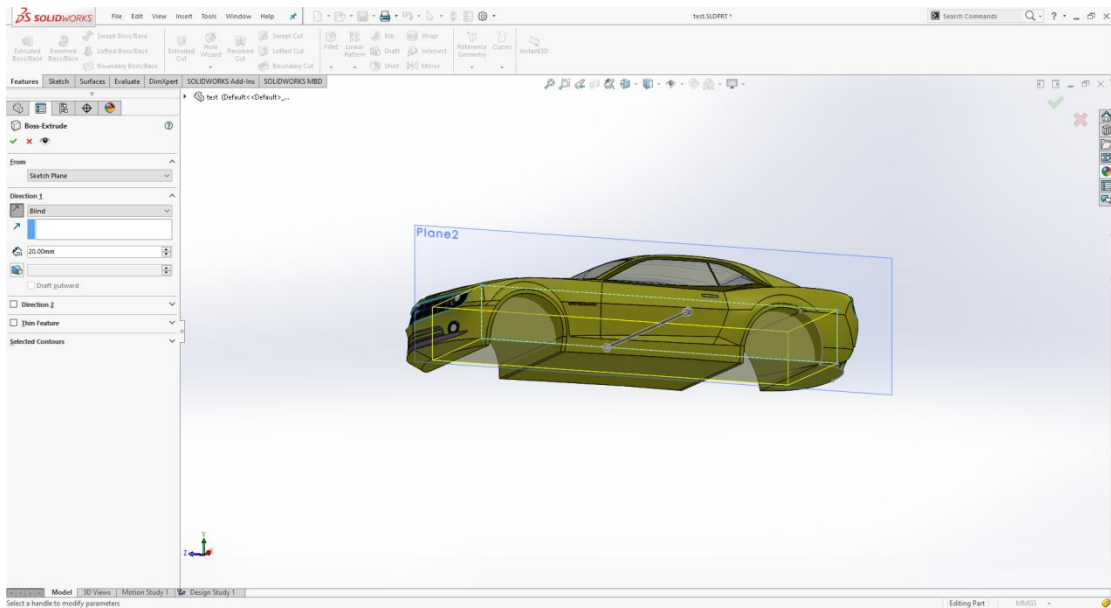
Εικόνα 5.45: Στερεά εμφάνιση

Τώρα θα καλύψουμε το κάτω μέρος και θα φτιάξουμε ένα στερεό για να τοποθετήσουμε τις ρόδες.

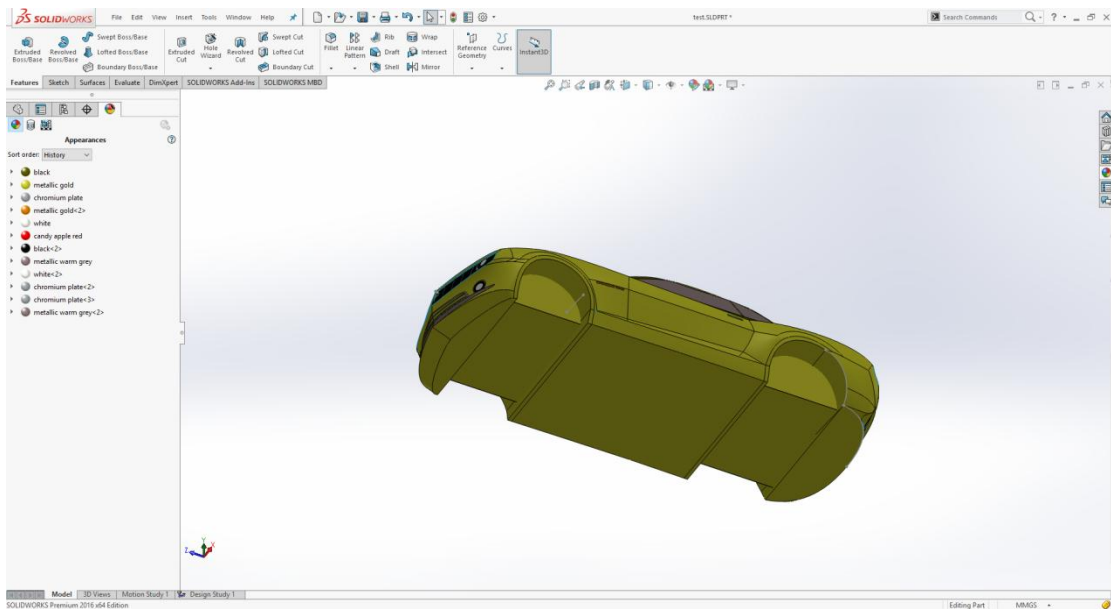


Εικόνα 5.46: Κάλυψη κάτω μέρους

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

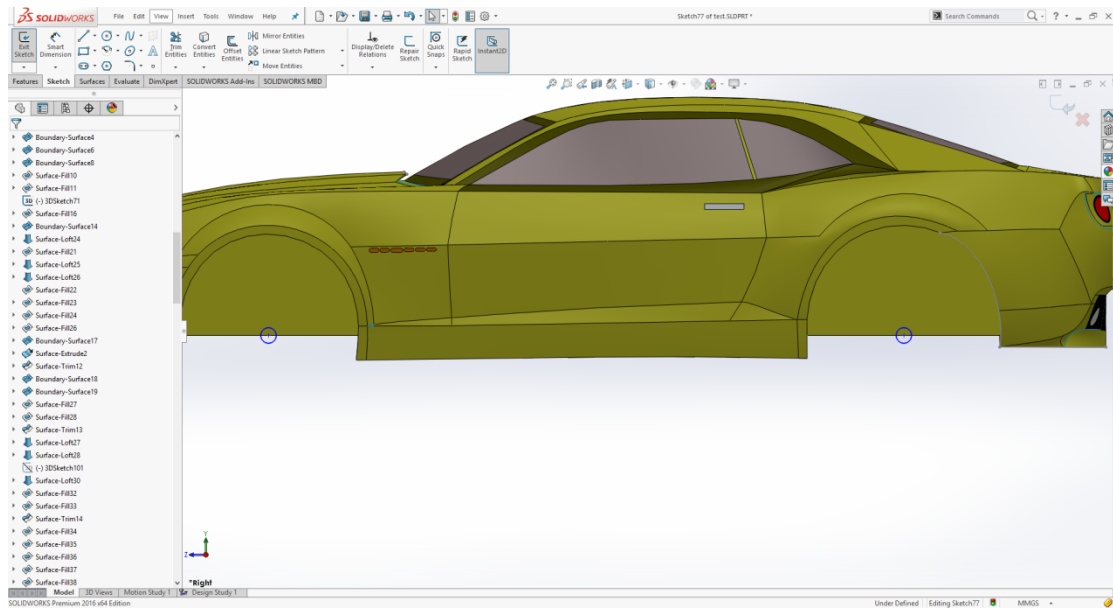


Εικόνα 5.47: Δημιουργία βάσης

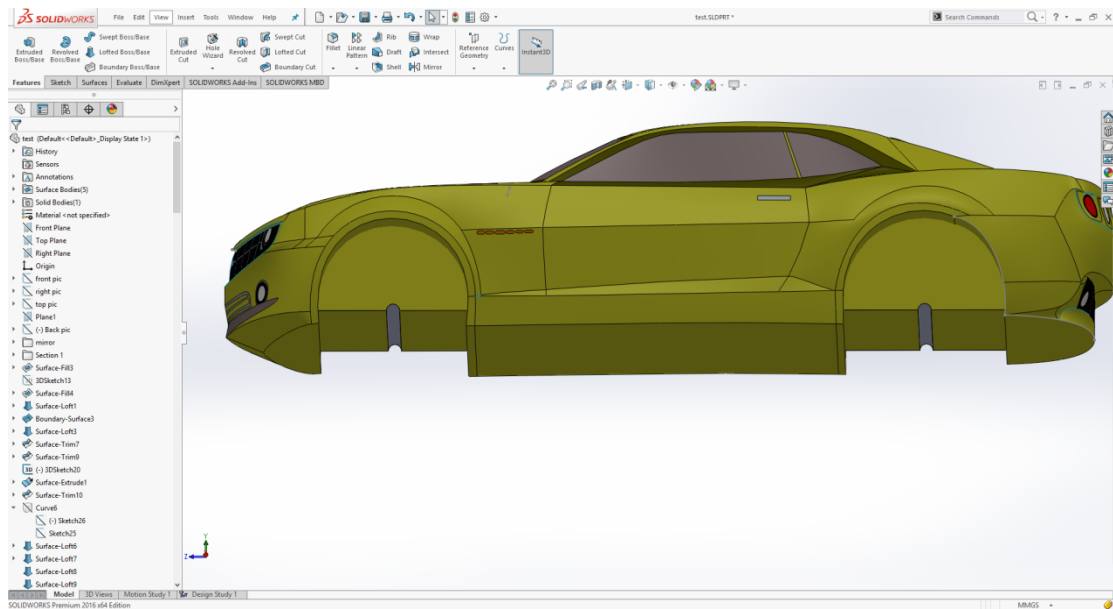


Εικόνα 5.48: Δημιουργία βάσης

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



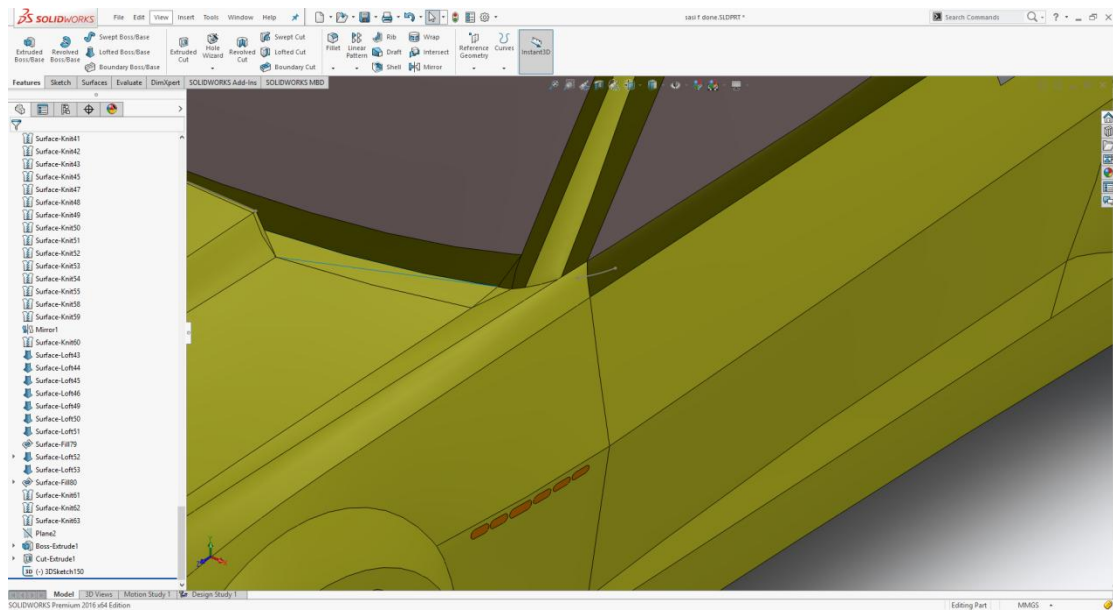
Εικόνα 5.49: Δημιουργία κενών



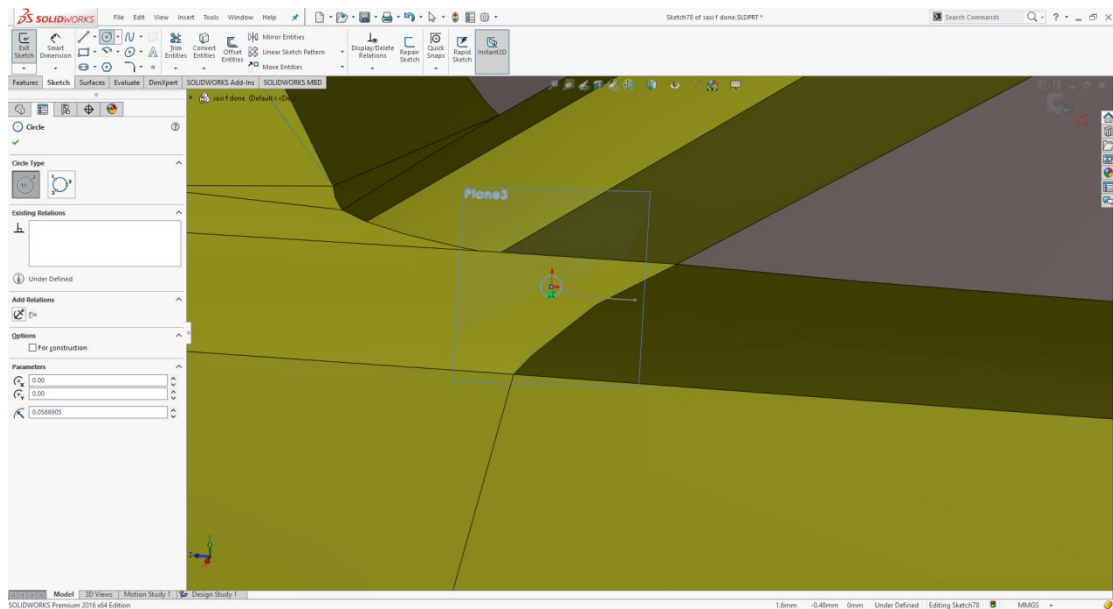
Εικόνα 5.50: Δημιουργία κενών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Φτιάχνουμε και τον καθρέπτη που ξεχάσαμε προηγουμένως με την χρήση swept surface.

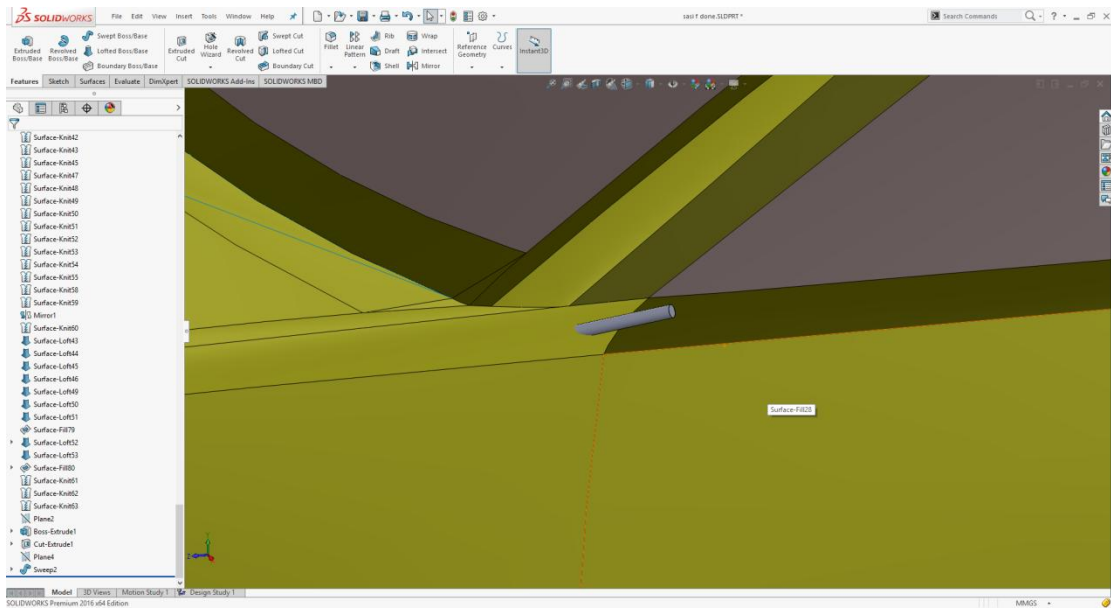


Εικόνα 5.51: Δημιουργία καθρέπτη

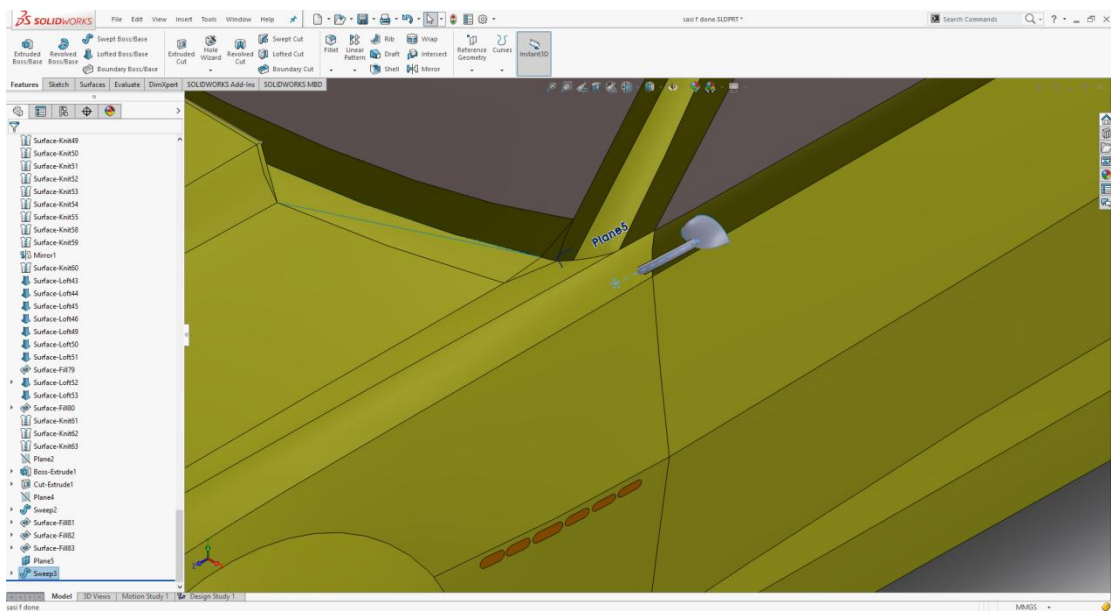


Εικόνα 5.52: Δημιουργία καθρέπτη

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

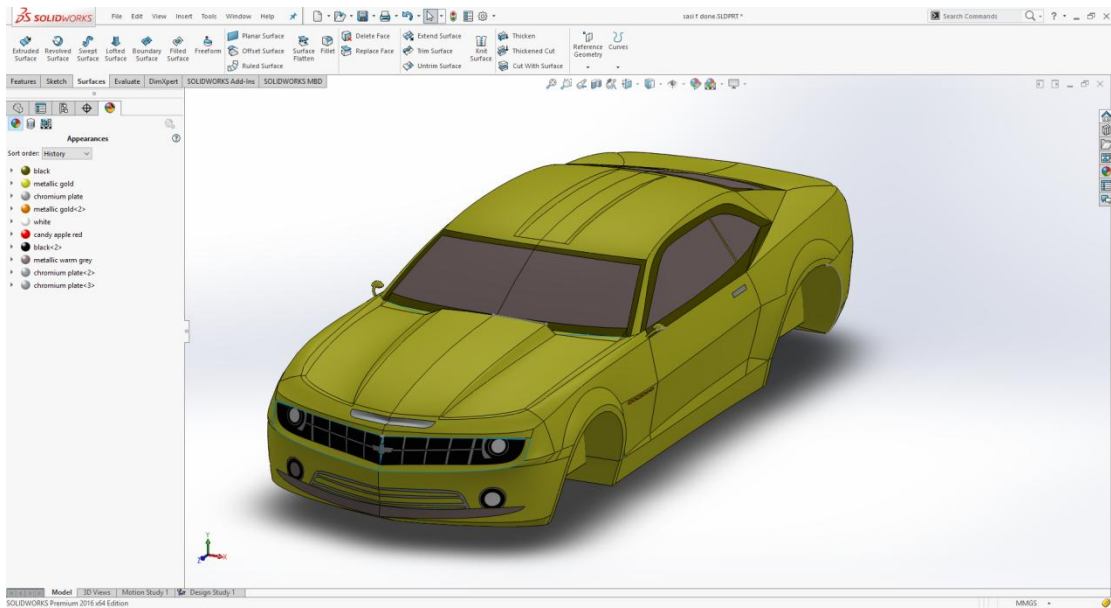


Εικόνα 5.53: Δημιουργία καθρέπτη



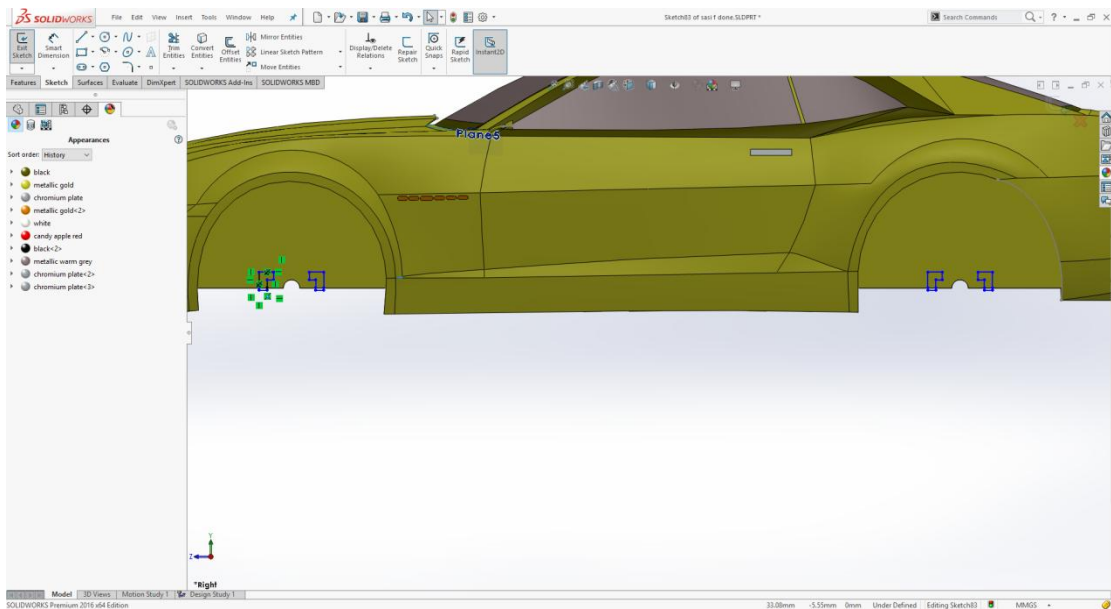
Εικόνα 5.54: Δημιουργία καθρέπτη

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



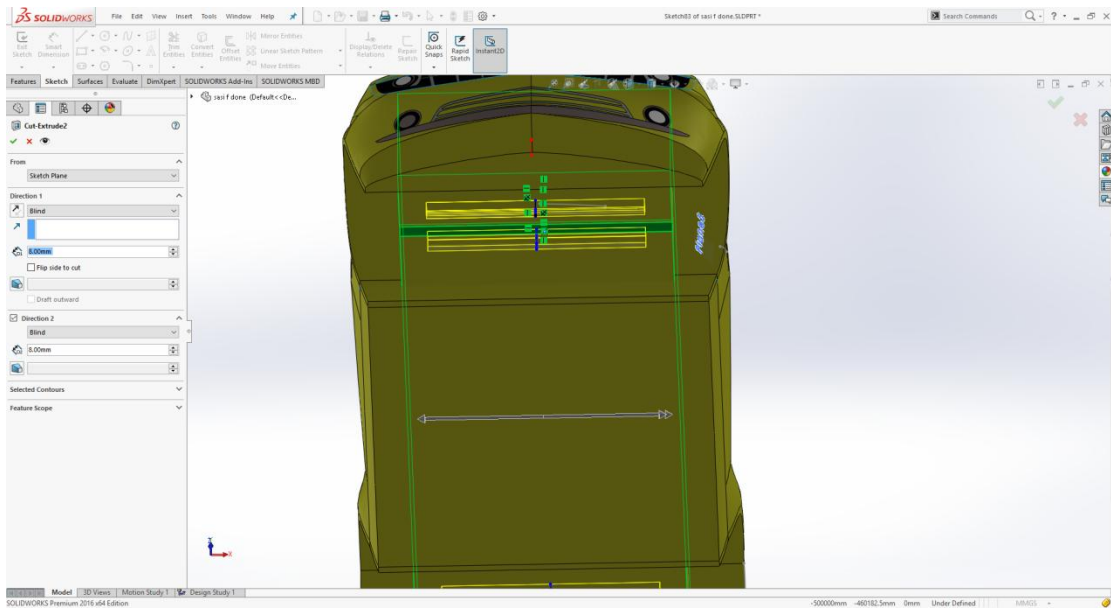
Εικόνα 5.55: Αποτέλεσμα

Τώρα σχεδιάζουμε όπως παρακάτω για να φτιάξουμε την θέση του τρίτου εξαρτήματος.

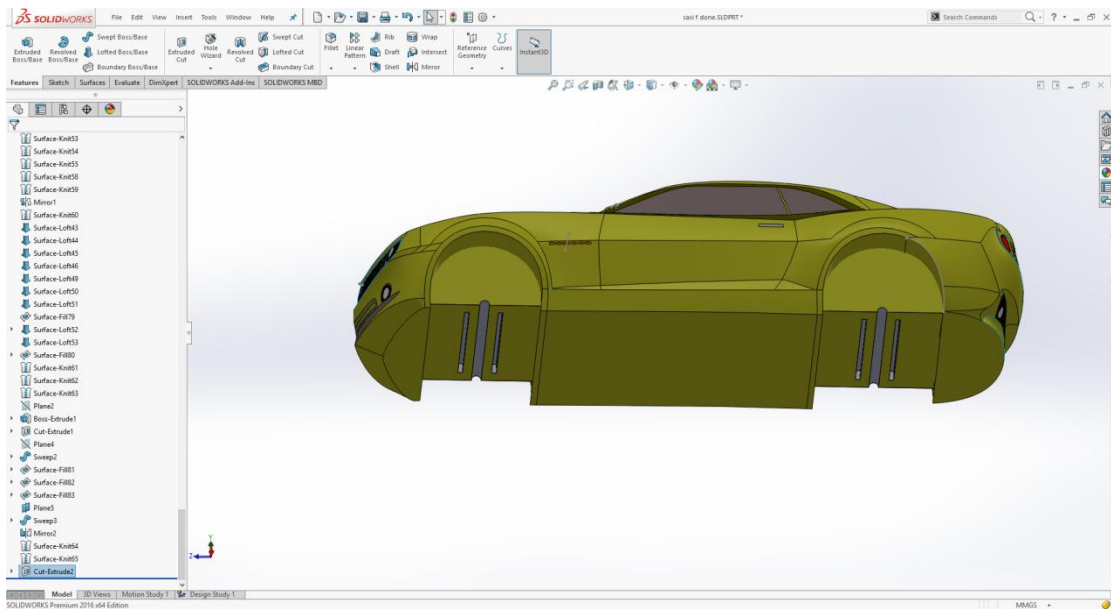


Εικόνα 5.56: Δημιουργία εσοχών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



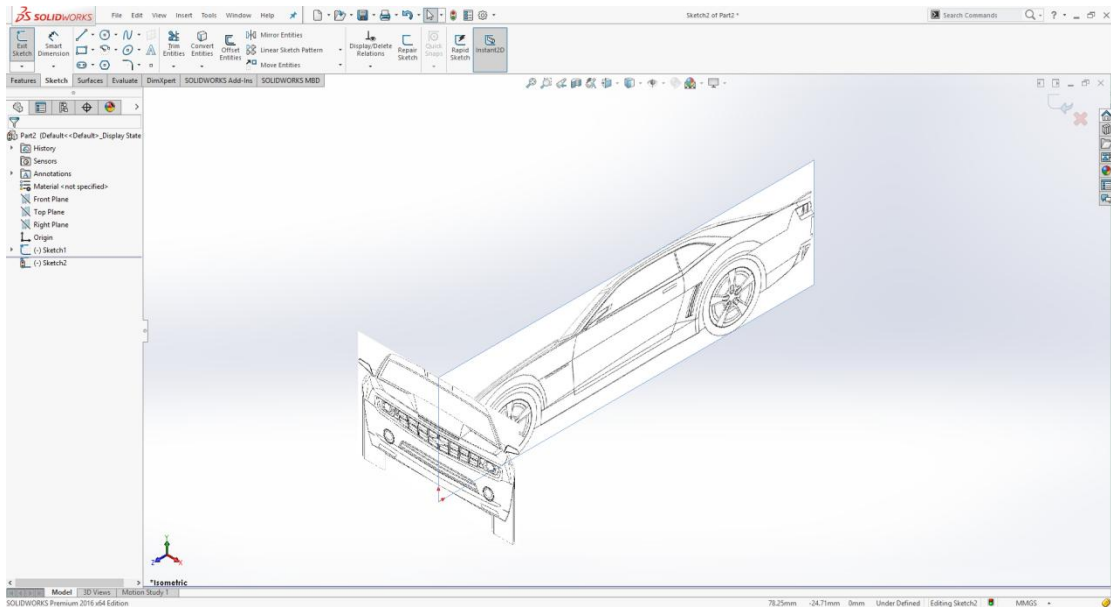
Εικόνα 5.57: Δημιουργία εσοχών



Εικόνα 5.58: Τελικό αποτέλεσμα

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

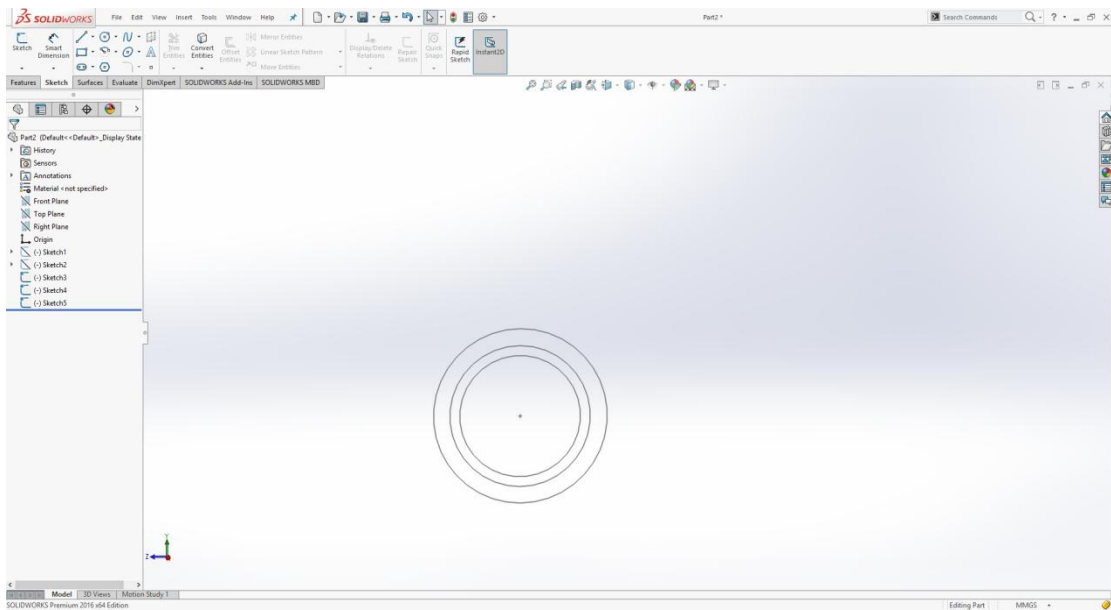
Για τις ρόδες ξεκινάμε πάλι όπως πριν βάζοντας τις εικόνες. Θα χρειαστούμε μόνο την μπροστά και πλάγια όψη.



Εικόνα 5.59: Τοποθέτηση εικόνων

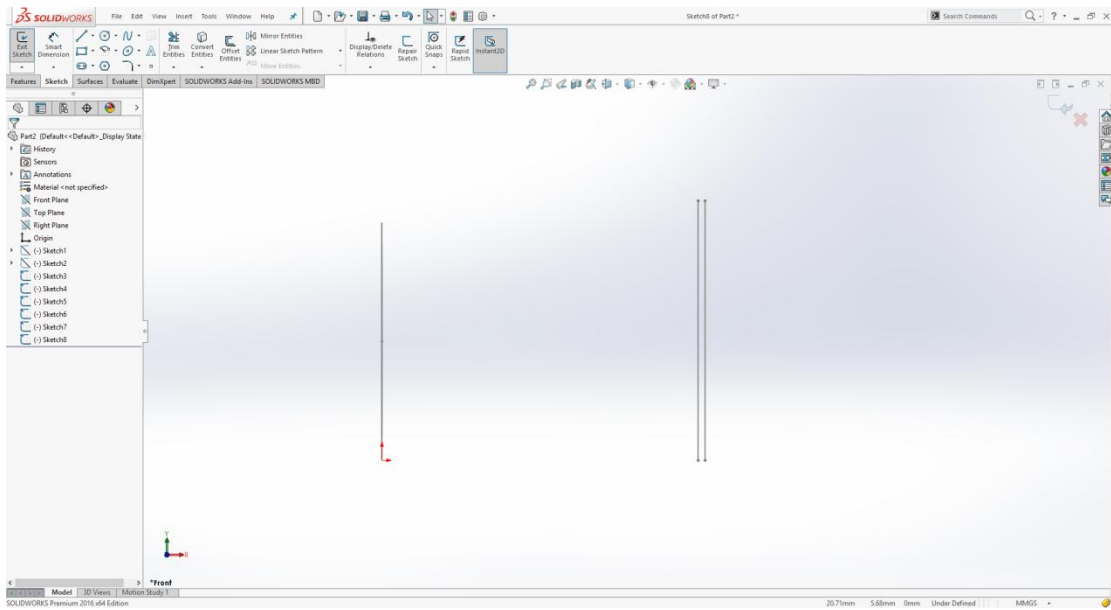
Αν είχαμε αλλάξει τις διαστάσεις τους προσέχουμε να είναι οι ίδιες.

Σχεδιάζουμε σε μπροστά και πλάγια όψη και εμφανίζουμε τις καμπύλες.

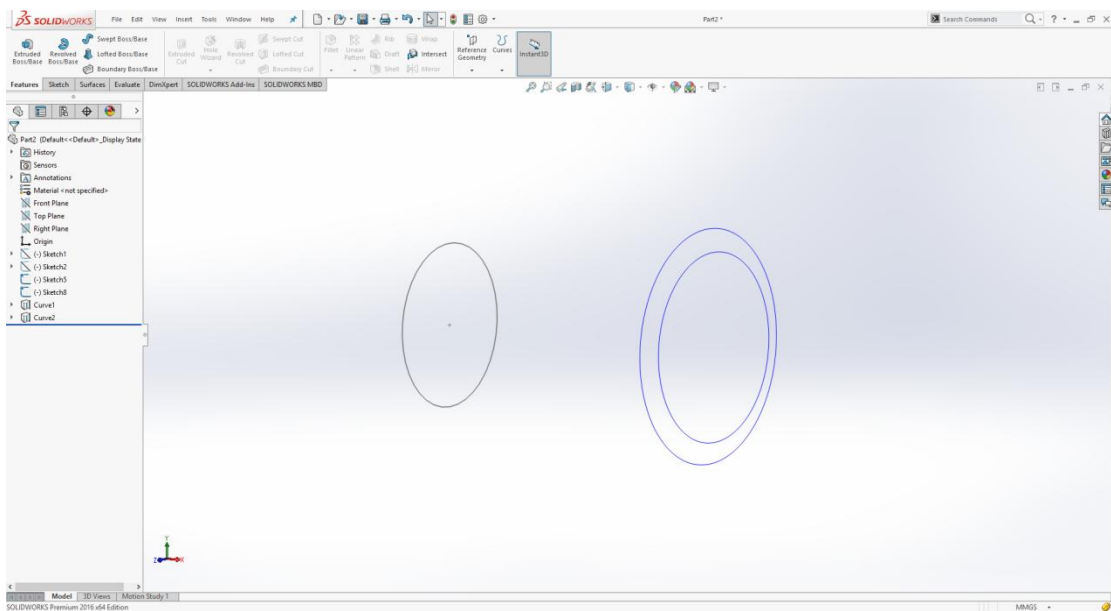


Εικόνα 5.60: Σχεδίαση περιγράμματος

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

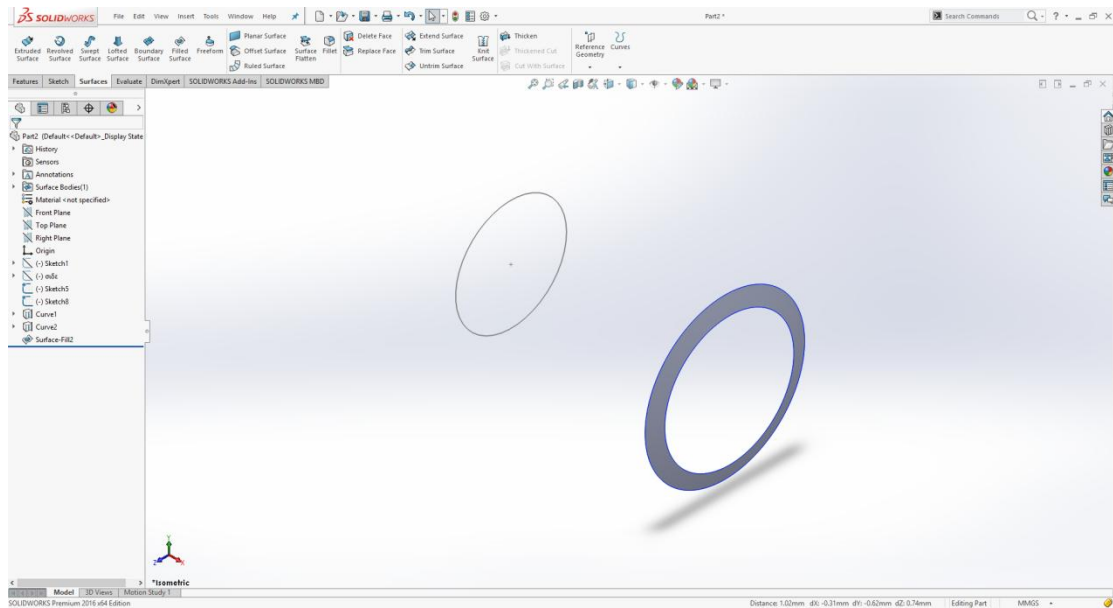


Εικόνα 5.61: Προβολή καμπυλών

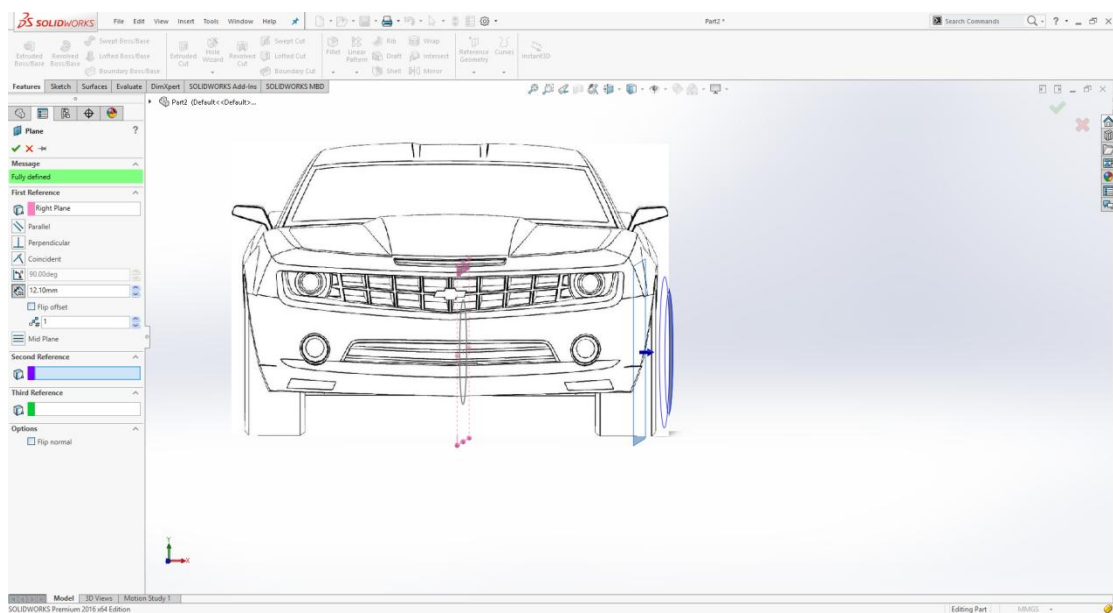


Εικόνα 5.62: Προβολή καμπυλών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

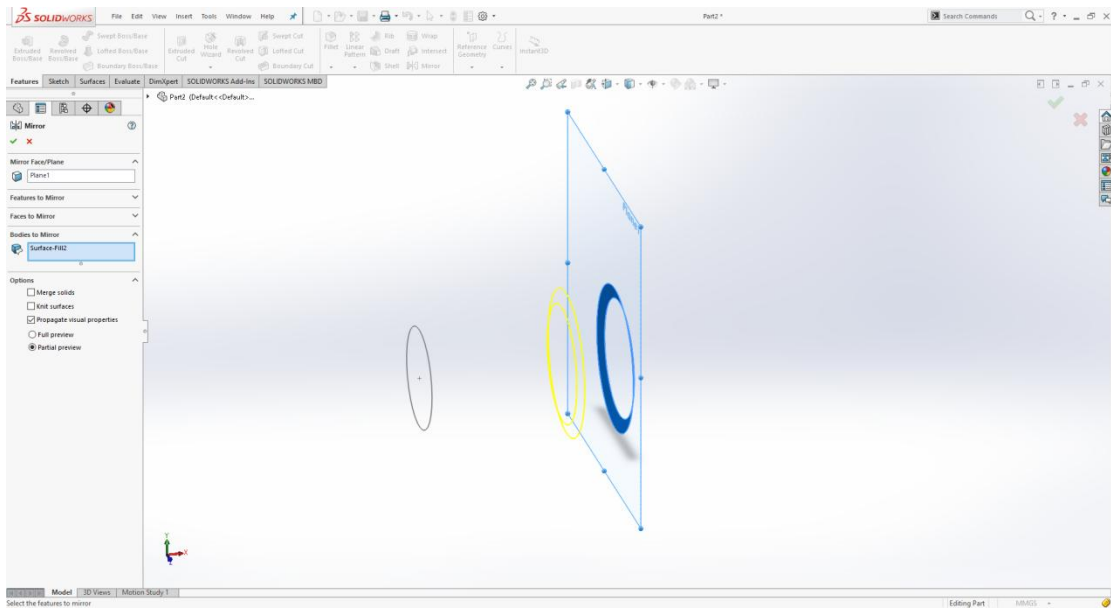


Εικόνα 5.63: Δημιουργία πρώτου επιπέδου

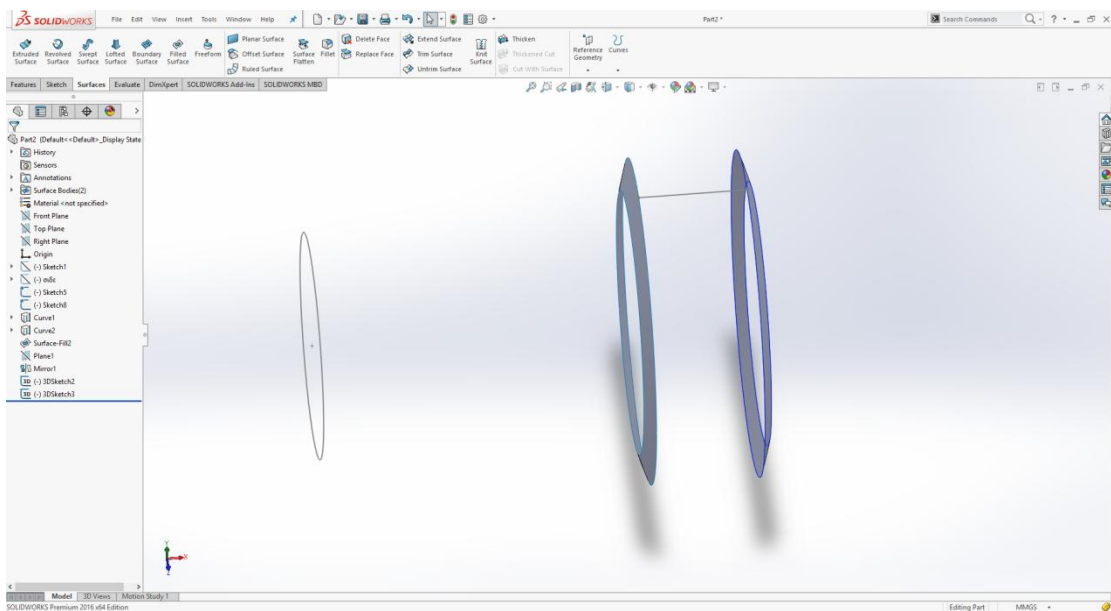


Εικόνα 5.64: Προβολή καμπυλών

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

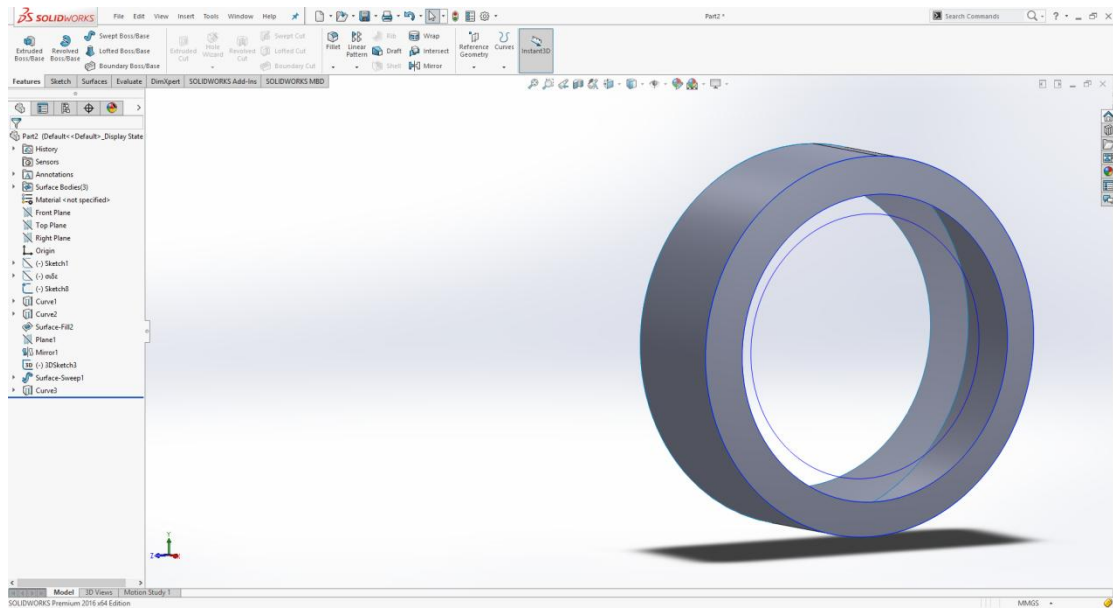


Εικόνα 5.65: Mirror επιπέδου

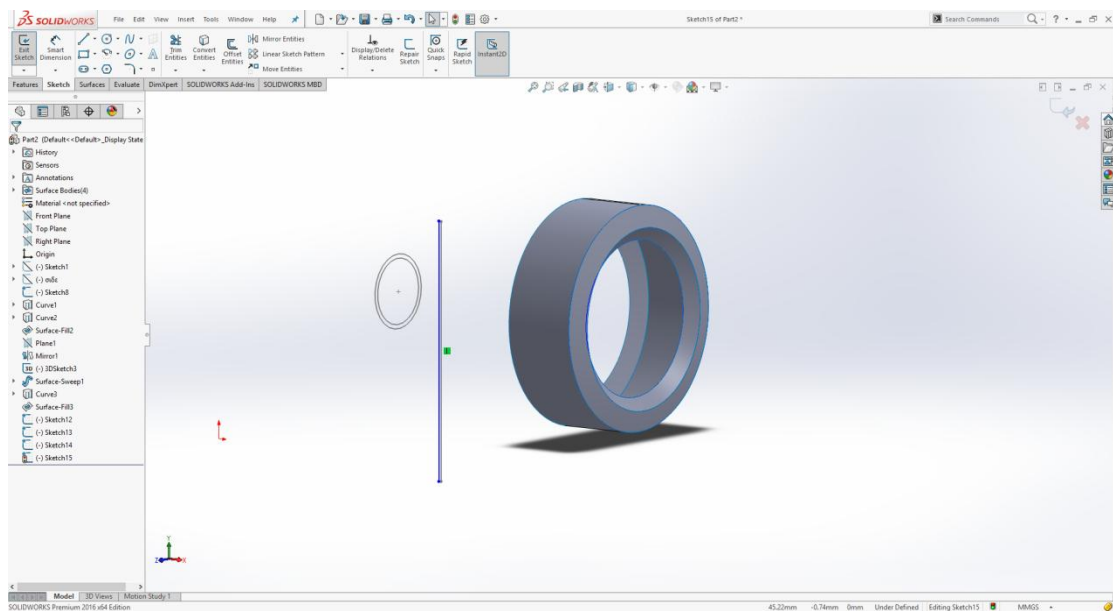


Εικόνα 5.66: Δημιουργία περιβλήματος

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

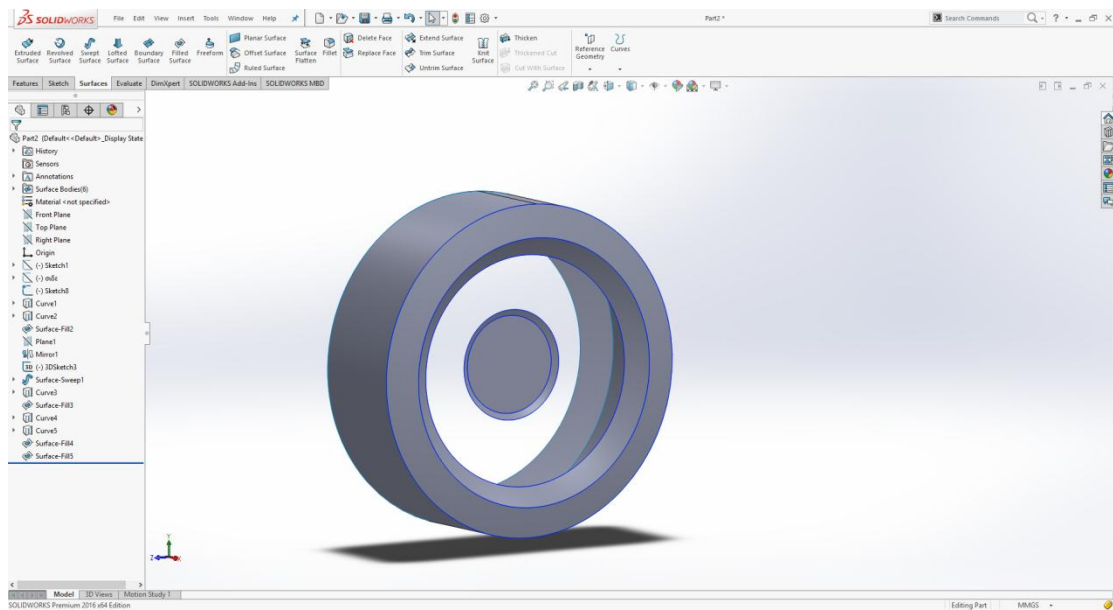


Εικόνα 5.67: Προβολή καμπυλών

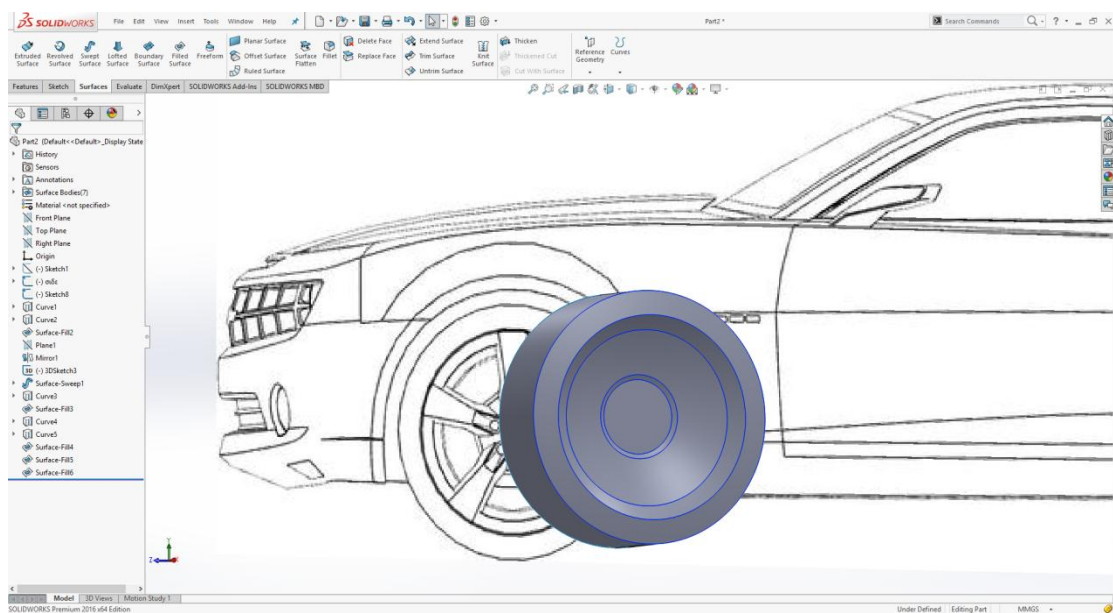


Εικόνα 5.68: Σχεδίαση καμπύλων

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



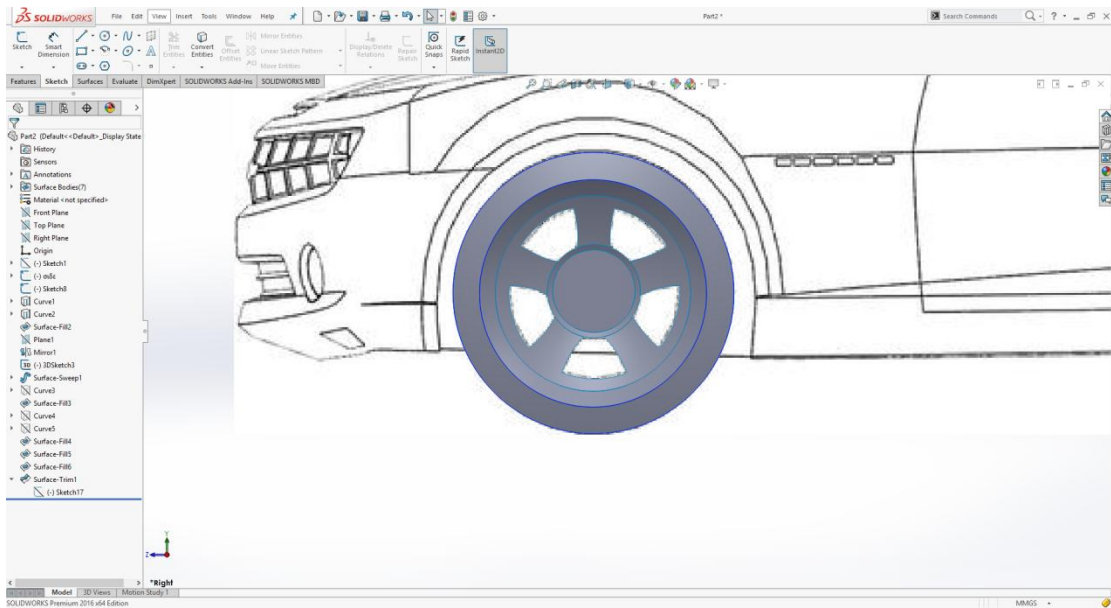
Εικόνα 5.69: Δημιουργία επιφάνειας



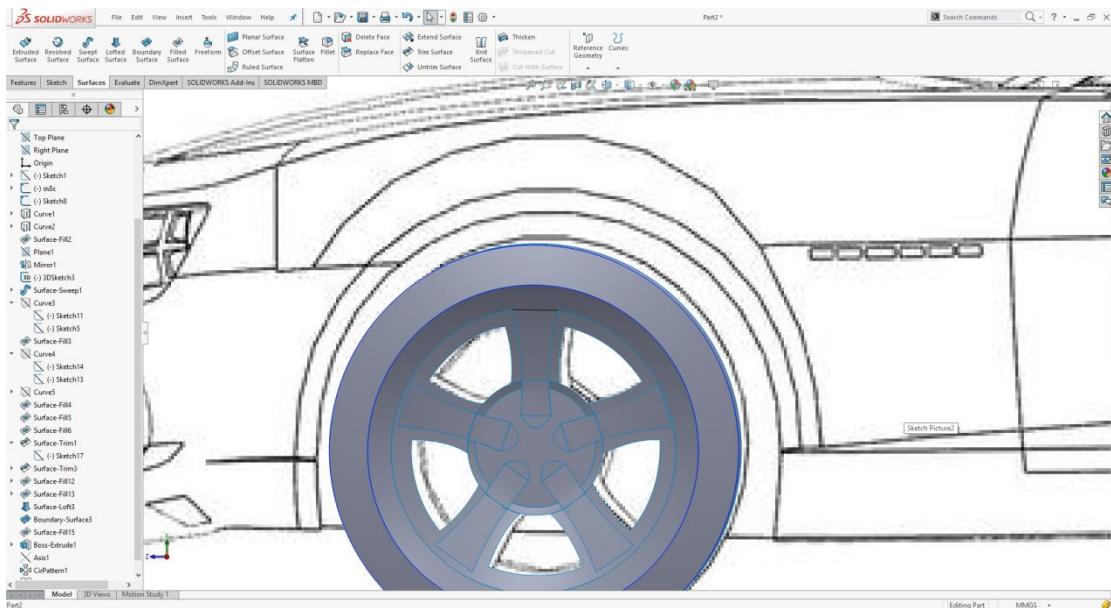
Εικόνα 5.70: Δημιουργία επιφάνειας

Τώρα θα αφαιρέσουμε μερικό υλικό και θα φτιάξουμε μερικές ακτίνες.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



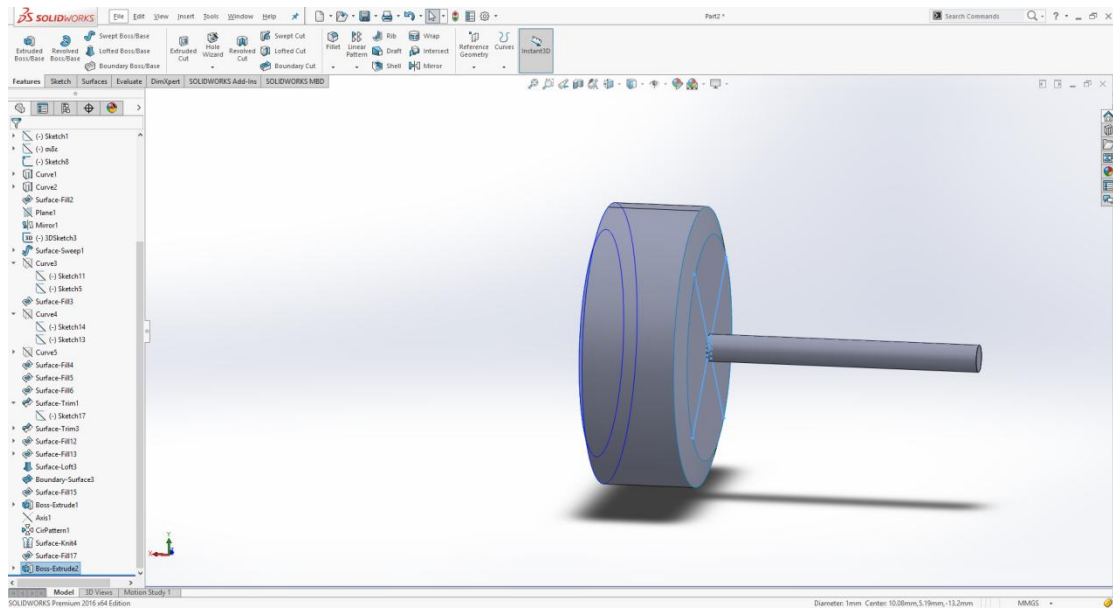
Εικόνα 5.71: Αφαίρεση περιττού υλικού



Εικόνα 5.72: Δημιουργία λεπτομεριών

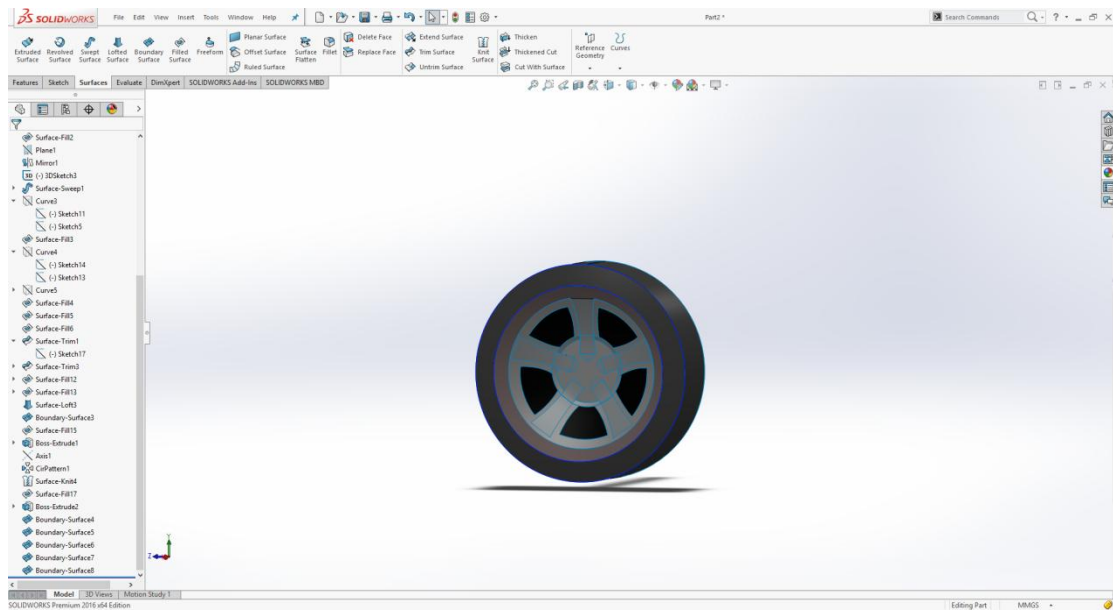
Φτιάχνουμε τον άξονα.

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



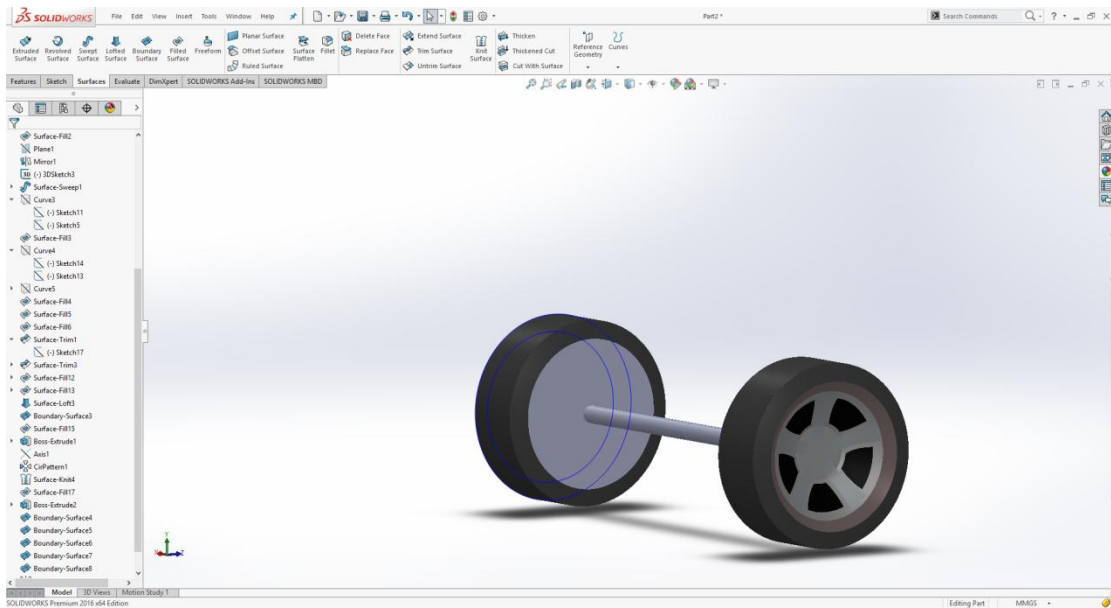
Εικόνα 5.73: Δημιουργία άξωνα

Της δίνουμε υλικό και χρώμα και κάνουμε mirror.



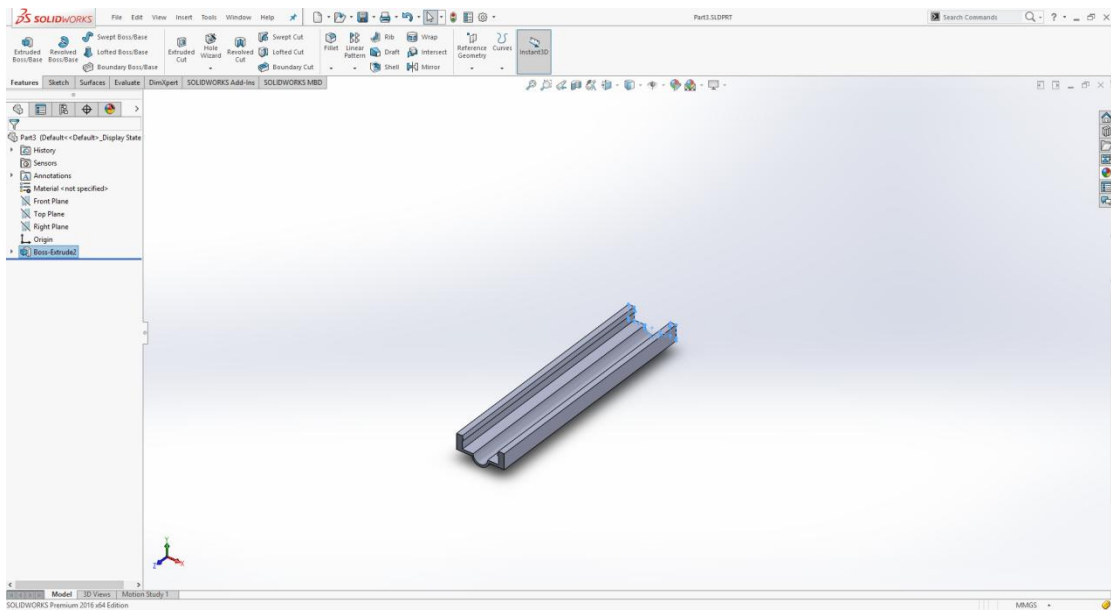
Εικόνα 5.74: υλικό, χρώμα και κάνουμε mirror

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 5.75: Τελικό αποτέλεσμα

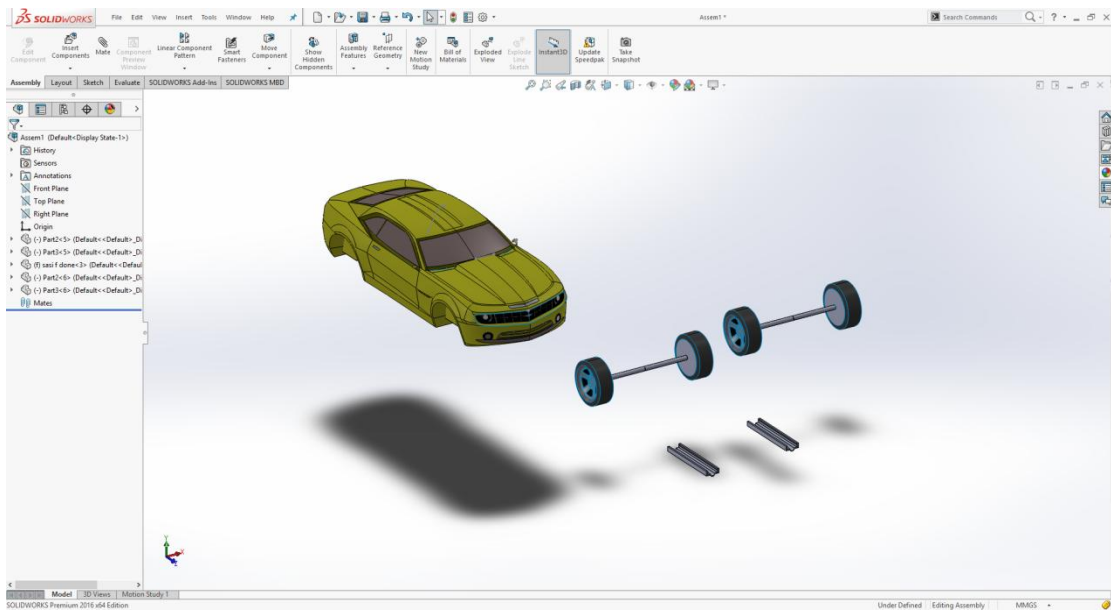
Τώρα φτιάχνουμε το εξάρτημα που θα κρατά τον τροχό στη θέση του.



Εικόνα 5.76: Δημιουργία εξαρτήματος άξωνα

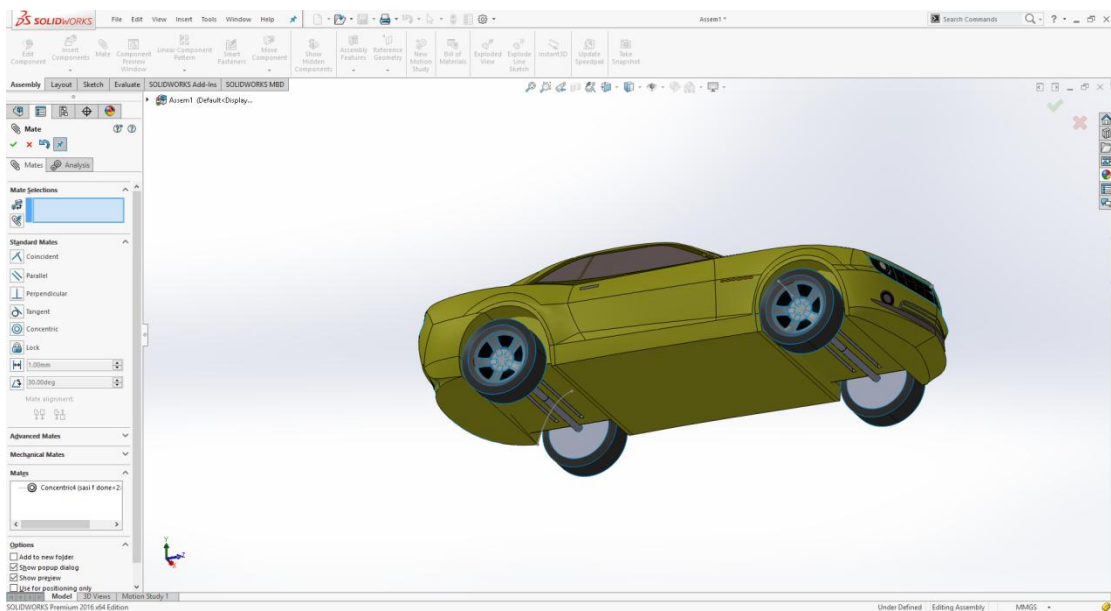
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Και ξεκινάμε την συναρμολόγηση.



Εικόνα 5.77: Μενού συναρμολόγησης

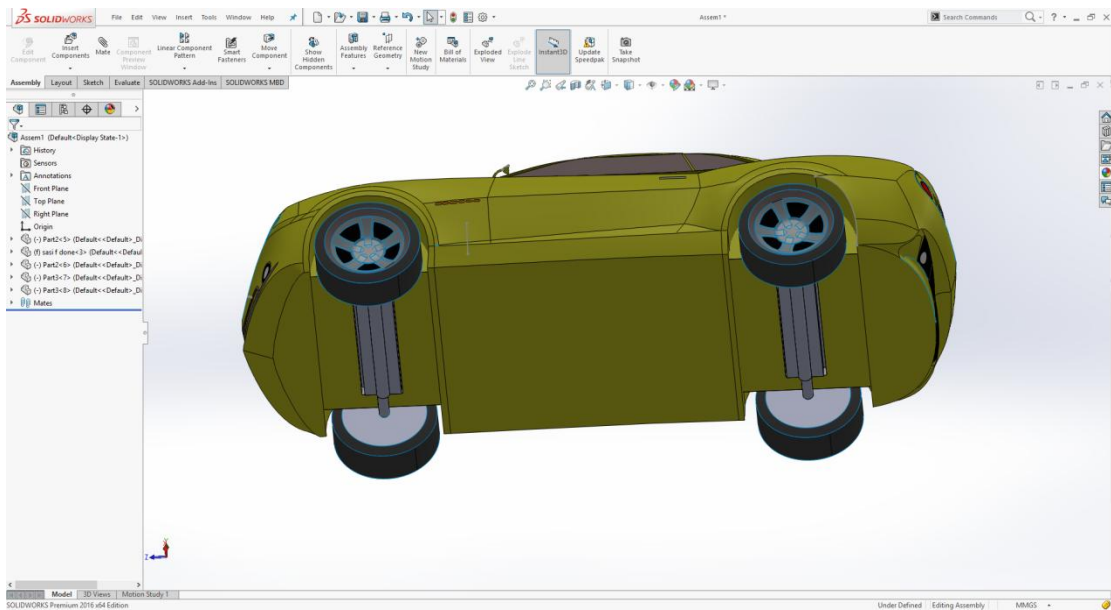
Κάνουμε mate τον άξονα με τις ρόδες.



Εικόνα 5.78: Θέση άξωνα

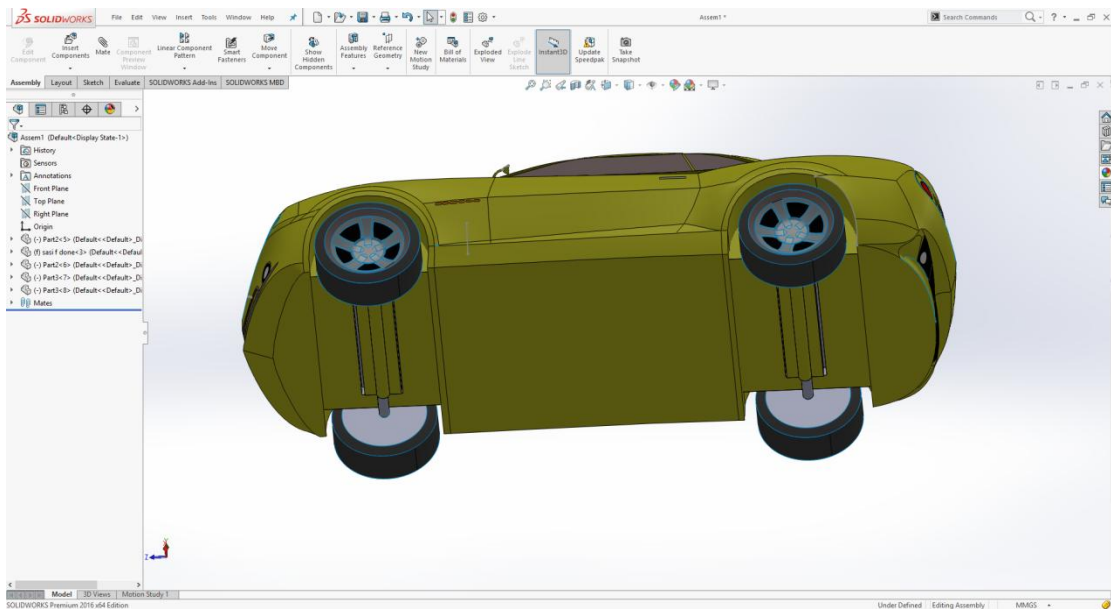
Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Και το εξάρτημα.



Εικόνα 5.79: Θέση εξαρτήματος

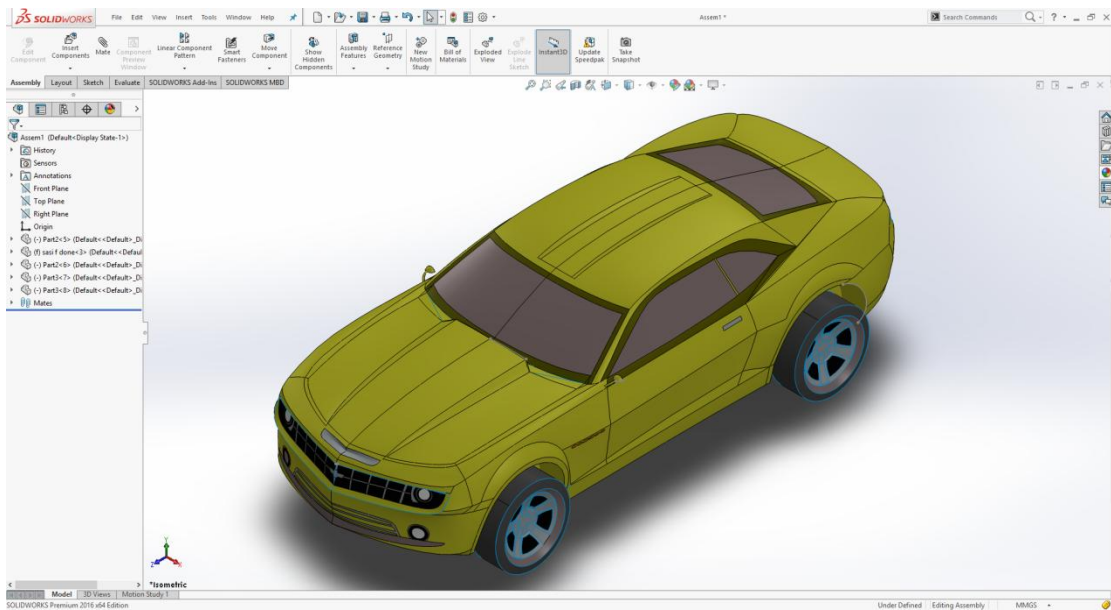
Αλλάζουμε το χρώμα του εξαρτήματος.



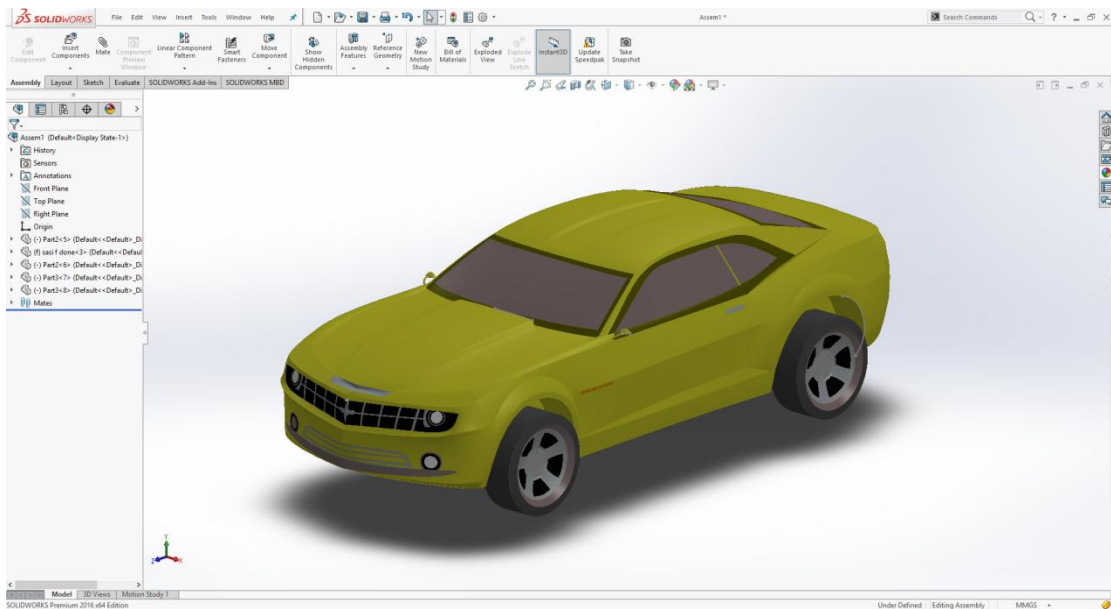
Εικόνα 5.80: Αλλαγή χρώματος εξαρτήματος

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων

Και το αμάξι μας είναι έτοιμο.

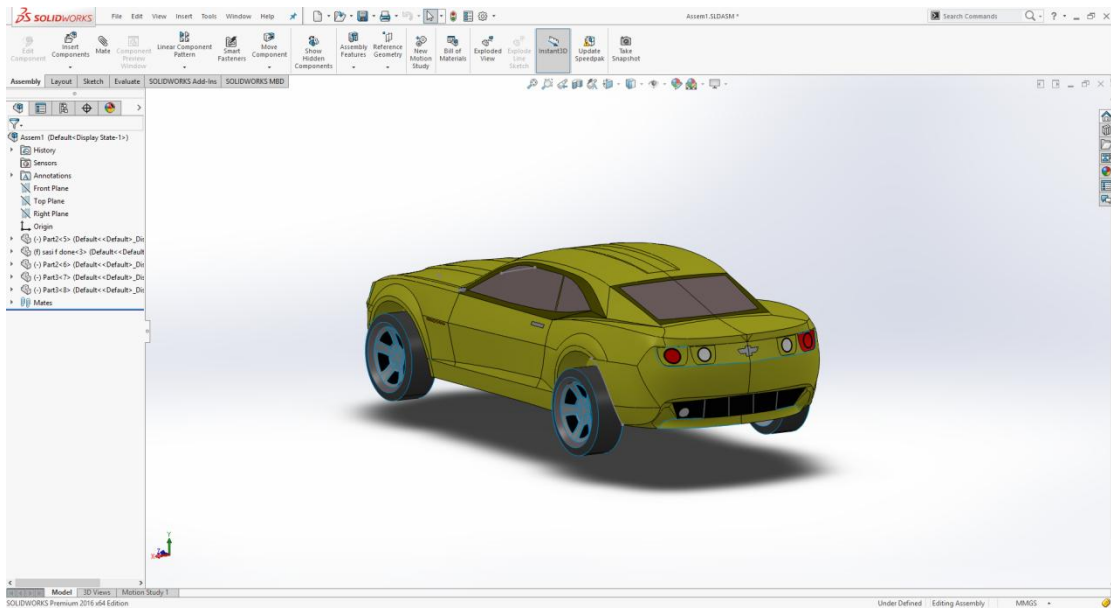


Εικόνα 5.81: Τελικό αποτέλεσμα

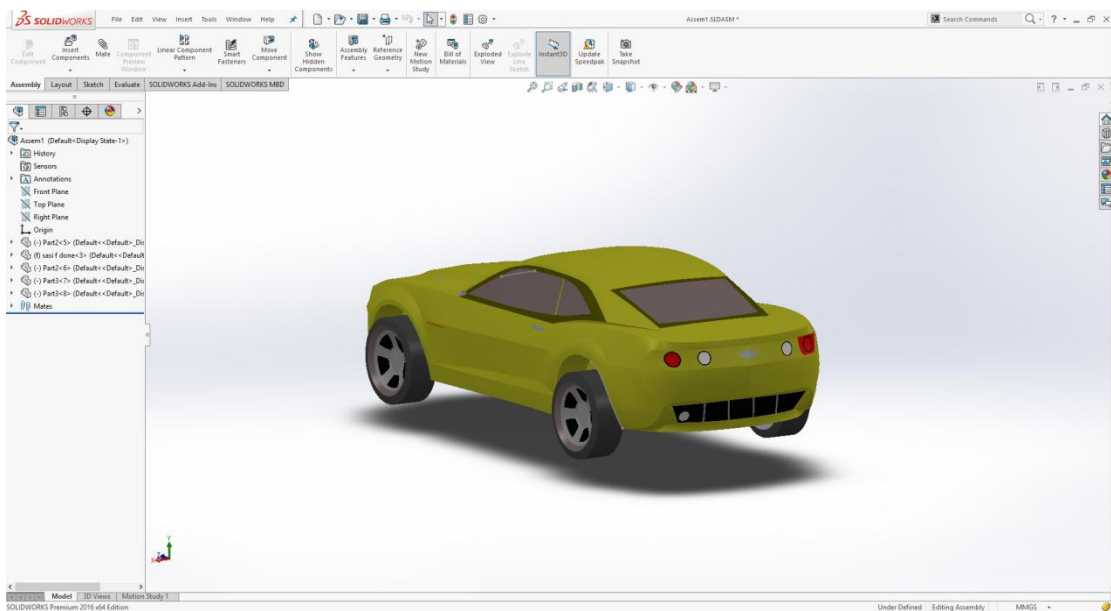


Εικόνα 5.82: Τελικό αποτέλεσμα σε στερεά μορφή

Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντων και συστημάτων



Εικόνα 5.83: Τελικό αποτέλεσμα



Εικόνα 5.84: Τελικό αποτέλεσμα σε στερεά μορφή

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Η σελίδα του Wikipedia για τα συστήματα cad
“https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design”
- [2] Η σελίδα του Wikipedia για το solidworks
“<https://en.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>”
- [3] Η σελίδα της 3DS για το solidworks “<http://www.solidworks.com/> “
- [4] Η σελίδα με διαδικτυακά μαθήματα για το solidworks
” http://www.alfasolid.gr/index.php/current-courses?gclid=CjwKEAjwka67BRck6a7_h_7Pui8SJABcMkWRSAwLVFSuZMq_GSSTP4Mvi3XTxdBVTPZISkbcCJNU-BoCd2Pw_wcB”