

Universitatea din București
Facultatea de Matematică și Informatică
Departamentul de Informatică
Specializarea Tehnologia Informației

PROIECT

Coordonator Științific

Drăgan Mihăiță

Student

Bălmău Dragoș-Constantin

București

2020

Universitatea din București
Facultatea de Matematică și Informatică
Departamentul de Informatică
Specializarea Tehnologia Informației

Mașină Formula 1

Coordonator Științific

Drăgan Mihăiță

Student

Bălmău Dragoș-Constantin

București

2020

Cuprins

1. Aplicație.....	4
2. Introducere	
2.1. Motivație.....	4
2.2. Istoric.....	4
3. Model 2D al proiectului	
3.1. Proiectarea din perspectiva laterală a monopostului.....	5
3.2. Proiectarea din perspectiva superioară a monopostului.....	6
3.3. Proiectarea din perspectiva frontală a monopostului.....	6
3.4. Proiectarea din perspectiva posterioară a monopostului.....	7
4. Model 3D al proiectului	
4.1. Podeaua monopostului	9
4.2. Capota inferioară a monopostului, evacuarea.....	9
4.3. "Nasul" monopostului.....	11
4.4. Aripa față a monopostului.....	15
4.5. Capota superioară a monopostului, orificul de răcire superior.....	16
4.6. Aripa spate a monopostului, elemente de structură inferioare, lampa spate	19
4.7. Roțile + prinderile roților.....	21
4.8. Elementul Halo (aură) + cockpit (carlingă).....	23
4.9. Elementele aerodinamice adiționale + Shark Fin („Aripioară de rechin”).....	24
Mențiuni	
Concluzie	
Bibliografie	

1. Aplicație:

Proiectul a fost realizat în aplicația AutoCAD STUDENT VERSION (Proiectare Asistată de Calculator - *Computer Aided Design* - CAD), dezvoltată de către compania Autodesk. Acesta a fost salvat într-un format “.dwg”, versiunea 2013, fiind accesibil pentru toate versiunile din anii următori.

2. Introducere:

2.1. Motivație:

Am ales această temă, deoarece sunt foarte pasionat de acest sport cu motor și îl urmăresc încă din copilărie. De aproape 13 ani vizionez marea majoritate a curselor dintr-un sezon și stau la curent cu noutățile tehnologice dezvoltate de echipele din cadrul competiției. Mereu am admirat precizia cu care lucrează și aspirațiile celor 10 echipe participante pe parcursul unui sezon (care începe la mijlocul lunii februarie și se termină în finalul lunii noiembrie), care concurează cu câte două monoposturi la fiecare cursă.

2.2. Istoric:

Formula 1 - F1 este cea mai înaltă clasă a curselor auto cu monoposturi, administrată de FIA (*Fédération Internationale de l'Automobile* – Federația Internațională de Automobilism), care coordonează activitatea tuturor sporturilor cu motor din lume. Prima cursă din cadrul campionatului mondial de Formula 1 a avut loc în anul 1950 pe data de 13 mai (anul acesta împlinind vârsta de 70 de ani) la circuitul „Silverstone” din Marea Britanie, pe un circuit improvizat pe un fost aeroport militar folosit în timpul războiului. Denumirea de „Formula” provine de la setul de reguli impuse echipelor participante în construcția monoposturilor și totodată în desfășurarea curselor, de către FIA.

Pe parcursul anilor monoposturile participante s-au schimbat radical, astfel primul model de monopost fiind diferit în proporție foarte mare din punct de vedere tehnologic față de cel actual. Formula 1 este competiția prin care industria automobilelor se dezvoltă, deoarece echipele investesc sume enorme în cercetare, pentru a face monoposturile cât mai sigure, rapide, tehnologizate și ușor de controlat pentru piloți, dar și cât mai economice din punct de vedere al consumului de combustibil (combustibil făcut special pentru această competiție) și la emisiile de noxe.

3.2. Proiectarea din perspectiva superioară a monopostului:

Perspectiva superioară oferă o privire de ansamblu asupra lățimilor elementelor componente caroseriei, cât și a lungimilor. Din Figura 3.2 se pot prelua dimensiunile necesare proiectării unui număr mare de piese componente, cât și unghiurile sub care acestea se intersectează. De asemenea se poate observa forma aerodinamică a monopostului ce îl ajută se prindă viteze de până la 360 km/h pe circuitele rapide.

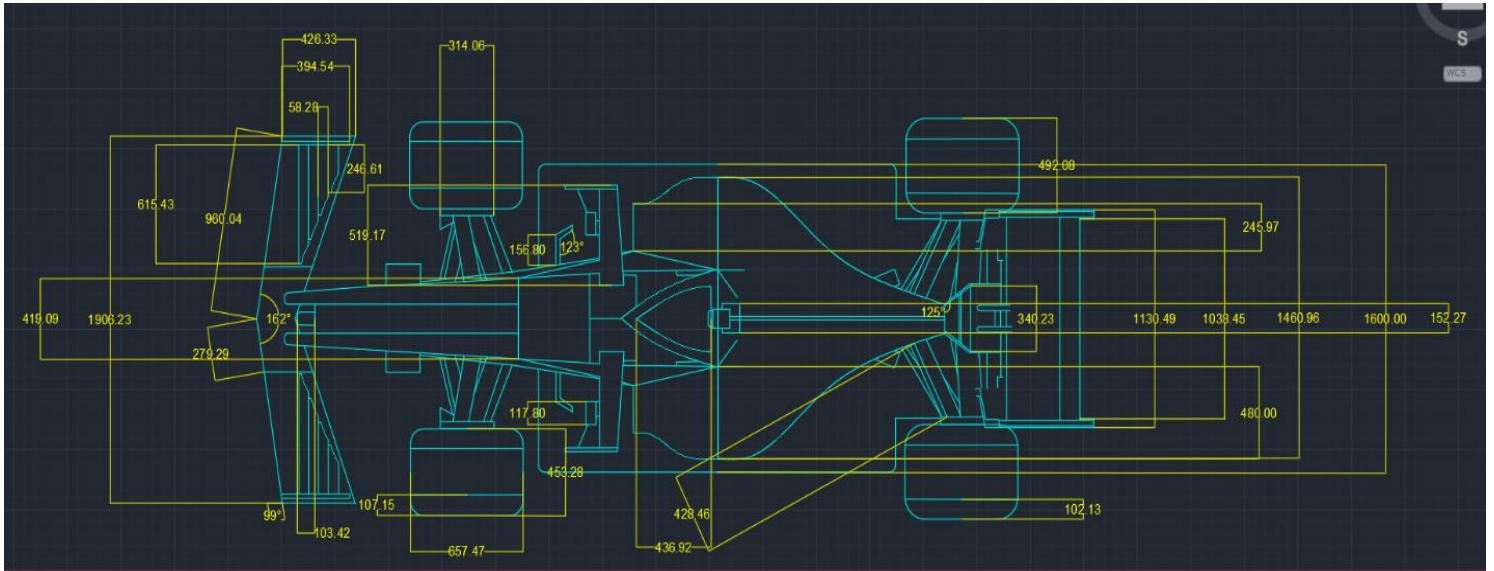


Figura 3.2

3.3. Proiectarea din perspectiva frontală a monopostului:

„Botul” monopostului este surprins de perspectiva frontală care oferă detaliile și dimensiunile finale pentru aripa față, pentru roți, și pentru oglinzile retrovizoare. De asemenea se poate observa sistemul de răcire a roților din față, care redirectionează aerul la frâne prin 5 lamele subțiri de grosime 3 mm. Tot din sistemul de răcire fac parte și decupajele aflate sub oglinzi, deoparte și de alta a carlingii, care au rolul să redirectioneze aerul spre spatele monopostului, pentru a răci motorul alături de restul pieselor componente ale sistemului responsabil de dinamica mașinii.

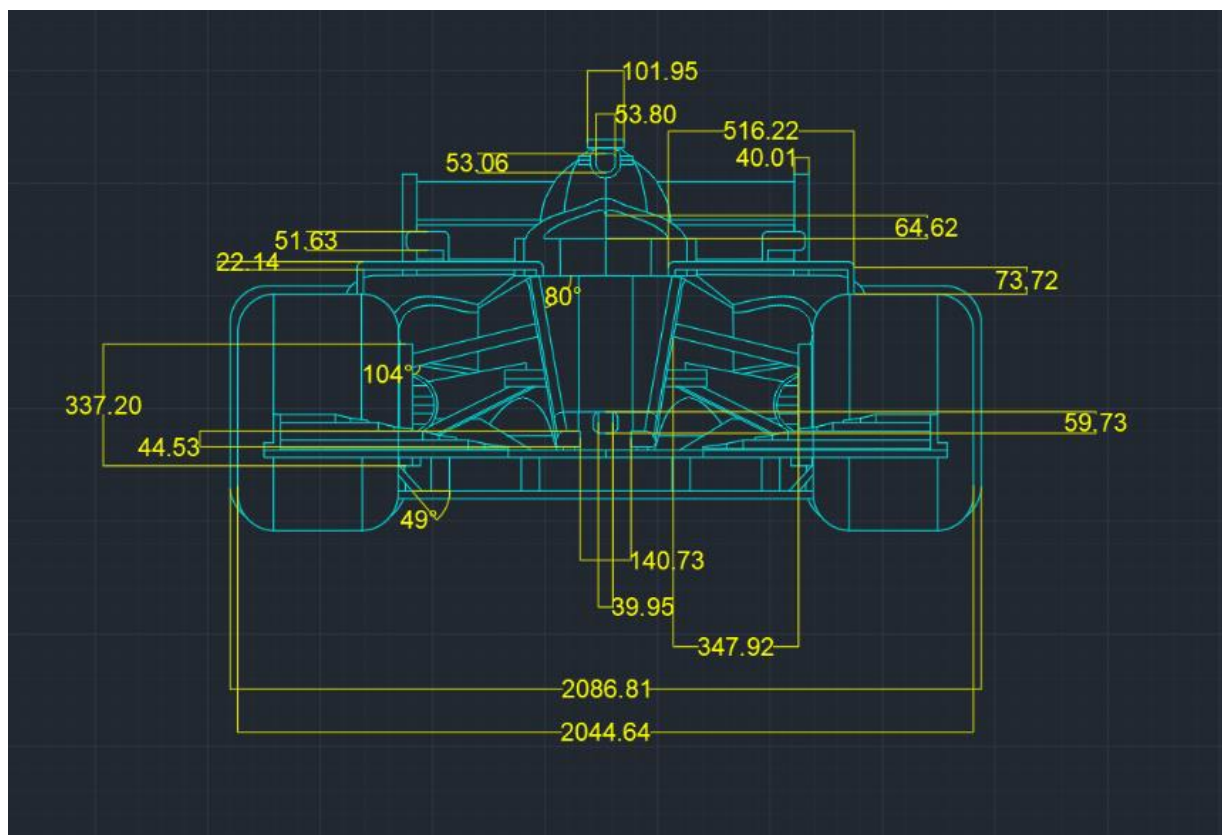


Figura 3.3

3.4. Proiectarea din perspectiva posterioara a monopostului:

Ultima perspectivă (Figura 3.4) oferă schiță monopostului văzut din spate și ilustrează dimensiunile finale pentru aripa spate, prinderile roților din spate, elementele de structură inferioare și este surprinsă și lampa spate cu cele 16 diode emițătoare de lumină - *light-emitting diode* – LED. De asemenea se pot observa unghiurile de înclinație a aripii spate și totodată gradele de înclinație a suspensiilor și prinderile roților spate.

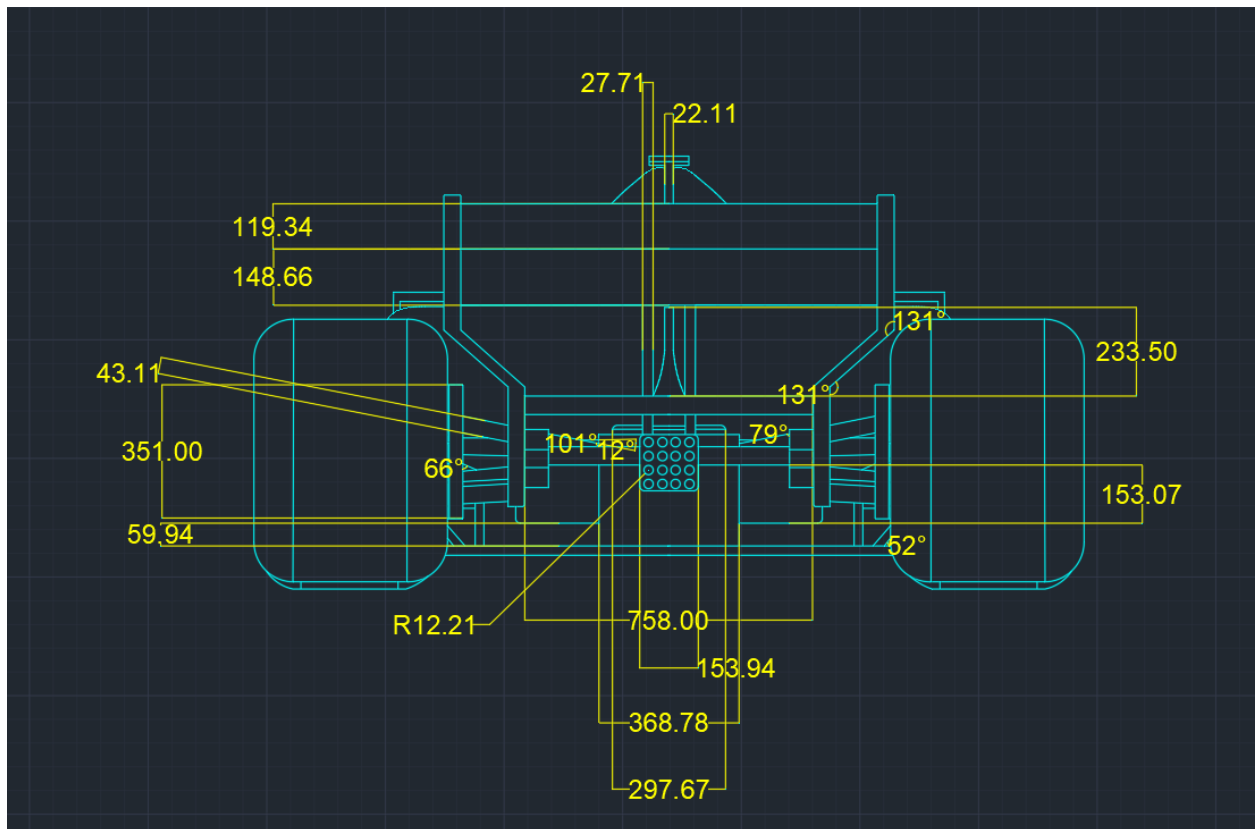


Figura 3.4

4. Model 3D al proiectului:

4.1. Podeaua monopostului:

Podeaua monopostului este formată din două paralelipipede dreptunghice unite cu funcția UNION, cu dimensiunile prezentate în schițele anterioare, la care am aplicat funcția FILLET EDGE din meniul Solid la colțuri cu atributul rază de 10 mm. (Figura 4.1)

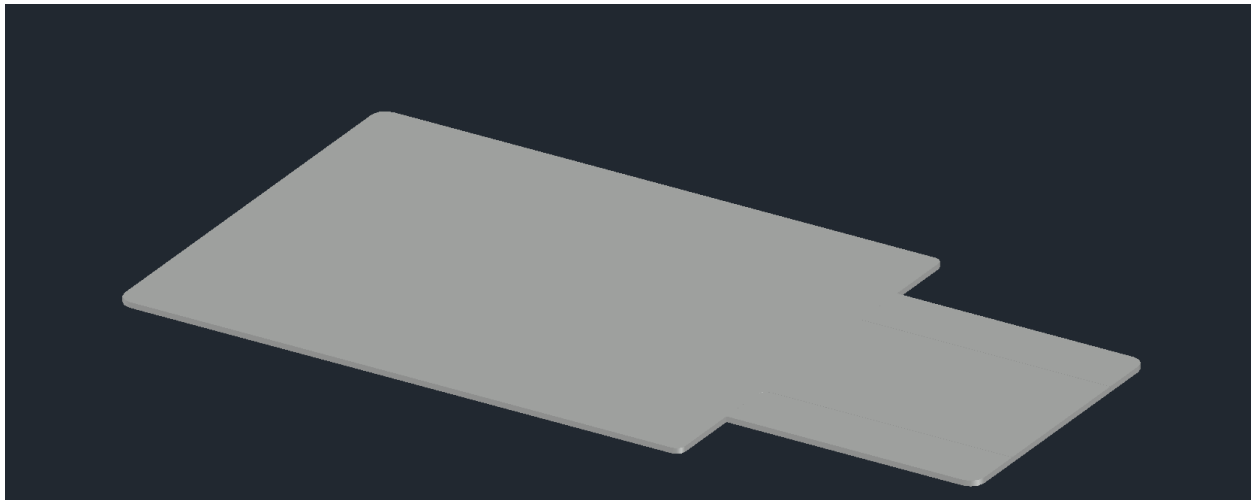


Figura 4.1.1

4.2. Capota inferioară a monopostului, evacuarea:

Capota inferioară este alcătuită dintr-o serie de suprafețe create cu ajutorul linilor curbe realizate cu funcția SPLINE din meniul Home al aplicației. În continuare am folosit funcția NETWORK SURFACE cu ajutorul căreia am creat suprafețe între liniile curbe. După ce am realizat o parte laterală a capotei inferioare, m-am folosit de funcția 3DMIRROR pentru a replica în oglinda jumătatea de capotat făcută până atunci și folosind opțiunea 3POINTS pusă la dispoziție de acesta funcție, am selectat un plan față de care să creeze simetricul corpului. În continuare am unit marginile superioare ale suprafețelor cu funcția BLEND din meniul Surface.

Evacuarea este formată din doi cilindri așezați față de orizontală la 45 de grade înclinație. Lățimea cilindrului este de 60 mm, și înălțimea de 246 mm, cu o grosime a țevii de 6 mm. Acestea sunt dispuse pe ambele părți ale mașinii, cu ajutorul funcției 3DMIRROR, după cum se poate observa în Figura 4.2.3.

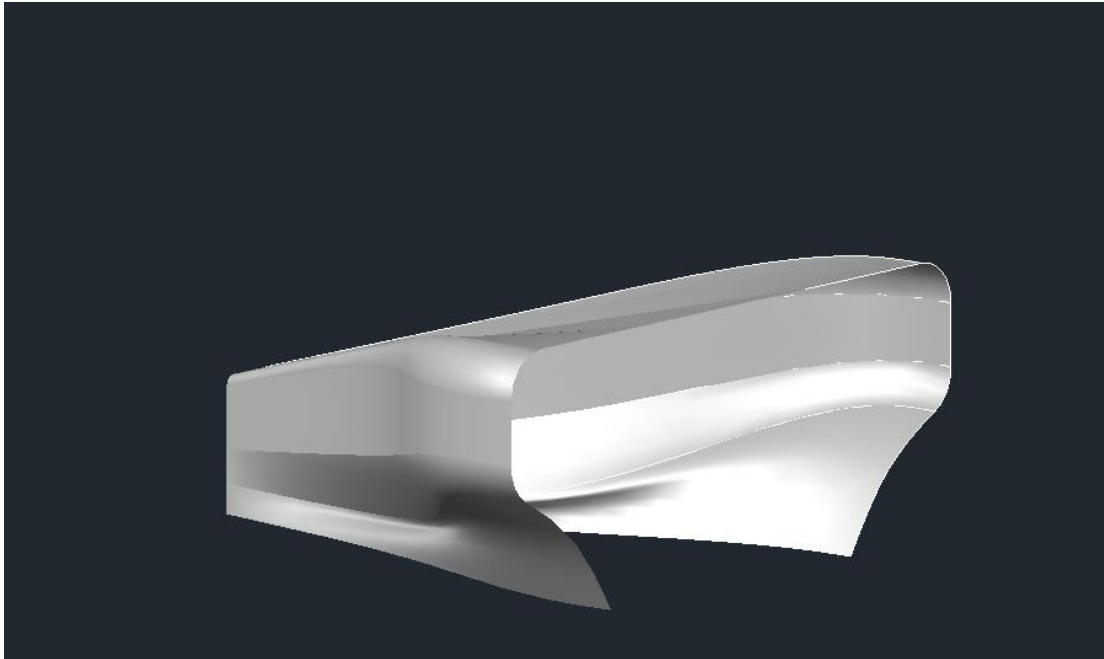


Figura 4.2.1

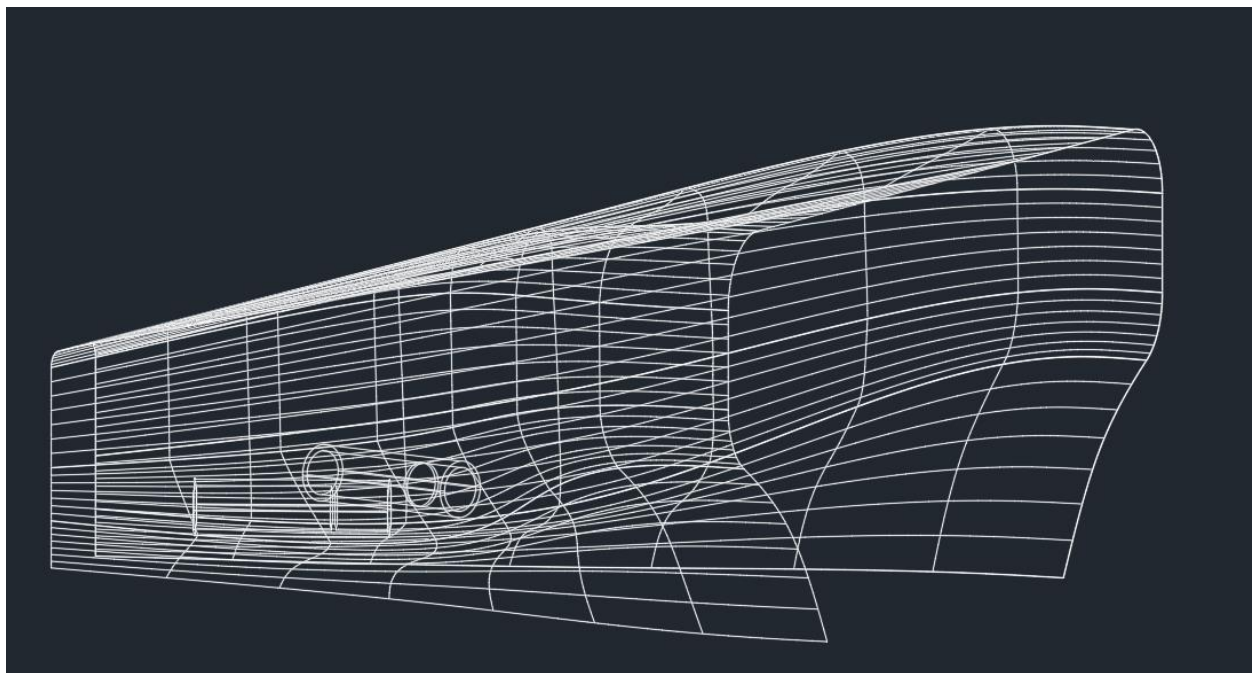


Figura 4.2.2

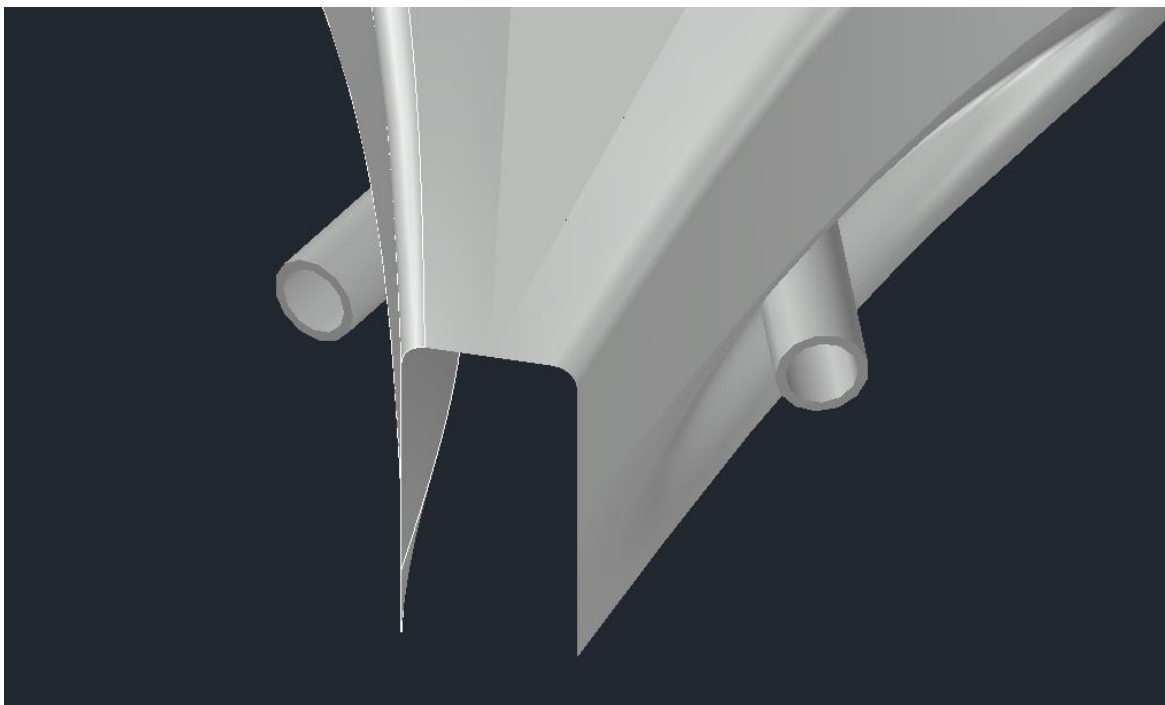


Figura 4.2.3

4.3. "Nasul" monopostului:

Acest element este unul destul de complex și amplu, fiind cel mai greu de realizat din întreg proiectul. Acesta cuprinde piese precum: elementul care face conexiunea între aripa față și restul monopostului, orificiile de conducere a aerului către spatele monopostului pentru răcirea motorului și conturul carlingii.

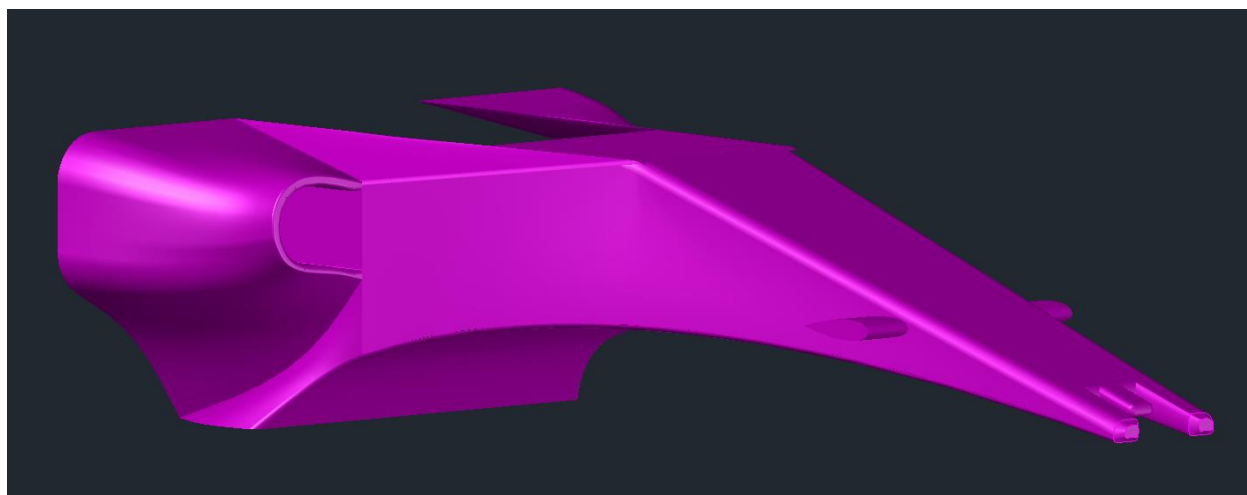


Figura 4.3.1

Prinderea care face legătura între aripa față și restul de caroserie (Figura 4.3.2) este realizată cu ajutorul liniilor SPLINE (cu dimensiunile prezentate în schițele 2D), între care am folosit funcția NETWORK SURFACE. Acest element are o înclinație de 55 de grade față de verticală și o lungime maximă de 1353 mm. Lățimea variază de la 275 mm în partea inferioară până la 421 mm în partea superioară.

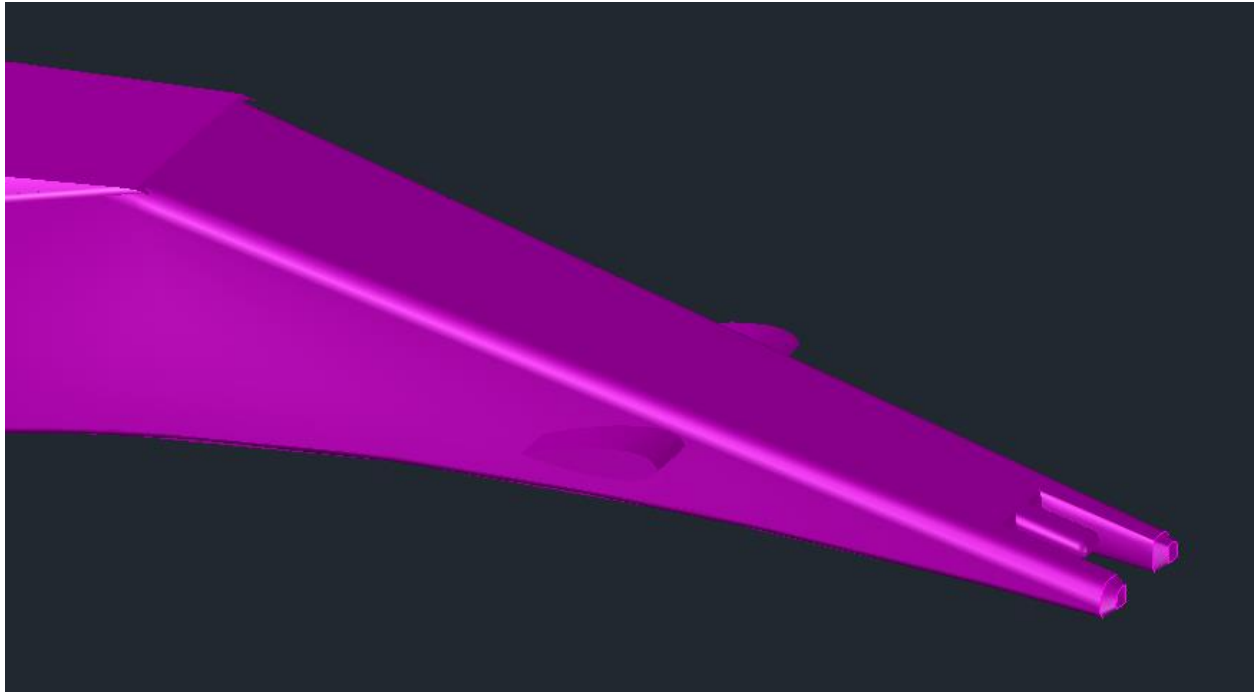


Figura 4.3.2

În partea inferioară se observă un decupaj ce permite trecerea aerului pe sub „nasul” monopostului, prevăzut în mijloc cu un paralelipiped dreptunghic de dimensiuni prezente în schiță, rotunjit la muchii cu funcția FILLET EDGE din meniul SOLID, cu parametrul de rotunjire de 5 mm. În partea frontală se observă că „nasul” se termină cu o formă aerodinamică efectuată cu ajutorul funcției LOFT din meniul SURFACE, care a fost aplicat între extremitățile elementului și conturul acestuia redimensionat cu 0,5 ori (cu ajutorul funcției SCALE) aflat la o distanță de 7 mm față de conturul original (Figura 4.3.3).

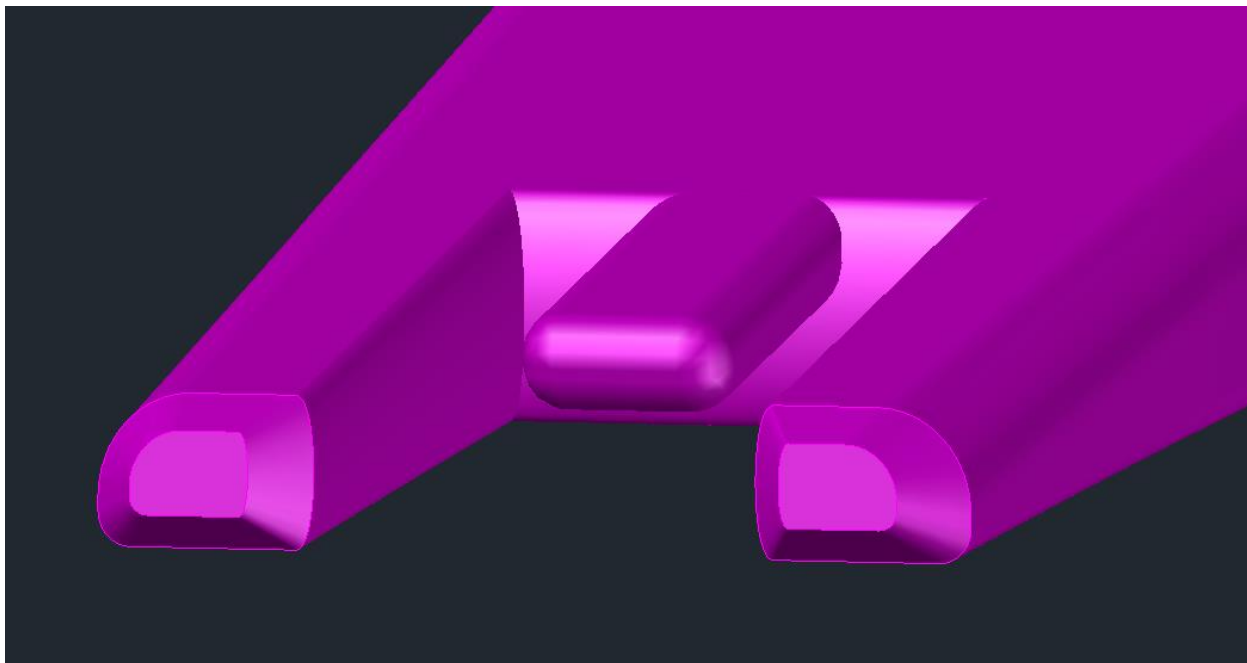


Figura 4.3.3

Pentru un monopost de Formula 1 răcirea este foarte importantă, deoarece acesta poate atinge viteze de până la 360 km/h și implicit piesele componente care produc puterea necesară deplasării cu o asemenea viteză se încălzesc, iar prin urmare trebuie răcite pentru o bună funcționare și cât mai de durată a mașinii. Elementul din figura 4.3.4 surprinde decupajul în caroserie de adâncime 298 mm care redirectionează aerul spre motorul monopostului. Acesta are dimensiunile decupajului specificate în schiță 2D, iar la marginile acestui decupaj a fost rotunjit atât spre interior cât și spre exterior cu funcția FILLET din meniul Surface, cu parametrul de 5 mm. În interiorul decupajului am folosit funcția PRESSPULL din meniul Home, pe care am aplicat-o marginii interioare pentru a crea adâncimea, iar apoi am închis suprafață prin aplicarea funcției PLANESURF la conturul obiectului dezvoltat anterior.



Figura 4.3.4

Suprafață care acoperă elementul din figura 4.3.3 este realizată cu ajutorul funcției NETWORK SURFACE, între 4 linii SPLINE (cu dimensiuni regăsite în schițele 2D) având o forma aerodinamica care ajuta aerul să circule în exteriorul mașinii, creând o minimă frecare cu aerul (Figura 4.3.5). De asemenea, pe lângă scopul amintit anterior de redirecționare a aerului, acesta este elementul cel mai lateral plasat și oferă echilibru monopostului și totodată stabilitate în momentele în care asupra mașinii acționează forțe de inerție. Pentru că „nasul” monopostului se aflat în partea frontală, acesta trebuie să fie cât mai aerodinamic, iar de aceea marginile suprafețelor sunt rotunjite cu funcția FILLET pentru suprafețe, având atributul de 10 mm.

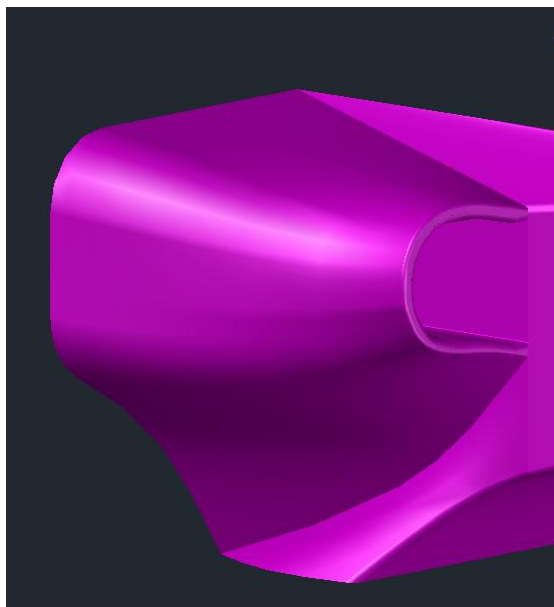


Figura 4.3.5

4.4 Aripa față a monopostului:

Cea mai aerodinamică componentă a monopostului de Formula 1 este aripa față (Figura 4.4.1), deoarece aceasta redirecționează aerul către părțile laterale ale mașinii și de asemenea oferă apăsare la sol monopostului. Această componentă este în formă de „V” care are aplicat la vârf o filetare de 5 mm realizată cu ajutorul funcției FILLET EDGE din meniul Solid. Marea majoritate a dimensiunilor acestei piese se pot observa în schiță 2D, cu excepția prinderilor de „nasul” mașinilor și elementele laterale de redirecționare a aerului.

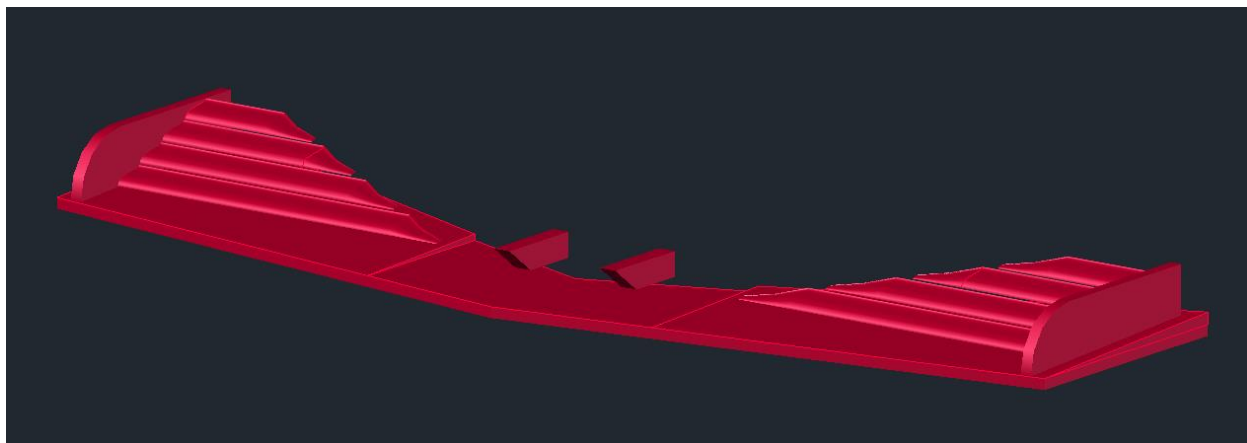


Figura 4.4.1

În figura 4.4.2 se pot observa elementele laterale de redirecționare a aerului, acestea fiind în număr de 4 pentru fiecare parte. Acestea au în componență o lamela dimensionată cu funcția PRESSPULL aplicată pe o linie creată cu funcția SPLINE, care are la vârf o suprafață tăiată la 45 de grade față de orizontală cu funcția SLICE, folosind modul 3POINTS. După cum se poate observa și în figura 4.4.2, lamelele diferă ca dimensiune prin 94 mm (prin lamela secționată), prima și cea mai lungă având 616.74 mm.

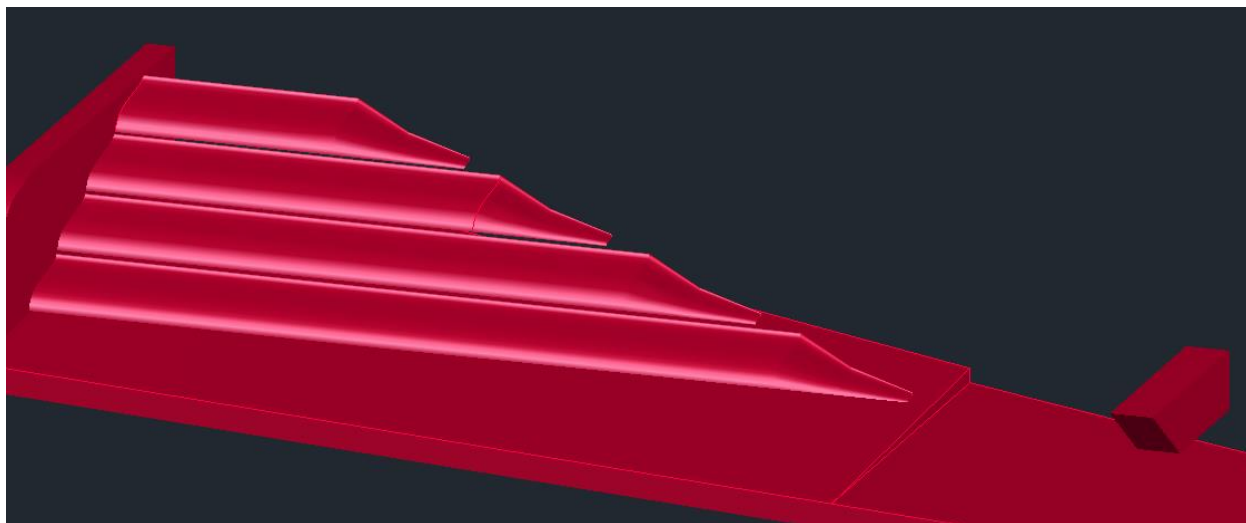


Figura 4.4.2

Prinderea fața de „nasul” monopostului este efectuată prin 2 paralelipipede dreptunghice de dimensiuni 155.09 x 29.35 x 40 (lungime, lățime, înălțime), secționate cu ajutorul funcției SLICE la 45 de grade cu ajutorul opțiunii de 3POINTS pentru a oferi aerodinamicitate obiectului (Figura 4.4.2).

4.5. Capota superioară a monopostului, orificul de răcire superior

Capota superioară a motorului este alcătuită din multiple suprafețe create cu ajutorul funcției NETWORK SURFACE aplicate pe linii trasate cu funcția SPLINE. Liniile curbe sunt create folosind linii ajutătoare prezente în figura 4.5.1. și oferă un aspect cât mai aerodinamic capotei și totodată pentru a crea spațiul necesar componentelor interne ale mașinii. Capota are dimensiunile de lățime, lungime și înălțime prezentate în schițele 2D, fiind totodată diferite de la monopost la monopost. După crearea acestora am realizat o copie în oglindă a obiectelor 3D cu ajutorul funcției 3DMIRROR după tehnica specificată anterior la restul componentelor.

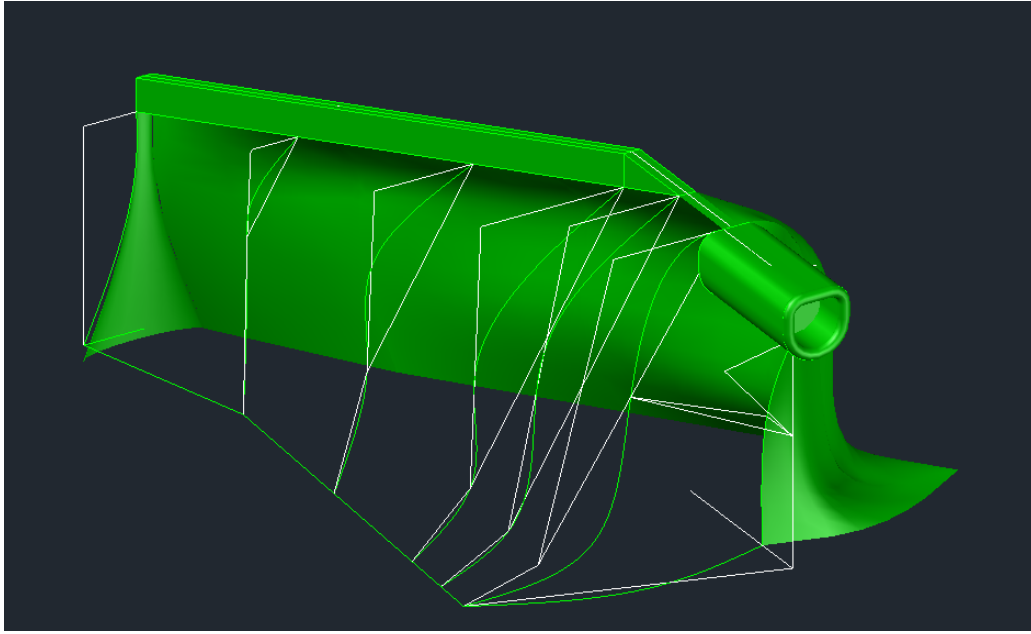


Figura 4.5.1

Pe partea superioară a capotei se poate observa elementul de susținere a componentei aerodinamice prezentat în secțiunea 4.10 (aripioara de rechin – „shark fin”), care este format dintr-un paralelipiped dreptunghic așezat oblic la 25 de grade înclinație fata de orizontala, având lungimea specificată în schițele de la secțiunea 3.

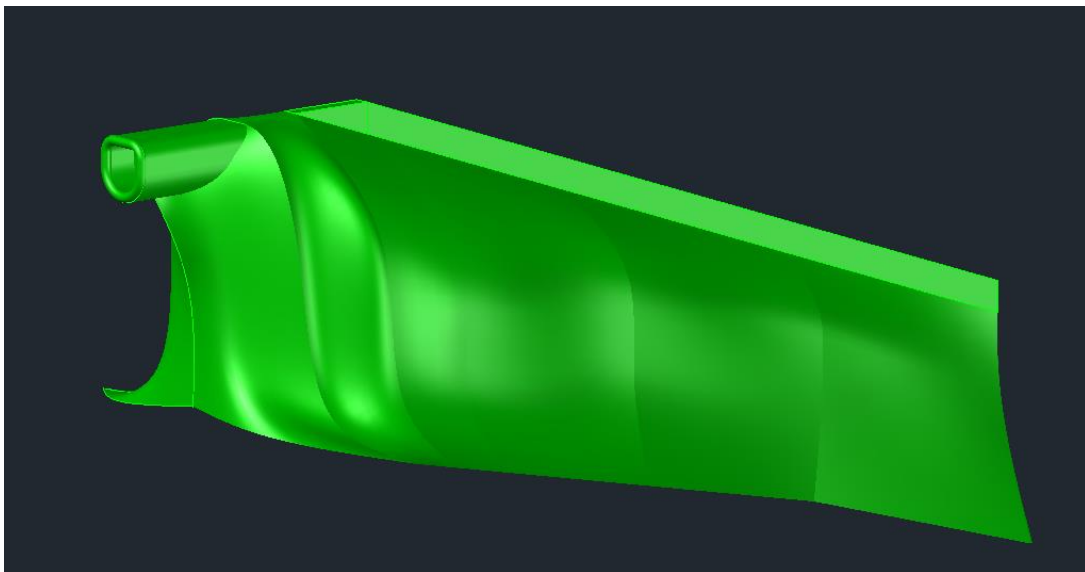


Figura 4.5.2

În partea superior-frontală a capotei se află orificiul de răcire superior care are rolul de a conduce aerul spre piesele componente ale motorului. Acesta este realizat prin 4 filetări (2 superioare cu parametrul de 10 mm și 2 inferioare cu parametrul de 25 mm) asupra unui patrat de latură 53 mm. Pentru a crea efectul de grosime am preluat suprafața și am redimensionat-o de 0,75 ori cu ajutorul funcției SCALE, ulterior plasând-o în centrul primei suprafețe. Pentru a face conexiunea dintre cele două am creat un cerc de diametru 5 mm, iar cu ajutorul funcției SWEEP, opțiunea PATH am creat un contur ce unește cele două suprafețe, oferind un aspect aerodinamic (Figura 4.5.3).

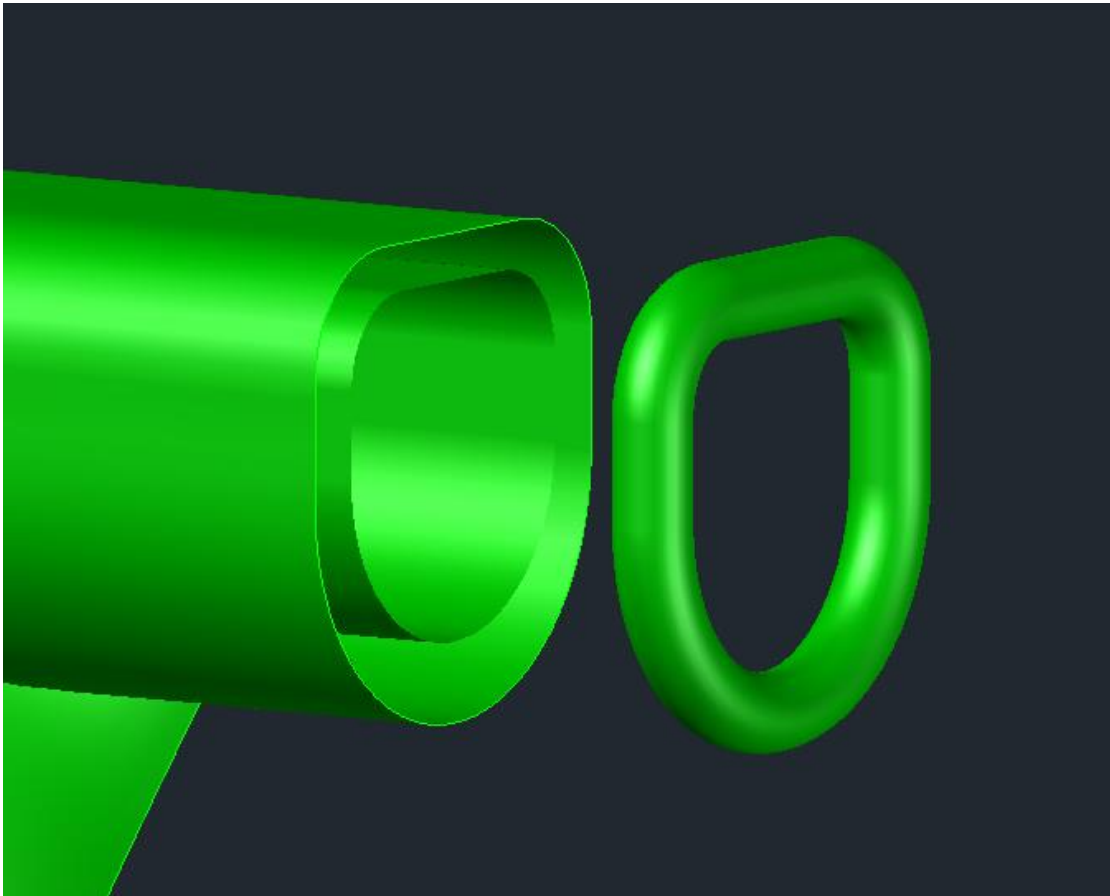


Figura 4.5.3

4.6. Aripa spate a monopostului, elemente de structură inferioare, lampa spate

Una dintre cele mai importante părți ale monopostului de Formula 1 este aripa spate. Aceasta opune rezistență față de aer, reglând viteza monopostului cu ajutorul clapei mobile superioare, care se poate activa prin sistemul de reducere a rezistenței aerodinamice - drag reduction system - DRS. Toate dimensiunile aripii spate sunt prezente în schițele 2D, alături de unghiurile de înclinație. O proiecție în 2D a clapelor aripii spate se poate observa în figura 4.6.1.

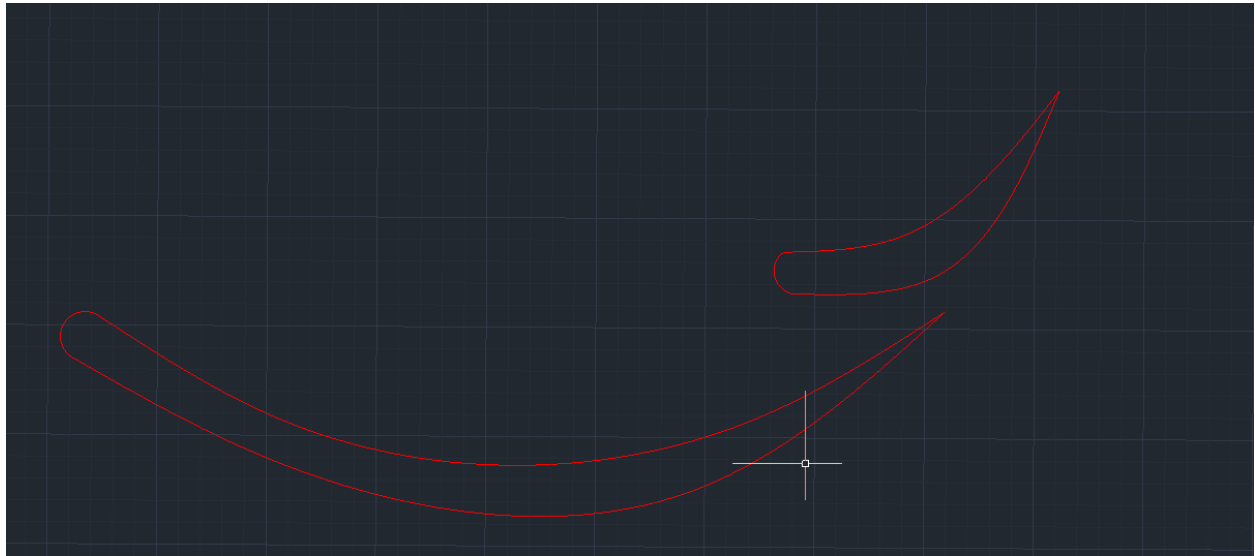


Figura 4.6.1

Elementele de structură inferioare ale monopostului aflate pe podea sunt efectuate din obiecte 3D solide, ale căror dimensiuni sunt descrise în schițele 2D, cu precizarea că toate marginile acestora au fost filetate cu ajutorul funcției FILLET EDGE cu parametrul de 10 mm, iar cele de pe aripa spate au fost filetate cu parametrul de 50 mm. Se poate observa în figura 4.6.2 elementul de susținere al clapelor, format din două bari de grosime 5 mm (diametrul cercului descris), ce au fost create cu ajutorul funcției SWEEP, folosind opțiunea Path, aplicată pe o linie curbă ce face legătură între clape și un element solid de structură.

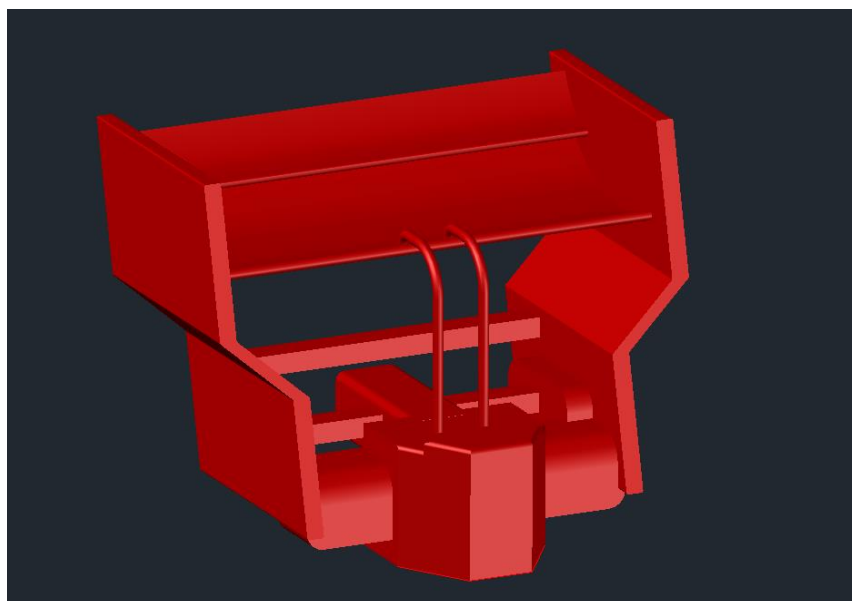


Figura 4.6.2

Lampa spate cu cele 16 diode emițătoare de lumină - light-emitting diode – LED este atașată pe un element de structură aflat sub aripa spate care servește la poziționarea a cât mai depărtată a acestor LED-uri pentru a fi vizibile de piloți. Procedul pe care l-am folosit să proiectez aceste LED-uri a fost să creez o bilă de rază 12 mm, iar apoi am folosit funcția ARRAY, din care am ales opțiunea de 4 linii și 4 coloane distanțate egal (Figura 4.6.3).

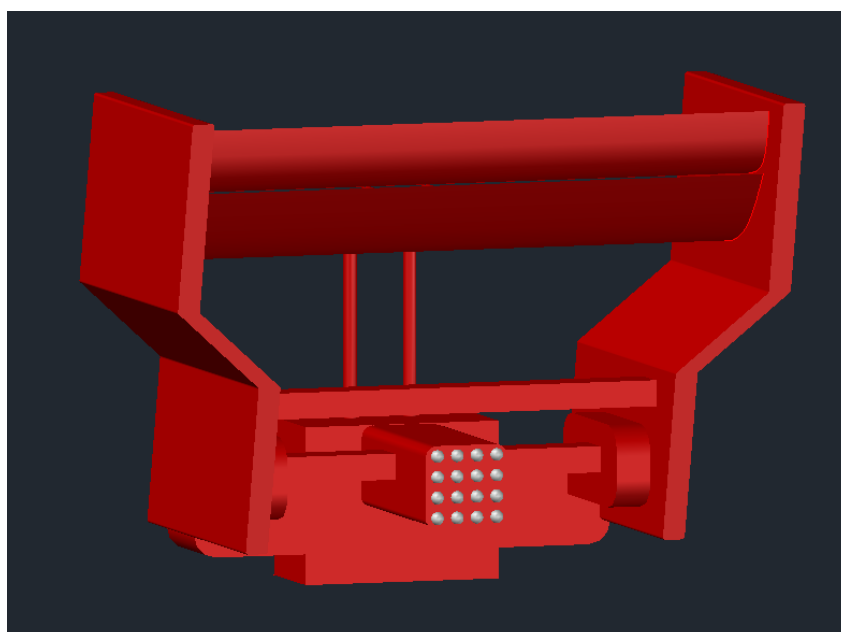


Figura 4.6.3

4.7. Roțile + prinderile roților

Contactul cu solul și implicit deplasarea se realizează prin intermediul roților, care sunt conectate de monopost prin suspensiile și elemente de stabilizare specifice unei astfel de mașini. Roțile sunt o componentă consumabilă foarte importantă în acest sport cu motor, deoarece ele pot facilita mai mult sau mai puțin deplasarea cu viteză mare a monopostului. Roțile sunt identice pentru toate monoposturile de Formula 1, dimensiunile lor fiind detaliate în schițele 2D, iar o imagine de ansamblu de poate observa în figurile următoare (4.7.1, 4.7.2). Roțile monopostului sunt în număr de 4, cele anterioare fiind mai mari din punct de vedere al lățimii, caracteristică ce oferă stabilitate monopostului. Roata este contruită din 2 bucăți: pneul și jantă. Pneurile au fost realizate prin proiectarea unui cilindru de rază 329.3 mm, pe care l-am filetat la margini cu funcția FILLET EDGES cu atributul de 100 mm. În continuare am realizat orificiul necesar jantei prin crearea unui cilindru de rază 224.59 pe care l-am extras din cilindrul creat anterior cu funcția SUBTRACT din meniul Solid. În continuare am proiectat jeanta în orificiul creat plecând de la schema 2D, schemă ce apare în secțiunea 3 a documentației, alături de celelate dimensiuni ale mașinii.

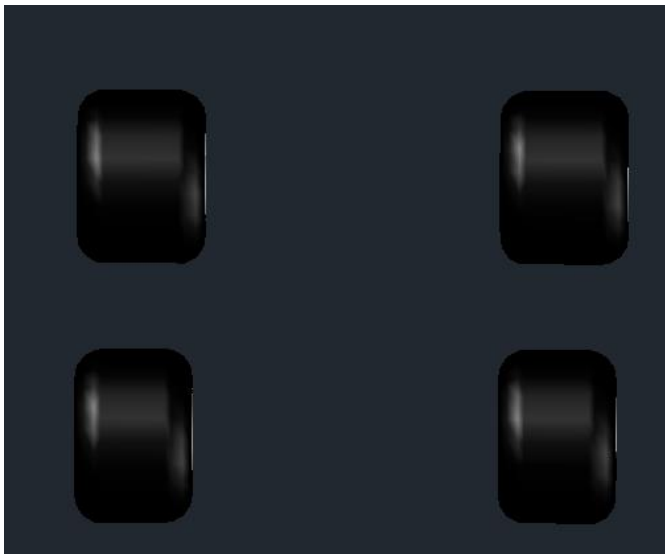


Figura 4.7.1



Figura 4.7.2

Prinderile roților sunt elementele care fac conexiunea dintre jeanta și restul monopostului, fiind o parte extrem de sensibilă a mașinii și totodată prima care cedează în cazul unui impact lateral. Acestea sunt diferite pentru ambele tipuri de roți (frontale și posterioare), deoarece dimensiunile lor diferă, cât și funcțiile. Roțile din față sunt cele care și virează, prin urmare trebuie să aibă mai mult spațiu de rotație, fiind și primele care se opun forței de frecare cu aerul. De aceea pe plăcuța de protecție dintre jeantă și elementele de legătură cu monopostul, se află un mecanism de răcire a frânelor ce redirecționează aerul cu ajutorul celor 5 lamele. Suspensile și elementele de legătură sunt ilustrate prin țevi care au luat naștere de la folosirea funcției LOFT din meniul Solid între două forme create cu linii SPLINE (acestea sunt diferite la toate monoposturile). Dimensiunile acestora se regăsesc la începutul documentației, iar ele pot fi observate în 3D în următoarele două figuri.

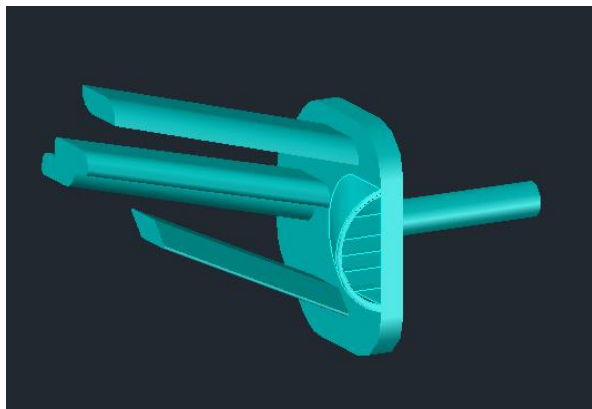


Figura 4.7.3

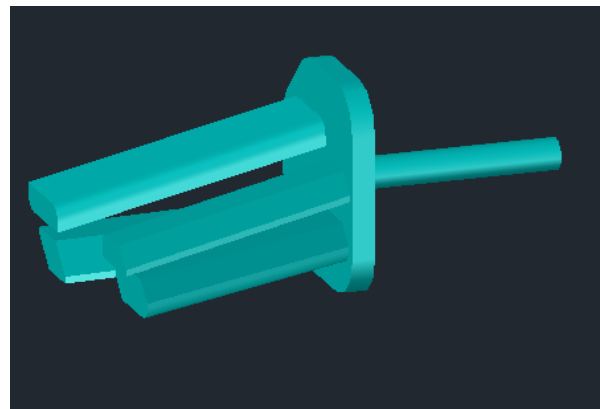


Figura 4.7.4

4.8. Elementul Halo (aură) + cockpit (carlingă)

Pe parcursul anilor, FIA a încercat să conceapă monoposturile de Formula 1 cât mai sigure pentru piloți, de aceea în sezonul 2018 a fost introdus ca element obligatoriu pe o mașină ce concurează în Campionatul Mondial de Formula 1, elementul HALO (aură). Acesta este o bucată de titan, tăiată cu ajutorul laserului, neavând îmbinări, fapt ce îi oferă mai multă siguranță și mai puține puncte critice. În acest proiect, elementul a fost realizat cu ajutorul funcției LOFT din meniul Solid, cu care am format o bară dintr-un oval cu raza mică 5 mm și raza mare 10 mm ce se lipește de gulerul carlingii (Figura 4.8.1). Partea frontală a fost efectuată tot cu ajutorul funcției LOFT pe 10 ovaluri care fac trecerea de la un oval subțire și lung la unul lat, care cuprinde cele două bari create anterior. Gulerul carlingii face parte tot din acest element și este ceea ce face legătură dintre carlinga, elementul Halo și capota superioară. Acest guler a fost realizat în părțile laterale cu funcția POLYSOLID din meniul Home și rotunjit în părțile frontale cu funcția FILLET EDGE având ca argument 25 mm. Restul dimensiunilor se pot regăsi în schițele 2D, iar pentru o viziune de ansamblu se observă figura 4.8.2.

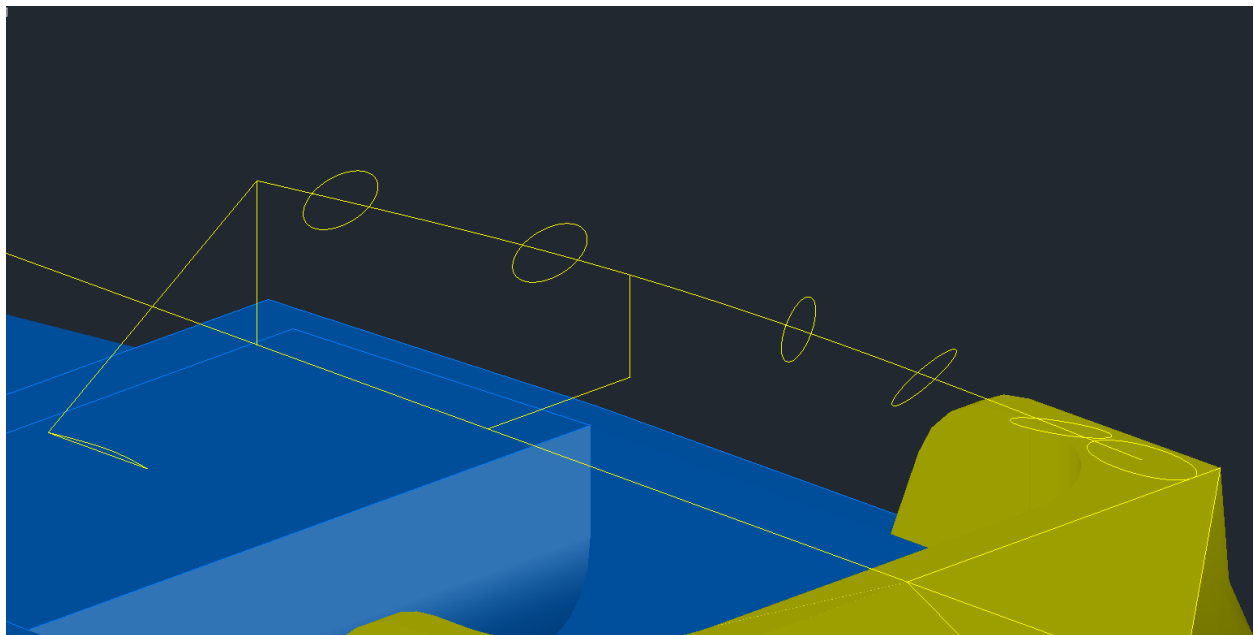


Figura 4.8.1

Carlinga – cockpit este locul unde se află pilotul în momentul unei curse, fiind un spațiu relativ mic în comparație cu restul automobilelor. În proiect, aceasta este reprezentată de două paralelipipede dreptunghice, primul de 780 x 505 x 350 mm și cel de-al doilea de 195 x 478 x 300 mm (lungime x lățime x înălțime). După ce le-am unit cu ajutorul funcției UNION, am decupat din acesta un paralelipiped dreptunghic de dimensiuni 450 x 447 x 54 mm cu ajutorul funcției SUBTRACT. În continuarea acestui paralelipiped dreptunghic am creat altul de dimensiuni 400

x 212 x 57, peste care am aplicat din nou funcția SUBTRACT, creând spațiul de pilotat al șoferului. În partea anterioară a carlingii am filetat cu ajutorul funcției FILLET EDGE cu parametrul 100 ambele muchii verticale și de asemenea și muchia din dreptul genunghilor.

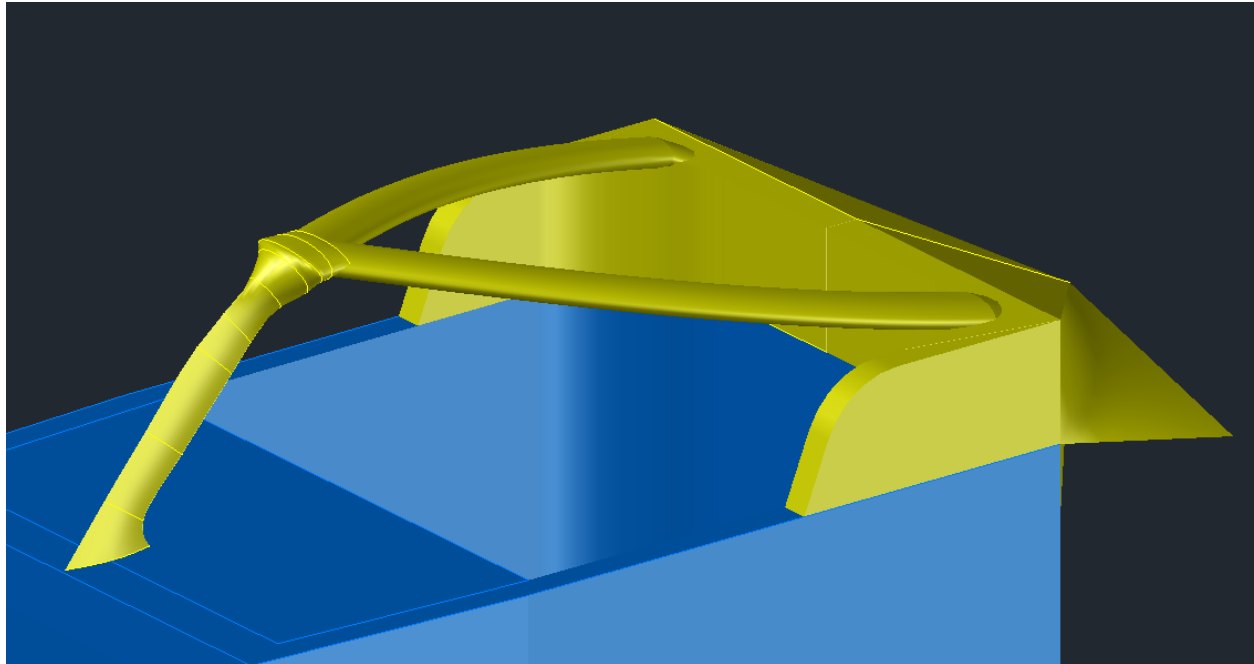


Figura 4.8.2

4.9. Elementele aerodinamice adiționale + Shark Fin („Aripioara de rechin”)

Pentru un monopost de Formula 1, aerodinamica este printre cele mai importante lucruri de care se ține cont în momentul când se contruiește unul. Datorită preciziei în toate mișcările, mașină trebuie să fie echilibrată, dar nu foarte grea. De aceea, inginerii au venit cu soluția de a plasa greutatea sub forme aerodinamice pentru a echilibra monopostul și a oferi stabilitatea necesară unei bune funcționări (Figura 4.9.1 , viewport-urile 2,3). Greutățile din acele viewport-uri au fost realizate cu ajutorul a două curbe SPLINE și a funcției EXTRUDE, dimensiunile lor fiind prezente în schițele 2D. De asemenea, redirectionarea aerului înspre elementele care ajută sau împiedică accelerația a fost o prioritate în proiectarea unei mașini de Formula 1, iar acest lucru este dat de elementele aerodinamice prezente în viewport-ul 1, Figura 4.9.1 (elemente de care se prinde și oglinda retrovizoare), ale căror dimensiuni sunt știute din schițele 2D, cu precizarea că marginile au fost filetate cu funcția FILLET EDGE având parametru de 5 mm. În ultimul viewport din figura 4.9.1 este prezent elementul „aripioară de rechin” – shark fin, așezat pe suportul descris la secțiunea 4.5 a documentației. Acesta redirectionează aerul spre aripa spate, ajutând la buna funcționare a sistemului DRS.

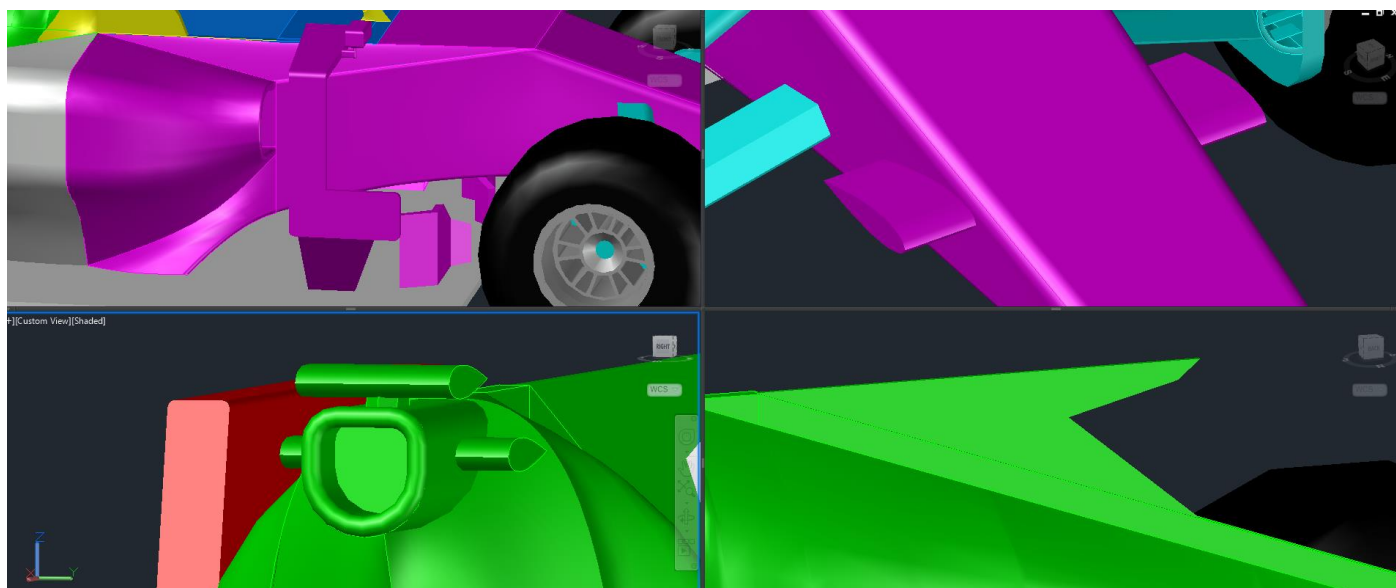
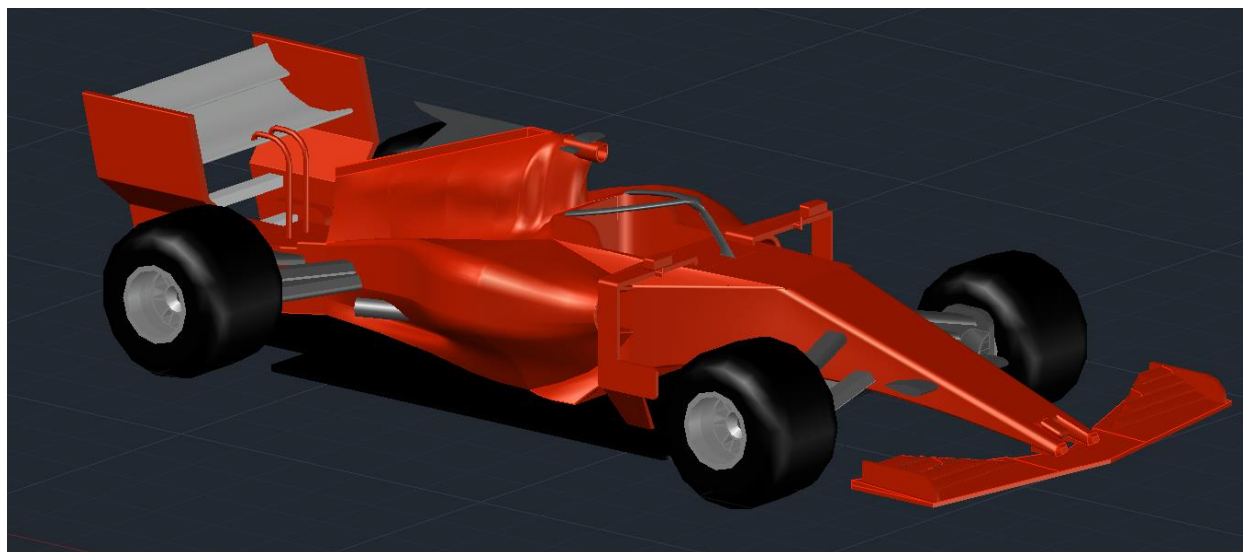


Figura 4.9.1

Mențiuni

O mențiune importantă pentru acest proiect este faptul că dimensiunile sunt situate între intervalele legale, conform regulamentului FIA pentru Formula 1 din sezonul 2020. De asemenea toate componentele prezentate în 3D au avut culori diferite pentru a fi mai ușor de distins în momentul proiectării. Varianta finală a monopostului nu prezintă atâtea culori, ci folosește paleta cromatică a echipei Scuderia Ferrari (echipă participantă la Campionatul Mondial de Formula 1).



Concluzie

Acest proiect a avut un impact foarte mare asupra mea, deoarece la început am fost nevoit să muncesc ore îndelungate la anumite lucruri pe care am le pot face în câteva secunde, fapt ce m-a descurajat în primă fază, dar practica este cea mai bună învățătură. Am greșit de nenumărate ori și a trebuit să reîncep piesa la care lucram, de fiecare dată având în minte gândul „de data asta îl fac mai bine”. Simt că am evoluat atât pe plan profesional, cât și pe plan psihologic, deoarece mi-am antrenat răbdarea și puterea de a rămâne calm chiar și atunci când munceam câteva ore degeaba.

Mașinile de Formula 1 au fost și vor rămâne mereu complexe. Eu în acest proiect am încercat să reproduc un monopost cât mai exact și mai apropiat de realitate, apelând doar la regulamentul competiției din anul 2020 și la articole publicate de FIA pe site-ul oficial. Am încercat să păstrez mașină cât mai aproape de adevăr, fără să aduc prea multe note personale, dar așa cum fiecare echipă poate să schimbe anumite lucruri la mașinile sale (în parametrii legali), așa și eu am retușat anumite elemente având în minte scopul pentru care am proiectat-o.

Bibliografie

Formula1, 2019. “F1 RULES & REGULATIONS: What’s new for 2019?”. Accesat la 21 Mai 2020. <https://www.formula1.com/en/latest/article.f1-rules-and-regulations-what's-new-for-2019.2DIIt7TEs9YqI8IY6mEcwsM.html>

FIA. 2019. 2019 *FORMULA ONE TECHNICAL REGULATIONS*

FIA. 2020. 2020 *FORMULA ONE TECHNICAL REGULATIONS*