

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Estudi Aerodinàmic de Diferents Propostes per l'Aleró Posterior d'un Vehicle del Grup C

Document: Resum del projecte

Alumne: Izan Ballobar Checa

Tutor: Antoni Pujol Sagaró

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Juny 2024

Resum del projecte

La motivació darrere aquest projecte ve donada per la passió de l'autor pel món de la competició automobilística, en especial l'extinta categoria de resistència nomenada Grup C. Aquesta categoria consistia de vehicles de prestacions estratosfèriques per l'època, essent gairebé parells a la Fórmula 1 contemporània, alhora que era relativament accessible, permetent l'entrada a competició tant de marques importants amb molt poder econòmic al darrere com petits equips privats amb vehicles de construcció pròpia. Tot i que la vida de la categoria fou bastant curta (11 anys, des de 1982 fins 1993), principalment degut al cost de desenvolupament que creixia exponencialment any rere any i al fet que la proximitat en prestacions a la Fórmula 1 no agradava als inversors d'aquesta categoria, el Grup C es recorda com una de les poques èpoques daurades de la competició automobilística, marcant tant la gent que la va viure en l'època, com els que han conegut la seva existència posteriorment a la seva defunció.

L'interés per l'aerodinàmica i el seu ús en vehicles de competició, juntament amb els coneixements adquirits a les assignatures cursades de mecànica de fluids, va contribuir a la tria d'un projecte relacionat amb aquests àmbits. Finalment, es va decidir realitzar l'estudi de les propietats aerodinàmiques de diferents propostes d'alerons posteriors per un vehicle de la categoria del Grup C de finals dels anys vuitanta. En la figura 1 es mostra el vehicle sobre el que es farà l'estudi, nomenat TRD DRW12.

El treball tenia uns clars objectius: recolzant-se en programari de simulació de dinàmica de fluids computacional, es buscava obtenir les propietats aerodinàmiques de diferents propostes d'aleró, per poder comparar-los i triar tres elements, cadascun amb unes característiques marcades: el primer aleró interessava que tingués la mínima resistència aerodinàmica possible a costa de generar poca càrrega aerodinàmica. Pel segon aleró es volia que fos tot el contrari al primer, és a dir, que aportés el màxim de càrrega aerodinàmica possible, independentment de la resistència associada. El darrer aleró es volia que fos un punt mig entre els dos elements anteriors: càrrega aerodinàmica substancial, mantenint un bon nivell d'eficiència aerodinàmica (rati entre càrrega i resistència aerodinàmica). Aquests alerons ajudarien a que el vehicle s'adaptés millor a diferents tipus de circuits: el primer aleró seria útil per a circuits amb llargues rectes, el segon aniria destinat a circuits amb molts revolts, i el tercer aleró es podria utilitzar per circuits que consisteixin d'una combinació de les dues característiques.

La intenció era la d'emular el desenvolupament aerodinàmic que hauria seguit un vehicle de l'època, passant per diferents fases: disseny, estudi, construcció i avaluació en circuit. Per apropar-se més a aquest mètode, es va utilitzar el model tridimensional creat per l'autor d'un vehicle d'aquesta categoria per al simulador de curses Assetto Corsa (AC): un simulador de competició d'automobilisme, considerat un dels més realistes del mercat, utilitzat freqüentment per equips de competició com a banc de prova de vehicles i com mètode d'entrenament dels pilots. El vehicle disposa de dues configuracions aerodinàmiques: una de baixa resistència aerodinàmica, a la qual s'avaluàrien els alerons que més

eficiència aerodinàmica presentessin, i una altra configuració d'alta càrrega aerodinàmica, on es provarien la resta d'alerons. Les configuracions aerodinàmiques del vehicle es mostren en la figura 1.



Figura 1: TRD DRW12, vehicle d'estudi per aquest treball. Es mostra en la configuració estàndard (esquerra) i LM (dreta).

La fase de disseny es va fer amb el software de modelatge 3D SolidWorks, generant diferents alerons a partir de perfils d'ala tipus Eppler (perfils aerodinàmics nomenats “high lift” o alta sustentació), utilitzats en aeronàutica i competició automobilística. Es va definir que tots els alerons tinguessin una longitud màxima de 430 mm. Es van dissenyar alerons d'un sol perfil i altres que consistien de dos perfils de mides reduïdes (el primer de 350 mm i el segon més petit de 165 mm), situant el segon element per damunt del primer per no superar la longitud màxima. En la figura 2 es mostren dos dels alerons simulats, els alerons 1 i 5.

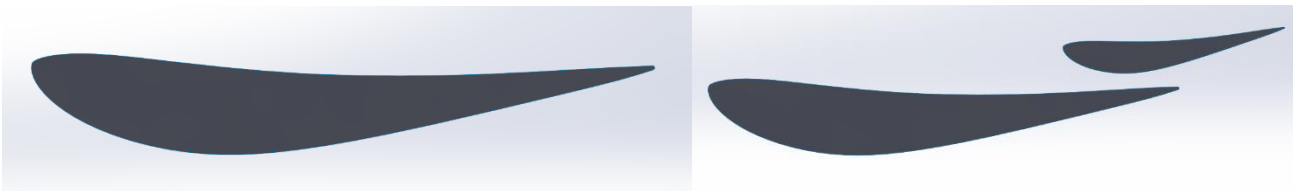


Figura 2: Aleró 1 (esquerra) i 5 (dreta). S'observa la diferència en mida dels perfils que conformen els alerons d'un sol element i els de dos.

La segona fase va consistir en l'estudi de cadascuna de les propostes d'aleró mitjançant simulacions de dinàmica de fluids computacional amb el software Ansys Workbench, concretament el programa Fluent. Es van anotar els resultats de les propietats aerodinàmiques de cada aleró: forces aerodinàmiques i coeficients associats a aquests, juntament amb l'eficiència aerodinàmica (rati entre càrrega i resistència aerodinàmica). També es van monitoritzar altres propietats, com la turbulència de cada aleró, per tal de disposar de més informació a l'hora de fer la tria de les geometries òptimes. Aquestes dades van donar una primera idea sobre quins perfils complien amb les propietats desitjades.

Es va substituir la fase de construcció per una fase nomenada “traducció”, on s'implementarien els resultats obtinguts a la segona fase en el simulador de curses AC. Un cop introduïdes les dades de l'anàlisi CFD dels alerons, es va comprovar que les forces aerodinàmiques simulades al simulador AC fossin el més pròximes possibles a les obtingudes amb Fluent. Es va observar molt bona correlació, amb

un error inicial aproximat del 7%, el qual es va reduir a un error final inferior al 2% quan es va implementar un factor corrector per la diferència de densitats de l'aire entre les simulacions i AC.

En la darrera fase, es va avaluar cadascun dels alerons en circuit en el simulador AC. El circuit on es van realitzar les proves va ser Paul Ricard, degut a la varietat de corbes que disposa, juntament amb una llarga recta per avaluar l'efecte de la resistència aerodinàmica de cada aleró. Els resultats d'aquestes proves van complementar la informació obtinguda en les simulacions de CFD, ajudant en la presa de decisions sobre quins alerons triar.

De les sis propostes d'aleró, es van triar la tercera, la quarta i la cinquena. El tercer aleró va ser el segon element que més càrrega aerodinàmica generava dels sis que es van provar. Les proves en circuit van ajudar la seva tria en comptes de l'aleró 6 (el primer aleró en quant a càrrega aerodinàmica) ja que el vehicle no s'adaptava prou bé a la càrrega generada per aquest darrer. L'anàlisi de CFD de l'aleró 4 mostrava que aquest era el més eficient aerodinàmicament, per tant només va caldre comprovar el bon comportament del vehicle per decidir triar aquest aleró com el de baixa resistència aerodinàmica. El cinquè aleró mostrava propietats moderades en tots els àmbits, sense destacar en cap de les seves característiques ni per ser excessivament bones ni dolentes. La resposta del vehicle a aquest aleró va corroborar aquesta informació, mostrant un comportament molt neutre, la qual cosa va contribuir a triar aquest darrer aleró com un element versàtil, que s'adaptés a tota mena de condicions i tipus de circuit. En la figura 3 es resumeixen les prestacions aerodinàmiques dels alerons que es van seleccionar.

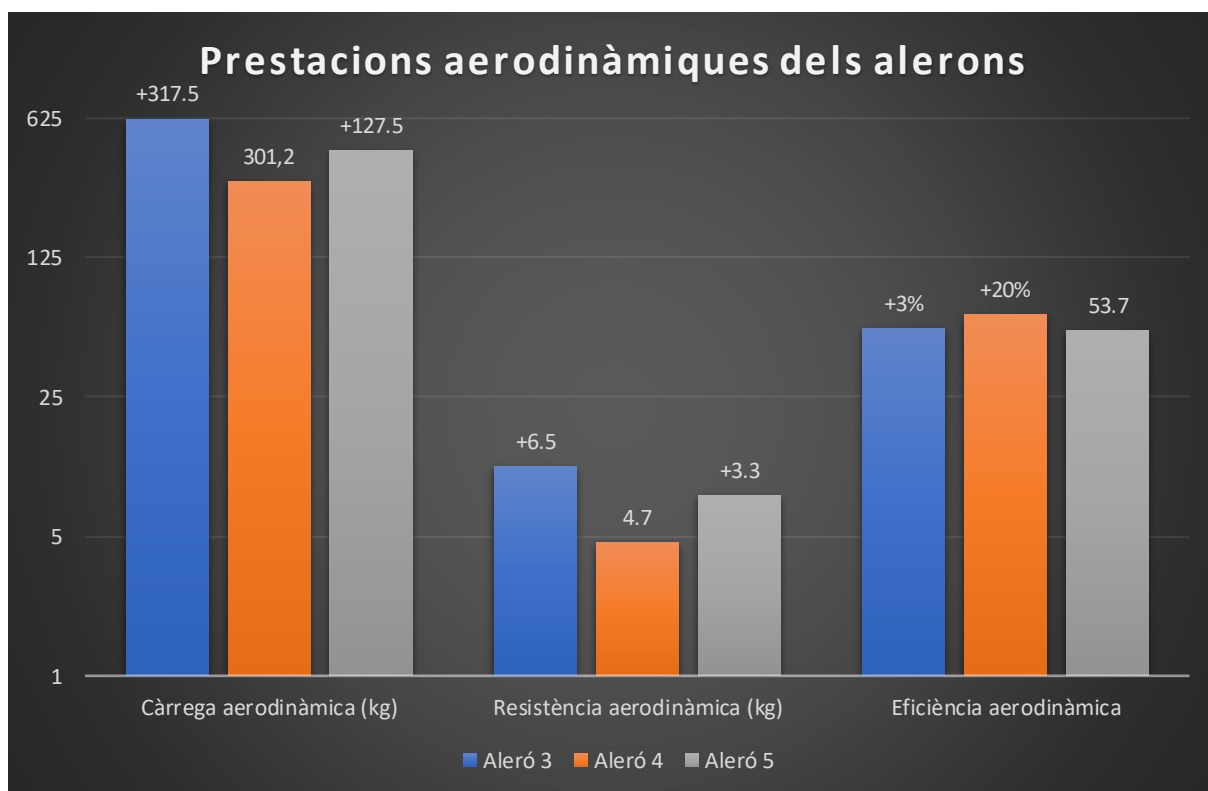


Figura 3: Prestacions aerodinàmiques dels 3 alerons seleccionats. Es mostren les dades dels alerons en la segona posició i a 260 km/h. Les diferències es computen respecte l'aleró que ofereix menors prestacions per cada propietat.