



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

Report
PROGETTI FORMULA SAE

Autore: Gabriele Avi

Matricole: 226958

Ultima Revisione: 2024-06-24

INDICE

1	Introduzione	1
2	Dimensionamento Perno ARB	1
2.1	Problema	1
2.2	Descrizione progetto	3
2.3	Conclusioni	5
3	Supporto Potenziometri	6
3.1	Problema e soluzione	6
4	Ottimizzazione Supporto	7
4.1	Problema	7
4.2	Descrizione progetto	7
4.3	Conclusioni	10
5	Interface Hand Kart	11
5.1	Problema	11
5.2	Descrizione progetto	11
5.3	Conclusioni	13

1 INTRODUZIONE

Questo report contiene le informazioni necessarie alla comprensione di alcuni dei progetti svolti durante l'anno accademico 2023 - 2024. L'obiettivo è quello di rendere il tutto il più chiaro e coprensibile, riportando: il problema iniziale, la soluzione trovata descritta nei dettagli e la conclusione del progetto. Nello specifico questo report affronta 2 macro progetti; quello dell'ARB (anti - roll bar), del quale verranno analizzate:

1. Dimensionamento perno;
2. Supporto potenziometri;
3. Ottimizzazione supporto;

e quello del carrellino (utilizzato in sede di gare e test per caricare e gestire le batterie della macchina):

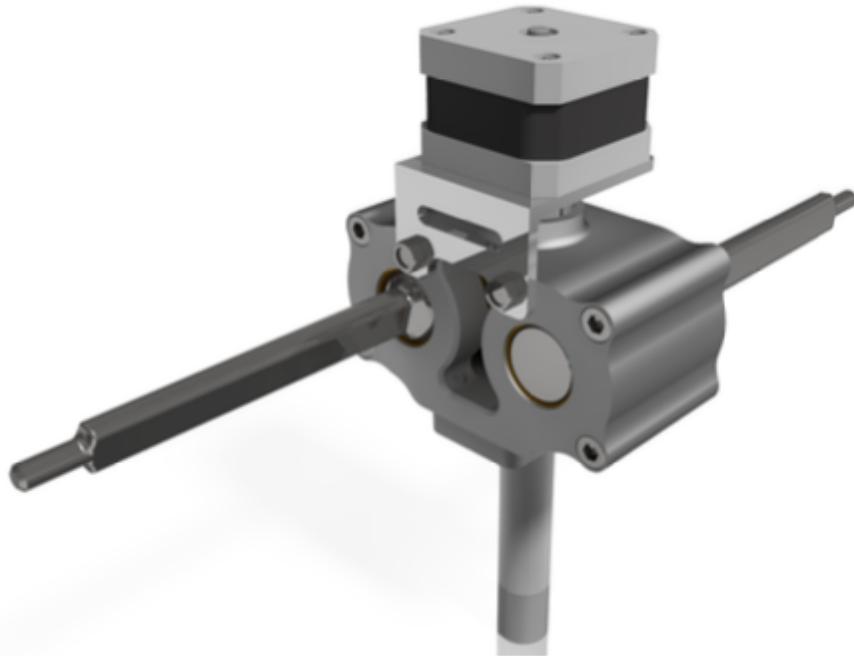
4. Interface Hand Kart;

Tutti i progetti hanno richiesto una prima parte di studio del problema, per comprenderne il funzionamento e poter intervenire correttamente ottenendo i risultati attesi.

2 DIMENSIONAMENTO PERNO ARB

2.1 Problema

Il progetto teorico dell'ARB era presente, in quanto era stato realizzato in precedenza da altri studenti. Era necessario quindi passare alla parte di realizzazione pratica, con l'obiettivo di riuscire a integrare il sistema in macchina il prima possibile. Si richiedeva di dimensionare tutte le varie componenti, tra cui il perno centrale che faceva da supporto al motorino e al sistema di coltelli.



Dall'immagine si nota il sistema ARB nella sua interezza; provvisto di tutte le numerose componenti. Quanto preso in esame, come anticipato, è il perno centrale:



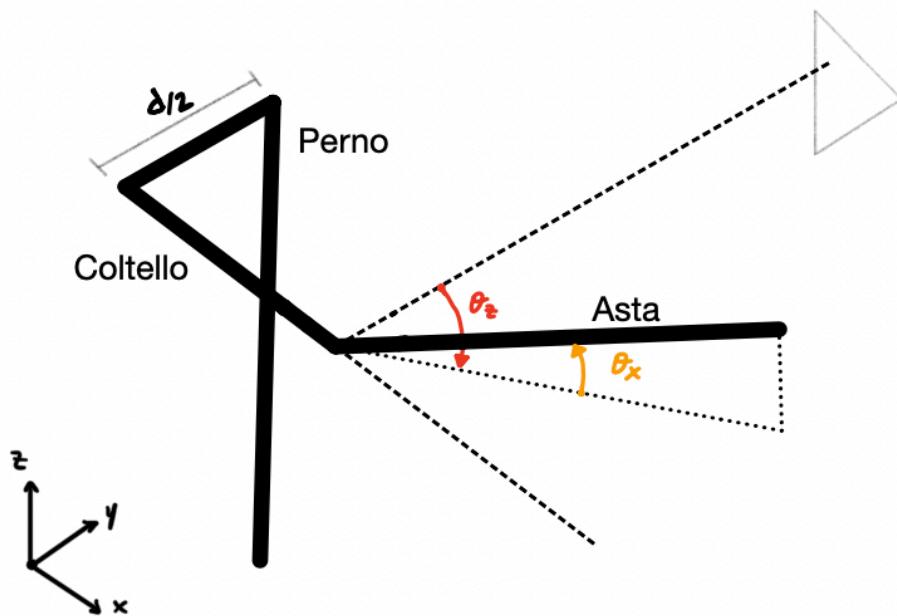
Quest'ultimo è fondamentale in quanto opera da sostegno a tutto il sistema; verrà infatti inserito nell'apposito supporto (la cui ottimizzazione verrà discussa poi) e, dopo aver inserito i cuscinetti necessari (sia assiali che radiali), tirato a pacco con un dado da sotto, in modo da rendere il

tutto compatto per poter lavorare come previsto, consentendo la rotazione libera attorno all'asse verticale.

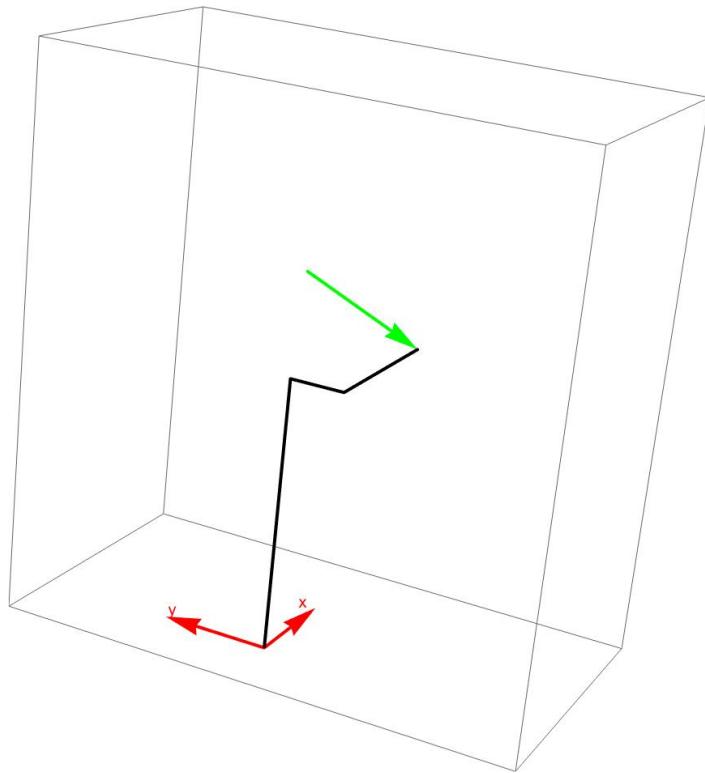
Si voleva per cui avere un file che permetesse di ottenere le dimensioni del perno (diametro) in base alle forze applicate, che in quel momento erano ancora ignote. Per realizzare il programma la scelta è ricaduta sul software Mathematica; con l'obiettivo di creare un programma in grado di dare un'analisi delle azioni interne in base al modulo e all'angolo delle forze presenti, cercando di individuare la casistica peggiore con cui dimensionare il perno e i relativi cuscinetti.

2.2 Descrizione progetto

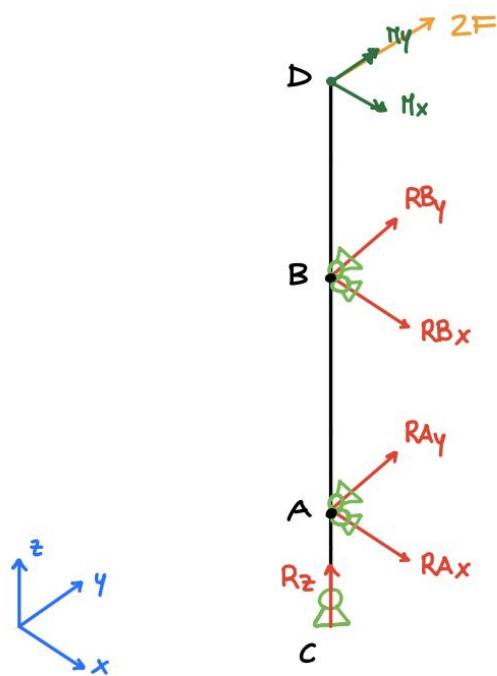
Il file Mathematica “Dimensionamento Perno Anti-Roll Bar” parte con la definizione delle costanti (lunghezze) e con la rappresentazione schematica del dispositivo, così da evidenziare gli angoli presi in esame. θ_x angolo sul piano XZ (con 0° sull'orizzontale) e θ_z angolo sul piano XY (con 0° parallelo all'asse y). Come riportato in figura:



Successivamente è possibile definire modulo e angoli della forza applicata ai coltelli e ottenere una rappresentazione grafica che permette di comprendere intuitivamente la disposizione della forza (verde):



A questo punto si studiano le azioni interne analizzando la struttura (perno) provvista di 2 cuscinetti radiali in A e B e una risultante dei cuscinetti assiali posizionata di C:



Si prendono quindi i valori massimi per le componenti più significative (momenti flettenti e azioni normali) e si calcolano le tensioni interne in funzione del diametro con la formula di Navier per le sezioni circolari. Quest'ultime vengono confrontate con la sigma di snervamento

dell'acciaio classico S450 così da ottenere un coefficiente di sicurezza adeguato e ricavare infine l'unica incognita cercata, il diametro.

Analogo procedimento è stato seguito per i cuscinetti, dei quali era però necessario definire il fattore di sicurezza statico, che definisce il grado di sicurezza che l'utilizzatore di cuscinetti vuole adottare contro le deformazioni del cuscinetto stesso.

Di seguito viene riportato il progetto Inventor completo di perno per il supporto e cuscinetti assiali e radiali posti nelle rispettive zone, con il dado sotto utilizzato per tirare a pacco il tutto:



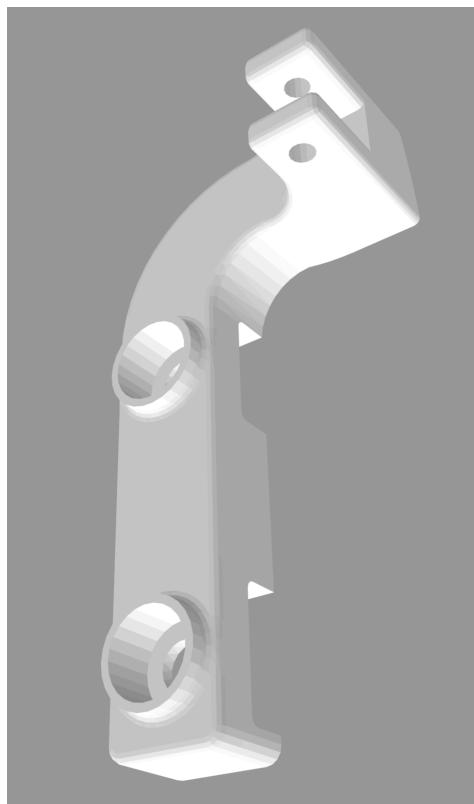
2.3 Conclusioni

L'obiettivo iniziale è stato raggiunto in quanto è stato realizzato il programma che consente di ottenere un diametro opportuno del perno di supporto in funzione della forza che arriva ai coltellini. Una volta definiti i carichi massimi che si possono presentare, si può perciò dimensionare il caso peggiore e procedere all'acquisto del pezzo effettivo.

3 SUPPORTO POTENZIOMETRI

3.1 Problema e soluzione

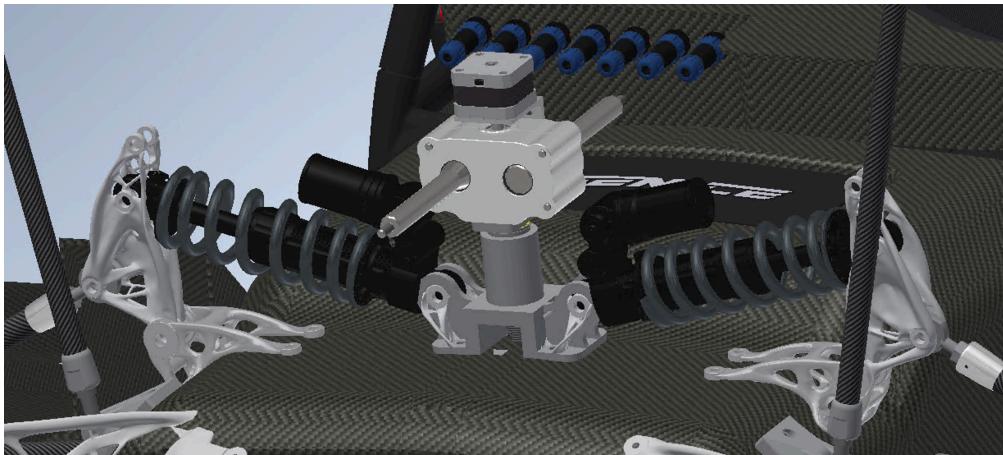
Come anticipato nel precedente progetto, un problema era l'assenza dei valori delle forze in gioco agenti sui coltelli, che risultano fondamentali per poter dimensionare e arrivare ad una soluzione. Per questo motivo si è scelto di posizionare dei potenziometri in parallelo alle sospensioni così da poter misurare gli spostamenti durante i test e ricavarne dei carichi indicativi. I potenziometri necessitavano di supporti, che sono stati disegnati su Inventor e stampati poi in 3D.



4 OTTIMIZZAZIONE SUPPORTO

4.1 Problema

Come anticipato all'inizio, il perno doveva essere inserito all'interno di un apposito supporto che collegava anche le due sospensioni. Il concept di partenza era il seguente:

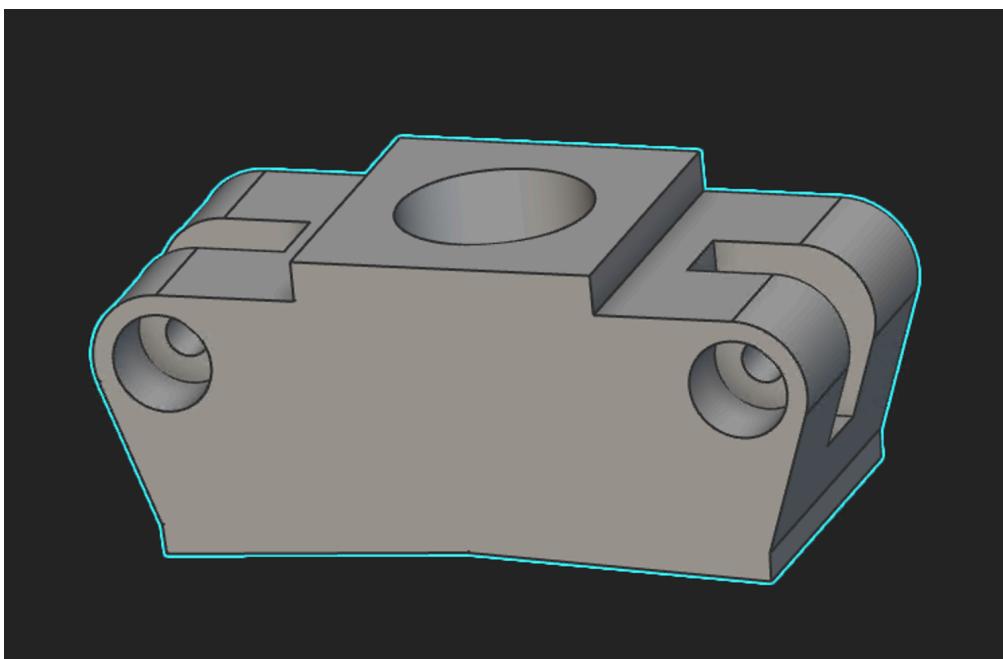


il quale doveva essere però migliorato e ottimizzato.

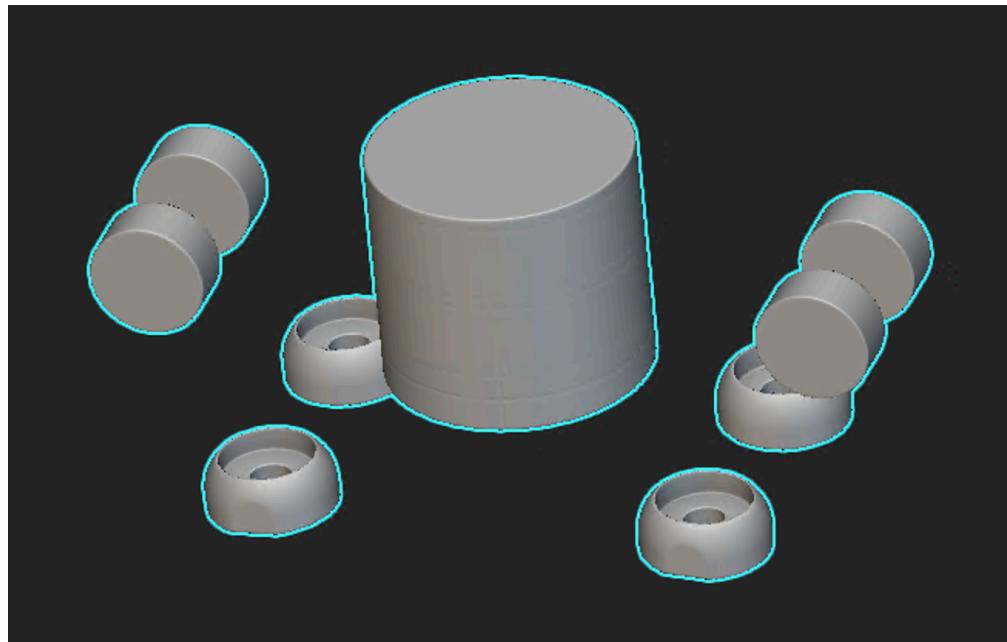
L'ottimizzazione è stata effettuata con il software **nTopology**, partendo da un grezzo e applicandoci tutte le possibili forze e pressioni, per arrivare poi ad un pezzo finito con il minimo del materiale necessario. Così facendo si risparmia del peso e si massimizza l'efficienza.

4.2 Descrizione progetto

Il progetto parte definendo un pezzo grezzo da modificare. Vengono quindi mantenuti soltanto gli elementi fondamentali per il fissaggio (fori) mentre il resto viene ingrossato in modo da consentire al programma (in fase successiva) una scelta più ampia tra le possibili zone a cui aggiungere/togliere materiale.

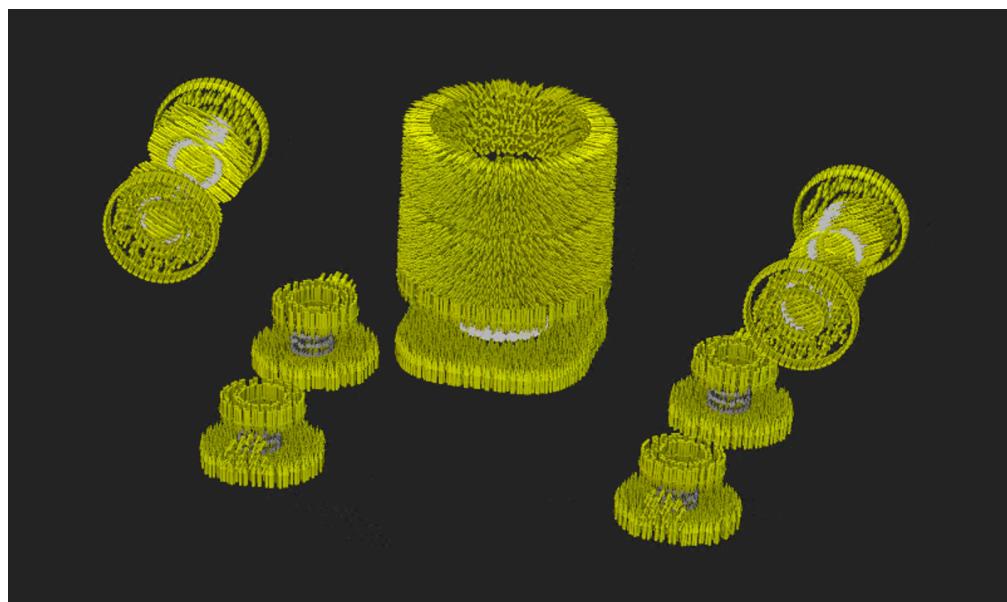


A questo punto si definiscono tutte le facce importanti (quelle che dovranno essere mantenute nel pezzo) e si va a farne una Boolean Union, ovvero un'unione per definire un corpo unico, ottenendo:

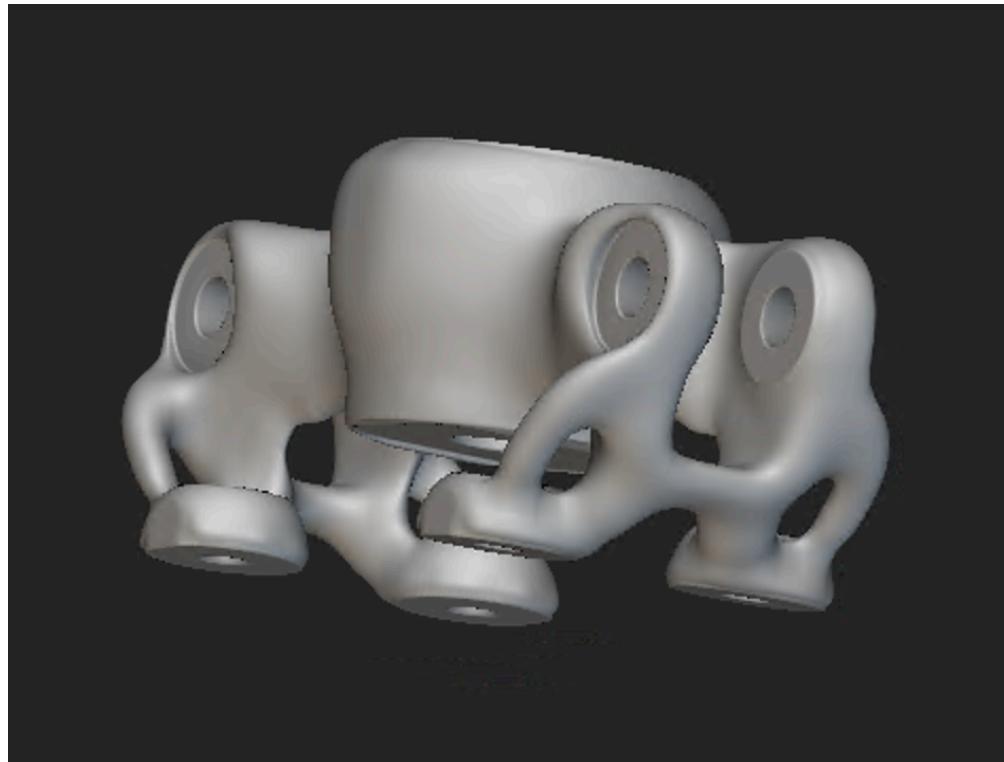


dove si possono notare i fori per i supporti sotto (collegamento a telaio), l'elemento centrale che dovrà contenere i cuscinetti e il perno, e infine gli elementi laterali per il fissaggio alle sospensioni.

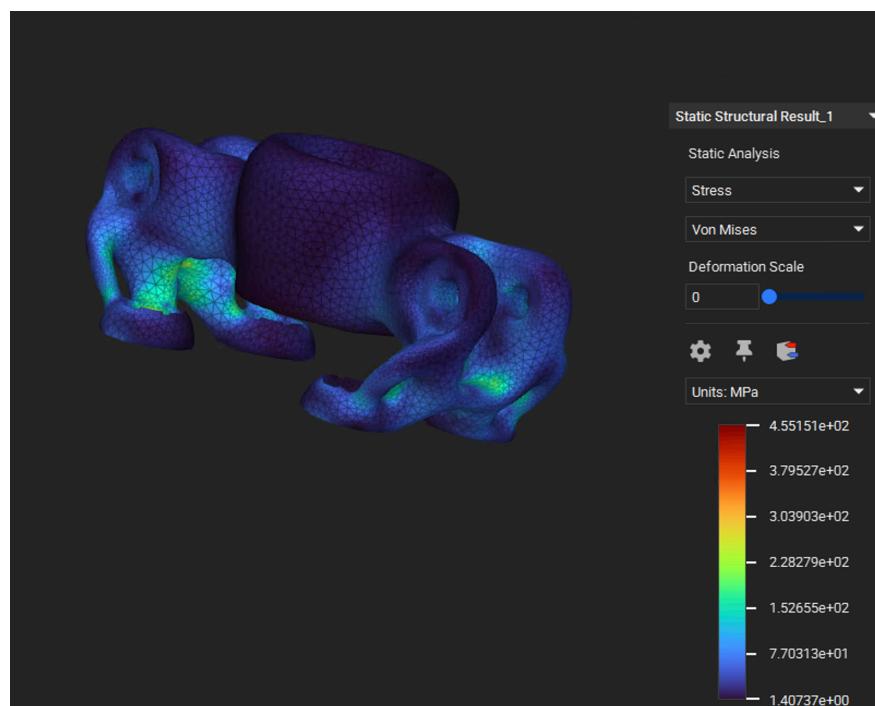
Con questo si fa sapere al programma quali parti di materiale può modificare e quali no (queste non le può modificare). Ora si definiscono le forze e pressioni in gioco; con particolare attenzione a quelle che arriveranno dalle sospensioni, che avranno un modulo considerevole rispetto a quelle posizionate in generale un po' ovunque, simulando sforzi generici. Tutto ciò viene raccolto poi nelle Boundary Conditions:



Dopo una prima analisi statica per controllare come queste forze agiscono sul corpo grezzo di partenza, si procede con l'ottimizzazione che viene resa simmetrica e liscia:

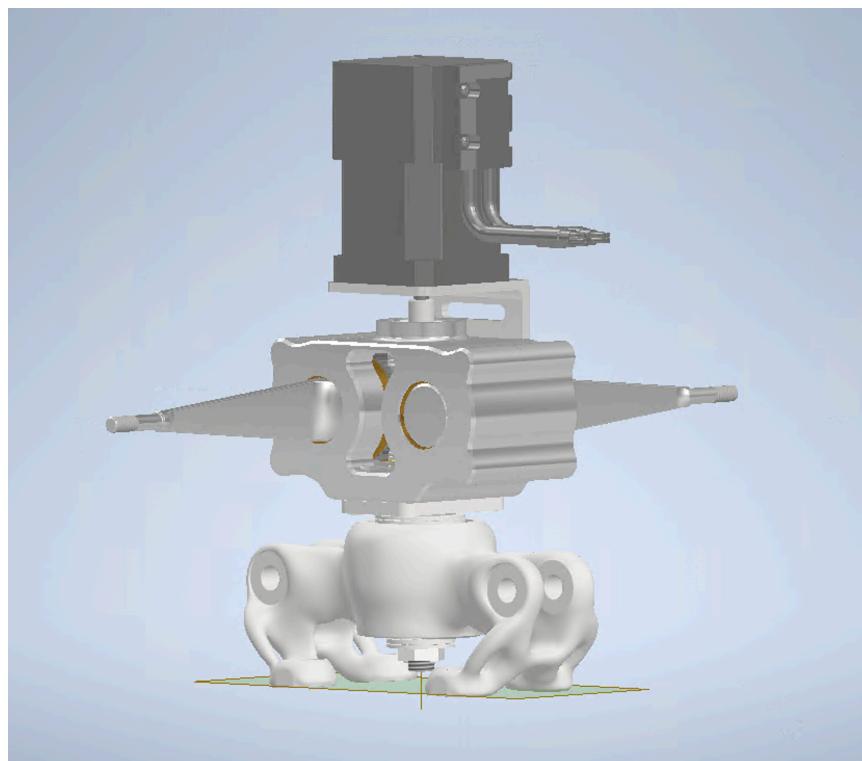


Si definisce la Mesh nuova con questo pezzo e dopo aver applicato ad esso le forze di prima si esegue una nuova analisi statica verificando che gli sforzi in tutto il corpo non siano troppo elevati, in particolare che siano entro i 200 MPa (in quanto il pezzo viene relizzato in alluminio che ha yield strength di circa 300 MPa). Come si può notare dalla simulazione, esistono solo delle zone locali con sforzi concentrati che non superano però il limite imposto:



La verifica è stata rifatta successivamente anche con **Ansys**, così da avere una certezza da parte di 2 software diversi. In entrambi i casi i risultati sono stati soddisfacenti.

Verificato anche questo si procede importando il tutto su Inventor, riuscendo ad ottenere il seguente sistema nella sua interezza:



Sistema che risulta compatto, funzionale e anche bello esteticamente, come voluto in partenza.

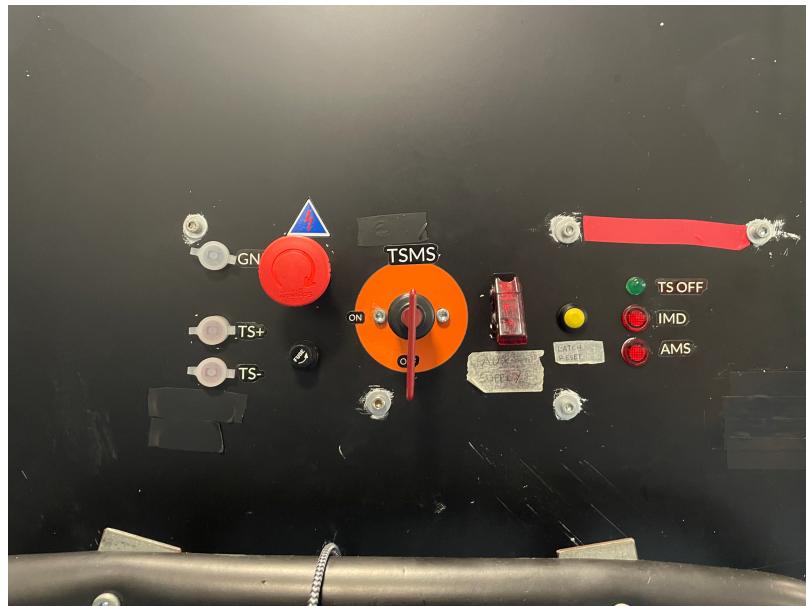
4.3 Conclusioni

Anche in questo caso l'obiettivo è stato raggiunto, riuscendo ad ottimizzare il pezzo per completare così il progetto dell'anti-roll bar, che ora richiede soltanto l'acquisto dei pezzi ed il montaggio in macchina.

5 INTERFACE HAND KART

5.1 Problema

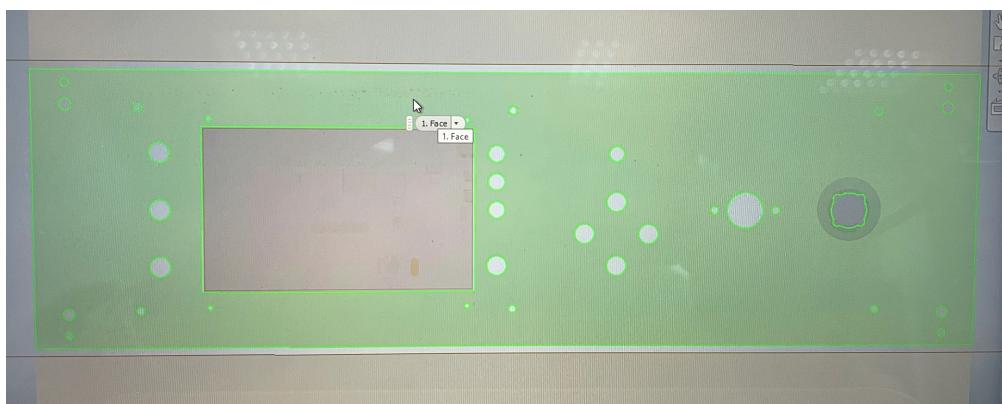
Il carrellino per la batteria della macchina risultava molto ingombrante e scomodo da portare ai test e in aggiunta era presente un'intefaccia base, che non consentiva il pieno controllo e la piena gestione delle informazioni sullo stato batteria, richiedendo quindi sempre la presenza di un computer esterno.

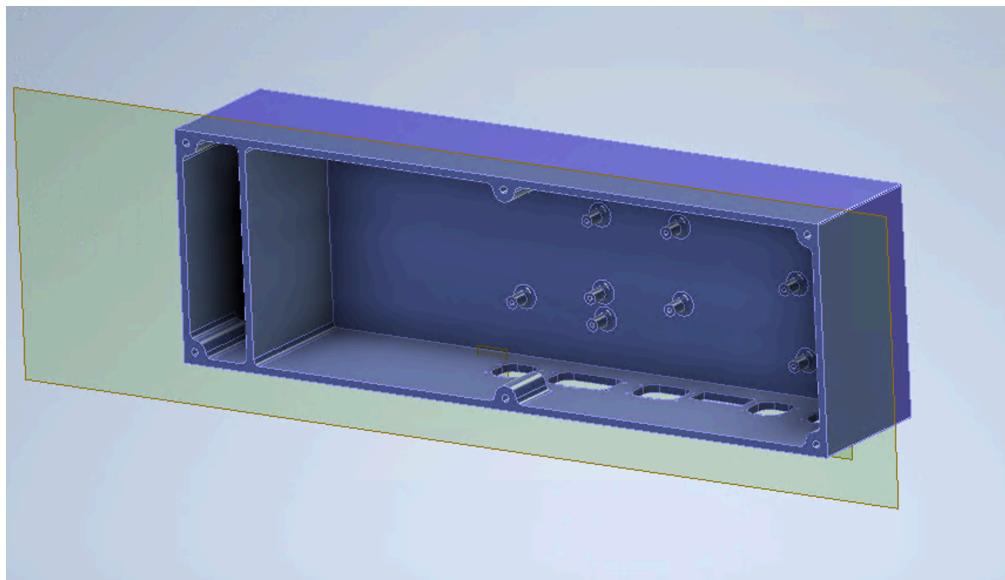


La richiesta era quella di migliorare l'interfaccia aggiungendo degli elementi (tra cui uno schermo LCD) rendendo il tutto modulabile, ovvero scomponibile e facilmente trasportabile. Avere un qualcosa di separabile consente di essere più comodi nel trasporto e, la presenza dello schermo, permette di monitorare le batterie dal modulo.

5.2 Descrizione progetto

Prima di iniziare la vera e propria progettazione è stato necessario risistemare l'assembly Inventor già esistente, a partire dai vincoli fino alle dimensioni corrette del carrello reale. Una volta fatto ciò è stato possibile procedere realizzando la lamiera sulla quale sono stati disposti tutti gli elementi necessari con relativi fori per il fissaggio. E' stata poi realizzata la scatola posteriore per contenere le schede ed i connettori.





Una volta completato il design su Inventor si è passati alla parte di realizzazione pratica, facendo un primo prototipo ritagliando il firewall con le misure opportune e usando un fondo in carbonio vecchio (come da foto), mentre si aspettava la lamiera definitiva forata dalla BLM Group.



Una volta arrivati tutti i pezzi è stato possibile completare il progetto, ottenendo il risultato finale:



5.3 Conclusioni

Le richieste iniziali sono state soddisfatte, riuscendo a realizzare un sistema modulabile, comodo da trasportare e con tutti gli elementi necessari.