

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale
ANALISI FEM FINALIZZATE AD ESEGUIRE VERIFICHE
STRUTTURALI SU COMPONENTI AUTOMOTIVE

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Studente: Davide Andreatta

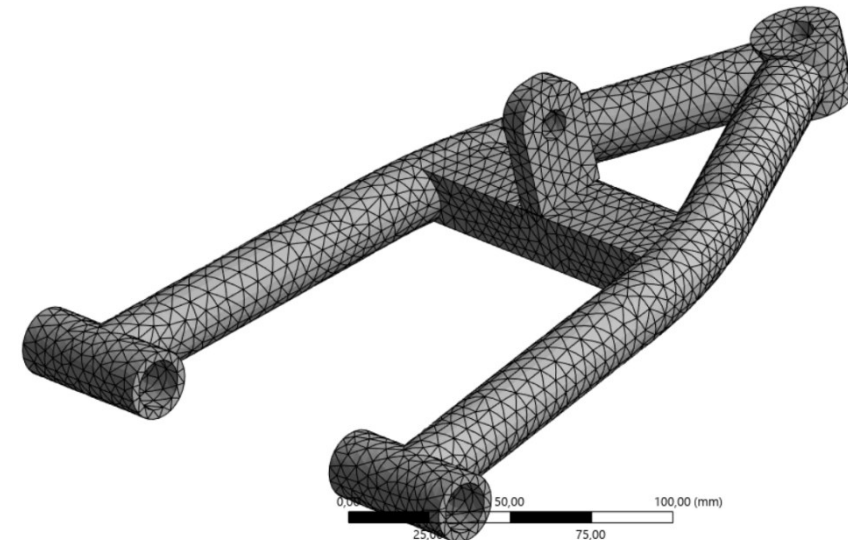
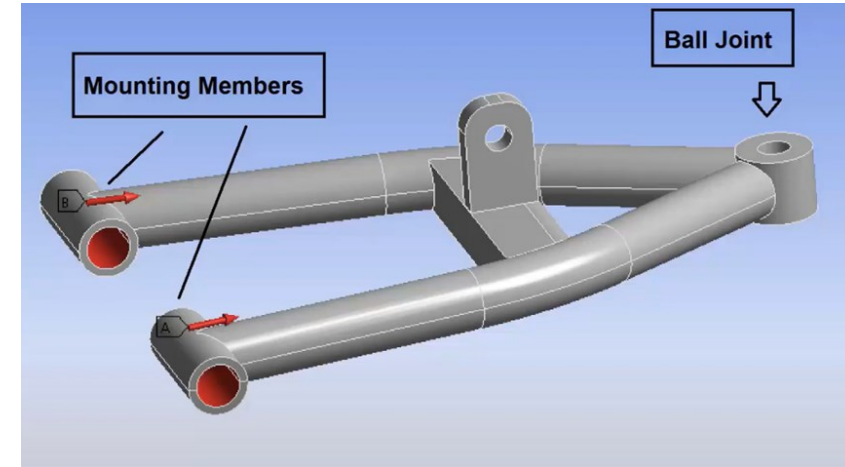
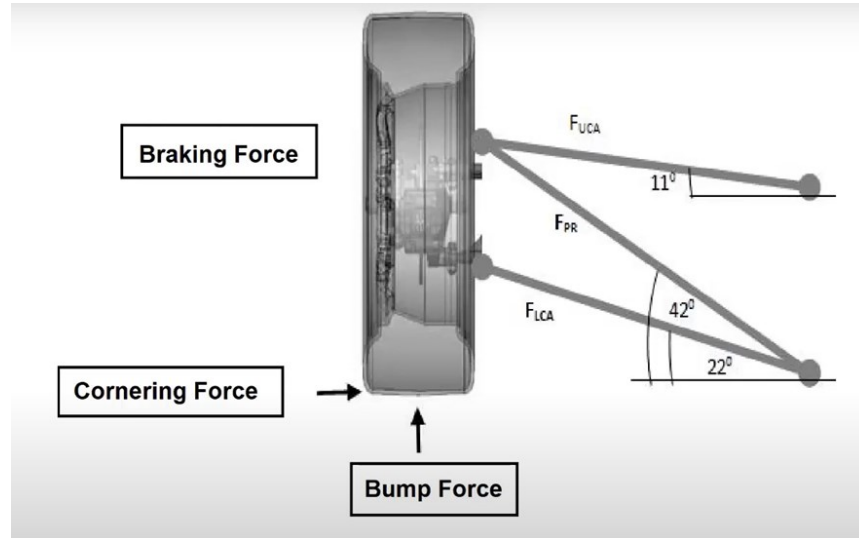
Padova, 17/9/2024

- L'obiettivo dello studio è l'esecuzione delle verifiche strutturali su alcuni componenti nell'ambito automotive (Formula SAE).
- Le analisi sono svolte mediante l'utilizzo del software Ansys Workbench - Mechanical, che sfrutta la teoria degli elementi finiti (FEM).
- Nello specifico, i casi studio tratteranno: l'analisi a fatica dei bracci che compongono una sospensione; l'analisi a fatica di un mozzo; l'analisi termo-strutturale di un freno a disco; l'analisi statica di un portamozzo.



Hanno la funzione di collegare il telaio di un'automobile alle ruote e trasmettere i carichi ciclici subiti da essa al suolo.

Materiali impiegati: Acciaio strutturale ($\sigma_s = 250 \text{ MPa}$, $E = 200000 \text{ Mpa}$, $\nu = 0,3$, $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$)

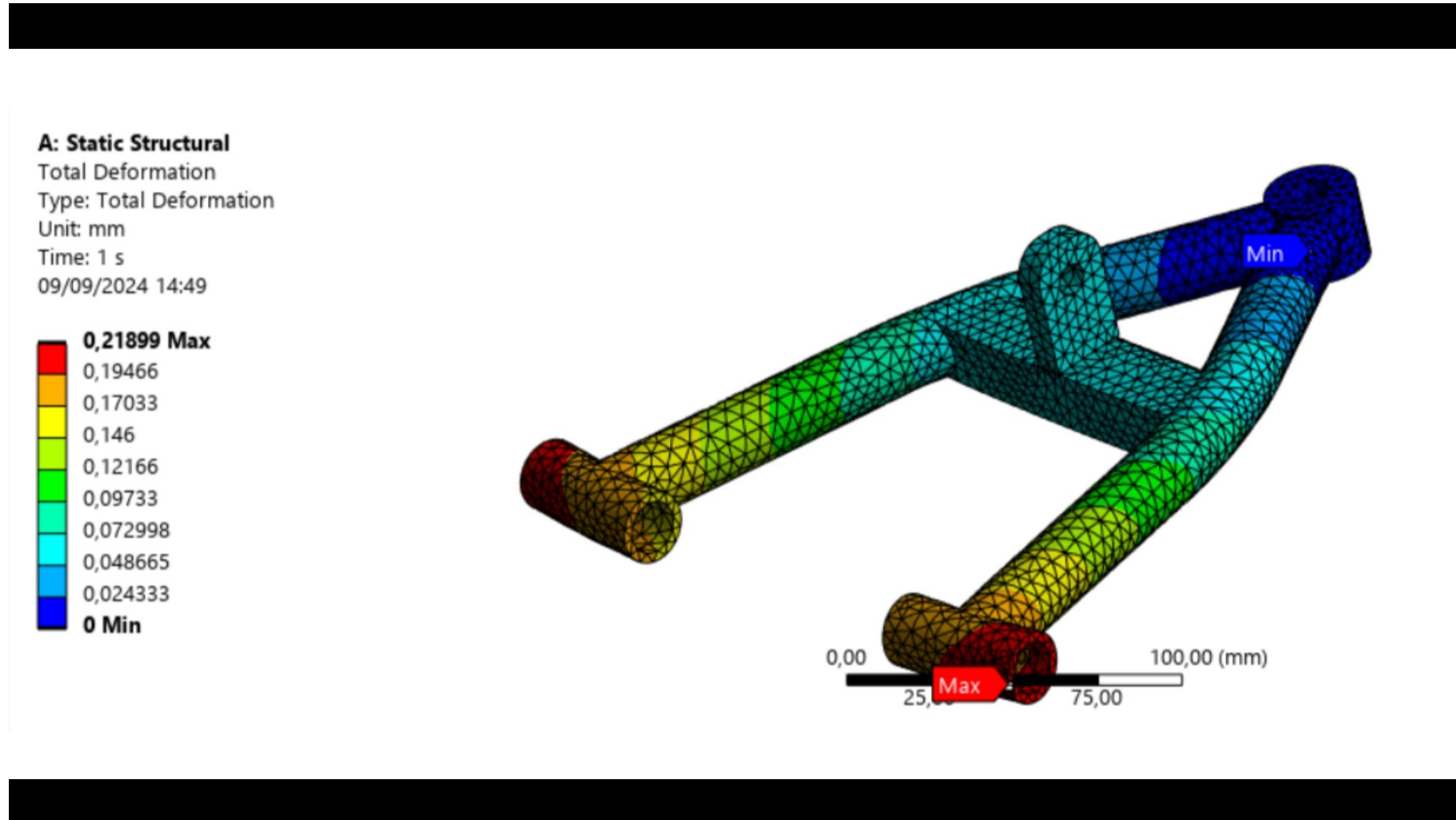


Carichi e Vincoli:

Sforzo assiale per ciascun braccio = 9000 N

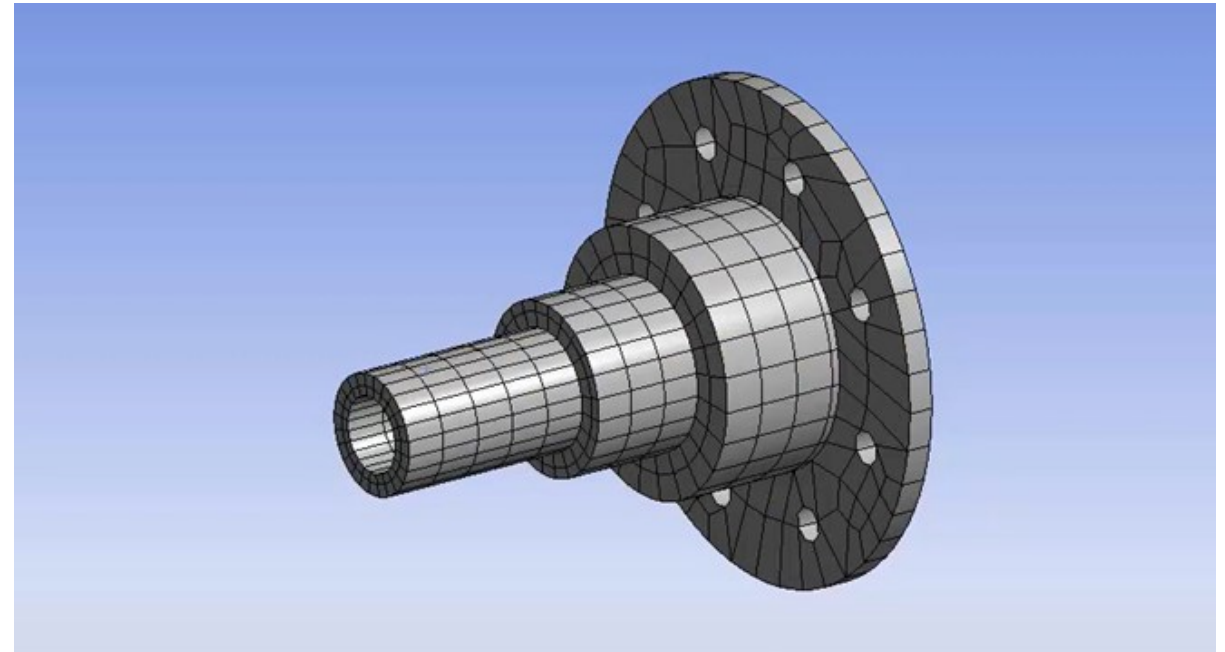
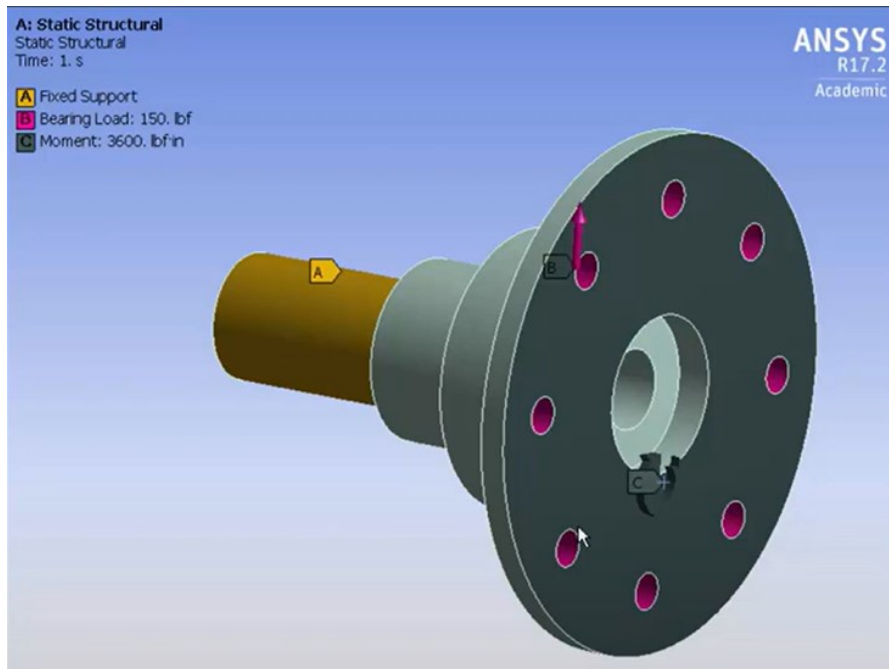
Vincolo d'incastro applicato al giunto sferico

Importante dunque l'analisi dello spostamento totale, della tensione equivalente di Von Mises, del coefficiente di sicurezza e del numero di cicli a rottura, riportate nel video seguente.



Permette alla ruota di girare e muoversi liberamente, e serve a consentire il collegamento tra la ruota e il corpo vettura. Anch'esso quindi subisce carichi ciclici.

Materiali impiegati: Acciaio strutturale ($\sigma_s = 250 \text{ MPa}$, $E = 200000 \text{ Mpa}$, $\nu = 0,3$, $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$)



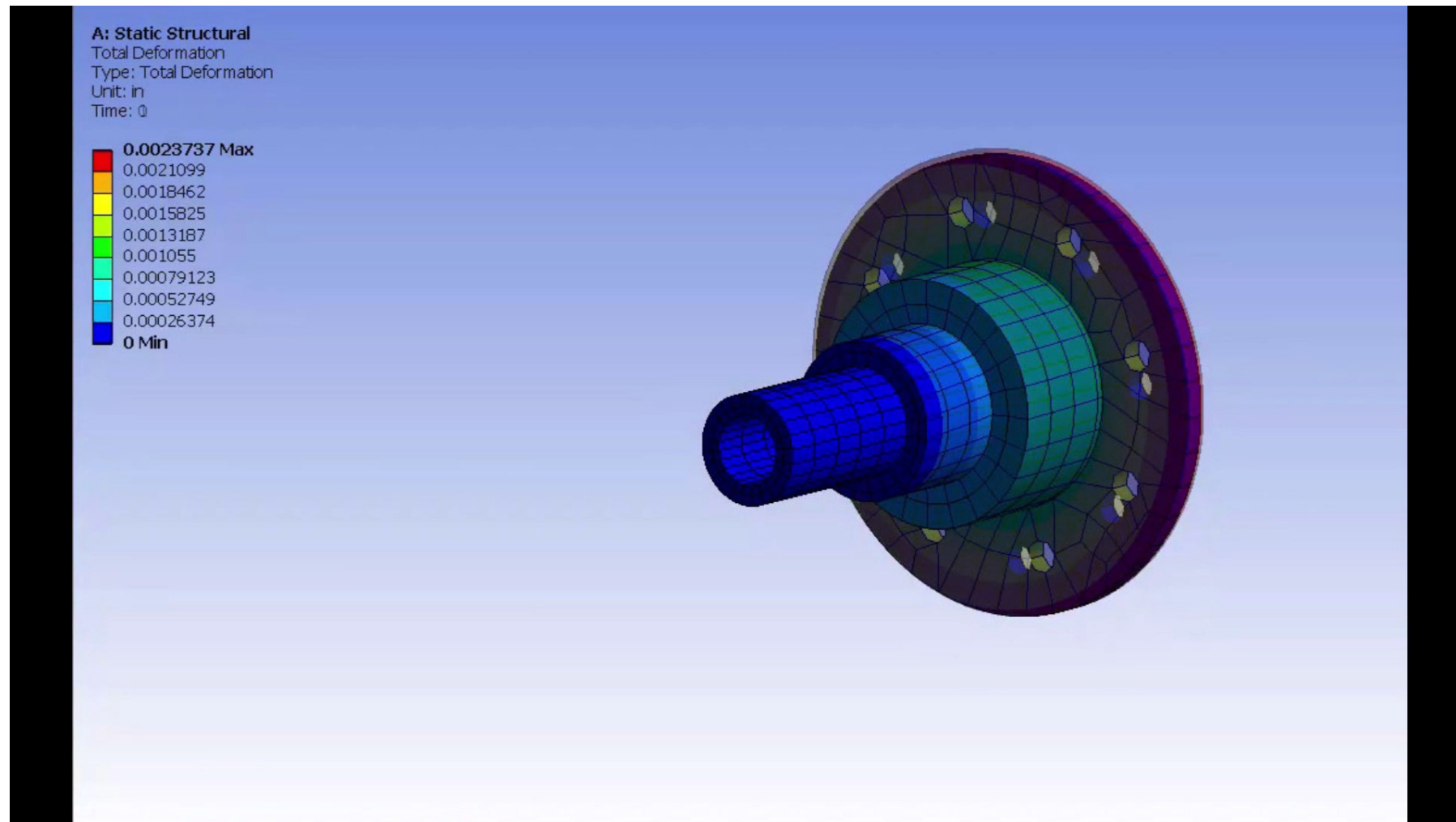
Carichi e Vincoli:

Coppia torcente = 406745,4 Nmm (nella piastra frontale del mozzo)

Forza verticale = 667,2 N (spartita tra i vari fori per bulloni del mozzo)

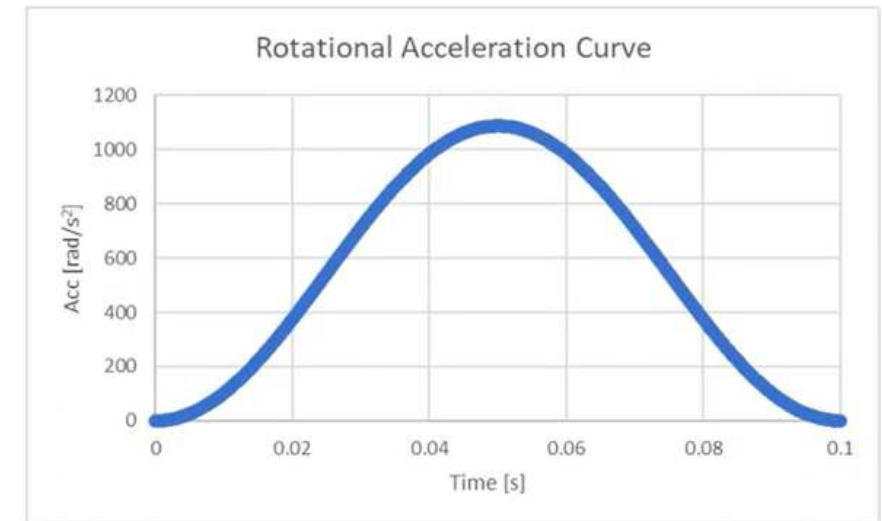
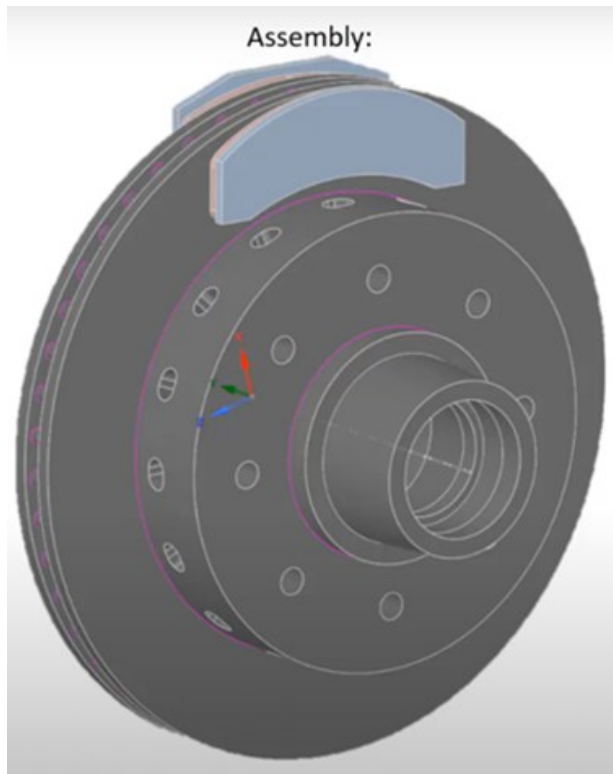
Vincolo d'incastro applicato alla porzione portante del mozzo

In questo caso le analisi rilevanti effettuate sono quelle inerenti allo spostamento totale, alla tensione equivalente di Von Mises, al numero di cicli a rottura, al coefficiente di sicurezza a fatica provando diverse tipologie di ciclo, riportate nel video seguente.



Il freno permette all'automobile di rallentare o arrestare la sua corsa. Il freno a disco è un tipo di freno meccanico, il quale sfrutta la forza d'attrito radente tra due superfici per generare l'azione frenante. Durante questa, i freni si riscaldano e questo fenomeno può compromettere la loro integrità strutturale, e nel peggiore dei casi portare alla loro rottura.

Materiali impiegati: Acciaio strutturale ($\sigma_s = 250 \text{ MPa}$, $E = 200000 \text{ Mpa}$, $\nu = 0,3$, $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$), Ghisa grigia ($\rho = 7200 \text{ kg/m}^3$, inalterata), Ghisa grigia ($\rho = 2 \cdot 10^8 \text{ kg/m}^3$, alterata 1), Ghisa grigia ($\rho = 1,518 \cdot 10^9 \text{ kg/m}^3$, alterata 2), Materiale ceramico perfettamente elastico $\rho = 2045 \text{ kg/m}^3$



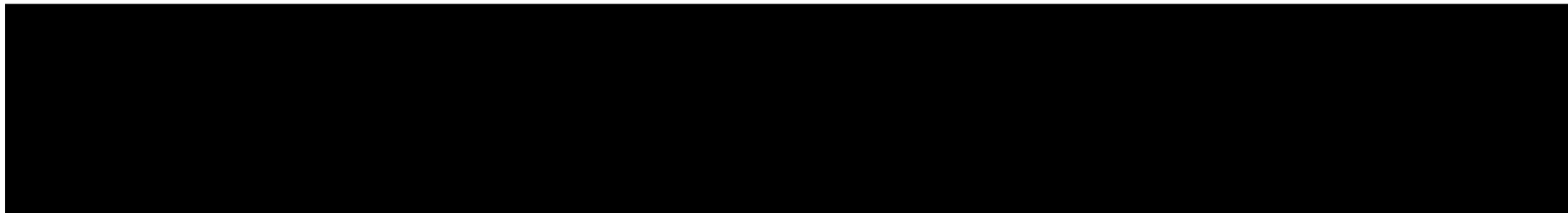
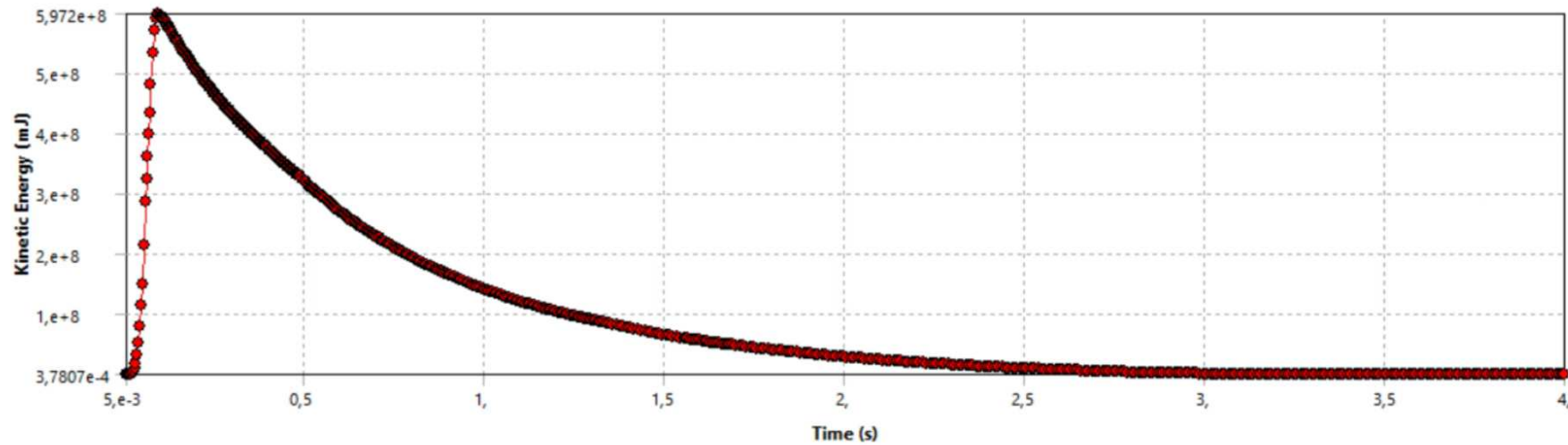
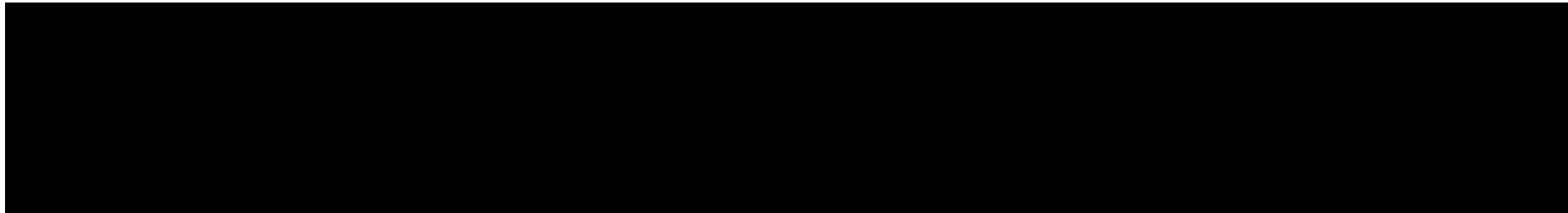
Carichi, Vincoli e velocità:

Velocità angolare raggiunta dal disco = 54,85 rad/s

Forza applicata su ciascuna pastiglia = 50000 N (dall'istante $t = 0,1 \text{ s}$)

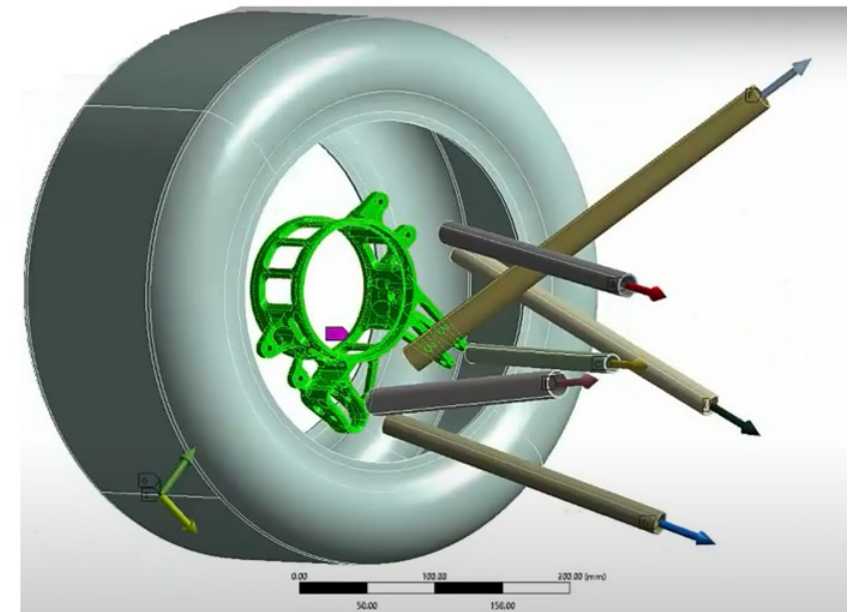
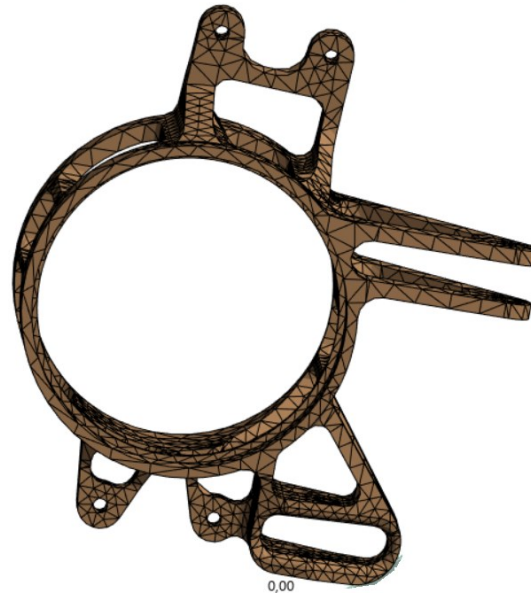
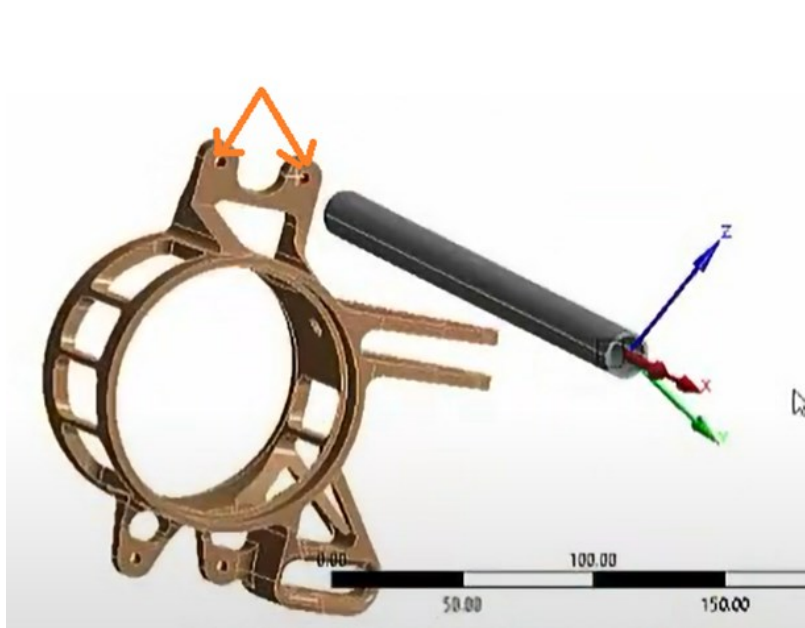
Giunto rotativo applicato al disco

Nell'analisi termo-strutturale è importante studiare gli andamenti dell'energia cinetica, della temperatura sia nel disco che in entrambe le pastiglie, e della potenza termica ceduta da questi durante l'azione frenante, riportati nel video seguente.



Permette la giunzione tra il mozzo della ruota con la sospensione e il corpo vettura. Essi devono sopportare varie sollecitazioni, quindi devono garantire una certa stabilità e resistenza.

Materiali impiegati: Lega di Alluminio ($E = 7,1 \cdot 10^{10} Pa$, $\nu = 0,33$, $\rho = 2770 kg/m^3$)



Carichi e Vincoli:

Forza triangolo superiore braccio 1 = 1000 N (rossa)

Forza triangolo superiore braccio 2 = 1000 N (nero)

Forza triangolo inferiore braccio 1 = 1000 N (rosa)

Forza triangolo inferiore braccio 2 = 1000 N (blu)

Supporto cilindrico alle posizioni dei cuscinetti

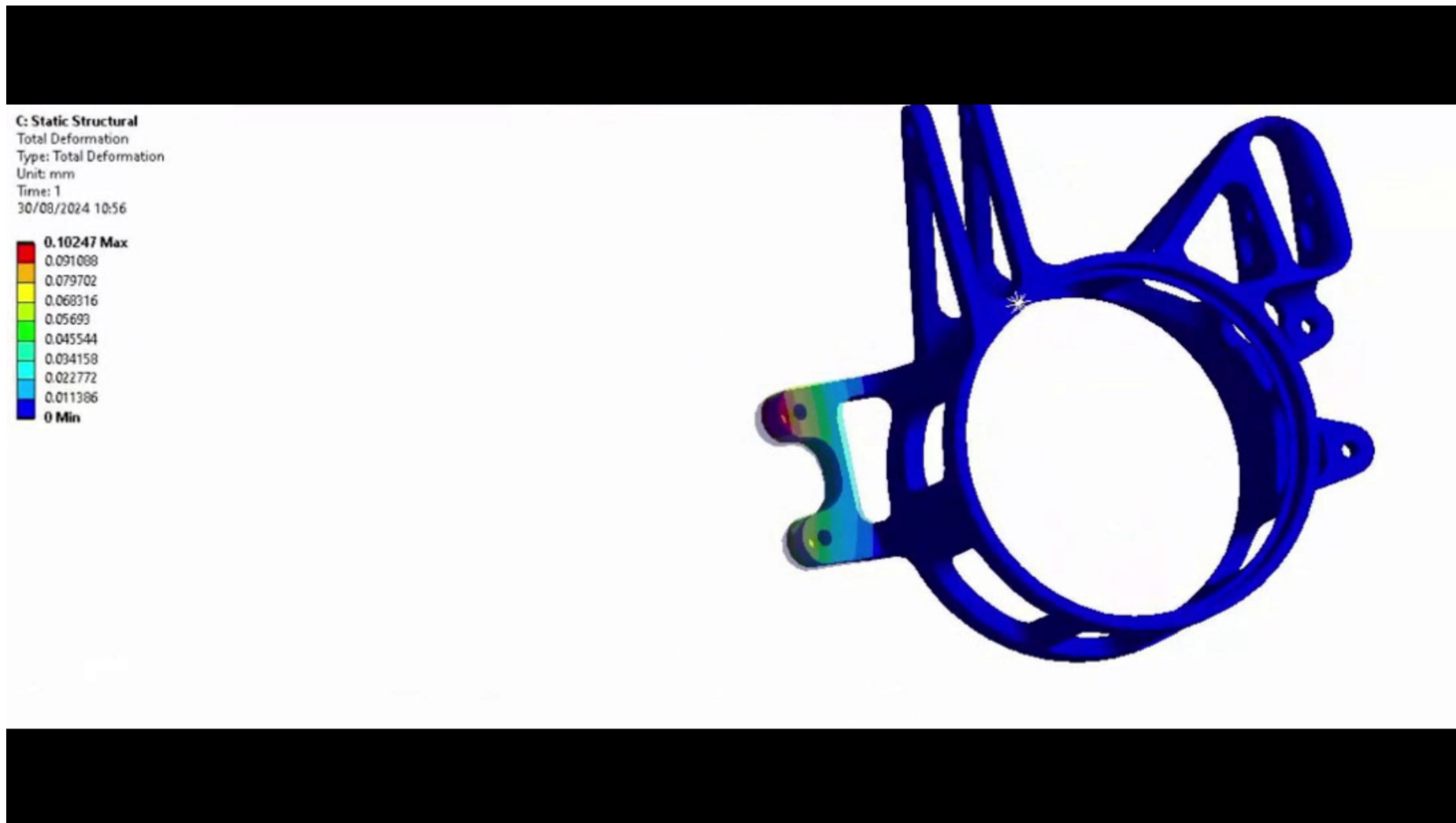
Forza ortogonale alla ruota = 2500 N (verde)

Forza elemento di convergenza = 100 N (giallo)

Forza elemento push rod = 500 N (grigio)

Forza di frenata sulla gomma = 5000 N (gialla)

L'analisi effettuata riguarda lo studio dello spostamento totale sia nel caso dell'applicazione di una singola forza sia nel caso del sistema complessivo, riportati nel video seguente.



In sintesi, il lavoro eseguito ha come interesse principale l'analisi, per ogni caso studio di seguito elencato, di alcuni parametri fondamentali con lo scopo di capire se le geometrie utilizzate sono adeguate a svolgere le funzioni per le quali i componenti sono progettati:

- BRACCI DELLA SOSPENSIONE: spostamento totale, tensione equivalente di Von Mises, coefficiente di sicurezza, numero di cicli a rottura (diapositive 3-4)
- MOZZO: spostamento totale, tensione equivalente di Von Mises, numero di cicli a rottura, coefficiente di sicurezza a fatica (diapositive 5-6)
- FRENO A DISCO: energia cinetica, temperatura nel disco ed in entrambe le pastiglie, potenza termica ceduta (diapositive 7-8)
- PORTAMOZZO: spostamento totale (diapositive 9-10)