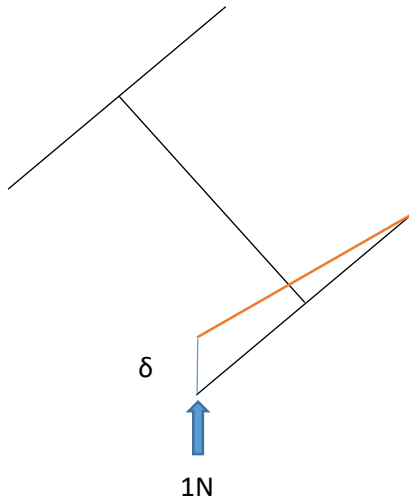


Apriamo con Marc Mentat il modello [“modello fine lezione mercoledì 2017Maggio24”](#) per effettuare la prova statica per determinare la K_t (rigidezza torsionale) del telaio.

Come si evince dalla foto sottostante è stato applicato un carico concentrato sul centro ruota anteriore sinistra pari a 1 N, l'unica non vincolata:



$$K_t = \frac{Mt}{\vartheta} = \frac{F * c}{\frac{\delta}{c}}$$

F: Carico applicato

c: Carreggiata

δ : Spostamento centro ruota lungo asse Z (ortogonale al piano del telaio)

I valori di δ, c verranno calcolati tramite Marc utilizzando la seguente sintassi:

Utilities → Distance → “si selezionano i due centri ruota anteriore” (per ricavare c)

Per ricavare δ lanciamo Marc modificando dal sottomenù Layer “Out e Mid” con “Max e Min” la voce relativa alla Equivalent Von Mises Stress, leggendo il valore relativo agli spostamenti in Z della deformata. Trovati i seguenti valori è possibile ricavare la K_t relativa al telaio.

Tuttavia questa analisi è stata effettuata considerando il collegamento ruota-telaio con un puntone rigido. E' possibile sostituire il puntone rigido con una molla modificando il suo modulo di Young. E' possibile creare un nuovo materiale con $E=0.001$ da assegnare al puntone rigido. Ripetendo l'analisi con tale valore modificato otteniamo il nuovo valore di δ .

Dopo aver effettuato l'analisi statica del sistema in oggetto passiamo allo studio della caratterizzazione dinamica. Uno degli obiettivi è calcolare l'INERTANZA, quantità scalare che serve a valutare l'attitudine di una struttura a oscillare, a seguito dell'applicazione di una forza.

$$I = \frac{a}{F}$$

Dove a è l'accelerazione e F la forza applicata.

Prima di effettuare l'analisi in frequenza, aggiungiamo la massa delle ruote e del motore poiché senza queste l'analisi risulterebbe poco attendibile. Apriamo il file: [masse concentrate inizio lezione](#) in cui è stata già inserita la posizione di alcuni parallelepipedi equivalenti al motore e ai gruppi ruota. In seguito sono state definite le seguenti proprietà:

- Material Properties → Material Properties → Structural → "Inseriamo il valore 1 al Young's Modulus " (poiché un valore negativo o al più uguale a 0 darebbe errore di sistema)
- Material Properties → Material Properties → General → Mass density → "Inseriamo il valore $9.429e-10$ "

Associamo questo materiale al parallelepipedo equivalente al motore.

Ripetiamo l'operazione per il gruppo ruota modificando solo il valore di densità pari a $4.907e-10$.

Procediamo adesso con l'inserimento di collegamenti rendendo solidale ogni punto del parallelepipedo con il relativo baricentro:

Links → Rbe2 → "come nodo di riferimento prendiamo il baricentro del parallelepipedo" → "blocciamo 1,2,3, g.d.l. → "dal sottomenù Tied Nodes selezioniamo i vertici del parallelepipedo".

Ripetiamo la procedura per l'altro parallelepipedo.

Una volta terminato questo step procediamo alla duplicazione del parallelepipedo equivalente al gruppo ruota facendo coincidere il baricentro con i restanti nodi presenti, ottenendo il risultato sottostante. Infine eseguiamo uno sweep per eliminare eventuali nodi superflui.

Mesh Generation → Sweep → All

Si salvi con nome Masse concentrate completo.



Successivamente si riapre il file precedentemente salvato e tramite Merge si importa il file "[Masse concentrate completo](#)"

Procediamo al vincolamento Motore-Telaio. Per trovare questi punti di collegamento eseguiamo le seguenti operazioni:

Loadcase → Select → Set → punti_attacco_motopropulsore

Procediamo al collegamento di questi punti al baricentro del motore tramite la Rbe3. Sarebbe stato possibile usare la Rbe2 se il collegamento tra motore e telaio fosse stato infinitamente rigido.

Links → Rbe3 → “si seleziona nodo di riferimento baricentro motore vincolando tutti i g.d.l.” → “si selezionano i 4 nodi precedenti nel sottomenù connected nodes, vincolando tutti i g.d.l. e inserendo il valore 1 al coef”

Se volessi analizzare l'andamento della vettura in configurazione strada, effettuando la simulazione dinamica, dobbiamo considerare le forze applicate alla vettura ma nessun vincolo.

Estrazione dei modi propri e frequenze proprio con telaio libero nello spazio:

Loadcase → new → “inseriamo il nome ‘estrazione_modi_propri’” → dynamic modal → properties

Verrà aperto un menù con due sezioni: LANCZOS (efficiente, ma potrebbe risultare instabile) e POWER SWEEP (meno efficiente ma più stabile). Comunque si può passare dall'uno all'altro dopo aver lanciato il jobs. Inseriamo low frequency = 1 per considerare il moto di corpo rigido e selezioniamo NON POSITIVE DEFINITE in modo da avvertire il sistema che il problema può essere labile se si presenta un errore.

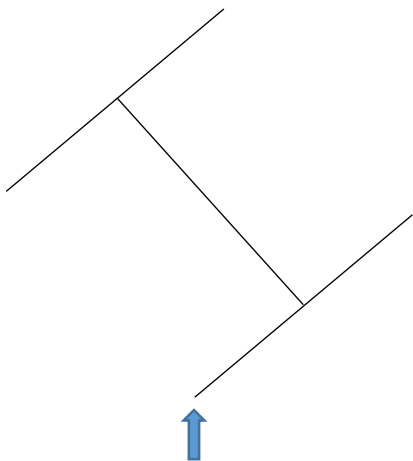
Jobs → New → “Inseriamo ‘modale’ come nome” → properties →

Selezioniamo ‘estrazione_modi_propri’ → In Initial loads deselezioniamo tutte le voci e in jobs results selezioniamo “Equivalent Von Mises Stress” e “displacement”

Possiamo lanciare la simulazione tramite il comando RUN.

Dai risultati si possono definire i range di frequenza per cui il modello statico approssima bene il calcolo, ossia almeno una decade sotto la frequenza del primo modo. Tutte le sollecitazioni modulate con f minore potranno essere trattate come quasi statiche. Con il comando Next posso visualizzare il successivo modo proprio.

Effettuiamo un'altra analisi considerando questo modello:



$$1 * \cos(\omega t)$$

Applichiamo una forza al punto a terra ruota posteriore destra modulata per $\cos(\omega t)$ diretta come in figura. Facendo variare ω in frequenza con f che va da 1 Hz fino a 100 Hz, con passo 0.25 Hz per un totale di $99 \cdot 4 + 1$ passi. Per applicare la forza:

Boundary conditions → New → "inseriamo nome 'forza 1 N in z modulata'" → Structural → Harmonic point load → properties → "Nella sezione force z inseriamo magnitude =1, Phase=0

Applichiamo questa condizione al punto a terra della ruota anteriore destra.

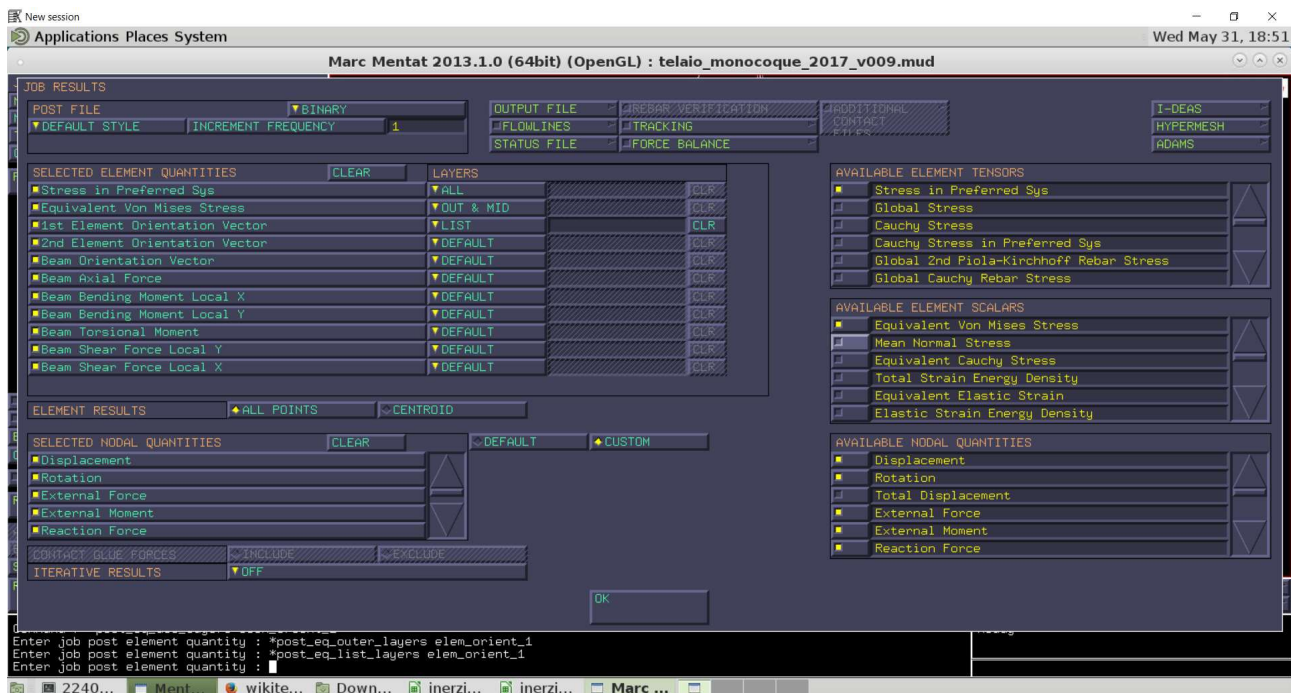
Lo spostamento del punto a terra della ruota anteriore destra è data dalla formula:

$$w = \bar{w} * \cos(2\pi f t)$$

Derivando due volte questa espressione otteniamo l'accelerazione che servirà per calcolare l'inertanza.

Loadcase → New → "Inseriamo nome 'risposta a sollecitazione armonica'" → dynamic harmonic → properties → In loads deseleggiamo tutte le voci tranne "forza 1 N in z modulata", lowest frequency = 1, highest frequency = 100, frequencies = $99 \cdot 4 + 1$, in solution control selezioniamo la voce "non positive definite" per il motivo spiegato precedentemente.

Jobs → copy 'modale' → "inseriamo il nome 'risposta'" → properties → Si deseleggiano l'analisi modale tranne la massa concentrata, selezionare loadcases creato in precedenza, ora avremo un initial load scarico con le masse concentrate campione, e a seguito di questo step 0 non vincolato procedo con analisi di risposta in frequenza in cui si modula la forza di 1 N → Jobs results → "selezioniamo displacement, rotation, external force, external moment, reaction force, reaction moment, tying force, tying moment.

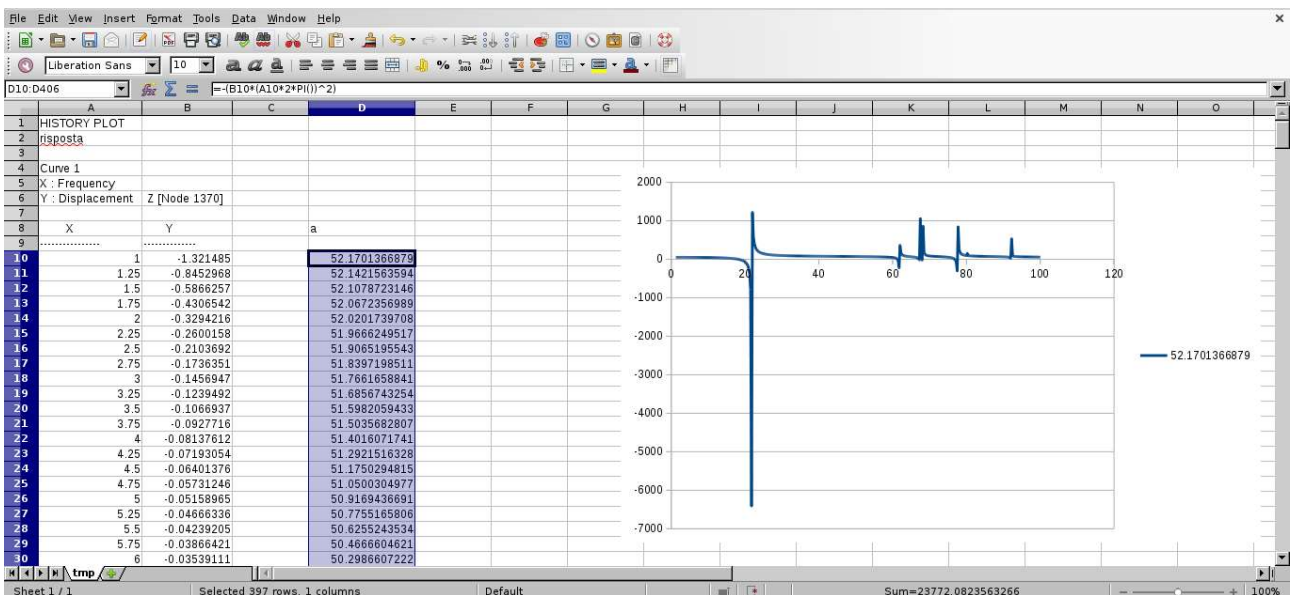
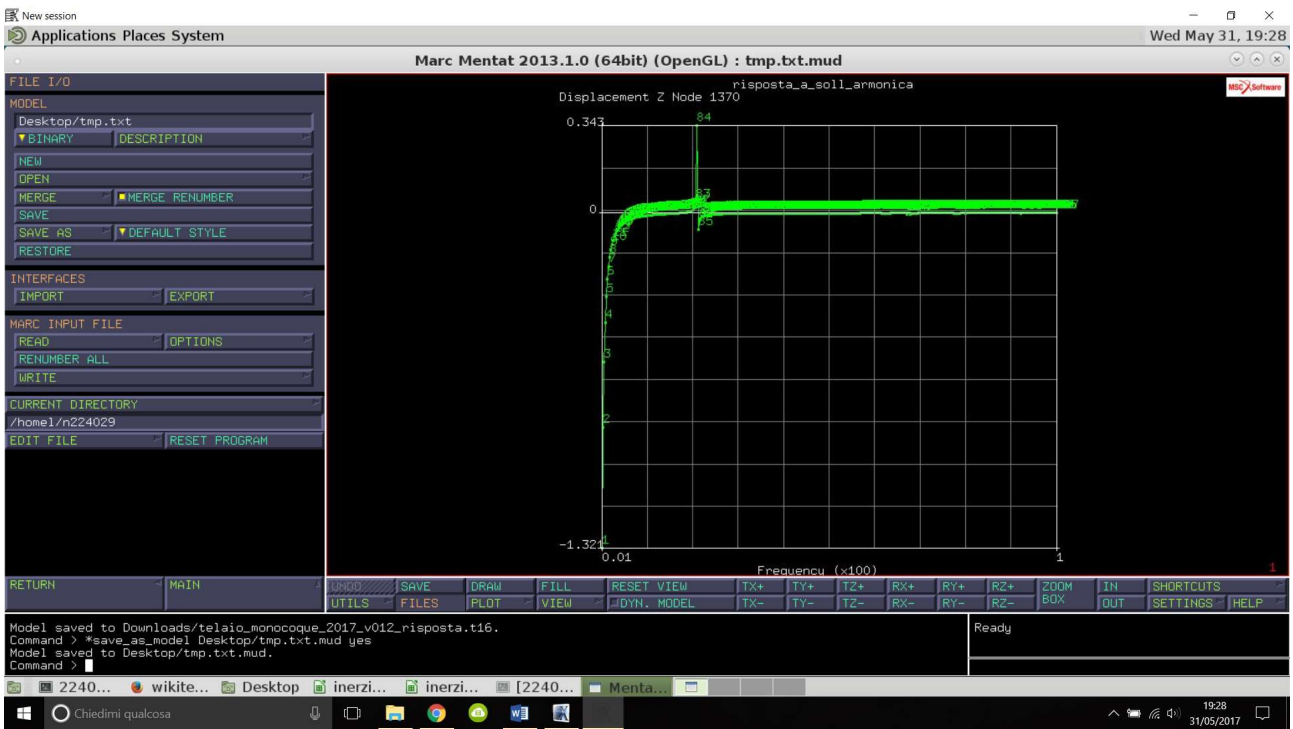


Lanciando la simulazione tramite il tasto RUN e attendendo all'incirca 7 minuti possiamo visualizzare i risultati ottenuti.

Possiamo trovare l'accelerazione tramite lo spostamento del punto a terra lungo z a frequenze diverse:

history plot → set location → “seleziono il nodo da controllare” → inc range → “nel terminal scrivo ‘0:1 [invio], 0: 397 [invio] 1 → add curves → all locations → variabile frequency, displacement z.

Ottenendo così il grafico.



Lo smorzamento è stato trattato dal professore Bertocchi successivamente sulla piattaforma Wiki per mancanza di tempo. Si riporta per completezza l'indirizzo.

https://cdm.ing.unimo.it/dokuwiki/wikitelaio2017/fem_telaietto