

Breve esercizio di analisi fem e a fatica con SimWise 4D

L'esercizio seguente ha l'unica finalità di mostrare l'applicazione dell'analisi fem e a fatica su un caso ipotetico eseguibile velocemente senza entrare nei dettagli di tutte le opzioni e parametri disponibili, per comprendere i quali si rimanda alla documentazione ufficiale di SimWise.

In questo esercizio proverete a:

- distribuire i carichi trasferiti dall'analisi cinetodinamica
- risolvere un'analisi combinata moto + FEA
- impostare e risolvere un'analisi di fatica

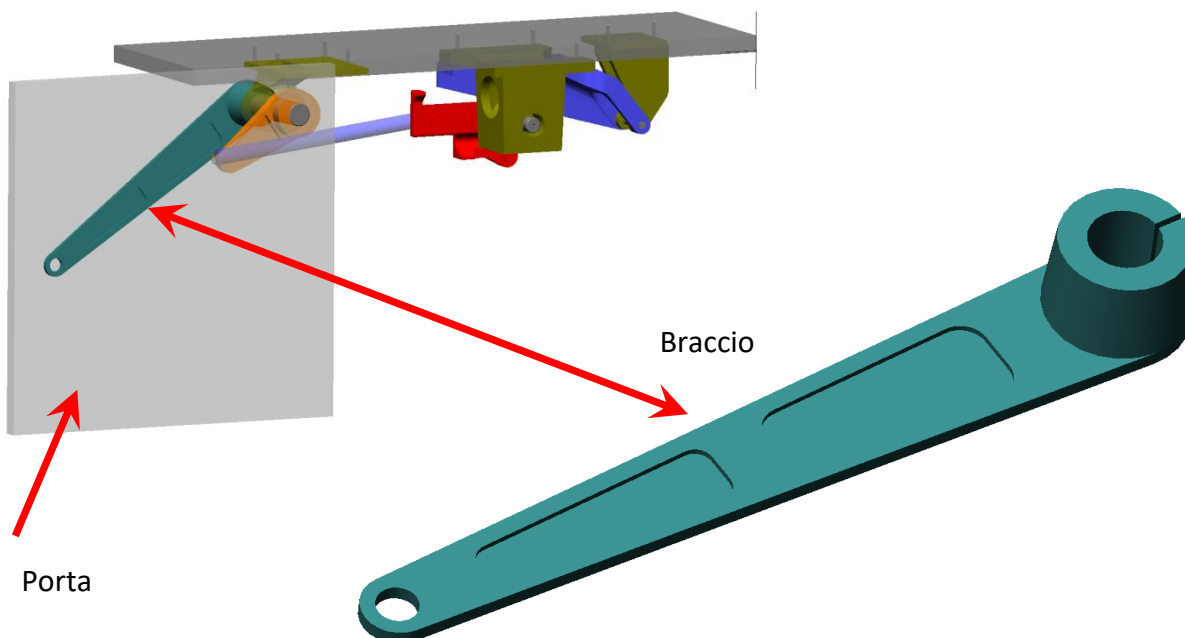
Per completare questo esercizio, avrete bisogno di quanto segue:

- SimWise 4D versione 10.4.0.4663 o superiore
(è sufficiente anche la demo ottenuta da www.design-simulation.com)
- File dell'esercizio: [Subway Door Arm-Durability.wm3](#)

Tempo necessario: circa 5 minuti

Descrizione del problema

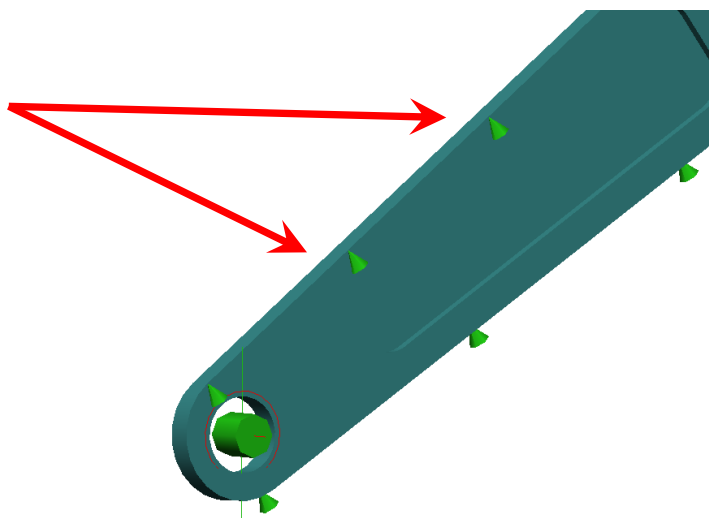
Il braccio di spinta di un meccanismo di porta usato in una metropolitana è sottoposto a un carico di sollecitazione media di ampiezza variabile, diverso da zero, per ogni ciclo di apertura/chiusura. Determinare quanti cicli il braccio può subire fino a quando non si prevede un cedimento dovuto alla fatica.



Definire la parte da analizzare

1. Cliccate con il tasto destro sul braccio e scegliete **Include in FEA**. Una volta che il corpo è incluso in FEA, noterete nuove entità grafiche, che rappresentano la faccia/le di distribuzione dei carichi trasferiti dai vincoli.

Grafica dei
carichi
distribuiti dai
vincoli



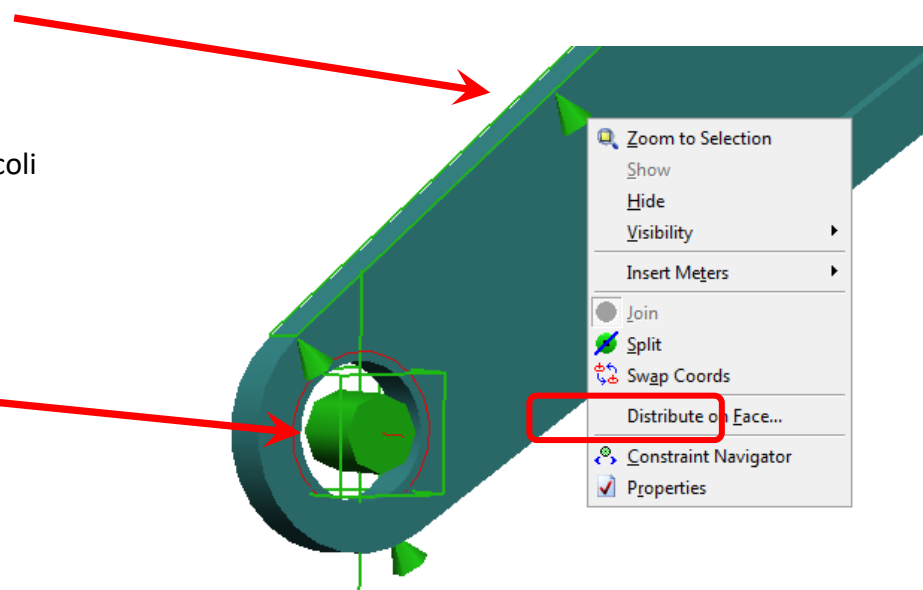
Il software SimWise distribuisce automaticamente i carichi trasferiti dai vincoli sulla prima superficie utile del solido a cui sono applicati; l'utente deve controllare se tale scelta automatica sia o meno la più opportuna per la sua analisi.

Pertanto, quando si assegnano le parti da analizzare in fem, torna utile abilitare in visualizzazione (comando **Hide** in figura qui sotto) un solo vincolo alla volta. In questo modo è facile capire quale carico è associato a quale vincolo e se viene applicato alla superficie più opportuna. Oppure, si può cambiare il colore del vincolo (nel caso, *Revolute-on-Slot[89]*) in giallo così da identificare correttamente il vincolo e la sua entità di carico in giallo invece che in verde come per tutti gli altri

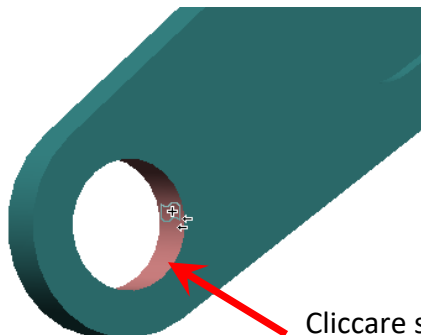
2. Cliccate con il tasto destro sulla grafica di forza e scegli **Distribute on Face...**

Cliccate con il tasto destro sulla grafica del carico a forma conica

Poiché gli altri vincoli sono nascosti, è chiaro che queste grafiche sono associate solo a questo vincolo *Revolute-on-Slot*

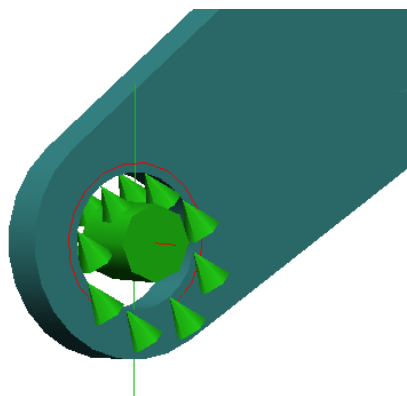


3. Selezionate la faccia interna come mostrato. Questo impone a SimWise di applicare tutte le forze di reazione per il corrispondente vincolo *Revolute-on-Slot* sulla faccia designata più opportuna, che è la superficie circolare del foro piuttosto che la faccia esterna del braccio.

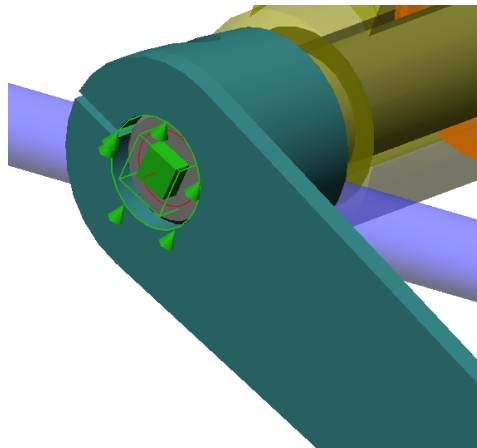
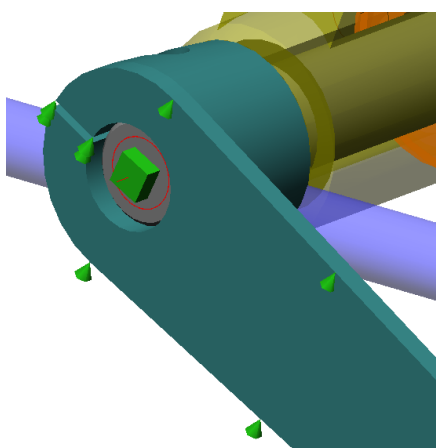


Cliccare sulla superficie
interna del foro, non sul
profile esterno circolare

La grafica dovrebbe cambiare così:

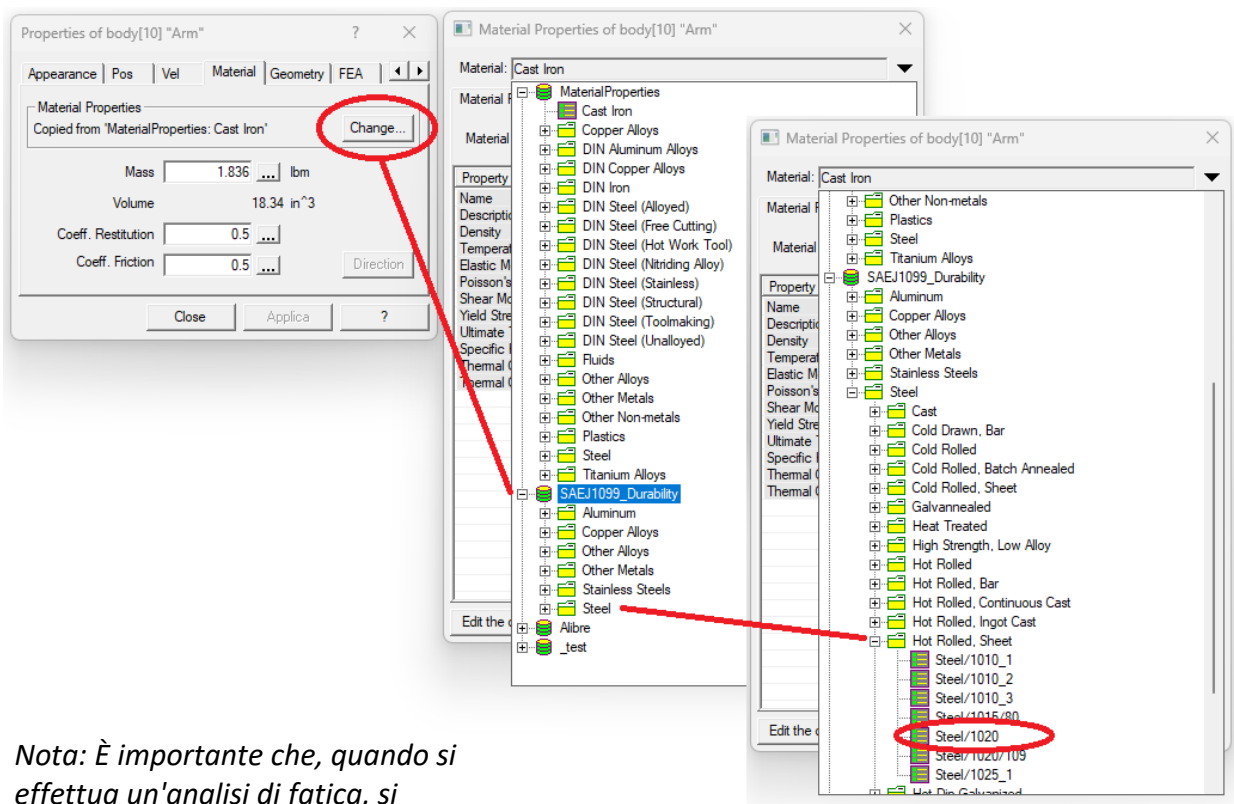


4. Nascondete ora il vincolo *Revolute-on-Slot*[89], mettete in vista il vincolo *Rigid Joint* [103] all'estremità opposta del braccio e ripetete i passaggi 2 e 3 usando ancora la superficie interna del foro come mostrato qui sotto.



Definire il tipo di materiale

5. Cliccate con il tasto destro sul corpo del braccio, scegliete la scheda **Material**, selezionate **Modifica** e seleziona **SAEJ1099_Durability**, poi **Steel, Hot Rolled Sheet** (Lamiera Laminata a Caldo) e infine **Steel/1020** come tipo di materiale.

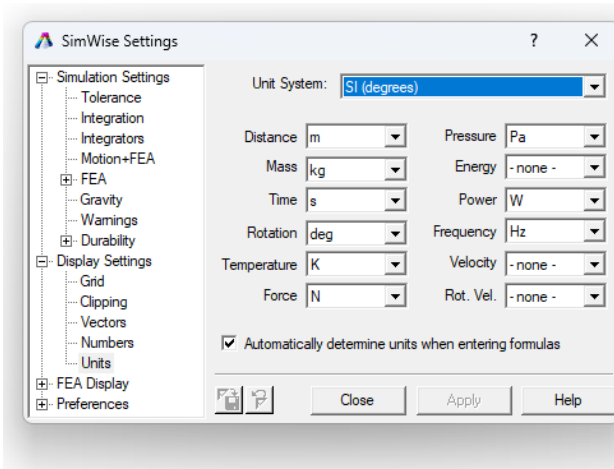


Nota: È importante che, quando si effettua un'analisi di fatica, si utilizzi un materiale con proprietà di fatica definite nel database, altrimenti si ottiene solo la classica analisi fem

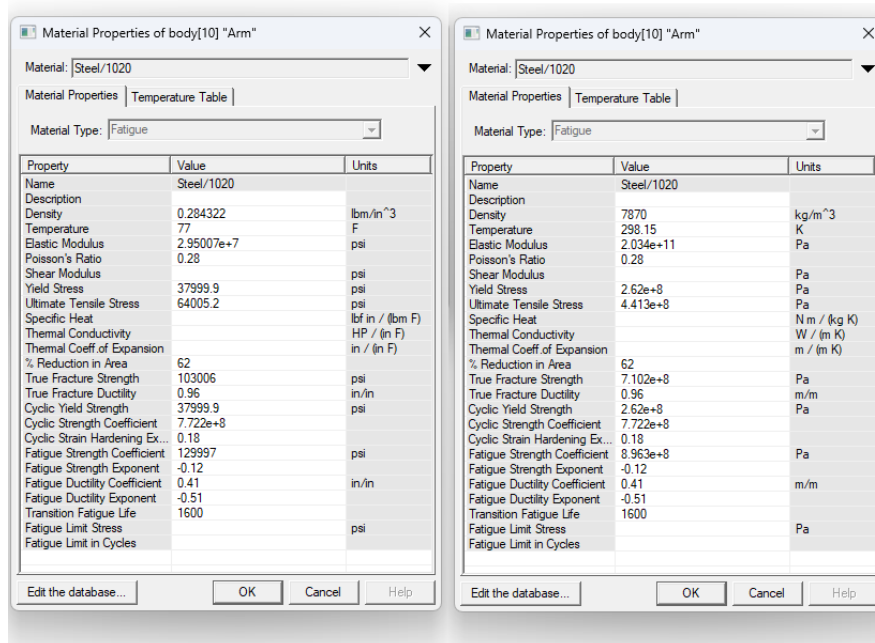
Non entriamo invece nei dettagli sulla scelta della meshatura del braccio e della sua ottimizzazione, svolte in altre parti di questo corso; per le finalità di questo esempio bastano i valori di default. Parimenti, tutte le altre condizioni di masse e azionamenti sono già state impostate nel modello nelle parti precedenti del corso.

Modifica i parametri di simulazione

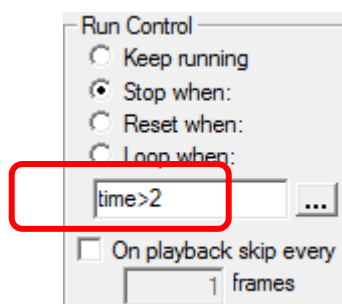
6. Cliccate con il tasto destro sullo sfondo dell'area grafica e scegli **Display**. Sotto **Display Settings / Units** selezionate **SI (degrees)**



Ora le proprietà del materiale del braccio possono essere visualizzate in unità SI come tutte le altre misure e proprietà



7. Sempre cliccando con il tasto destro sullo sfondo dell'area grafica e scegliendo **Display, Simulation Settings**, definite un **Run Control** per fermare la simulazione dopo 2 secondi e cliccate su **Apply**. Questo permetterà un ciclo completo di apertura e chiusura della porta che appunto avviene in 2 secondi.



Eseguire la simulazione combinata (Motion+FEA)

8. Selezionate il pulsante **Motion+FEA** situato sul Player in basso a sinistra come nell'immagine qui sotto.



Dovrebbero volerci solo alcuni secondi per eseguire la simulazione cinetodinamica e altri pochi secondi per applicare carichi e vincoli nel transitorio al braccio per ottenere la soluzione FEA di von Mises come in figura nella pagina seguente.

Si campisce così la storia di simulazione (si colora in blu la barra in fondo allo schermo) e scorrendo con i tasti avanti/dietro o con il cursore sulla barra predetta si possono apprezzare le diverse sollecitazioni durante il transitorio di moto.

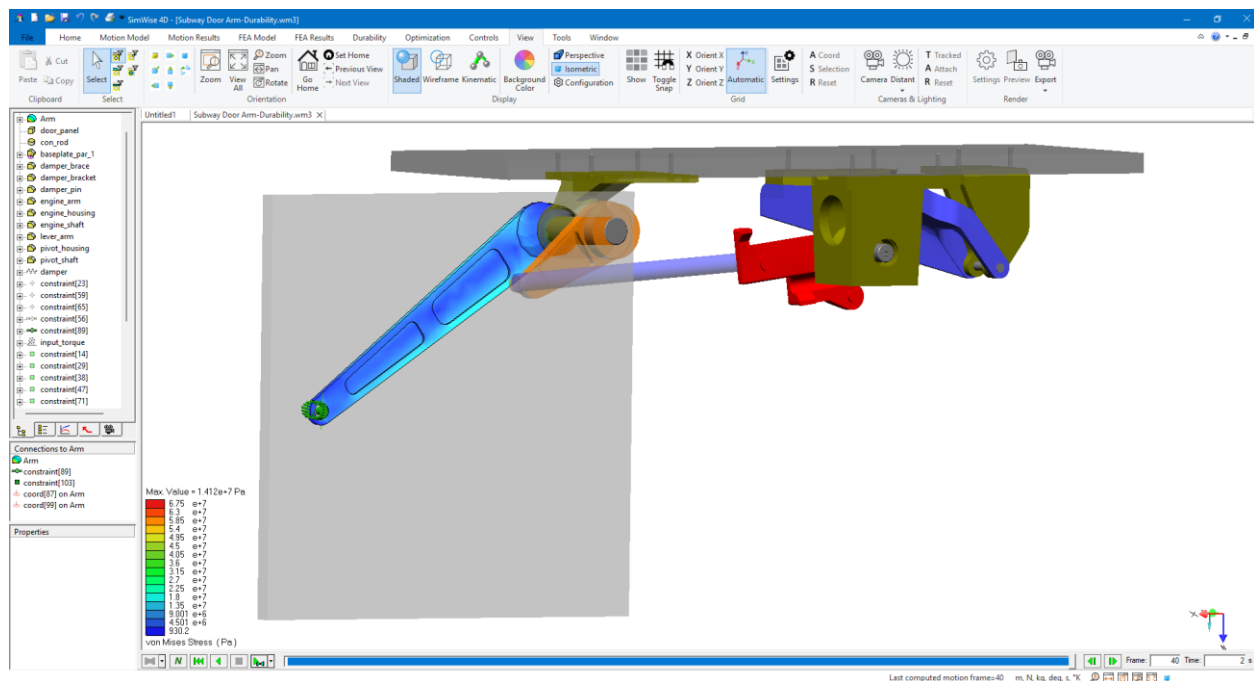
LISTA STUDIO srl

Prototipazione virtuale, software e consulenze

Borgo Belvigo 33 36016 Thiene Vi

tel/fax 0445,372479 cell. 335,7572454

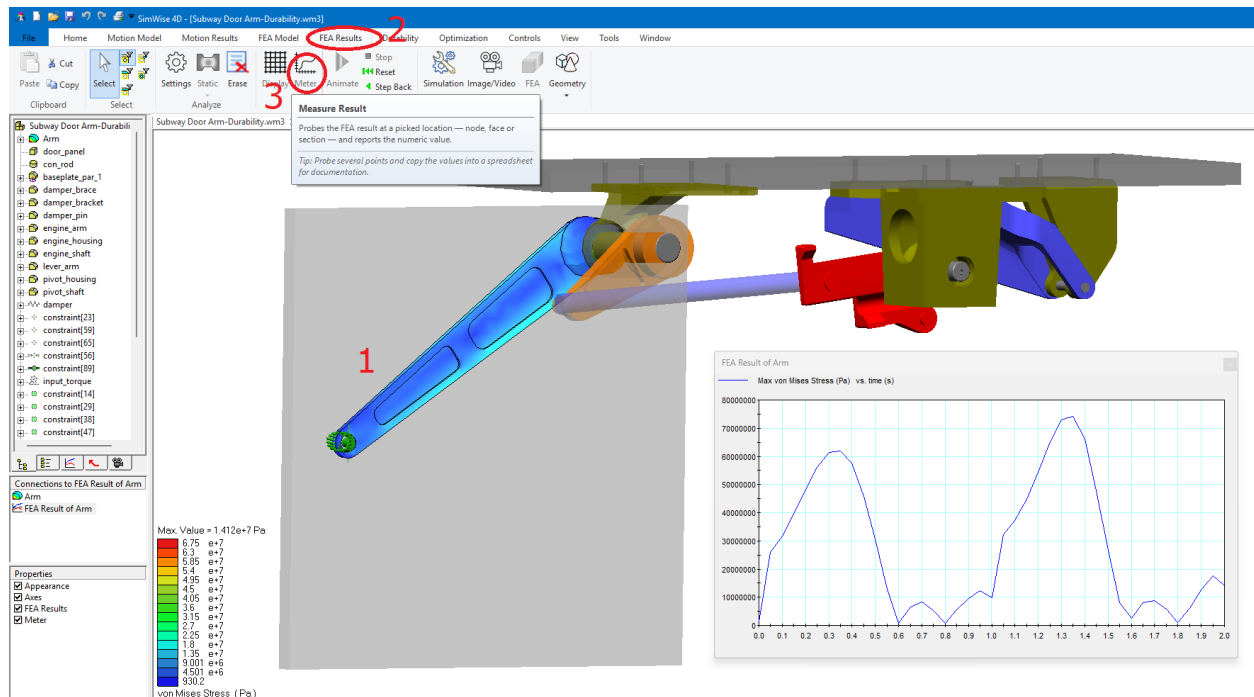
www.lista.it



Crea il grafico degli sforzi di von Mises rispetto al tempo

9. Prima selezionate il braccio, poi scegliete **FEA Results, Meter** come nei passi 1, 2 e 3 della figura alla pagina seguente.

Verrà mostrato il campo di sforzi massimi di Von Mises rispetto al tempo e quindi la loro variazione durante ogni ciclo di apertura e chiusura della porta.

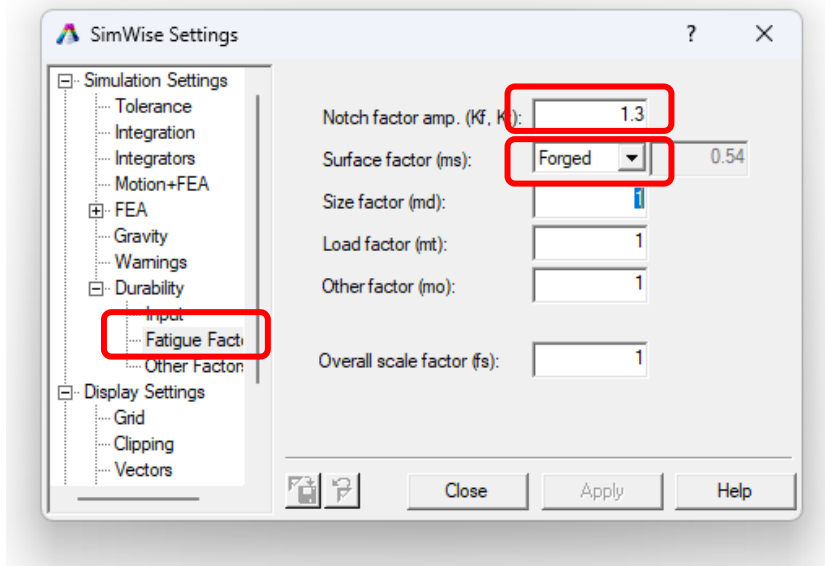


Definire e risolvere lo studio sulla fatica

10. Cliccate con il tasto destro sullo sfondo dell'area grafica, scegliete **Display, Simulation Settings, Durability, Fatigue factors**

- Cambiate l'ampiezza del fattore tacca **Notch factor amp** a **1,3** e il fattore di superficie **Surface factor** a pezzo forgiato **forge**, poi selezionate **Apply**.

Per la spiegazione di questi fattori si rimanda alla documentazione del software SimWise 4D.



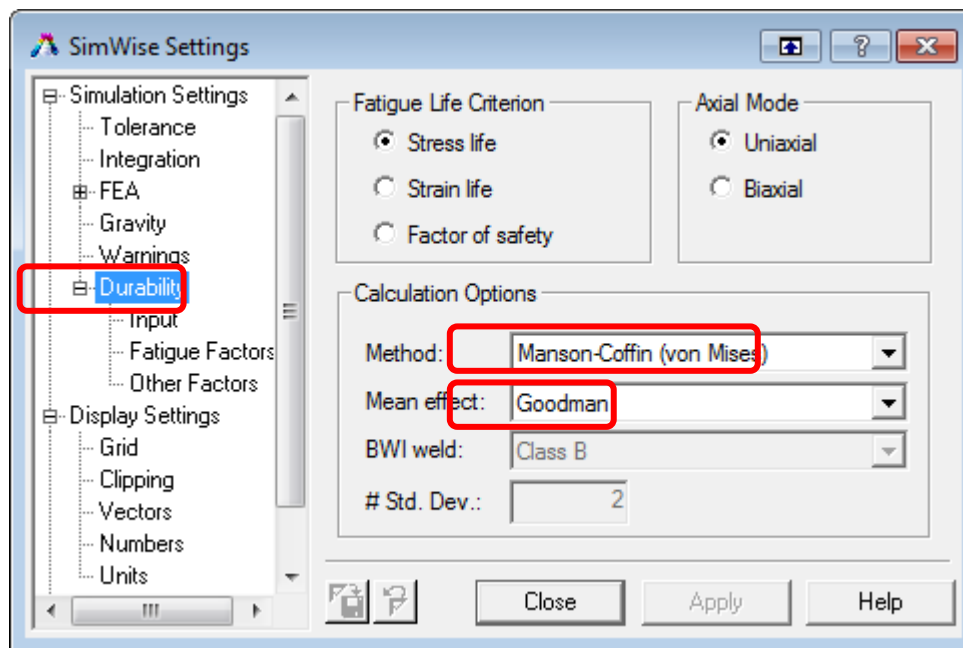
Per procedere con questo esempio basti dire che, poiché le tensioni sono piuttosto basse rispetto alla resistenza allo sforzo del materiale, assumeremo un'applicazione di fatica ad alto ciclo e utilizzeremo il criterio di Manson-Coffin, basato sulla seguente equazione.

$$\frac{\Delta\sigma}{2} = (\sigma'_f) \cdot (2Nf)^b$$

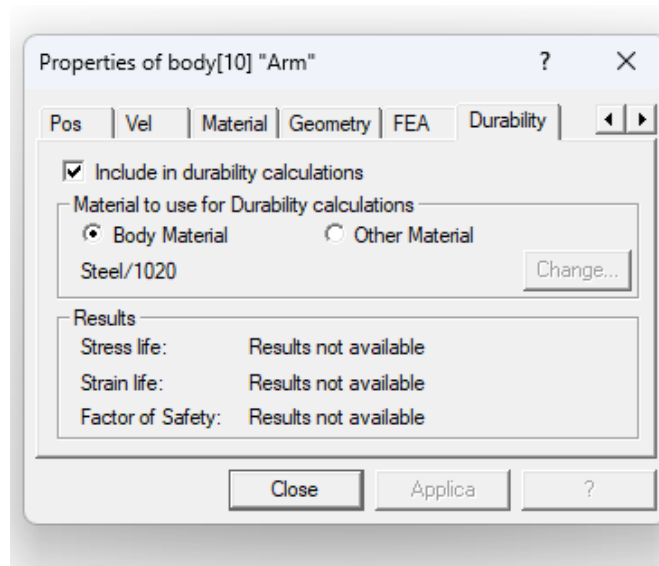
dove, σ'_f e b sono costanti di durabilità del materiale definite sotto le proprietà del materiale. La documentazione del software fornisce ulteriori spiegazioni di altre formule, variabili e costanti utilizzabili nell'analisi di fatica come in <https://help.design-simulation.com/simwise/V10.0/help/#t=Workspace%2FWelcome.htm>

- Cliccate su **Durability** nel menu Impostazioni di SimWise (come mostrato nel passaggio precedente) e cambiate il Metodo in **Manson-Coffin (von Mises)**. Lasciate le impostazioni predefinite per tutti i parametri rimanenti. Selezionate **Chiudi**.

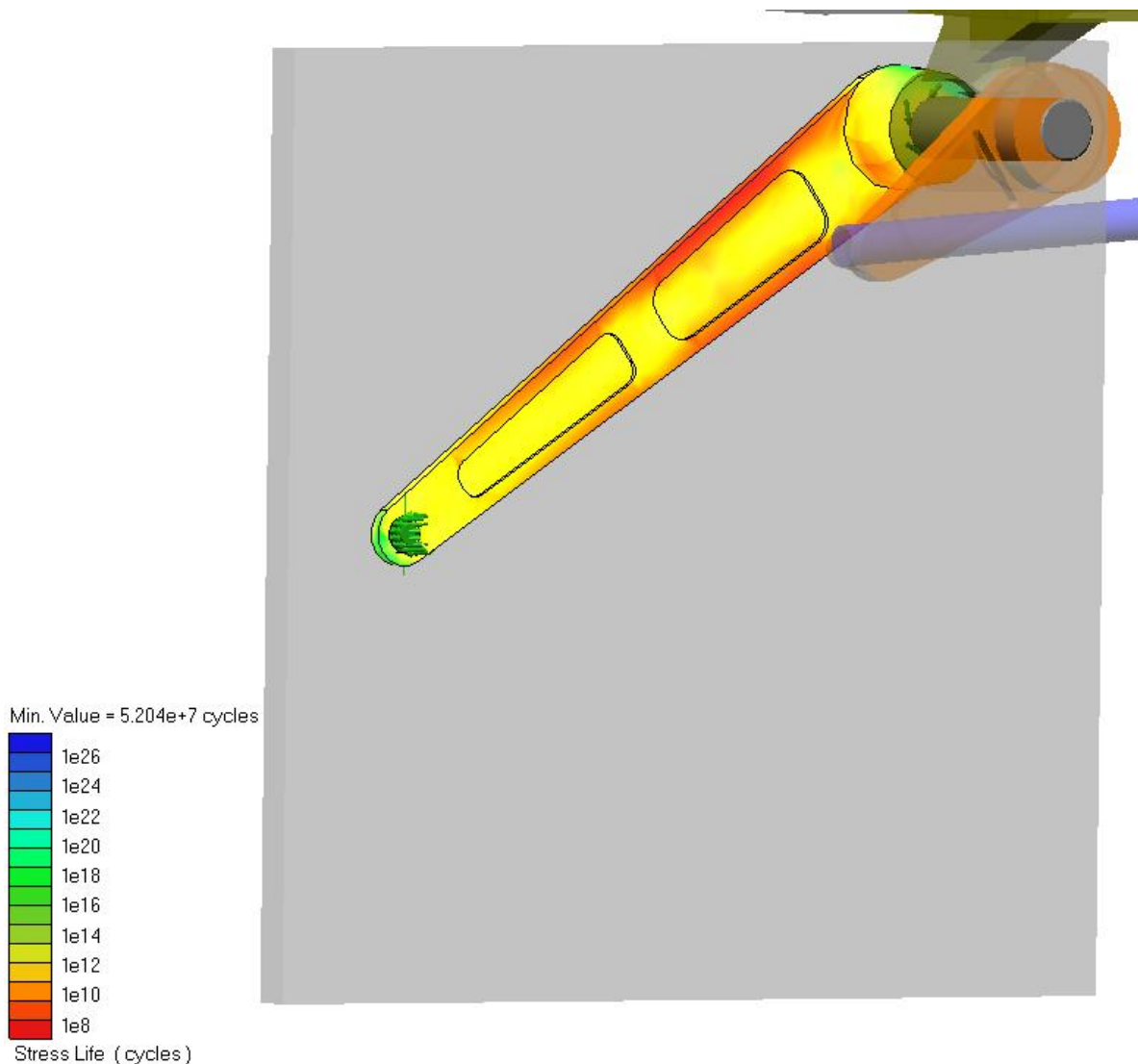
- Modificate l'effetto medio **Mean effect** su **Goodman**



11. Ricordate di mettere il segno di spunta su "**Include in durability calculations**" nelle proprietà di **Durability** del braccio come in figura qui sotto, altrimenti non otterrete alcun risultato di analisi di fatica



12. Nel **pannello di controllo** in basso a sinistra, selezionate il pulsante **Calcolo fatica**  per calcolare la durata a fatica.



13. Viene mostrato un grafico di contorno della durata a fatica, che mostra circa 5,204e7 cicli fino al cedimento. Il valore minimo è riportato in basso a sinistra della legenda.

LISTA STUDIO srl

Prototipazione virtuale, software e consulenze

Borgo Belvigo 33 36016 Thiene Vi

tel/fax 0445,372479 cell. 335,7572454

www.lista.it



La vita minima è quella determinante. Il colore rosso indica dove sul braccio si verifica quel minimo, che è il punto su cui sarebbe necessario intervenire con una modifica del progetto.

Bisogna interpretare il risultato come un ordine di grandezza piuttosto che come un numero esatto. La vita a fatica è estremamente sensibile all'ampiezza dello stress, quindi una piccola variazione nel carico, nella mesh o nei fattori di fatica sposta notevolmente la risposta.

La domanda utile è se 52 milioni di cicli superino comodamente la vita utile per cui il meccanismo della porta è progettato.

Inoltre, di default, l'analisi di Fatica utilizza TUTTI i fotogrammi della simulazione fem precedentemente eseguita al passo 9.

L'Utente ha la possibilità di modificare questa impostazione in modo che venga utilizzato solo un intervallo specifico di fotogrammi per i calcoli della fatica. qualunque numero di fotogrammi sia incluso nell'analisi completa (che nell'esempio corrisponde all'intero ciclo di apertura e chiusura della porta in 2 secondi).

NOTA

L'esempio qui fornito è sviluppato per consentire all'utente di poter replicare personalmente anche con la versione demo di SimWise4D e SimWise4D for Alibre un'analisi di fatica in pochi minuti, con settaggi elementari e su un computer di fascia bassa di mercato, e quindi non può essere riferito per valutazioni di precisione a riscontro su un caso reale, per valutare il quale si raccomanda di contattare info@lista.it