

# LEZIONE 15/04/15

## Ripresa FORZAMENTO - CONTATTI

[https://cdm.ing.unimo.it/files/index.php?dir=progetto\\_del\\_telaio/2015](https://cdm.ing.unimo.it/files/index.php?dir=progetto_del_telaio/2015) e clic su "forzamento.mud" per scaricare la mesh.

La geometria è composta di due tubi concentrici con le seguenti caratteristiche:

	Interno	Esterno
<b>Materiale</b>	Alluminio	Acciaio
<b>Raggio interno (mm)</b>	20	40.025
<b>Raggio esterno (mm)</b>	39.975	60

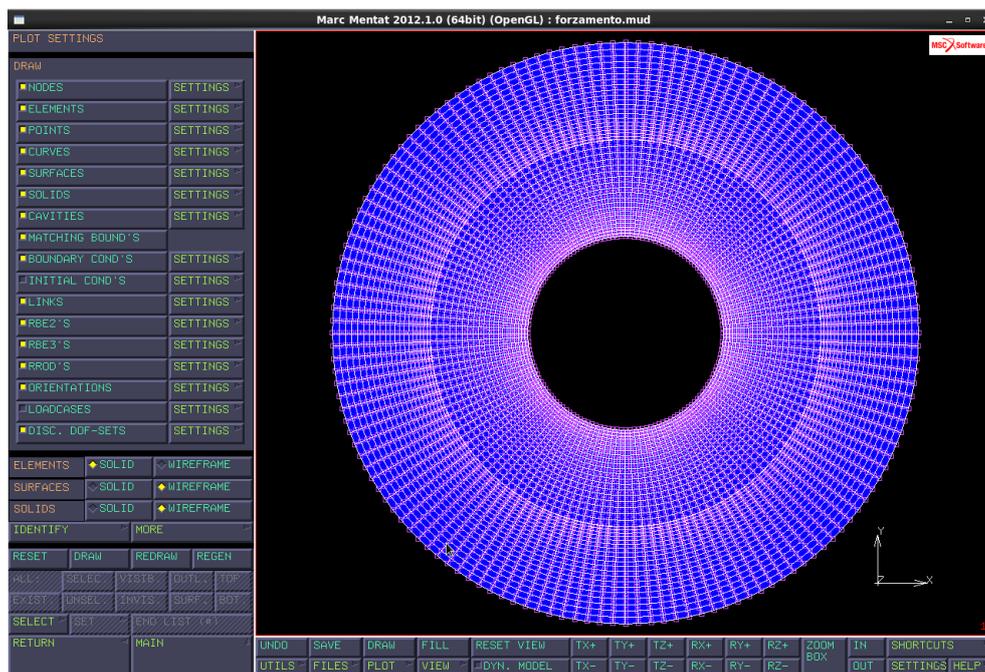
Si può osservare come ci sono dei nodi sovrapposti (fatto desiderato perchè si vuole studiare il contatto).

Definita la geometria e i materiali vengono impostate le condizioni al bordo.

In questa lezione si vanno ad applicare le proprietà di contatto definite in precedenza, previo vincolamento dei due tubi.

Per avere una visualizzazione solida, più utile quando si andranno ad analizzare le forze presenti:

Plot->Elements: solid->regen



Definendo un contact body, si definiscono quali elementi vanno a contatto e il relativo contorno:

- discrete: il contatto è tra i segmenti della mesh
- analytical: il programma esegue un'interpolazione in base al numero di nodi a contatto, si va a determinare quindi un polinomio di grado pari al numero dei nodi facendo un'interpolazione delle loro coordinate

Processo di detection del contatto: il software calcola la distanza tra il nodo di un corpo e il bordo dell'altro corpo, confronta questo valore con il valore limite impostato e, qualora fosse minore, considera i 2 corpi a contatto. Questa distanza può risultare diversa se impostiamo il contorno come discreto o come analitico in quanto nel caso di contorno analitico, la normale può cambiare punto per punto lungo il contorno.

Generalmente si pone analitico il corpo più rigido, in quanto questo, deformandosi di meno, conserva una boundary più regolare, inoltre la boundary analitica viene ricalcolata ogni volta che si deforma il corpo. Se i due corpi da analizzare fossero dello stesso materiale, si pone analitico quello interno in quanto risulta essere più rigido.

Per ora si considerano discreti entrambi i tubi.

Adesso occorre definire quale dei due corpi va a contatto:

Contact table->new->properties->first to second

Quindi in questo caso è controllata la distanza dei nodi della frontiera di quello che è definito come primo corpo rispetto alla boundary della frontiera del secondo corpo.

I tipi di contatto sono:

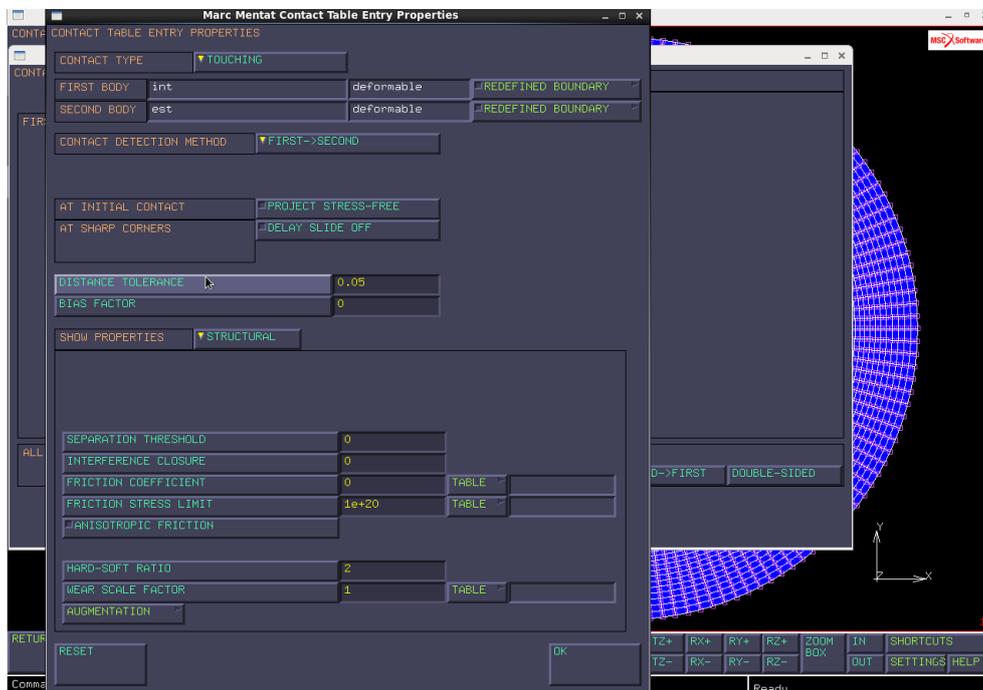
- touching, ovvero contatto monolatero (se una forza tende ad esempio a staccare i corpi, si staccano)
- glue, cioè incollaggio tra i due corpi

Per la soluzione sulla mesh sono più veloci ma computazionalmente sono non lineari. La cosa importante comunque è quale dei due corpi va a contatto, in che modo e quando.

In un contatto si possono avere carichi gradualmente, ovvero definiti per step. Il controllo va fatto, tra i due corpi, su quello meno deformabile. Si tende a fare analitico il controllo del più rigido, quindi con "first to second" si rende più rigida la frontiera.

Bisogna imporre i valori di interferenza, con i quali si sono costruiti i nodi: successivamente si va ad impostare la distance tolerance su un valore maggiore dell'interferenza tra i 2 corpi, in questo modo il software può vedere il contatto.

Distance tolerance->0.05



In alternativa si può impostare questo valore a 0, disegnare i 2 tubi con le loro dimensioni nominali e successivamente inserire l'interferenza sfruttando il comando "interference closure"

Per quanto riguarda il vincolamento, il sistema dei due tubi ha 7 gradi di libertà ed è un caso autoequilibrato. Inoltre è simmetrico infinite volte, quindi "assialsimmetrico": è possibile sfruttare i vincoli di simmetria. Attraverso questi vincoli, andiamo a togliere i moti rigidi e quindi rendiamo il caso isostatico.

Se modelliamo tutto il tubo (360°), e lo vincoliamo con carrelli che impediscono gli spostamenti lungo gli assi X e Y, questi vincoli non prenderanno carico proprio perché la struttura è autoequilibrata: possiamo vedere il forzamento come una distribuzione di pressione con forza risultante nulla.

Tornando alla mesh, si esegue il vincolamento lungo X:

Boundary conditions->New->Structural->Fixed displacement

Name:"carrelloY"

Properties->Fixed displacement->displacement Y

Si scelgono i nodi orizzontali dei tubi

Nodes:add

Elems:selected

E si ripete lo stesso per il vincolamento lungo Y:

New->Structural->Fixed displacement

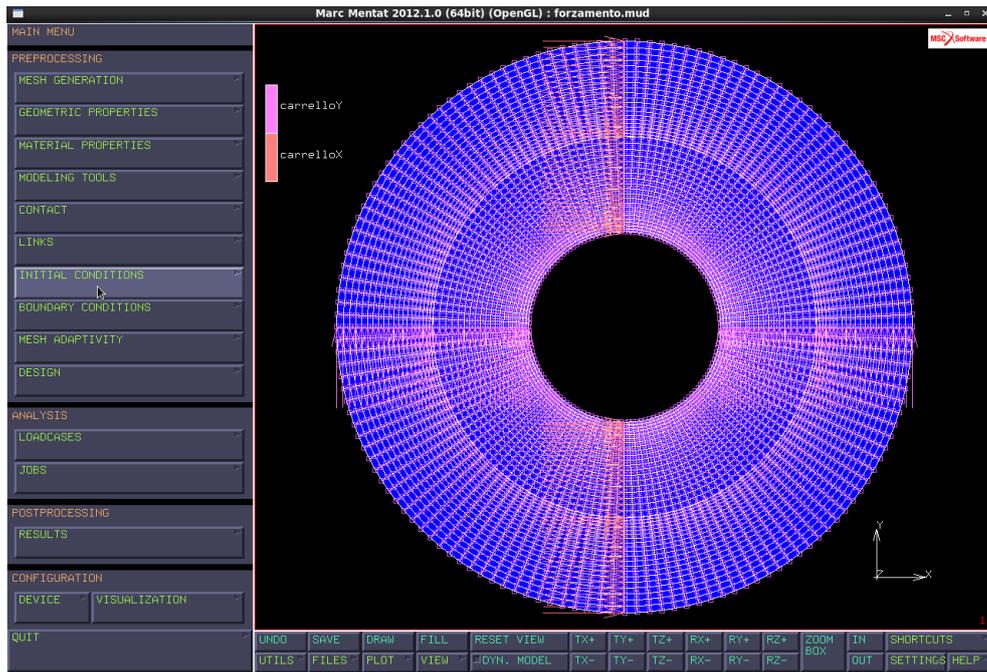
Name:"carrelloX"

Properties->Fixed displacement->displacement X

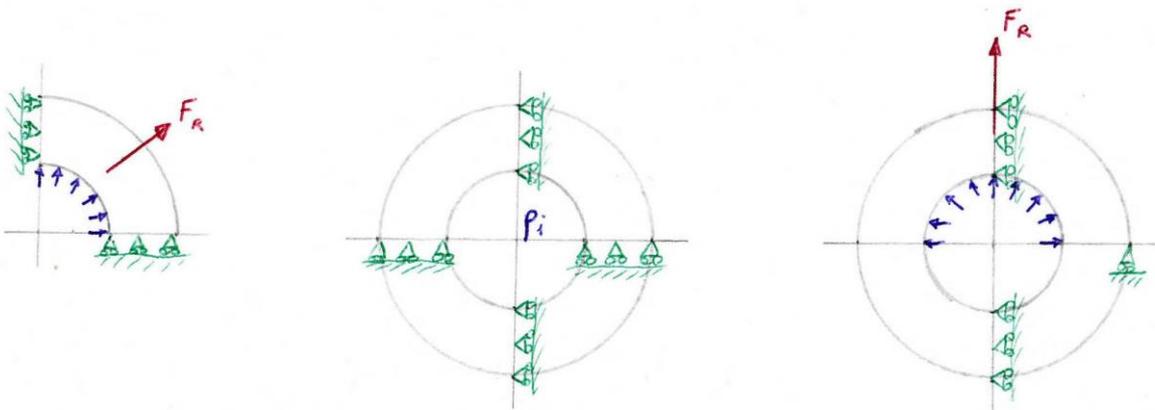
Si scelgono i nodi verticali dei tubi

Nodes:add

Elems:selected



Se invece modellassimo solo ¼ di struttura, sfruttando la sua simmetria, i carrelli prendono carico perché si avrebbe una pressione distribuita su 90°, quindi la sua forza risultante non sarebbe nulla e verrebbe equilibrata dalle reazioni vincolari. Nel caso in cui avessimo un tubo con una pressione interna (la cui forza risultante è nulla) i carrelli lungo X e Y sono dei vincoli fisici perché si sa che in un caso del genere, l'unico spostamento accettato è quello radiale; se invece la pressione agisce solo su 180°, bisogna porre i carrelli in modo che il caso (struttura, caricamento e vincoli) sia sempre simmetrico: i carrelli devono essere disposti lungo Y in modo che non prendano carico, poi occorrerà un solo carrello che impedisca gli spostamenti lungo Y per evitare che la struttura sia labile. Se invece studiamo un albero con eccentricità, non abbiamo più assialsimmetria e quindi occorre vincolare la struttura in modo diverso.



In "Loadcases" si possono selezionare i casi di carico. Vi sono alcune voci:

- loads, dove ci sono i carichi applicati
- contact, qui si imposta il tipo di contatto definito in precedenza

I carichi sono quelli appena impostati, pertanto in "loads" si lascia tutto com'è. Si deve quindi applicare il contatto e il numero di volte in cui ciò accade.

Loadcases->new->static->properties->contact->contact table->ctable1

#steps:1

Si possono utilizzare più step ad esempio se si vuole prima studiare il forzamento e poi l'applicazione di una pressione interna, in questo modo si hanno 2 loadcases di cui possiamo decidere l'ordine di esecuzione: se siamo in un caso non lineare, il secondo caso parte dalla soluzione del primo; in un caso lineare, invece, si parte sempre dall'indeformata.

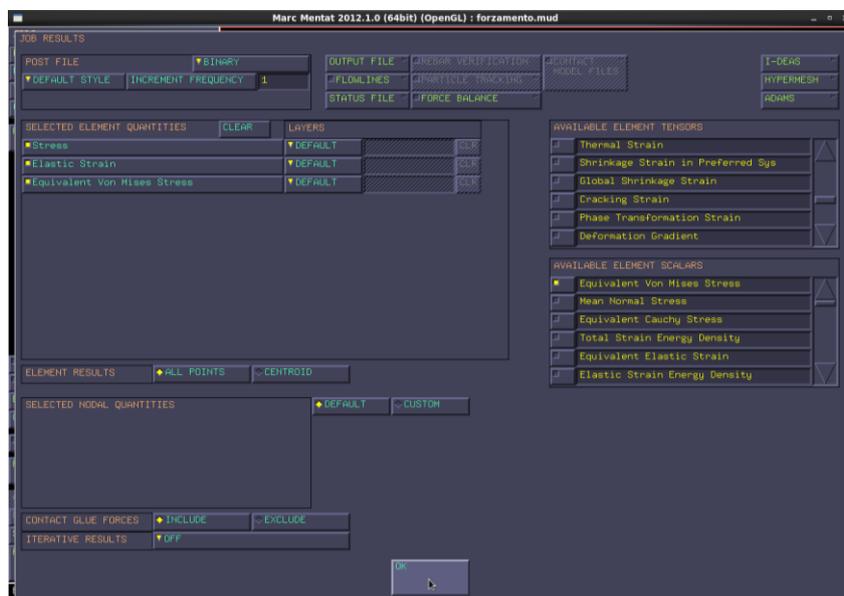
Infine si va in "jobs" per vedere i risultati.

Jobs->new->structural->properties->lcase1

contact control->initial contact->contact table->ctable1

Job results: stress; elastic strain; equivalent Von Mises stress

Analysis: plane stress



Prima di monitorare i risultati, occorre verificare che la circuitazione degli elementi della mesh sia corretta:  
Mesh generation->check->upside down

Si hanno 5760 elementi con circuitazione oraria, visualizzati in verde.

Flip elements: existing

Upside down (0)

Gli elementi a contatto si possono evidenziare con:

cross elements

Adesso si può arrivare ai risultati

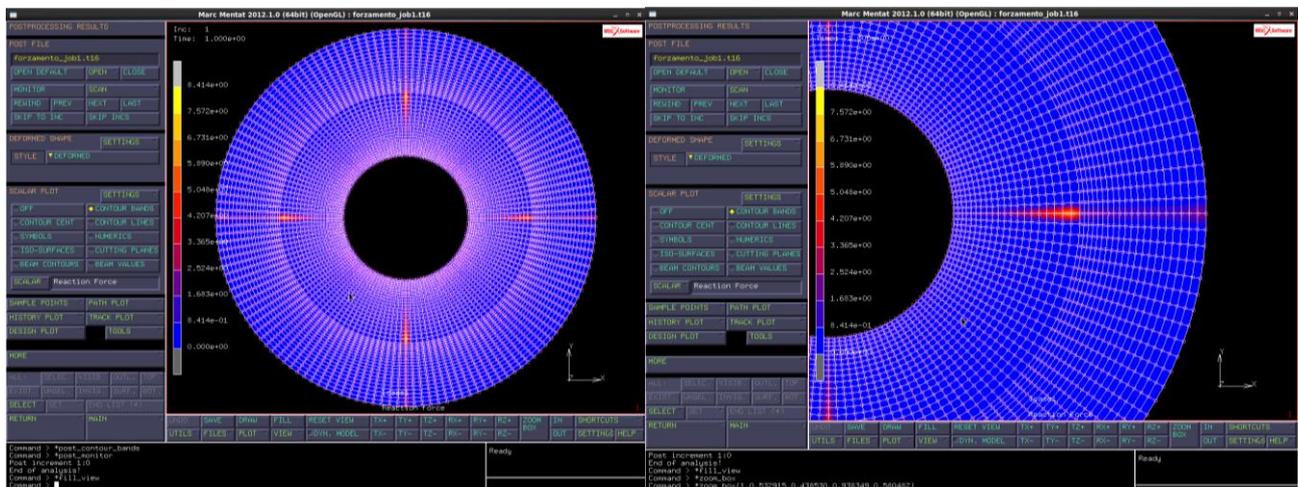
Jobs-check (0 errors)

Run->submit->monitor (3004)

Open post file->scan->1

Scalar: reaction force

Contour bands



Si nota che prende carico: c'è stata una rotazione (che è stata impedita dai vincoli). Questo è dovuto al fatto che il contatto è stato impostato discreto-discreto, e il FEM tende a fare una rotazione per mettere i due corpi a contatto (dato che i nodi del primo vanno sugli elementi del secondo).

Occorre che il corpo più rigido sia analitico:

close

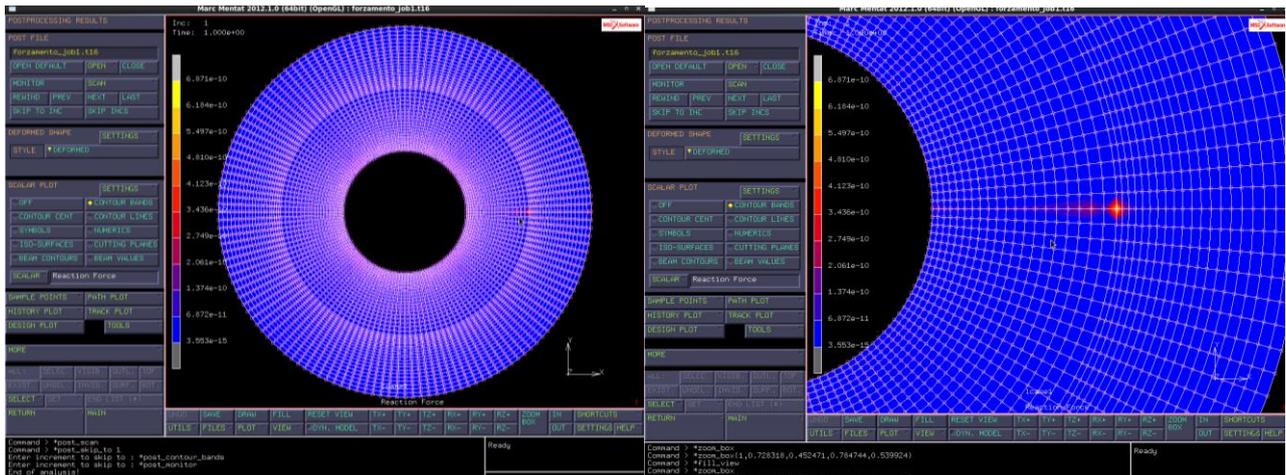
contact->contact bodies->est:properties->analytical

Job->run->submit->monitor (3004)

Open post file->scan->1

scalar: reaction force

Contour bands ed è tutto a posto: in questo caso ci sono reazioni nell'ordine di  $10^{-10}N$ , questi sono considerati punti di "sporco numerico" derivanti dal metodo iterativo utilizzato per il calcolo della soluzione numerica e non vere e proprie forze di reazione.



Infine, per visualizzare le forze di contatto:

more->on

vector->contact normal force

Le forze di contatto nodali sono costanti.