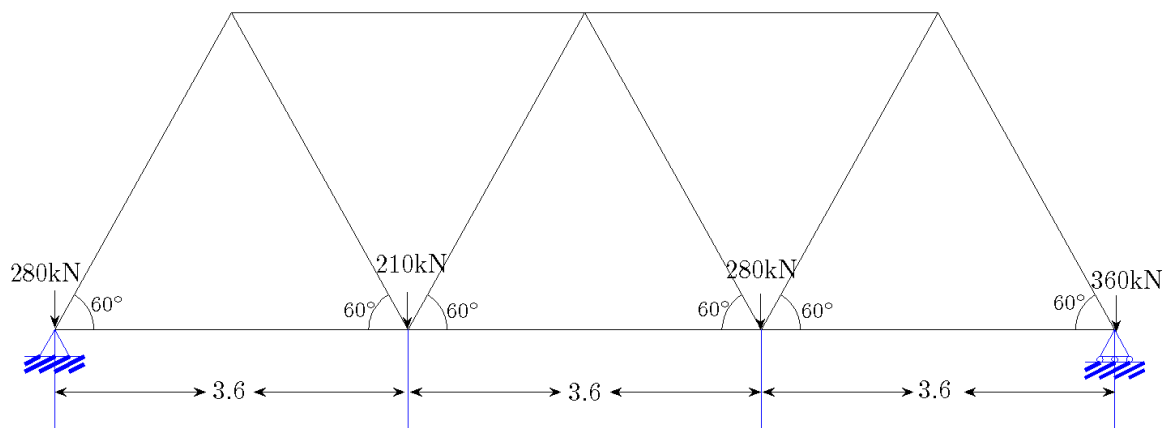


Un problema típic en enginyeria és dissenyar un pont. Considereu el següent model format per barres d'acer que tenen un mòdul de Young de $E = 200\text{GPa}$ (GigaPascals) i un àrea de secció $A = 3250\text{mm}^2$.



El símbol a la cantonada esquerra significa que l'estructura està fixada per aquest cantó i el símbol a la dreta, significa que l'estructura té restringit el moviment vertical. Les fletxes indiquen les carregues del pont. Són forces puntuals de 280, 210, 280 i 360 kN (kiloNewtons).

L'objectiu és l'estudi de les deformacions, les forces de reacció i les tensions axials.

Preprocés

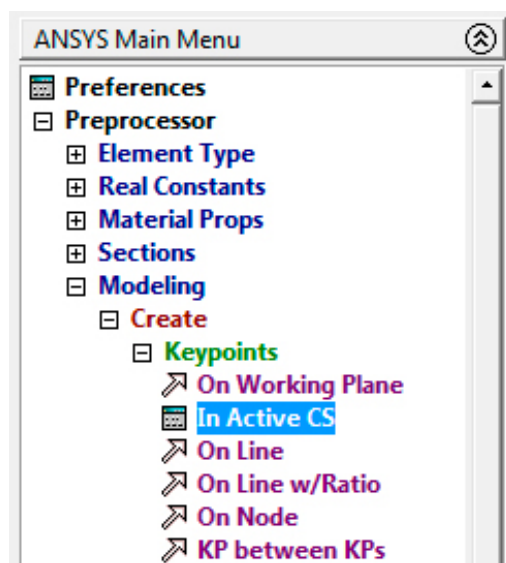
1. Crear els *Keypoints*

Els *Keypoints* són els extrems de cada viga.

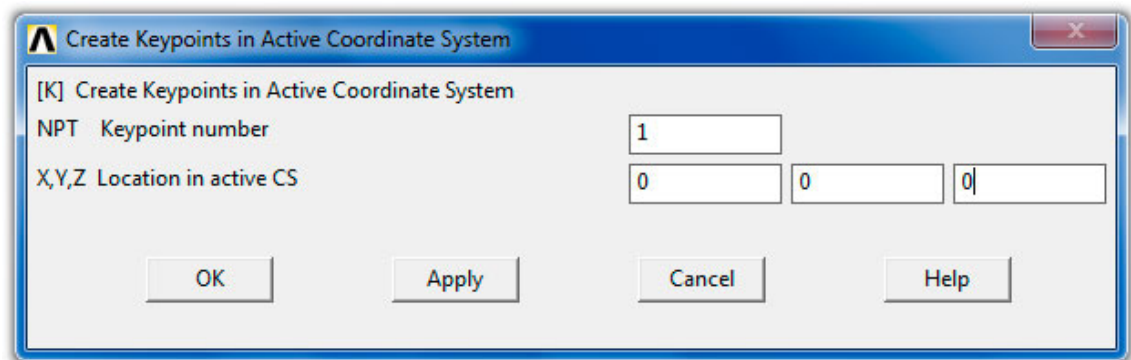
- Definim 7 *Keypoints* tal i com mostra la taula següent:

Keypoints	Coordenades	
	x	y
1	0	0
2	3600	0
3	7200	0
4	10800	0
5	1800	3118
6	5400	3118
7	9000	3118

- A “ANSYS Main Menu” seleccionem:
Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

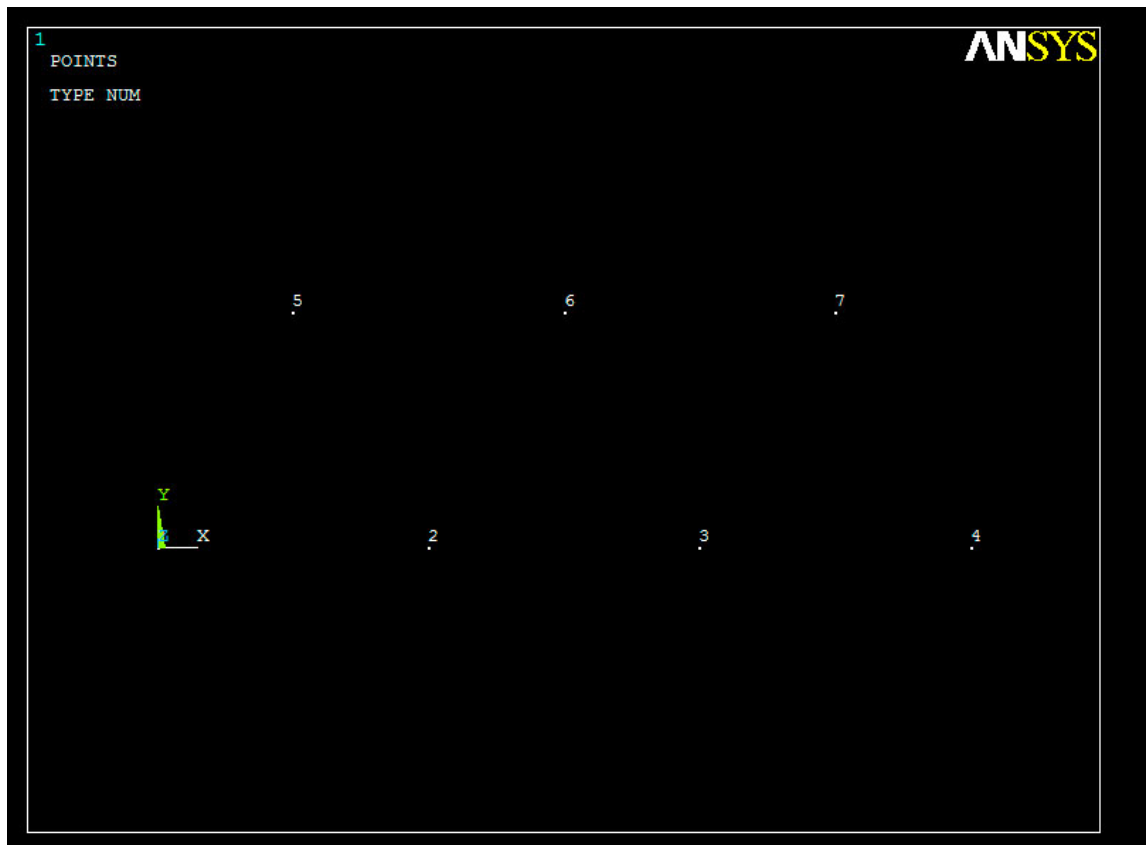


I apareix la següent finestra:



Per a definir el primer *Keypoint* ($x = 0$ i $y = 0$), posem un 1 a *Keypoint number*, introduïm les coordenades x i y , i cliquem a *Apply*.

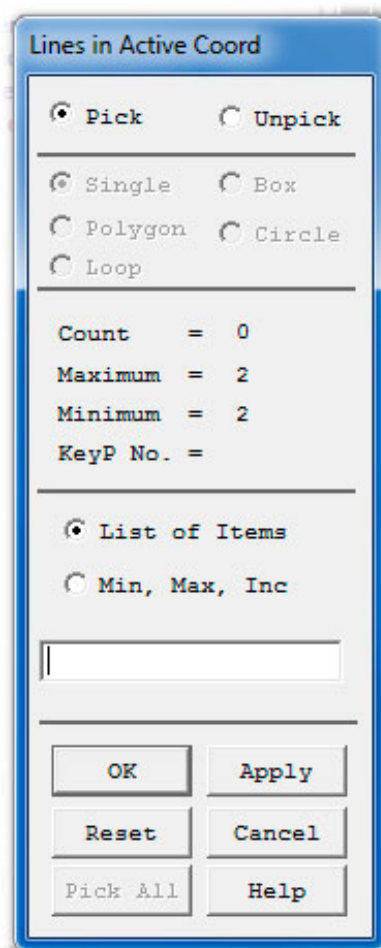
- Fem el mateix per la resta de punts. Quan introduïm l'últim punt cliquem a *OK* enlloc de *Apply*.



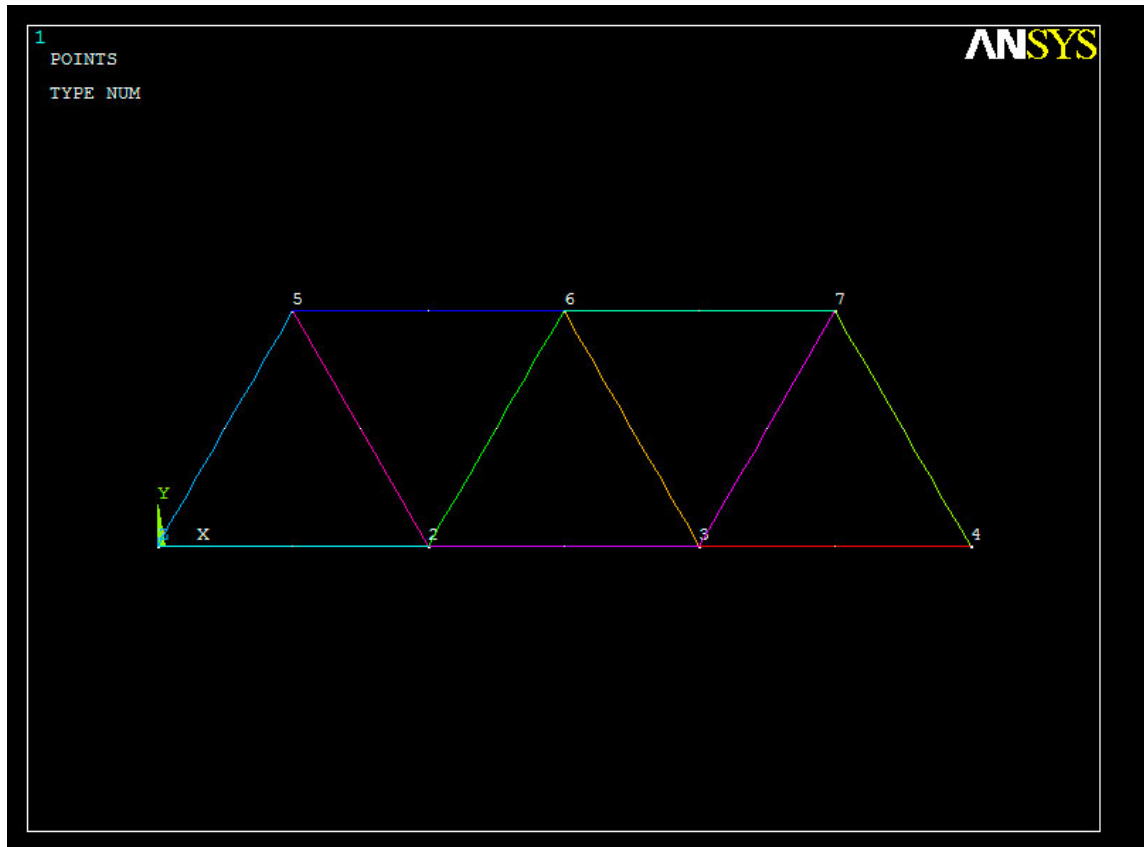
2. Crear les línies

- En el menú principal seleccionem:
Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > In Active Coord

I apareix la següent finestra:

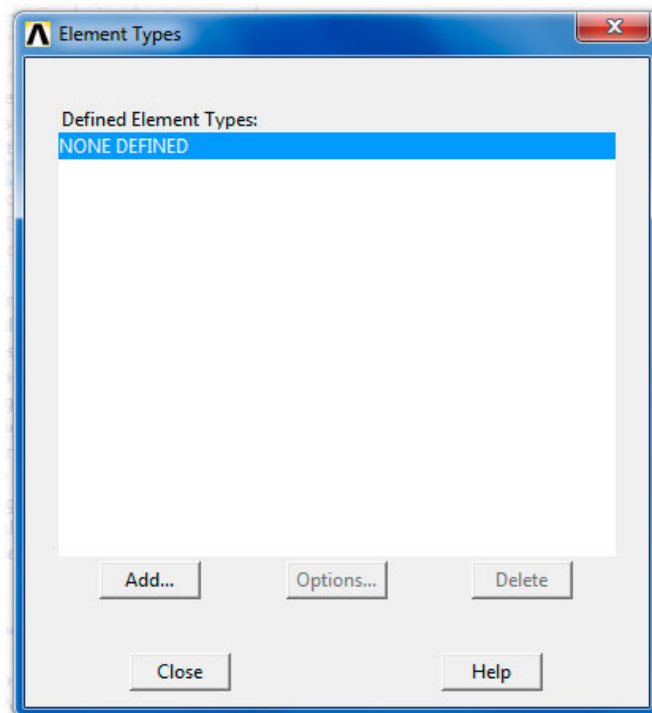


- Utilitzem el ratolí per clicar sobre el punt 1 i seguidament al 2, i apareix una línia.
- Repetim el mateix per a crear la resta de línies. Ens ha de quedar com mostra la següent imatge:

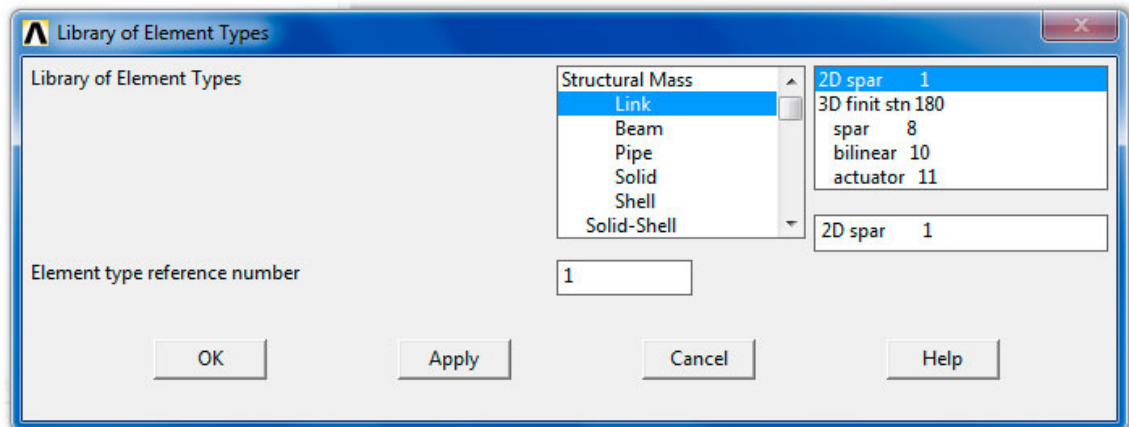


3. Definir el tipus d'element

- En el menú principal seleccionem:
Preprocessor > Element > Add/Edit/Delete

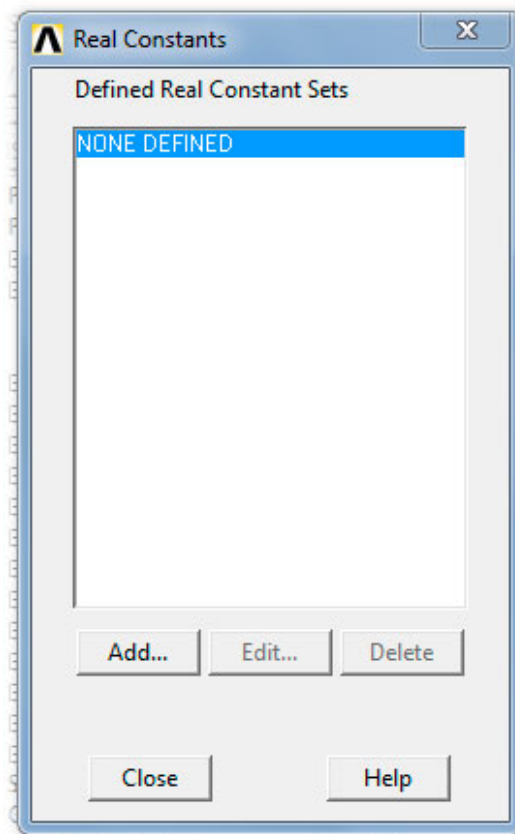


- Cliquem a *Add* i seleccionem l'element que mostra la imatge.

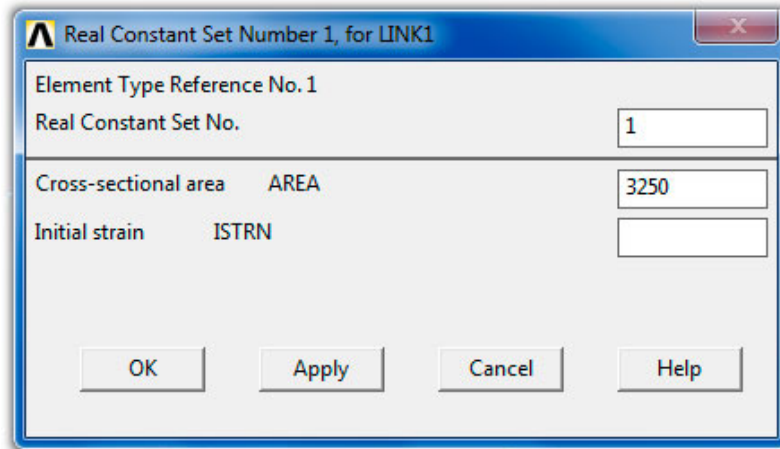


4. Definir propietats geomètriques

- En el menú principal seleccionem:
Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete



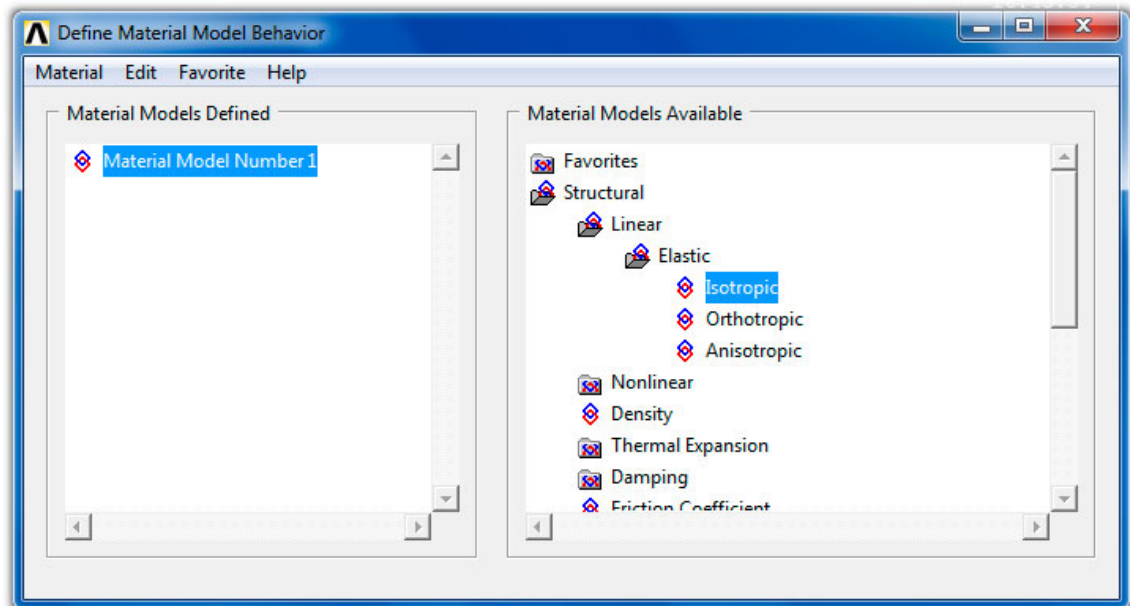
- Cliquem a *Add* i seleccionem *Type 1 LINK1* (de fet, és l'únic element que hem definit). Cliquem a *OK* i apareix:



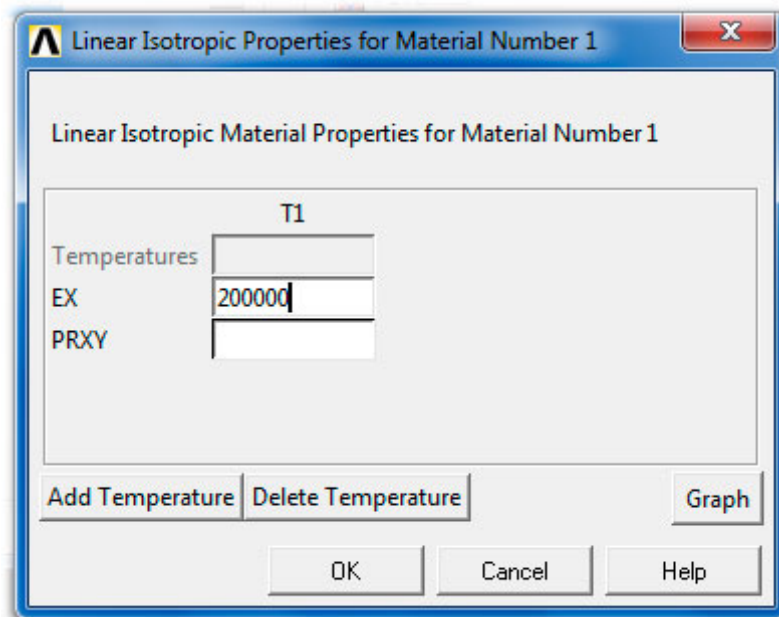
- Introduïm l'àrea (3250mm^2) a *Cross-sectional area*, cliquem a *OK* i tanquem la finestra de *Real Constants* (fixem-nos que apareix *Set 1*).

5. Definir propietats del material

- En el menú principal seleccionem:
Preprocessor > Material Props > Material Models
- Doble clic a:
Structural > Linear > Elastic > Isotropic



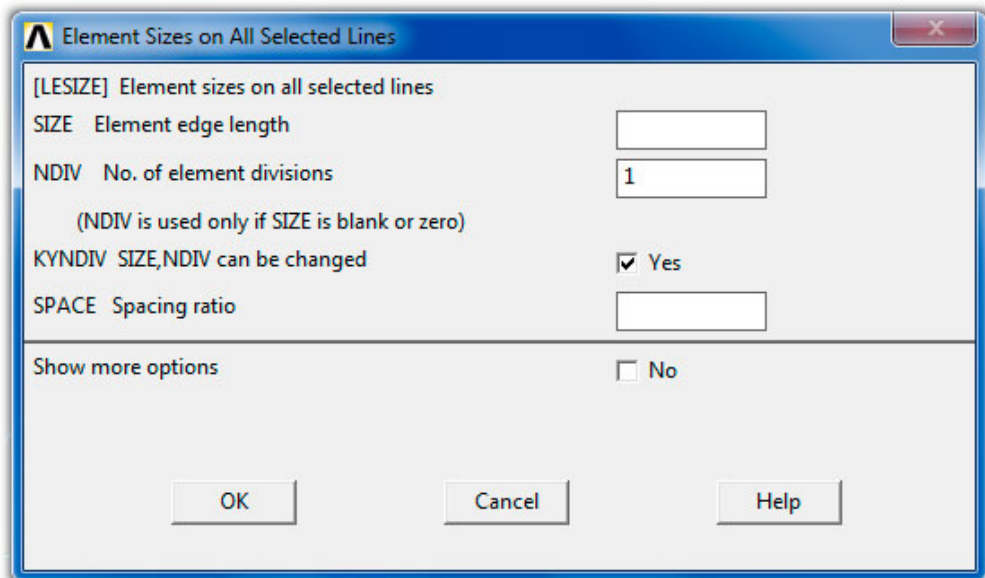
- Introduïm el mòdul de Young ($200GPa$) al camp *EX*.



6. Definir el mallat

Primer cal definir el nombre de divisions de cada element:

- En el menú principal seleccionem:
Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines

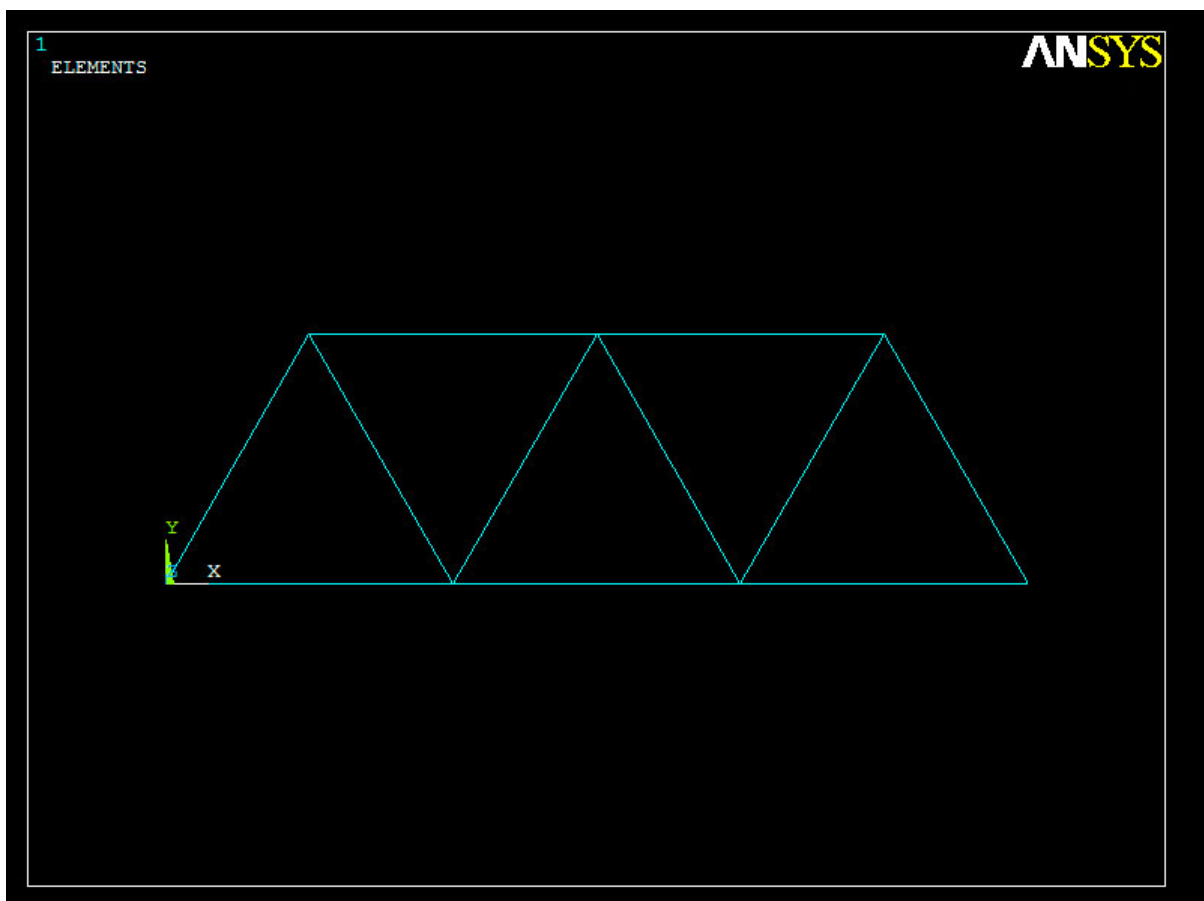


- En el camp *NDIV* introduïm el nombre de divisions que volguem, en aquest cas 1. Posem 1 i cliquem a *OK*.

Ara cal mallar:

- En el menú principal seleccionem:
Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines
I cliquem a *Pick All* a la finestra *Mesh Lines*.

Ha de quedar com mostra la següent imatge:



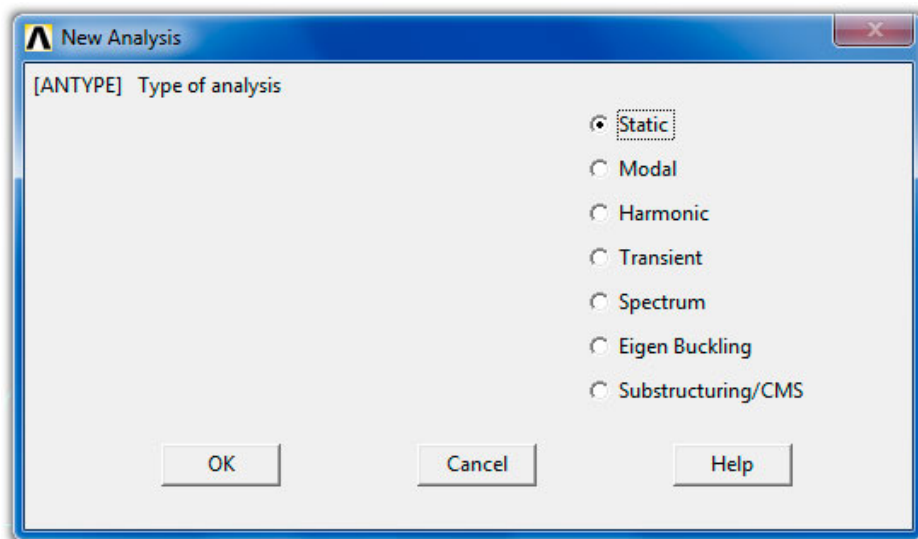
Solució

Un cop definit el model és moment d'aplicar les restriccions i les càrregues.

1. Definir el tipus d'anàlisi

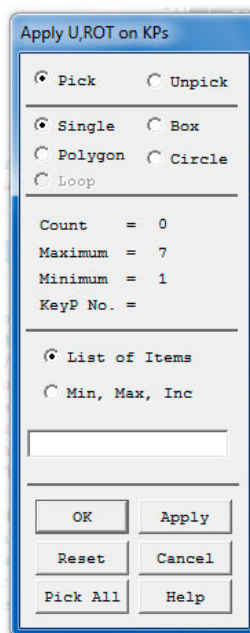
S'ha de dir a *ANSYS* com volem que resolgui el problema.

- Seleccionem:
Solution > Analysis Type > New Analysis
- Seleccionem un anàlisi *Static* i cliquem a *OK*.



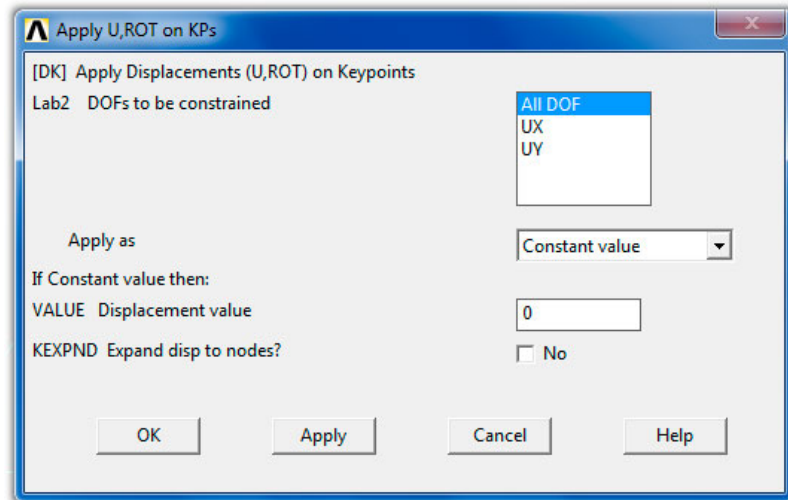
2. Aplicar restriccions

- Seleccionem:
Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints

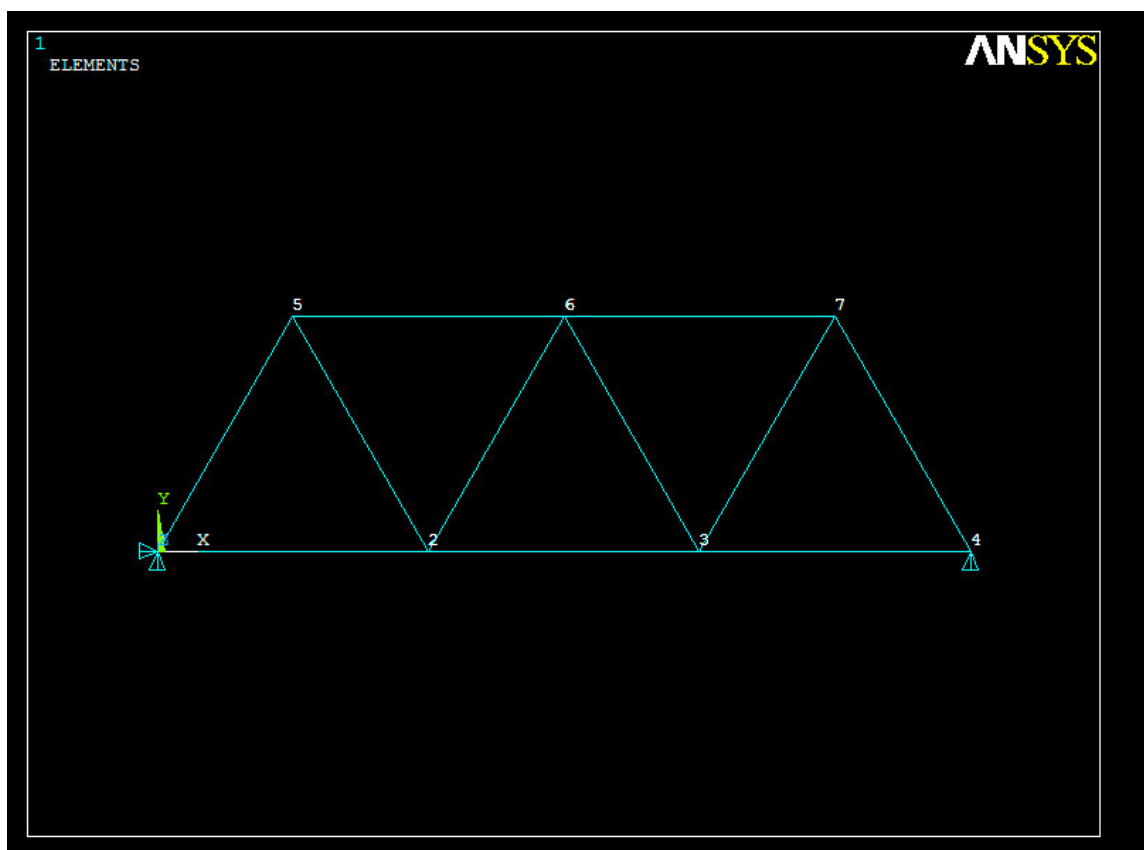


- Seleccionem el punt 1 i cliquem a *OK* a la finestra *Apply U,ROOT on KPs*.

- El punt 1 està fix, així doncs, seleccionem *All DOF* i escrivim un 0 a *VALUE*.



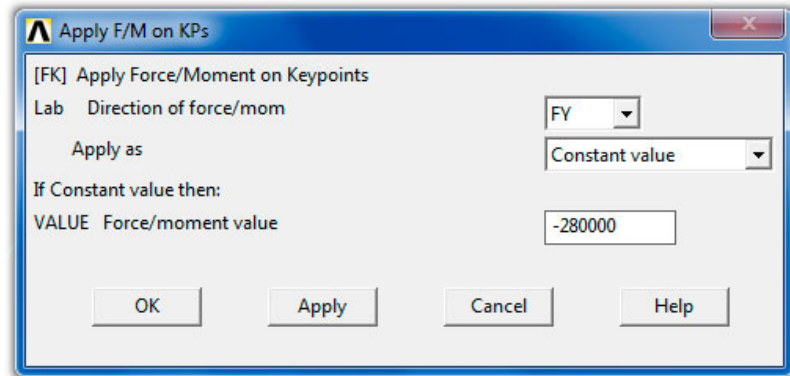
- Fem el mateix per a l'altre extrem (punt 4), però restringint només l'eix vertical (seleccionem *UY* enlloc de *All DOF*). Ens ha de quedar:



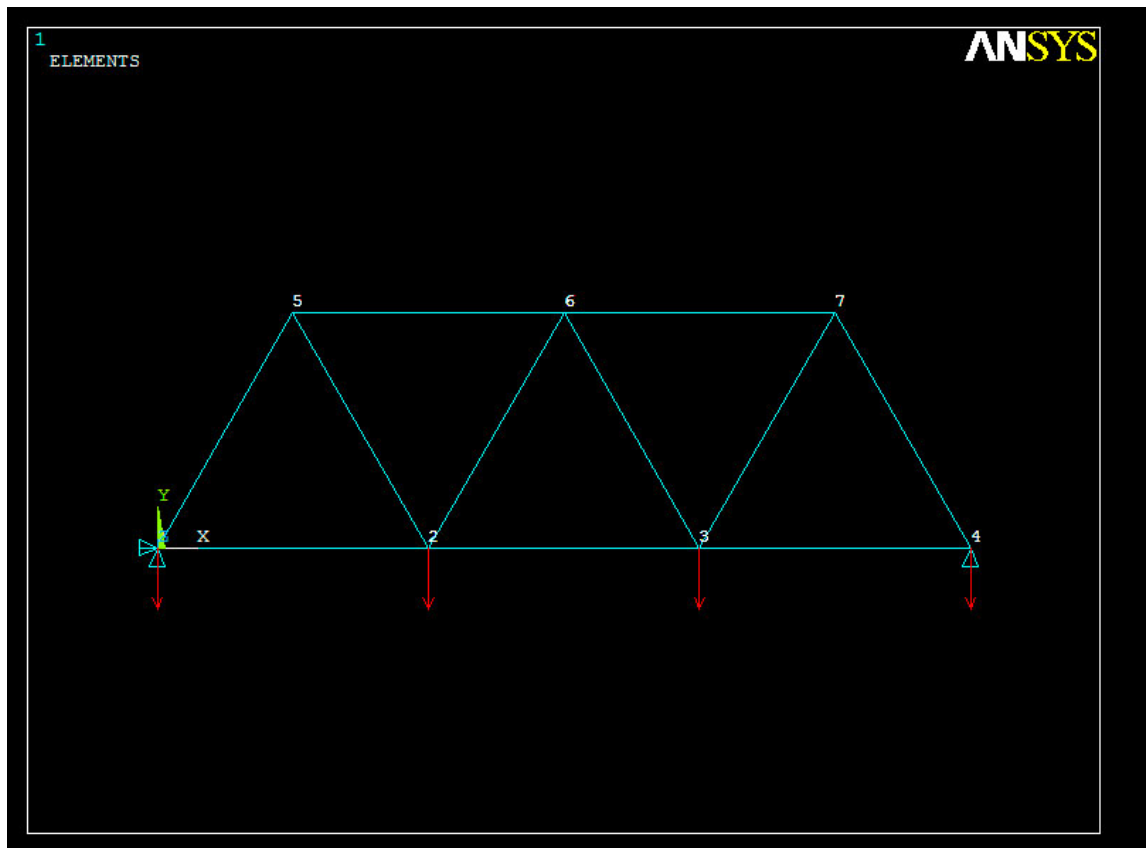
3. Aplicar les càrregues

Hi ha quatre càrregues verticals cap avall: $280kN$, $210kN$, $280kN$ i $360kN$, situades en el punt 1, 2, 3 i 4 respectivament.

- Seleccionem:
Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Keypoints
- Seleccionem el punt 1 i cliquem a *OK* a la finestra *Apply F/M on KPs*.
- A *Direction of force/mom* seleccionem *FY* i a *VALUE* introduïm -280000 (segons les unitats introduïdes i per tal de ser coherents hem de posar les càrregues en N).

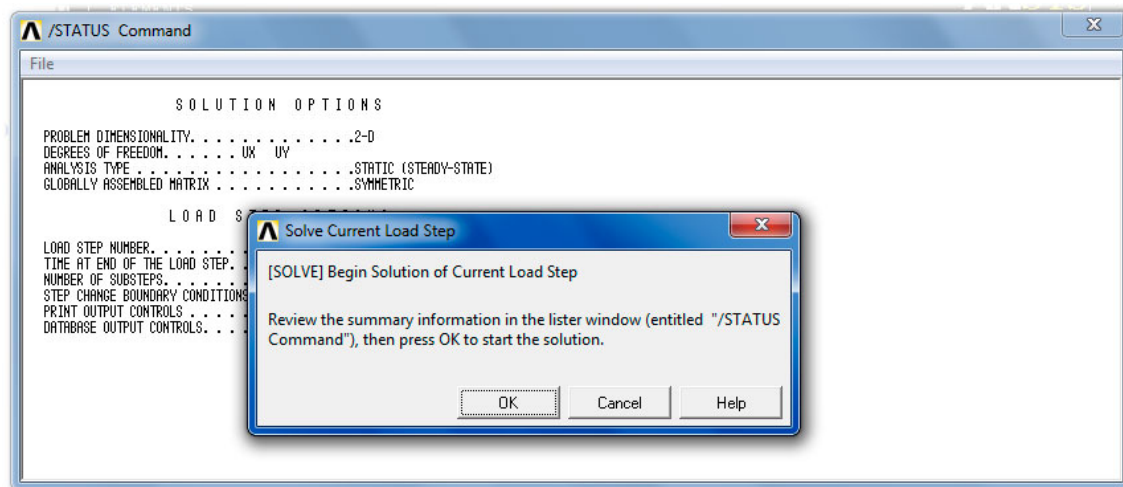


- Fem el mateix per a les altres càrregues i ens quedarà com mostra la imatge:

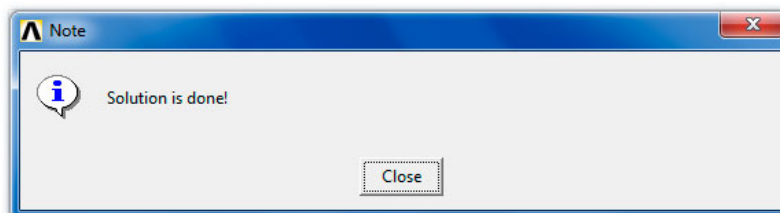


4. Resolem el sistema

- Seleccionem:
Solution > Solve > Current LS



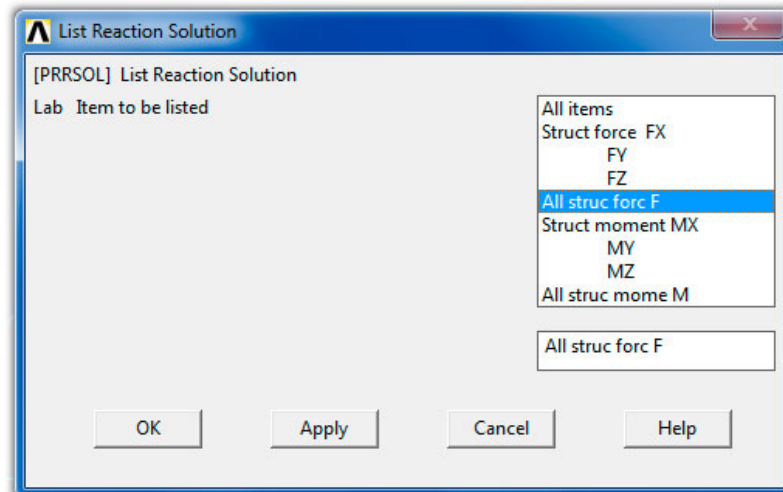
- Cliquem a *OK*.
- Un cop solucionat el sistema apareix la següent finestra, la qual tancarem (*Close*) si tot és correcte.



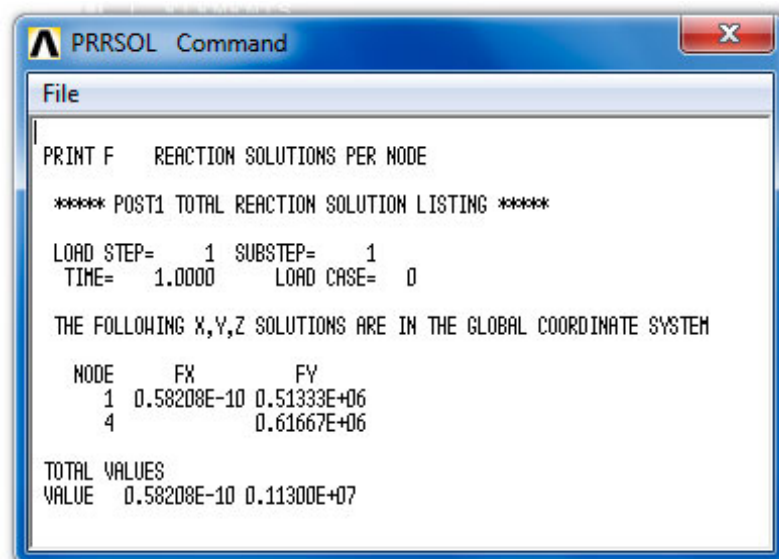
Postprocés

1. Forces de reacció

- Seleccionem en el menú principal:
General Postproc > List Results > Reaction Solu

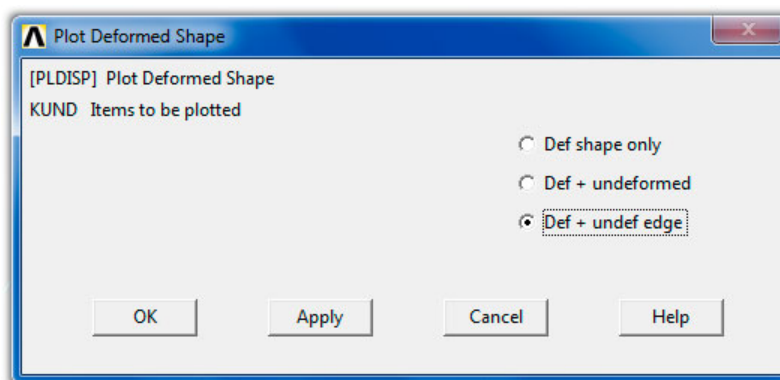


- Seleccionem *All struc forc F* i cliquem a *OK*.

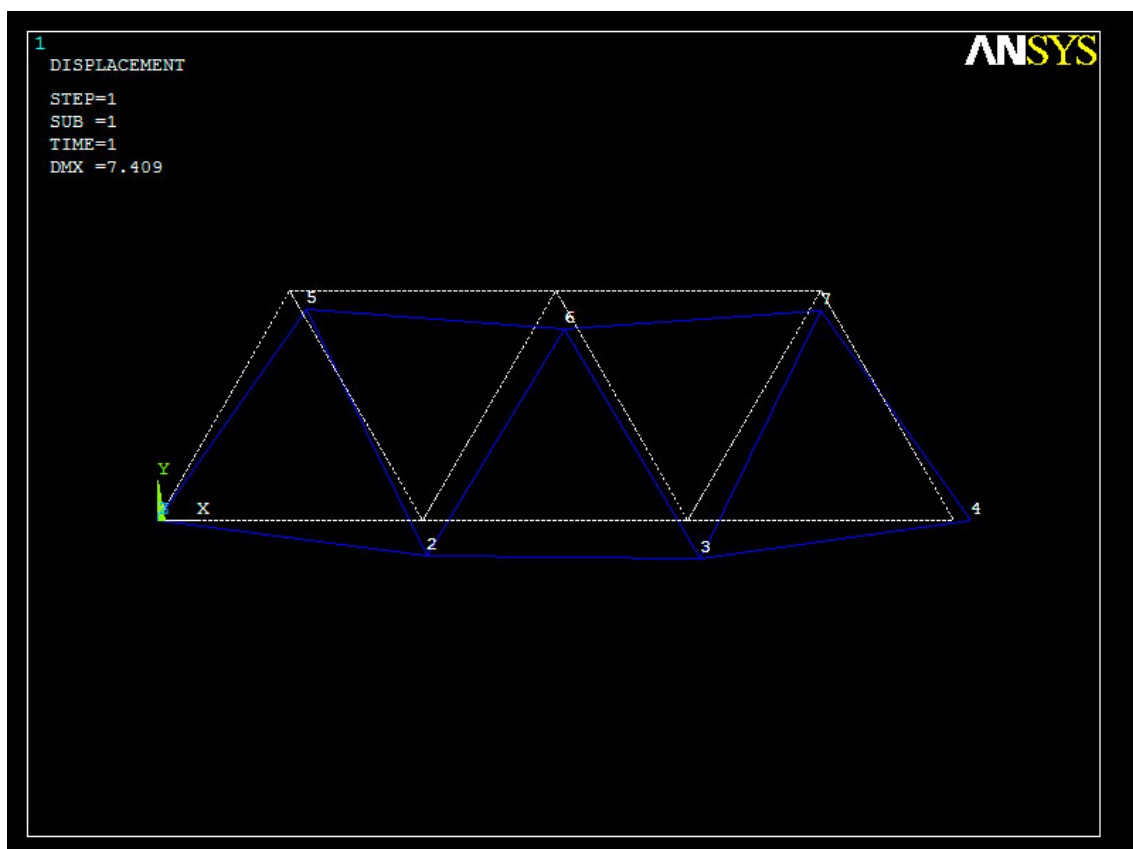


2. Deformació

- Seleccionem:
General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

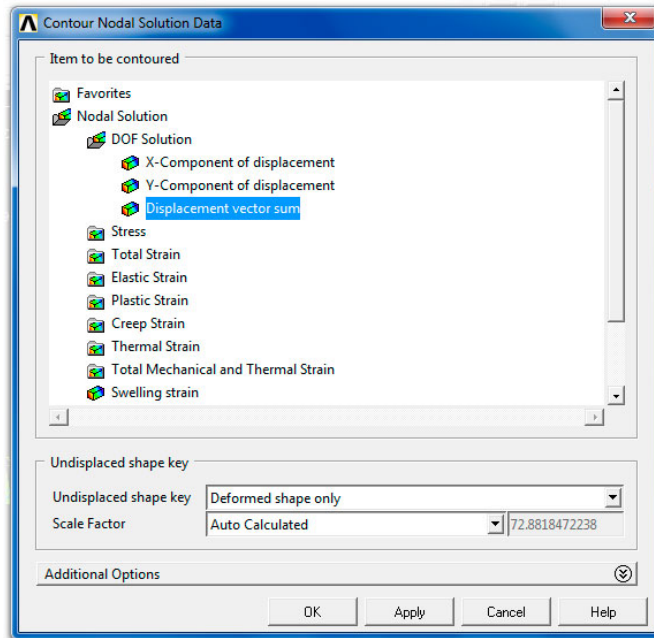


- Seleccionem *Def + undef edge* i cliquem a *OK*.

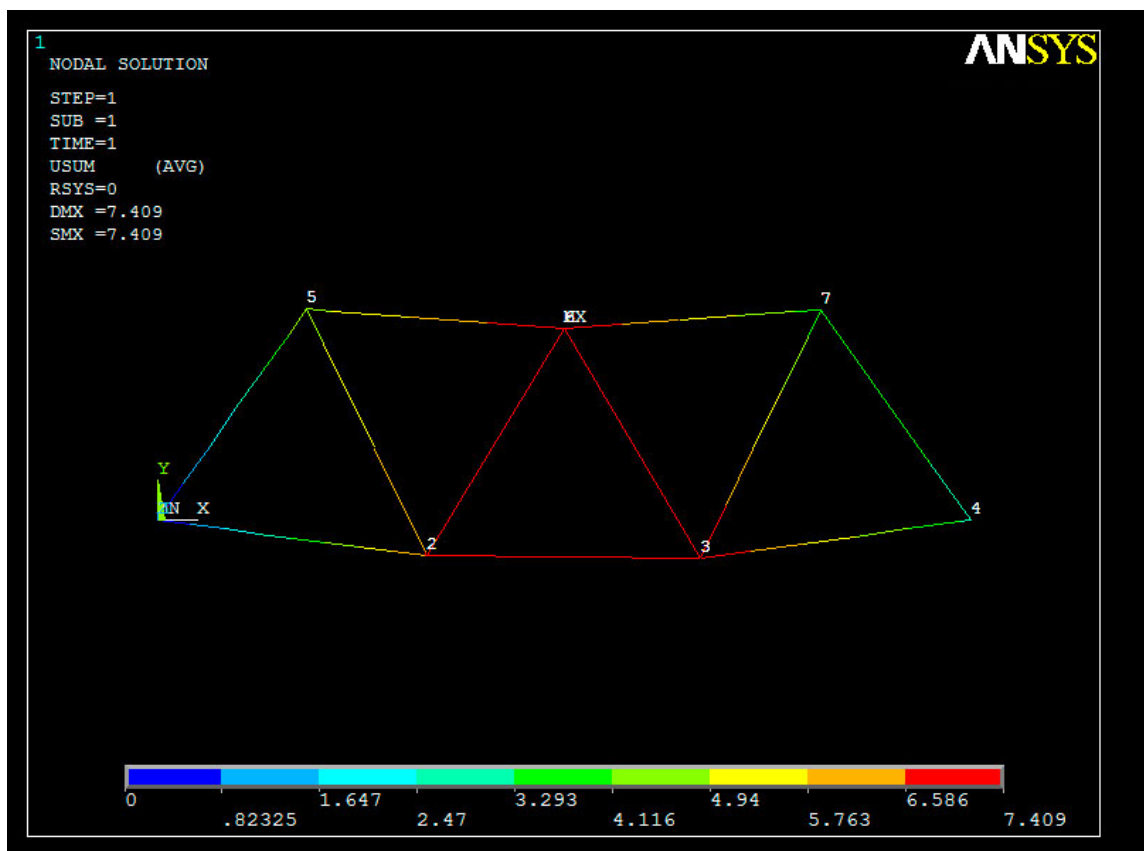


3. **Desviació** Per a una visió més detallada de la desviació podem fer:

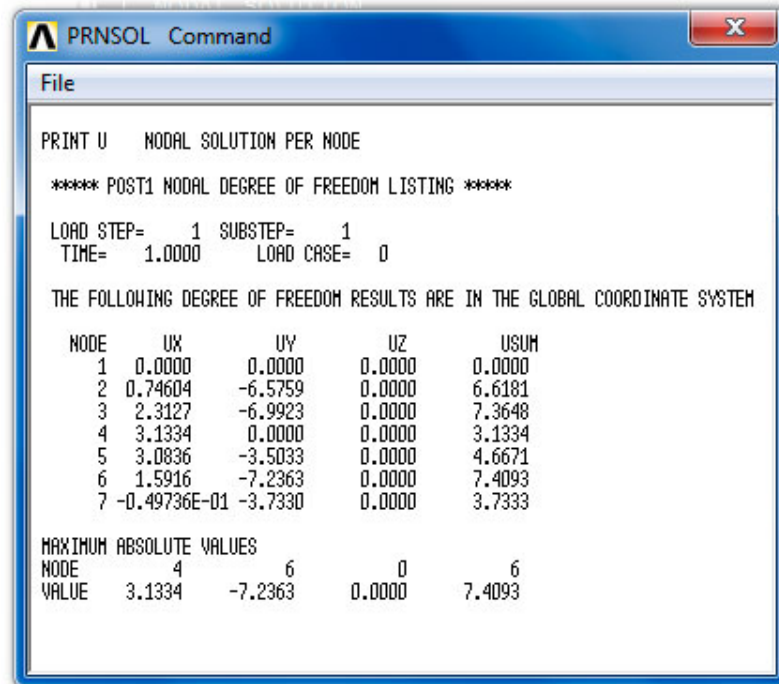
- Seleccionem:
General Postproc > Plot results > Contour Plot > Nodal Solution



- A *DOF solution* seleccionem *Displacement vector sum* i cliquem a *OK*.



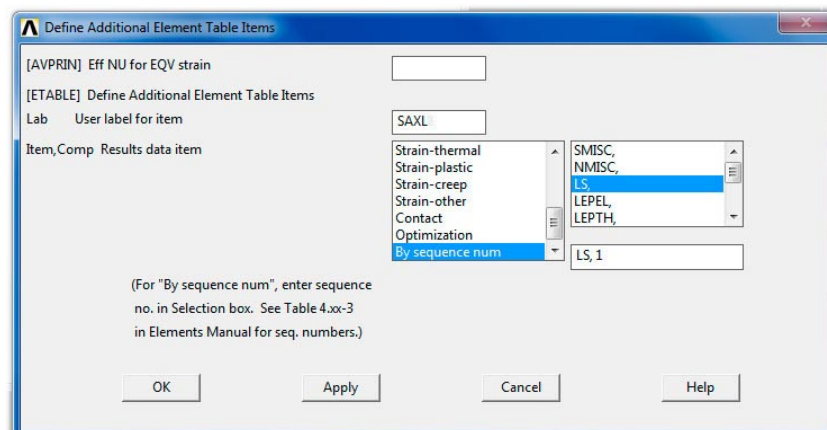
- També ho podem obtenir en format llista:
General Postproc > List Results > Nodal Solution



4. Tensions axials

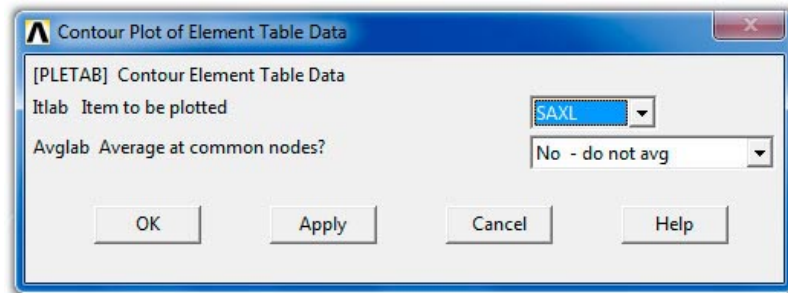
Per obtenir les tensions axials cal usar una taula d'elements (*Element Table*). La taula d'elements és diferent per a cada element, per tant, cal anar a l'ajuda i mirar quines opcions cal ficar per obtenir el que volem. En aquest cas, l'element és del tipus *LINK1*. Si mirem l'arxiu d'ajuda veurem que es pot trobar les tensions axials (*SAXL*) a partir de una *ETABLE* (*Element Table*) utilitzant *LS, 1*.

- Seleccionem:
General Postproc > Element Table > Define Table
I cliquem a *Add*.

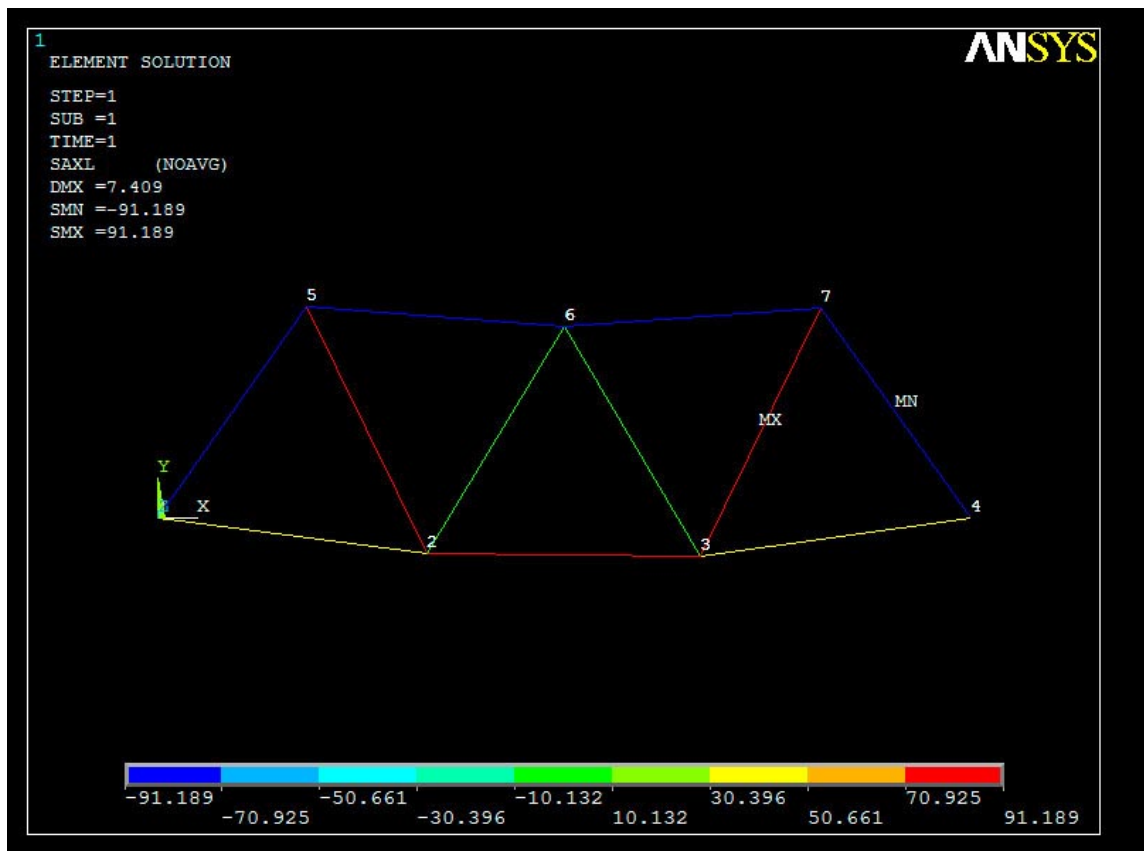


- Tal i com mostra la imatge posem *SAXL* al camp *LAB*, a *Item,Comp* seleccionem *By sequence number* i *LS*, i afegim un 1 després de *LS* al requadre de sota.
- Cliquem a *OK* i tanquem la finestra *Element Table*.

- Podem veure el gràfic anant a: *General Postproc > Element Table > Plot Elem Table*



- Comprovem que està seleccionat *SAXL* i cliquem *OK*.



- També podem obtenir els resultats en format llista anant a: *General Postproc > Element Table > List Elem Table*
- A la finestra *List Element Table Data* seleccionem *SAXL* i cliquem *OK*.

