

DISEÑO DE MÁQUINAS

PRÁCTICA 11

A continuación, emplearemos COSMOSWorks para ensayar un ensamblaje que encontraremos en los ejemplos: C:/Archiv~/COSMOS Applications/ Examples/Actuator.

INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DE ENSAMBLAJES CON COSMOS.

En cuanto a la asignación de *materiales*, *restricciones* y *cargas* la forma de actuar es muy similar a la de un archivo de pieza. La diferencia fundamental radica en que en el ensamblaje deben establecerse unas relaciones entre las diferentes piezas  Contacto/Separaciones.

Las posibilidades de contacto que ofrece son las siguientes:

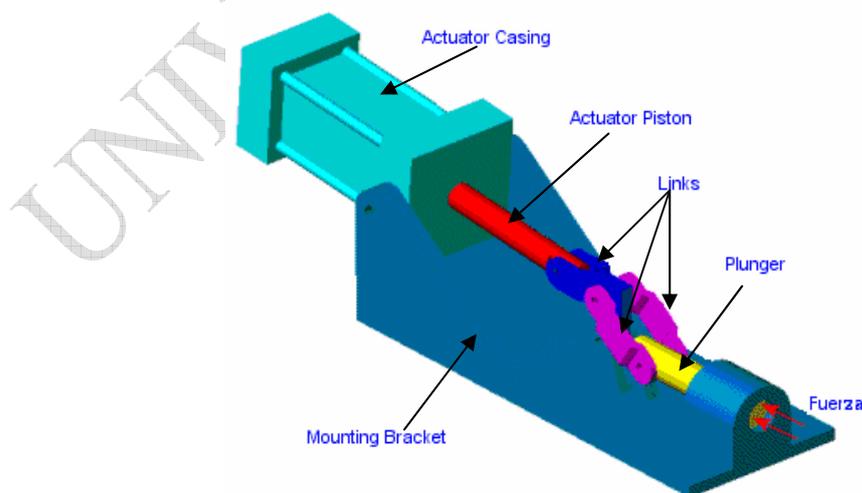
- *Contacto*. Todas las caras en contacto se encuentran unidas entre sí en todos los nodos del contacto, es decir el comportamiento del ensamblaje es como si sus piezas estuvieran pegadas y todo él fuera una pieza única. Por defecto el programa establece así todos los contactos.
- *Libres*. Todas las caras en contacto se moverán libremente, por lo que las diferentes piezas pueden separarse o solaparse según características del movimiento.
- *Nodo a nodo*. Las piezas se pueden separar libremente pero no penetrar unas a otras, es el comportamiento normal entre dos sólidos por lo que corresponde con la condición de contacto real entre dos piezas sólidas.

Estas condiciones de contacto se pueden definir para todo el ensamblaje, para piezas o a cada par de superficies en contacto:

- Si no se indica nada, se considera automáticamente que el contacto es para todo el ensamblaje.
- *Contacto para componentes*. Se indica qué tipo de contacto se desea para todas las caras del componente.
- *Par de contacto*. Se indica qué contacto se desea entre dos caras de piezas contiguas.

INICIO DE LA PRÁCTICA:

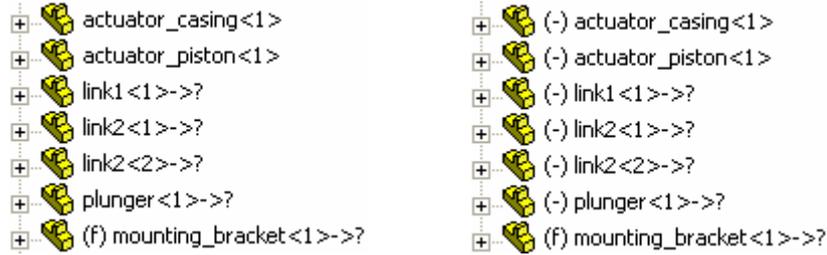
PASO 1: Desde SolidWorks, abrir la pieza en la ruta C:/Archiv~/COSMOS Applications/ Examples/Actuator. A continuación guárdala con el mismo nombre en tu carpeta de usuario.



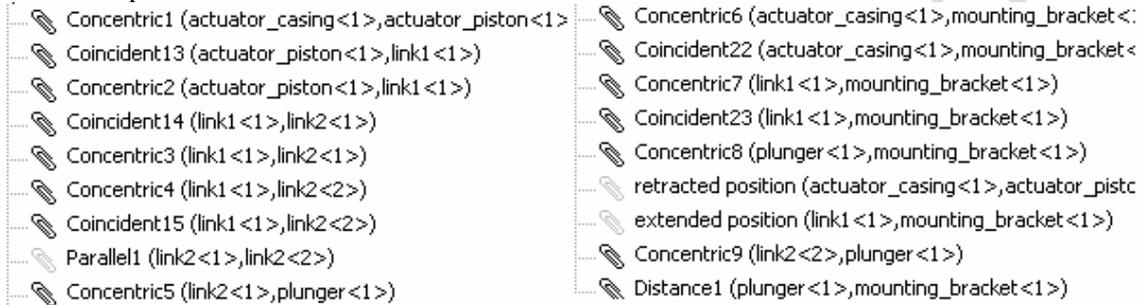
Con este ensamblaje estudiaremos el comportamiento del mecanismo cuando una fuerza de 90N (9 Kg. aprox.) que actúa sobre el vástago (*plunger*), se enfrenta a un cilindro (*actuator casing*) con una rigidez de 90000 N/m.

DISEÑO DE MÁQUINAS

PASO 2: Observar que el ensamblaje según está definido tiene sus elementos totalmente definidos (están fijos), no aparece el signo menos antes de ellas.



En las relaciones de posición algunas se encuentran en un tono gris claro, quiere decir que están *suprimidas (NO ELIMINADAS)*, por lo que la relación no tiene efecto pero la tendremos remanente para activarla cuando sea necesario.



Con estas relaciones de posición el ensamblaje se encuentra totalmente definido, por lo que aunque se seleccione alguno de sus componentes no se puede mover. Al ir clicando sobre cada relación, se nos muestra entre qué elementos está establecida, y como se indicó las de tono gris claro se encuentran suprimidas. Si se activa por ejemplo *extended position (link1, mounting_b.)* se produce un error debido a que todas las restricciones son incompatibles (reestablecer de nuevo las condiciones iniciales).

Para poder animar al conjunto de movimiento, es necesario que **suprimamos (NO ELIMINAR, sólo suprimir)** las relaciones redundantes. Para ello, con el botón derecho sobre la última relación *Distance1* se selecciona Suprimir. La visualización de los elementos cambia, y aquellos que se pueden mover se muestran un signo (-) delante, como se puede ver en la *primera figura del paso 2*.

Ahora sí se puede seleccionar uno de los elementos del conjunto y mover el ensamblaje completo . Observar que según elemento que se seleccione para mover el desplazamiento es más claro, el mejor es *link 1*. Comprobar también cual es el rango de movimiento admitido con *detener al colisionar*.

A continuación seleccionando de nuevo la relación *Distance1*, se *desactiva la supresión* y el ensamblaje automáticamente vuelve de nuevo a la posición inicial.

PASO 3: Crear un nuevo estudio *estático* con *malla sólida* que se llame *actuador estático*.

1. Observar que nos aparecen los mismos campos que para piezas y además el citado campo de Contacto/Separaciones.

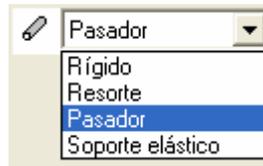
PASO 4: Asignar los materiales indicados a continuación a los componentes. Comprobar que es posible seleccionar varias piezas simultáneamente y aplicar un mismo material a todas ellas.

Componente	Material	Biblioteca de materiales
actuador_casing-1, link1-1, link2-1, link2-2,	Alloy Steel	coswkm.lib

DISEÑO DE MÁQUINAS

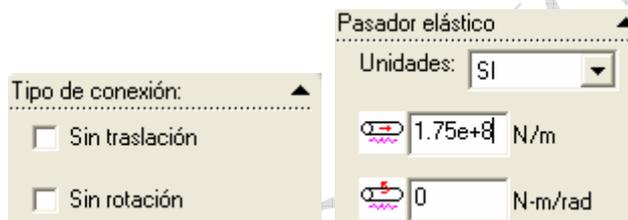
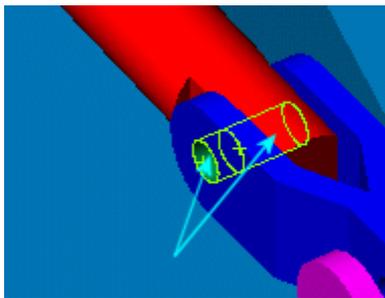
mounting_bracket-1		
actuador_piston-1, plunger-1	Cast Alloy Steel	coswkm.mat.lib

PASO 5: Para simular las diferentes elementos, en introduce un *conector* de tipo



articulaciones entre los *Carga/Restricción* se *pasador*.

1. Señalar las dos superficies cilíndricas entre las que se crea este *pasador*.

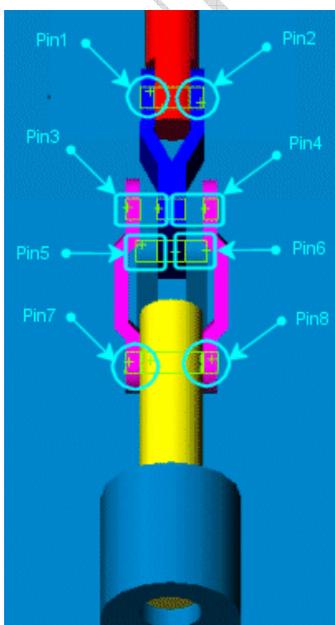


2. En tipo de conexión se puede establecer que no esté permitido ningún tipo de desplazamiento *axial* o *de rotación*. Si no se indica ninguno, quiere decir que se permite la rotación y la traslación
3. En las características de *pasador elástico*, se establece la rigidez de la unión ante ambos tipos de movimiento: *axial* y *de rotación*. Esta rigidez se mide en *N/m* pues se pretende hacer semejante el comportamiento de esta unión al comportamiento de un muelle.

Asignar los valores que se indican, de manera que se permite una *libre rotación* del pasador, y se establece una *rigidez axial* de $1.75e+8 \text{ N/m}$.

Este conector lo que hace es simular que **entre las dos caras cilíndricas cerradas** que se indican, existe un pasador indeformable que permanece en contacto estrecho con ellas manteniendo siempre la coaxialidad, permitiendo libremente un movimiento de rotación y también un movimiento axial, pero con una rigidez de $1.75e+8 \text{ N/m}$.

4. Aceptamos y ya aparece el *conector* en la carpeta de restricciones



5. De esta manera se deben ir indicando todos los pasadores del conjunto, **pero no los del cilindro**. En total son 8, y se muestran a continuación:

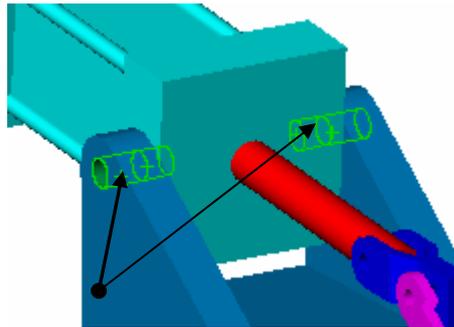
Indicar siempre los mismos valores para la rigidez axial y de rotación que se tomaron para el pasador 1:

- *Rigidez axial:* $1.75e+8 \text{ N/m}$.
- *Rigidez rotacional:* 0 N/m .

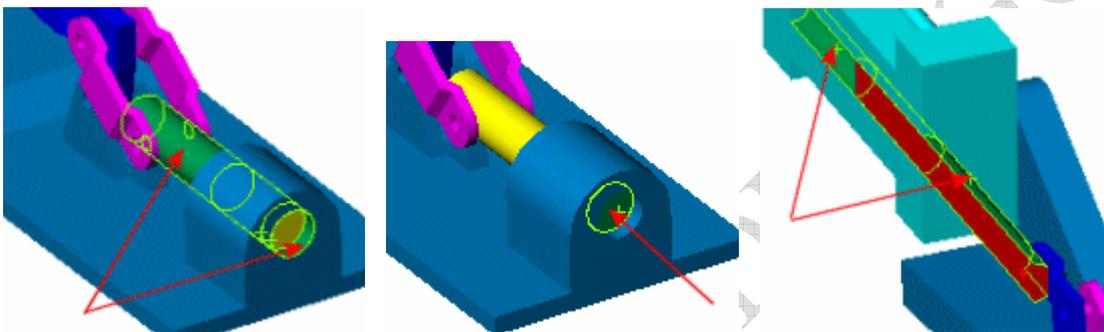
Estos pasadores siempre se van estableciendo entre superficies **dos a dos** que sean cilíndricas cerradas, no se permite entre dos superficies que no sean cerradas.

6. De la misma manera asignar otros 2 pasadores con las mismas características a las 2 *articulaciones* entre Actuador_casing y mounting_Bracket.

DISEÑO DE MÁQUINAS



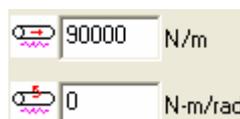
PASO 6: Estableceremos a continuación las tres restricciones que se muestran:



1. El elemento “*plunger*” debe moverse concéntrico con el taladro de la pieza base sobre la que se monta “*mounting_bracket*”. Estableceremos otro conector de tipo *pasador* en el que se permita el movimiento axial con total libertad, y el movimiento de rotación se encuentre con una oposición de $1.1e+5$ Nm/rad.
2. Sobre la cara del extremo del mismo elemento “*plunger*”, se establecerá *Restricciones... sobre cara plana* permitiendo únicamente el desplazamiento en la dirección axial. Ocultando aquellas relaciones que no permitan una adecuada visualización y mostrando la última establecida observar cómo se indica que el movimiento vertical y horizontal está prohibido.



3. Se establecerá un nuevo *pasador* entre la cara exterior del elemento “*Actuator Piston*” y la cara interior de “*Actuator Casing*” por la que se mueve. Para visualizar convenientemente las caras se debe hacer una *vista de sección*  con respecto al *plano1*, observar que con el botón  puede cambiarse la parte a eliminar. La rigidez ante movimientos de rotación será nula, y la rigidez frente a un movimiento axial será de 90000 N/m (simulando el efecto de la existencia de un gas en el interior del cilindro).



PASO 7: En último lugar indicaremos la fuerza aplicada y la sujeción del conjunto, que se realiza mediante un soporte de goma en toda la base que se puede caracterizar por un muelle.

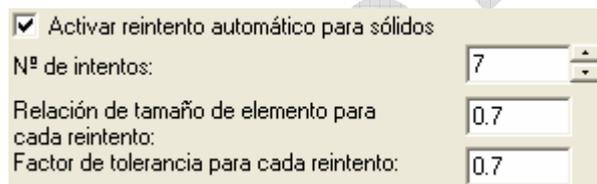
DISEÑO DE MÁQUINAS

1. Sobre la cara exterior de “*plunger*”, como se indica en la primera figura de la práctica, se aplica una *Fuerza...* de 90 N con la dirección y sentido indicado. (Se recomienda emplear la función de *Aplicar Fuerza Normal*).
2. Señalando la cara inferior del soporte “*Mounting_Bracket*” estableceremos un nuevo conector de tipo *soporte elástico* que tenga una rigidez tanto normal , como cortante  de $2.7e8\text{ (N/m)/m}^2$.

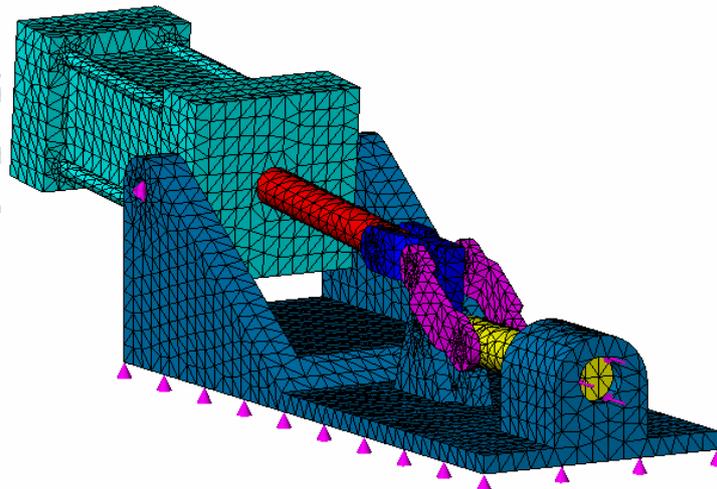
PASO 8: Antes de mallar debemos indicar el tipo de contacto que existe entre los elementos. En este caso seleccionaremos para todos los elementos del ensamblaje un tipo de contacto *libre*, **Caras en contacto: Libres**. Es necesario hacer esto para que se puedan mover unas caras con respecto a otras libremente, si se indica *contacto entre caras* el sistema tratará a los elementos que se encuentran en contacto como si estuvieran pegados, anulando por tanto los pasadores que se han establecido.

PASO 9: Mallado del conjunto y ejecución del estudio.

1. Con el botón derecho sobre *malla* seleccionamos *Crear...* y aceptamos con las dimensiones predeterminadas. Se comenzará a crear pero sobrevendrá un error.
2. Para solucionarlo, se hará la malla más pequeña. Esto puede hacerse de manera automática: en preferencias mantendremos todas las opciones, y activaremos el *reintento de mallado automático*, de manera que si no es capaz de mallar el conjunto con el tamaño inicial de malla, reducirá automáticamente su tamaño y lo intentará de nuevo.



3. Con el tamaño de malla predeterminado por COSMOS ejecutamos el mallado.
4. Se va mostrando el proceso de mallado de cada elemento, y normalmente en la segunda iteración ya será capaz de mallar el conjunto.



5. Una vez que ya se ha conseguido mallar, con el botón derecho sobre el estudio indicaremos *Ejecutar...*

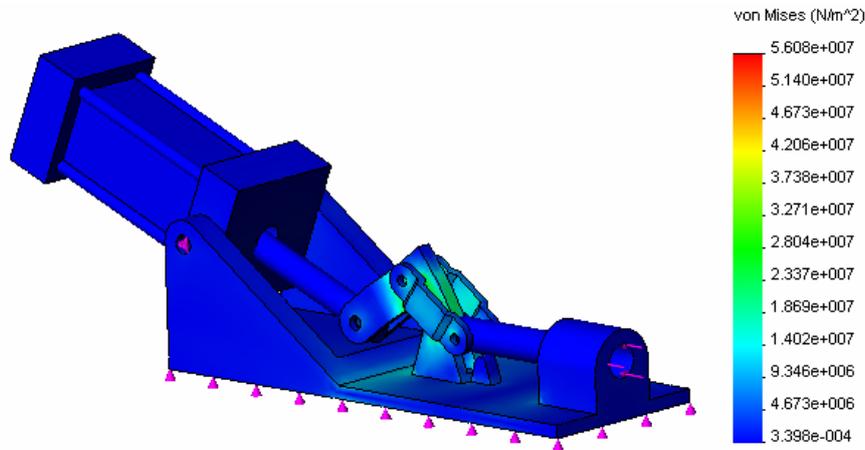
Aparecerá un mensaje de error advirtiendo que se calculan desplazamientos grandes en los pasadores, por lo que puede ser que los resultados no sean precisos, consentiremos.

DISEÑO DE MÁQUINAS

6. Finalizará, y se mostrarán las típicas carpetas de *esfuerzo*, *desplazamiento*, etc.

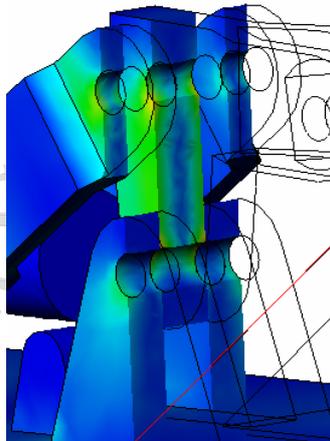
PASO 10: Estudio y verificación de los resultados.

1. En primer lugar veremos el valor de las tensiones que aparecen según la escala predefinida.



Se puede ver que las mayores tensiones aparecen en las piezas de unión.

2. Para ver más claramente la distribución de tensiones en las piezas de unión, conviene realizar un corte del mapeado por las articulaciones entre *link 1*, *link 2* y *mounting_bracket*, según se indica a continuación.

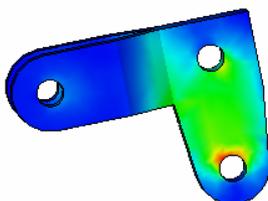


Para ello en *Editar definición...* sobre el trazado 1 de *esfuerzo*, indicaremos *sección*.

Aceptamos y si ese no es el plano deseado, regularemos su orientación, pulsando con el botón derecho sobre *trazado 1* y *Recorte...*

3. Se creará un nuevo trazado para esfuerzo y en el menú propio de SolidWorks  ocultaremos todas las piezas (botón derecho sobre ellas, *ocultar*), manteniendo visible únicamente la pieza link-1.

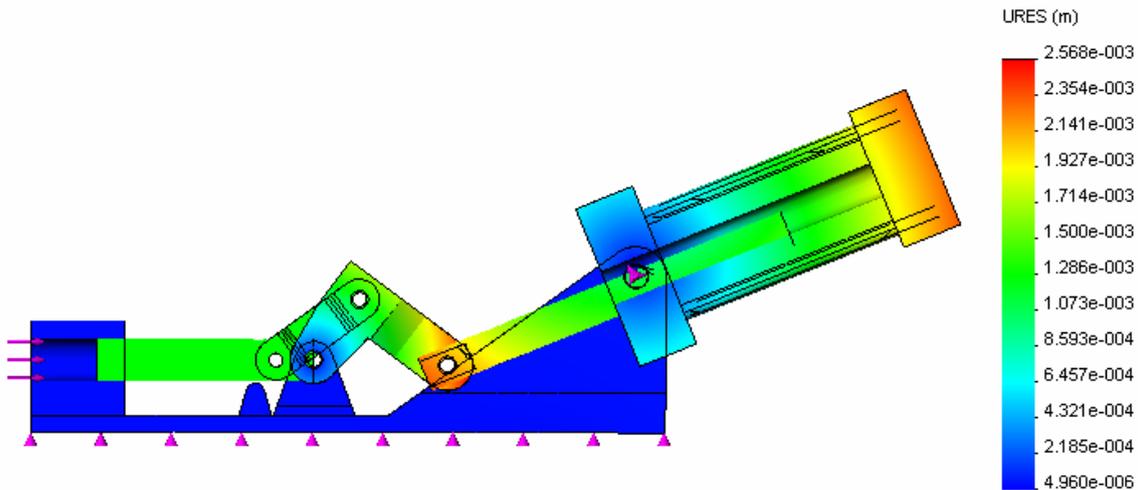
En ella aparecen las máximas tensiones que llegan hasta $5.6e7 \text{ N/m}^2$. Comprobar según el material en que se fabrica el coeficiente de seguridad con que trabaja y completarlo en la siguiente tabla:



Tensión máx. que aparece	
Tensión fluencia material	
Coefficiente Seguridad	

DISEÑO DE MÁQUINAS

4. Observar el valor de los desplazamientos del ensamblaje. Para tener una mejor representación conviene mostrar una sección por el plano medio longitudinal.



5. Con el botón derecho sobre el trazado adecuado, podremos *Animar...* y observar cómo es el movimiento del conjunto y cómo varían las deformaciones o las tensiones, según el tipo de trazado que hayamos seleccionado. Podremos seleccionar el número de imágenes que deseamos formen la película (cuantas más, mejor calidad) y posteriormente también la velocidad de la reproducción o la orientación de la pieza. Realizar esta animación tanto con el *trazado de esfuerzo* como con el de *deformación* (ambos secciones del conjunto para observar mejor el movimiento).

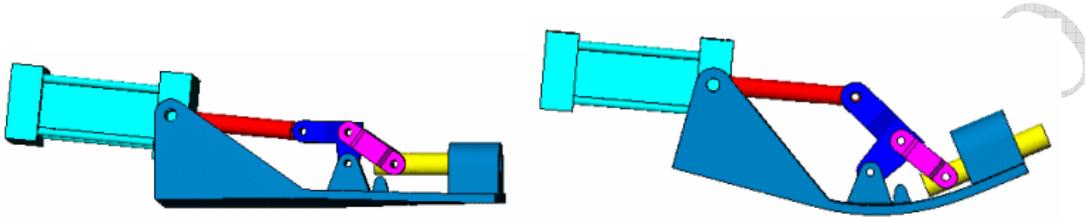
PASO 11: Realización de un *estudio de frecuencia* para conocer las frecuencias de resonancia del conjunto.

1. En primer lugar debemos crear un nuevo estudio del ensamblaje que llamaremos *actuador frecuencia*, que será de tipo *frecuencia* y estudiado con *malla sólida*.
2. Aplicaremos de nuevo los mismos materiales sobre cada uno de los elementos. Para aplicar más rápido los materiales, es posible señalar una pieza del material deseado en el ensayo estático y manteniendo ctrl. se señalan aquellas piezas del nuevo ensayo con el mismo material, con el botón derecho se escoge *aplicar/editar* y ya se asigna automáticamente el mismo material a todas.
3. Estableceremos las mismas *restricciones*. Para ello, puede arrastrarse directamente la carpeta desde el estudio estático hasta el nuevo estudio que estamos creando.
4. **NO SE DEBE MALLAR DE NUEVO**, ya que este estudio aprovecha la maya que ya ha sido creada para el estático.
5. Antes de ejecutar el análisis, con el botón derecho sobre el estudio se debe seleccionar propiedades y escoger solver tipo *Direct Sparse* (ya que no se permite otro solver en la resolución de ensayos de frecuencia de ensamblajes). A continuación ya se puede ejecutar el estudio.
6. Los resultados que se muestran son los siguientes:
 - Frecuencias de resonancia, donde la más importante es la más baja de todas ellas. Se muestran en *>COSMOS> Lista de resultados> forma modal*

DISEÑO DE MÁQUINAS

Nº de modo	Frecuencia(Rad/seg)	Frecuencia(Hertz)	Período(Segundos)
1	261.82	41.654	0.024007
2	760.22	120.94	0.0082683
3	867.49	138.01	0.0072459
4	1363.2	216.86	0.0046112
5	2807.1	446.58	0.0022392

- Deformaciones del ensamblaje en caso de alcanzarse la resonancia. Para ver la deformación debida a cada frecuencia de resonancia es necesario con el botón derecho *Definir* y señalar la *forma modal* que se desea. A continuación se muestran las deformaciones para la segunda y la quinta.



OBSERVACIONES:

- Guardar el presente archivo de ensamblaje con este nombre, y guardar otro que sea *actuator* con pasadores.
- Crear los pasadores entre los diferentes componentes del ensamblaje. Intentar crearlos directamente desde el archivo de ensamblaje y que se encuentren directamente vinculados al diámetro de los taladros y al ancho de las piezas.
- Una vez creados los pasadores, modificar las Cargas/Restricciones para que se pueda realizar un nuevo ensayo con estos elementos.
- Mallar de nuevo, pues ahora sí es necesario (aparecen piezas nuevas) y ejecutar el ensayo.