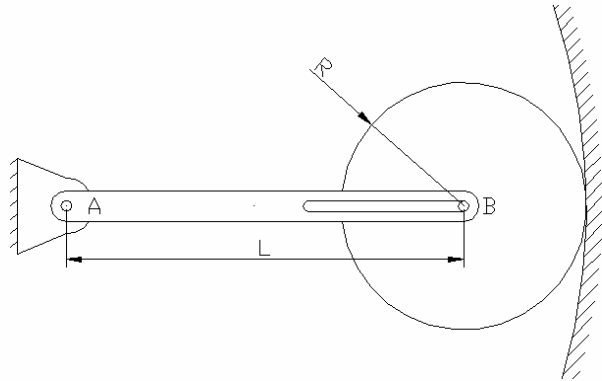


**UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ – CORUNIVERSITARIA**  
**TUTORIAL – WORKING MODEL**

Ing. Alfonso Cubillos V  
alfonso.cubillos@unibague.edu.co

La barra esbelta de 0.1 Kg y el disco cilíndrico de 0.2 Kg se liberan del reposo con la barra horizontal. El disco rueda sin deslizar sobre la superficie curva. Grafique las aceleraciones angulares de la barra y el disco, así como la reacción resultante en el apoyo A en función del ángulo que forma la barra con la horizontal.  $L = 160 \text{ mm}$  y  $R = 40 \text{ mm}$ .



**Desarrollo**

**1. Configure como quiere ver su espacio de trabajo.** Despliegue **View** menú, y escoja **WorkSpace**, active las opciones *Coordinates*, *Grid Lines* y *XYAxes*. Por último, click *Close*. Esto hace que en su espacio de trabajo se active la grilla, el sistema de coordenadas y los ejes coordenados.

**2. Seleccione las unidades a trabajar:** Seleccione unidades del Sistema Internacional, longitud en milímetros y ángulos en grados.

**3. Dibuje los cuerpos:** Como cuerpos dibuje un círculo de radio 200 mm y otro de 40 mm. El primero colóquelo en la coordenada (0,0) y el segundo en la coordenada (160,0). El círculo pequeño tiene una masa de 0.2 Kg.

**4. Por medio del *Zoom*, amplíe o reduzca el tamaño *visual* del objeto:**



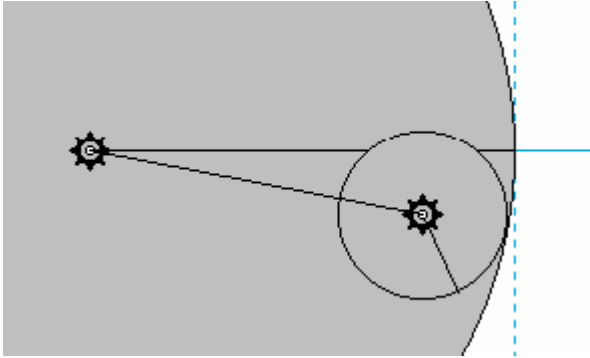
**5. Coloque las uniones :** Fije el círculo grande a la tierra  (*anchor*<sup>1</sup>) ,ahora, fije los



---

<sup>1</sup> **Anchor (Ancla)** : Fija cuerpos a la *tierra* para que ellos no muevan cuando se ejecuta una simulación.

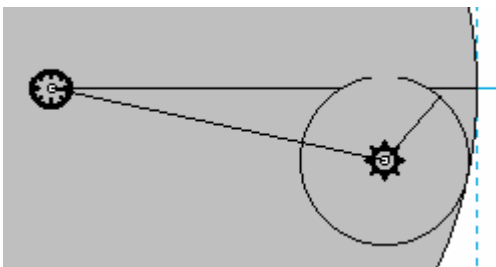
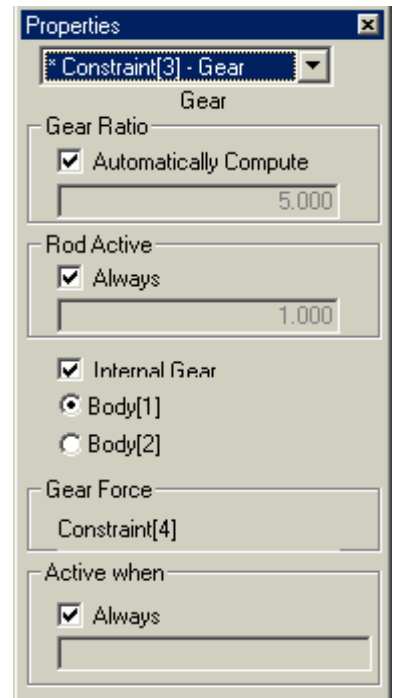
dos círculos por medio de *piñones*<sup>2</sup>; ¿Cómo hacerlo?, click sobre la herramienta *gear*, click sobre el círculo grande (el cual esta fijado a tierra), y luego click sobre el centro del círculo pequeño. Ya puede correr la simulación, hágalo lentamente y observe detenidamente, qué ve de anormal? (Si la simulación va muy rápido, reduzca la constante de tiempo como se explico en la *Clase N° 3*).



En la figura puede apreciar como se ven los dos piñones colocados sobre cada círculo. La línea que une lo dos piñones es un elemento *rod*<sup>3</sup>, éste se fija automáticamente en el momento de colocar los piñones. Si nota, el piñón pequeño está girando en sentido *horario*, y no es lo que deseamos; esto sucede por que el programa supone que los piñones

tienen dientes externos y que su contacto es por lo tanto exterior.


**6. Propiedades de los piñones :** Doble click sobre los piñones para que se abra la ventana de sus propiedades, ***Gear Ratio***, es la relación de número de dientes o radio del piñón, el programa calcula uno automáticamente a partir de los radios de los círculos, pero uds lo puede modificar; ***Rod Active***, configura en que momento desea que se active el elemento *rod*; ***Internal Gear***, es una opción que permite determinar si uno de los piñones posee dientes internos, es decir, permite realizar configuraciones para sistemas planetarios. En nuestro caso, el piñón grande debe ser un piñón de dientes internos, para que el pequeño gire de la forma que deseamos, por lo tanto configuramos la opción así como lo muestra la figura.



Note la diferencia entre los dos símbolos que aparecen en los centros de los piñones, el que se encuentra en el círculo grande significa que es un


entre dos cuerpos para que sus rotaciones sean dependientes una de la



otra. Por defecto, los engranajes son engranajes externos - los dos cuerpos se tocan y tienen los dientes del engranaje en sus bordes exteriores.

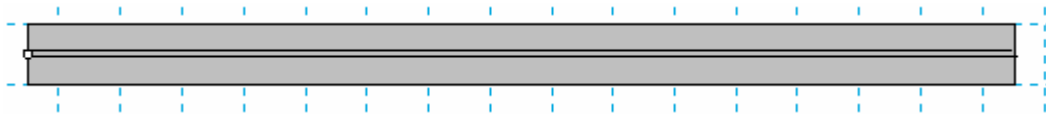
<sup>3</sup> **Rod (barra)** : aplica fuerzas a sus de fijación para mantener una longitud fija. 

piñón de dientes externos, y el símbolo que esta sobre el círculo pequeño indica que es un piñón de dientes externos. De nuevo, corra la simulación y verifique que el movimiento es correcto.

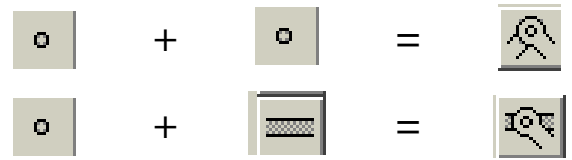
**7. La barra :** Como ya se explico, los piñones automáticamente generan un elemento barra (*rod*) para unir los mismos, el problema es que el ejercicio da una masa a la barra, y esa propiedad no la posee el elemento *rod*, así que debemos adicionarla al sistema. Para esto primero cree la barra por medio de un rectángulo de 10x160 mm, y configure sus masa (0.1 Kg).


La barra está unida a la tierra por medio de un pin de un grado de libertad (giro) el cual se puede colocar por medio de un *Pin-Join*, pero esta vez no se hará así; además, está unido a la rueda pequeña por un pin que se desliza sobre una ranura sobre la barra, esto se podría hacer con un elemento *Slot-Join*  pero tampoco lo colocaremos directamente.

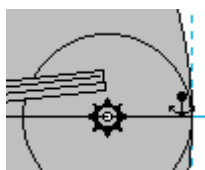
**8. Adicionar la Barra :** Sobre la barra ubique en el centro un *Element-Slot (Horizontal)*  , y en la mitad del borde izquierdo coloque un *Point-Element*,  su barra se debe ver así:



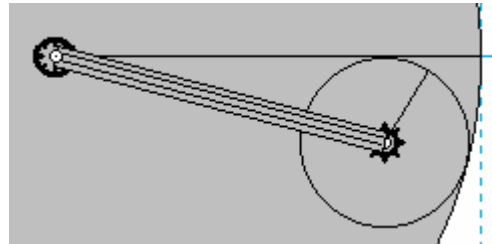
Sobre el centro del círculo del grande, también sobre el pequeño ubique un *Point-Element*. Ahora, se asociarán dos *Point-Element* par formar un *Pin-Join*, y el *Point-Element* con el *Element-Slot* para un *Slot-Join*. Es decir :



La forma de unirlos es la siguiente, seleccione el punto que se encuentra en la barra, y mientras presiona el botón del teclado “Shift” (El de la mayúscula), seleccione el punto que se encuentra en del centro del círculo grande, esto hace que los dos puntos queden seleccionados, el botón  se activa, click sobre él. En ese instante, la barra se



desplaza hacia el círculo grande y quedan unidos por medio de un *Pin-Join*. Ahora,



hay que hacer lo mismo pero con el Slot y el Punto, como en este momento uno se encuentra sobre el otro, puede ser difícil seleccionarlos ambos, entonces, a la barra aplíquese un ángulo de 45°, el valor no importa, lo importante es que gire sobre el pivote que ya tiene para que no nos moleste, y sobre el círculo pequeño coloque un *anchor*, para que cuando se unan los elementos, garantizar que éste no se mueva y sí la barra. Ahora sí, seleccione los dos elementos, el *Element-Slot* y el *Point-Element* como ya se explicó, y vuelva a presionar el botón **Join**. Quite el *anchor* que acabamos de poner. **Corra** la simulación.

**9. Obtenga Las Graficas :** Seleccione el punto de pivote entre la barra y la tierra, en menú **Measure**, escoja **Force**. (aparece la ventana de gráfico de Fuerza). Configure el gráfico como se explicó en la *Clase N° 3*, recuerde, debe graficar la fuerza resultante en el pivote en función del ángulo de la barra. Seleccione la barra, en menú **Measure**, seleccione **Acceleration** y **All**, ésta grafica todas las aceleraciones de la barra : en X, en Y, la Resultante y la aceleración angular, aquí también debe configurar para que la grafica la realice en función del ángulo de la barra y no en función del tiempo. Realice lo mismo para obtener la aceleración del disco.

### **Qué pasa si ...?**

Desactiva la opción *Always*, del cuadro **Rod Active** de las propiedades de los piñones y en el cuadro inferior coloca el valor de cero.

### **Como lo haría ...?**

Se quiere no hacer un círculo grande el cual se fije a tierra, si no que se utilice directamente la tierra como base de rotación.

