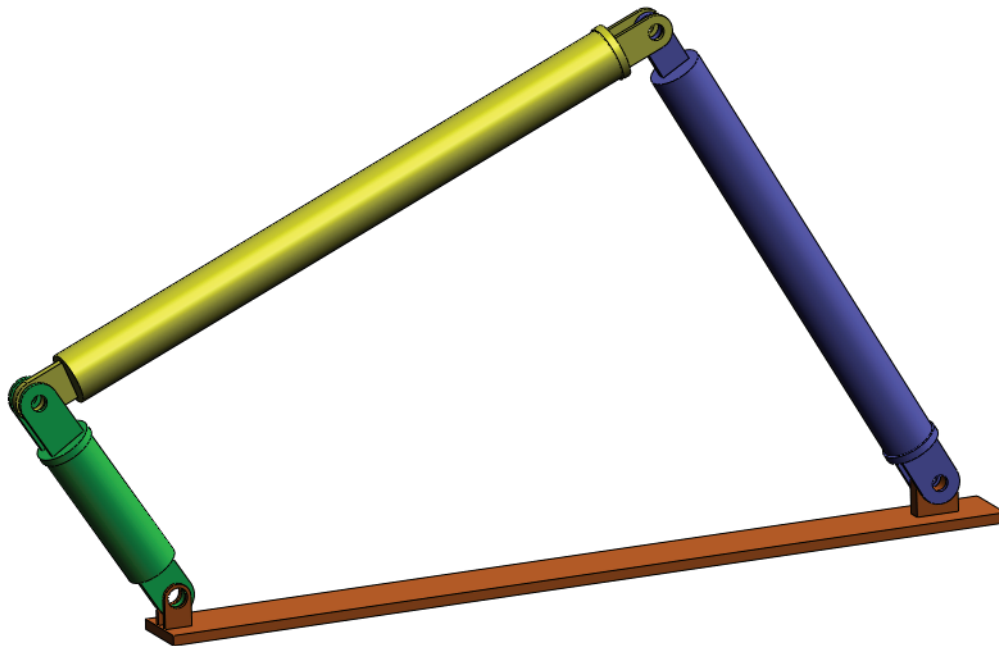




*Serie Tecnología y  
diseño de ingeniería*

# **Introducción a las aplicaciones de análisis de movimiento con SolidWorks Motion, Cuaderno de trabajo del estudiante**



Dassault Systèmes SolidWorks Corporation  
300 Baker Avenue  
Concord, Massachusetts 01742 EE. UU.  
Teléfono: +1-800-693-9000

Fuera de EE. UU.: +1-978-371-5011  
Fax: +1-978-371-7303  
Correo electrónico: [info@solidworks.com](mailto:info@solidworks.com)  
Web: <http://www.solidworks.com/education>

© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una empresa de Dassault Systèmes S.A., 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 EE. UU. Reservados todos los derechos.

La información y el software especificados en este documento están sujetos a cambio sin previo aviso y no son responsabilidad de Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

No se puede reproducir ni transmitir ningún material en ninguna forma ni a través de ningún medio, electrónico o manual, con ningún propósito sin el consentimiento expreso por escrito de DS SolidWorks.

El software descrito en este documento se proporciona con una licencia y se puede usar o copiar únicamente según los términos de la licencia. Todas las garantías ofrecidas por DS SolidWorks con respecto al software y a la documentación se establecen en el contrato de licencia y nada de lo que establezca o implique este documento o su contenido se considerará o estimará como una modificación o enmienda de las condiciones, incluidas las garantías, de dicho contrato de licencia.

### **Avisos de patentes**

El software CAD mecánico en 3D SolidWorks® está protegido por las patentes de EE. UU. 5.815.154; 6.219.049; 6.219.055; 6.611.725; 6.844.877; 6.898.560; 6.906.712; 7.079.990; 7.477.262; 7.558.705; 7.571.079; 7.590.497; 7.643.027; 7.672.822; 7.688.318; 7.694.238 y 7.853.940, y por las patentes de otros países (por ejemplo, EP 1.116.190 y JP 3.517.643).

El software eDrawings® está protegido por las patentes de EE. UU. 7.184.044 y 7.502.027 y por la patente canadiense 2.318.706.

Patentes en EE. UU. y en otros países pendientes de aprobación.

### **Marcas comerciales y nombres de productos para los productos y servicios SolidWorks**

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, SolidWorks eDrawings y el logotipo de SolidWorks eDrawings son marcas comerciales registradas y FeatureManager es una marca comercial registrada conjunta de DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst y XchangeWorks son marcas comerciales de DS SolidWorks.

FeatureWorks es una marca comercial registrada de Geometric Software Solutions Ltd.

SolidWorks 2011, SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation y eDrawings Professional son nombres de productos de DS SolidWorks.

Otras marcas o nombres de productos son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios.

### **SOFTWARE COMERCIAL INFORMÁTICO - PATENTADO**

Derechos restringidos del gobierno de Estados Unidos El uso, la duplicación o la divulgación por parte del gobierno está sujeta a las restricciones establecidas en FAR 52.227-19 (Software informático comercial - Derechos restringidos), DFARS 252.227-7202 (Software informático comercial y Documentación de software informático comercial) y en este Acuerdo, según corresponda.

Contratante/Fabricante:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742, EE. UU.

### **Avisos de copyright para los productos SolidWorks Standard, Premium, Professional y Education**

Partes de este software © 1986-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 1986-2010 Siemens Industry Software Limited. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 1998-2010 Geometric Ltd.

Partes de este software © 1996-2010 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Partes de este software incorporan PhysX™ by NVIDIA 2006 - 2010.

Partes de este software © 2001 - 2010 Luxology, Inc. Reservados todos los derechos, patentes pendientes.

Partes de este software © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. y sus concedentes de licencias. Reservados todos los derechos. Protegido por las patentes estadounidenses 5.929.866; 5.943.063; 6.289.364; 6.563.502; 6.639.593; 6.754.382; patentes pendientes.

Adobe, el logotipo de Adobe, Acrobat, el logotipo de Adobe PDF, Distiller y Reader son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de Adobe Systems Inc. en los Estados Unidos y en otros países.

Para obtener más información acerca del copyright, consulte Ayuda > Acerca de SolidWorks.

### **Avisos de copyright para los productos de SolidWorks Simulation**

Partes de este software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. Reservados todos los derechos.

### **Avisos de copyright para el producto Enterprise PDM**

Outside In® Viewer Technology, © Copyright 1992-2010, Oracle

© Copyright 1995-2010, Oracle. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 1996-2010 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

### **Avisos de copyright para los productos de eDrawings**

Partes de este software © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Partes de este software © 1995-1998 Jean-Loup Gailly and Mark Adler.

Partes de este software © 1998-2001 3Dconnexion.

Partes de este software © 1998-2010 Open Design Alliance. Reservados todos los derechos.

Partes de este software © 1995-2009 Spatial Corporation.

Este software está basado en parte en el trabajo del Independent JPEG Group.

# Introducción

## Acerca de este curso

*Introducción a las aplicaciones de análisis de movimiento con SolidWorks Motion* y sus materiales complementarios están diseñados para ayudarle en el aprendizaje de SolidWorks Motion Simulation en el ámbito académico. Ofrece un enfoque basado en la competencia para el aprendizaje de los conceptos de la cinemática y la dinámica de cuerpos rígidos.

## Tutoriales en línea

*Introducción a las aplicaciones de análisis de movimiento con SolidWorks Motion* es un recurso adicional y se complementa con los Tutoriales en línea de SolidWorks Motion.

### Acceso a los tutoriales

Para iniciar los tutoriales en línea, haga clic en **Help, SolidWorks Tutoriales, All SolidWorks Tutoriales (Ayuda, Tutoriales de SolidWorks, Todos los tutoriales de SolidWorks)**. Se reajusta el tamaño de la ventana de SolidWorks y se muestra una segunda ventana junto a ella con una lista de los tutoriales disponibles. Conforme mueve el puntero sobre los enlaces, se mostrará una imagen del tutorial en la parte inferior de la ventana. Haga clic en el enlace deseado para iniciar el tutorial.

### Convenciones

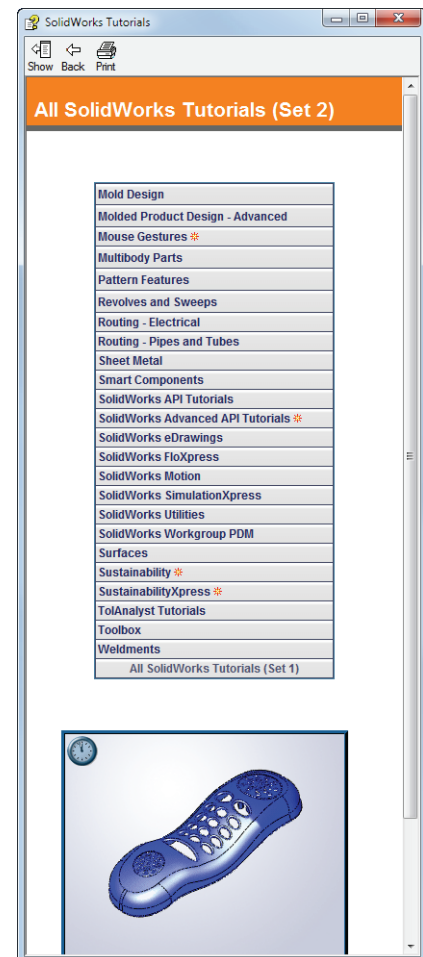
Establezca la resolución de pantalla en 1280x1024 para visualizar correctamente los tutoriales.






Los iconos siguientes aparecen en los tutoriales:

 Mueve a la pantalla siguiente del tutorial.



Representa una nota o consejo. No es un enlace. La información se encuentra a la derecha del icono. Las notas y los consejos ofrecen pasos que ahorran tiempo y sugerencias útiles.



-  Puede hacer clic en la mayoría de botones de la barra de herramientas que aparecen en las lecciones para mostrar el botón de SolidWorks correspondiente. La primera vez que haga clic en el botón, se mostrará el mensaje de control de ActiveX: Un control ActiveX de esta página podría no ser seguro al interactuar con otras partes de la página. ¿Desea permitir esta interacción? Esta es una medida de precaución estándar. Los controles ActiveX de los tutoriales en línea no dañarán su sistema. Si hace clic en **No**, los scripts se deshabilitan para ese tema. Haga clic en **Sí** para ejecutar los scripts y mostrar el botón.
-  **Open File (Abrir archivo) o Set this option (Establecer esta opción)** abre el archivo o establece la opción automáticamente.
-  **Video example (Ejemplo en vídeo)** muestra un vídeo sobre este paso.
-  **A closer look at... (Más detalles)** enlaza a más información sobre un tema. Aunque no es necesario para completar el tutorial, ofrece más detalles sobre el tema.
-  **Why did I... (¿Por qué debería...?)** enlaza a más información acerca de un procedimiento y los motivos de un método dado. Esta información no es necesaria para completar el tutorial.

### Impresión de los tutoriales

Si lo desea, puede imprimir los tutoriales en línea siguiendo estos pasos:

- 1 En la barra de herramientas de navegación del tutorial, haga clic en **Show (Mostrar)**



De esta forma se muestra un índice de los tutoriales en línea.

- 2 Haga clic con el botón derecho del ratón en el libro que representa la lección que desea imprimir y seleccione **Print (Imprimir)** en el menú de accesos directos. Aparece el cuadro de diálogo **Print Topics (Imprimir temas)**.
- 3 Seleccione **Print the selected heading and all subtopics (Imprimir el título seleccionado y todos los subtemas)**, y haga clic en **OK (Aceptar)**.
- 4 Repita este proceso para cada lección que desee imprimir.

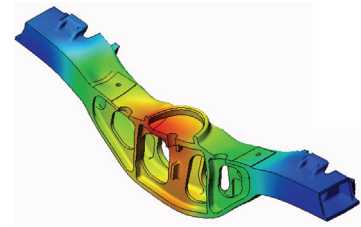
### Línea de productos de SolidWorks Simulation

---

Aunque este curso se centra en la introducción a la dinámica de cuerpos rígidos con SolidWorks Motion Simulation, la línea de productos completa cubre una amplia gama de áreas de análisis a tener en cuenta. Los párrafos siguientes enumeran la oferta completa de los paquetes y módulos de SolidWorks Simulation.

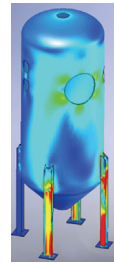
Los estudios estáticos proporcionan herramientas para el análisis de tensión lineal de piezas y ensamblajes cargados con cargas estáticas. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:

- ¿Mi pieza se romperá bajo cargas funcionales normales?
- ¿El modelo está “diseñado en exceso”?
- ¿Mi diseño se puede modificar para aumentar el factor de seguridad?



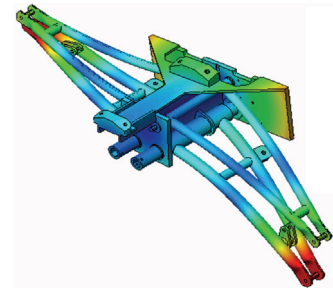
Los estudios de pandeo analizan el rendimiento de las piezas delgadas cargadas en compresión. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:

- Las patas de mi recipiente son lo suficientemente fuertes para que no se venza su límite elástico, pero, ¿lo son como para no colapsar a causa de la pérdida de estabilidad?
- ¿Mi diseño se puede modificar para garantizar la estabilidad de los componentes delgados de mi ensamblaje?



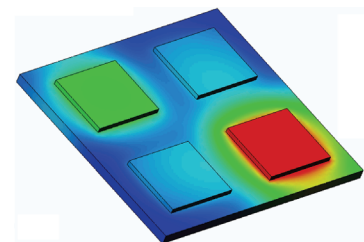
Los estudios de frecuencia ofrecen herramientas para el análisis de modos y frecuencias naturales. Esto es esencial en el diseño de muchos componentes cargados estática y dinámicamente. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:

- ¿Mi pieza resonará bajo cargas funcionales normales?
- ¿Las características de frecuencia de mis componentes son adecuadas para la aplicación dada?
- ¿Mi diseño se puede modificar para mejorar las características de frecuencia?



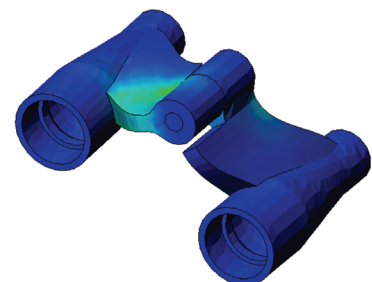
Los estudios térmicos ofrecen herramientas para el análisis de la transferencia térmica mediante conducción, convección y radiación. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:

- ¿Los cambios de temperatura afectarán a mi modelo?
- ¿Cómo funciona mi modelo en un entorno con fluctuación de temperatura?
- ¿Cuánto tiempo tarda mi modelo en enfriarse o sobrecalentarse?
- ¿El cambio de temperatura provocará que mi modelo se expanda?
- ¿Las tensiones provocadas por el cambio de temperatura provocarán que mi producto falle (se usarán estudios estáticos, junto a estudios térmicos, para responder a esta pregunta)?

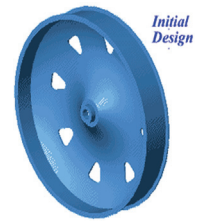


Los estudios de choque se usan para analizar la tensión de las piezas o ensamblajes móviles que impactan contra un obstáculo. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:

- ¿Qué ocurrirá si mi producto no se maneja adecuadamente durante el transporte o se cae?
- ¿Cómo se comportará mi producto si se cae en un suelo de madera duro, una alfombra o cemento?



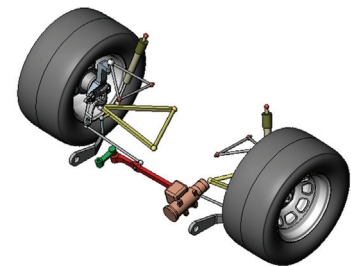
Se aplican estudios de optimización para mejorar (optimizar) su diseño inicial en función de un conjunto de criterios seleccionados, como la tensión máxima, el peso, la frecuencia óptima, etc. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:



¿Se puede cambiar la forma de mi modelo manteniendo la finalidad del diseño?

¿Mi diseño se puede hacer más ligero, pequeño o económico sin comprometer la capacidad de rendimiento?

Los estudios de fatiga analizan la resistencia de las piezas y los ensamblajes cargados de forma repetida durante largos periodos de tiempo. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:



¿La duración de la vida operativa de mi producto se puede calcular con precisión?

¿La modificación de mi diseño actual contribuirá a ampliar la vida del producto?

¿Mi modelo es seguro si se expone a cargas de temperatura o fuerza fluctuantes durante largos periodos de tiempo?

¿El rediseño de mi modelo ayudará a minimizar el daño provocado por las fuerzas o temperatura fluctuantes?

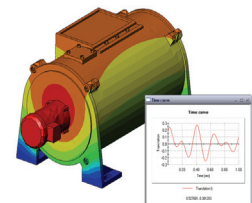
Los estudios no lineales ofrecen herramientas para analizar la tensión en piezas y ensamblajes que experimenten cargas importantes y/o grandes deformaciones. Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:



¿Las piezas de goma (por ejemplo, anillos tóricos) o de espuma tendrán un buen rendimiento bajo una carga determinada?

¿Mi modelo experimentará un plegado excesivo durante las condiciones de funcionamiento normales?

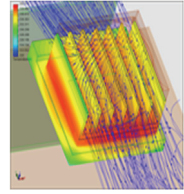
Los estudios dinámicos analizan objetos forzados por cargas que varían en el tiempo. Algunos ejemplos típicos pueden ser cargas de choque de componentes montados en vehículos, turbinas cargadas mediante fuerzas oscilatorias, componentes de aviones cargados aleatoriamente, etc. Se encuentran disponibles tanto linealmente (pequeñas deformaciones estructurales, modelos de material básico) y



no linealmente (grandes deformaciones estructurales, cargas importantes y materiales avanzados). Las preguntas típicas que se responderán con este tipo de estudio son:

¿Tienen un diseño seguro mis montajes cargados por cargas de choque cuando un vehículo pasa por un gran bache en la carretera? ¿Cuánto se deformará en estas circunstancias?

Flow Simulation permite al usuario analizar el comportamiento y el efecto de los fluidos en movimiento alrededor o en el interior de piezas y ensamblajes. También se tiene en cuenta la transferencia térmica tanto en fluidos como en sólidos. El efecto de la presión y la temperatura se puede transferir por tanto a los estudios de SolidWorks Simulation para continuar con el análisis de la tensión. Las preguntas típicas que se responderán con este módulo son:



- ¿El fluido se está moviendo demasiado rápido y causará problemas en mi diseño?
- ¿El fluido en movimiento está demasiado caliente o frío?
- ¿Es eficaz la transferencia térmica en mi producto? ¿Se puede mejorar?
- ¿Cuál es la eficacia de mi diseño en un fluido en movimiento por el sistema?

El módulo de compuestos permite a los usuarios simular estructuras fabricadas con materiales compuestos laminados. Las preguntas típicas que se responderán con este módulo son:

- ¿El modelo de compuestos falla con esta carga determinada?
- ¿Se puede aligerar la estructura usando materiales compuestos sin comprometer la fuerza y la seguridad?
- ¿Se delaminará mi compuesto de capas?



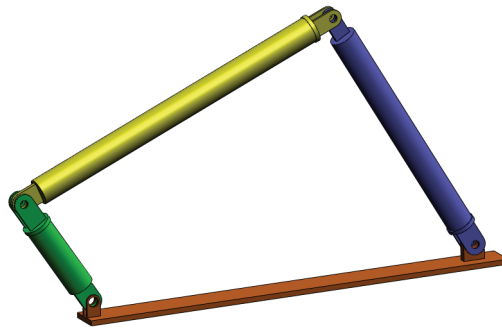
## Funcionalidad básica de SolidWorks Motion

### Ejercicio de aprendizaje activo: Análisis de movimiento de un mecanismo de 4 barras

---

Use SolidWorks Motion Simulation para realizar el análisis de movimiento en el ensamblaje 4Bar.SLDASM mostrado a continuación. El eslabón verde tiene un desplazamiento angular de 45 grados en 1 segundo hacia la derecha y es necesario para determinar la velocidad angular y la aceleración del resto de eslabones como una función de tiempo. También calcularemos el momento de torsión necesario para inducir este movimiento como tema de debate en clase.

A continuación, se proporcionan instrucciones paso a paso.



#### Apertura del documento 4Bar.SLDASM

- 1 Haga clic en **File (Archivo)**, **Open (Abrir)**. En el cuadro de diálogo **Open (Abrir)**, busque el ensamblaje 4Bar.SLDASM situado en la subcarpeta correspondiente de la carpeta SolidWorks Curriculum\_and\_Courseware\_2011 y haga clic en **Open (Abrir)** (o haga doble clic en la pieza).

#### Selección de SolidWorks Motion Add-In

Asegúrese de que SolidWorks Motion Add-In esté activado.

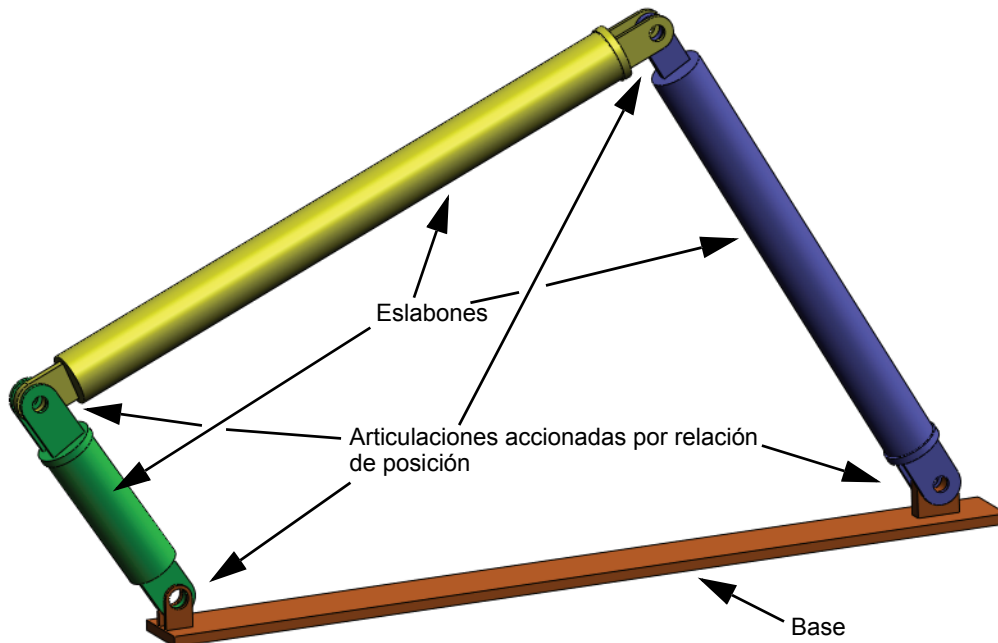
Para ello:

- 1 Haga clic en **Tools (Herramientas)**, **Add-Ins (Complementos)**. Aparece el cuadro de diálogo **Add-Ins (Complementos)**.
- 2 Asegúrese de que las casillas de verificación junto a SolidWorks Motion estén marcadas.
- 3 Haga clic en **OK (Aceptar)**.



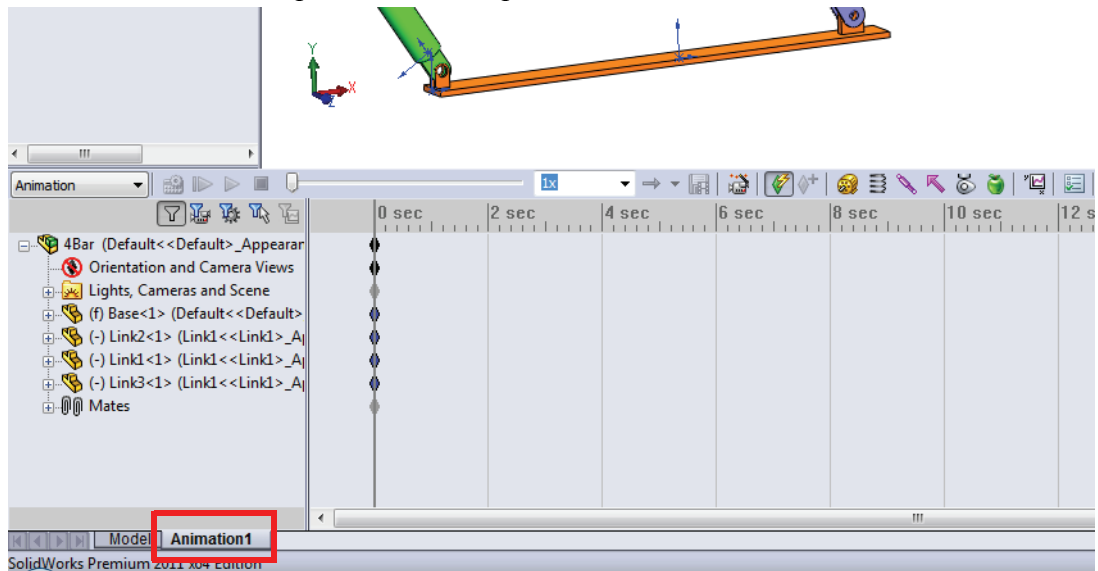
## Descripción del modelo

Este modelo representa un mecanismo de eslabonamiento de 4 barras típico. La pieza base está fija y no se puede mover. Siempre permanece en horizontal y, en la vida real, está fijada al suelo. Los otros tres eslabones se conectan entre sí y a la base con pasadores. Los eslabones pueden girar sobre los pasadores en el mismo plano y se impide cualquier movimiento fuera del plano. Cuando modela este mecanismo en SolidWorks, creamos relaciones de posición para colocar las piezas en su lugar. SolidWorks Motion traslada automáticamente estas relaciones de posición en articulaciones internas. Cada relación de posición tiene varios grados de libertad asociados. Por ejemplo, una relación de posición concéntrica tiene únicamente dos grados de libertad (traslación y rotación sobre su eje). Para obtener más detalles acerca de las relaciones de posición y los grados de libertad que tienen, consulte la ayuda en línea de SolidWorks Motion Simulation.



## Cambio a SolidWorks Motion Manager

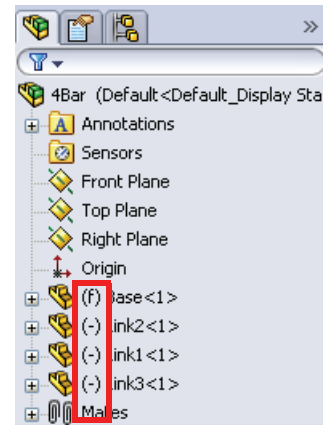
Cambie a SolidWorks Motion haciendo clic en la pestaña Animation1 (Animación 1) en la esquina inferior izquierda.



SolidWorks Motion obtiene el máximo beneficio de SolidWorks Animator y, por tanto, el aspecto que ofrece SolidWorksMotionManager es muy similar al de SolidWorks Animator.

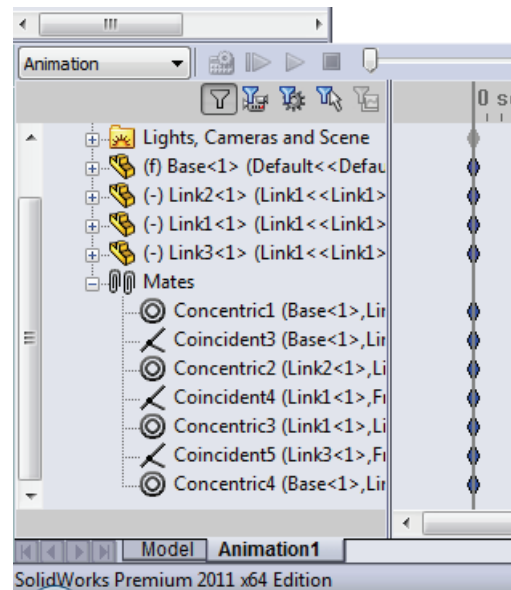
## Componentes fijos y móviles

Los componentes fijos y móviles de SolidWorks Motion se determinan mediante su estado **Fix (Fijo)/Float (Flotante)** en el modelo de SolidWorks. En nuestro caso, el componente Base es fijo, mientras que los otros tres eslabones son móviles.




## Creación automática de articulaciones internas a partir de SolidWorks Assembly Mates

El movimiento del mecanismo se define completamente mediante las relaciones de posición de SolidWorks.



## Especificación del movimiento de entrada

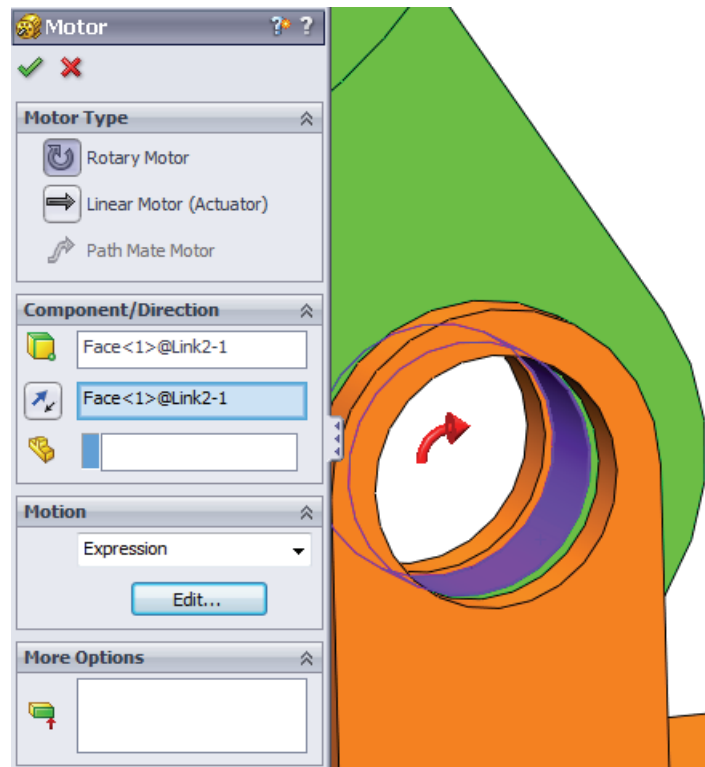
A continuación, definiremos un movimiento para uno de los eslabones. En este ejemplo, nos gustaría rotar el Link2 (Eslabón 2) 45 grados hacia la derecha con respecto a la Base. Para ello, impondremos un movimiento rotatorio al Link2 (Eslabón 2) en la ubicación de la relación de posición concéntrica que simula la conexión de pasador con la Base. Es necesario conseguir el desplazamiento angular en 1 segundo y usaremos una función gradual para garantizar que el Link2 (Eslabón 2) rota suavemente de 0 a 45 grados.

Haga clic en el icono **Motor**  para abrir el cuadro de diálogo **Motor**.

En **Motor Type (Tipo de motor)**, seleccione **Rotary Motor (Motor rotatorio)**.

En **Component/Direction (Componente/Dirección)**, seleccione la cara cilíndrica del Link2 (Eslabón 2) conectada con pasador a la Base (consulte la figura) en ambos campos **Motor Direction (Dirección del motor)** y **Motor Location (Ubicación del motor)**. El motor se ubicará en el centro de la cara cilíndrica seleccionada.

En **Motion (Movimiento)**, seleccione **Expression (Expresión)** para abrir la ventana **Function Builder (Generador de funciones)**.

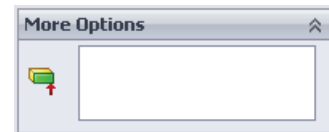



---

**Nota:** El último campo en el cuadro de diálogo de propiedades de **Component/Direction, Component to move relative to (Mover componente con respecto a)**, se utiliza para especificar el componente de referencia para la entrada del movimiento relativo. Como deseamos mover el Link2 (Eslabón 2) con respecto a la Base fija, este campo se dejará en blanco.

---

El último cuadro de diálogo de propiedades, **More Options (Más opciones)**, permite al usuario especificar las caras/aristas que soportan carga para la transferencia de las cargas de movimiento en el software de análisis de tensiones SolidWorks Simulation.

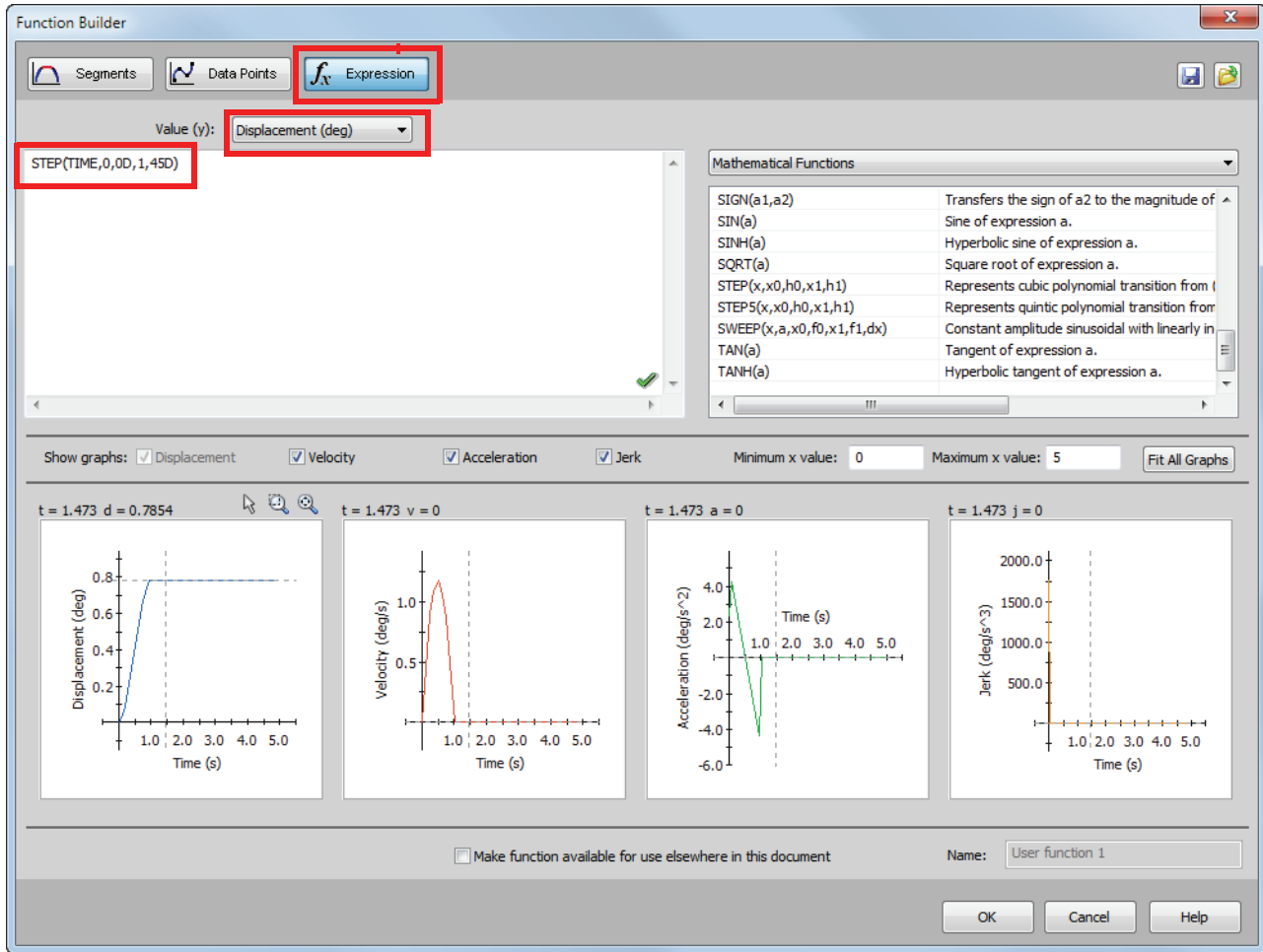


En la ventana **Function Builder**, seleccione **Displacement (deg)** [Desplazamiento (grados)] para **Value (y)** [Valor (y)] e introduzca **STEP(TIME,0,0D,1,45D)** en el campo **Expression Definition (Definición de expresión)**.

---

**Nota:** También puede hacer doble clic en **STEP(x,h0,x1,h1)** en la lista de funciones disponibles en el lado derecho de la ventana **Function Builder**.

---



Los gráficos en la parte inferior de la ventana **Function Builder** mostrarán la variaciones de los desplazamientos, las velocidades, las aceleraciones y la sobreaceleración

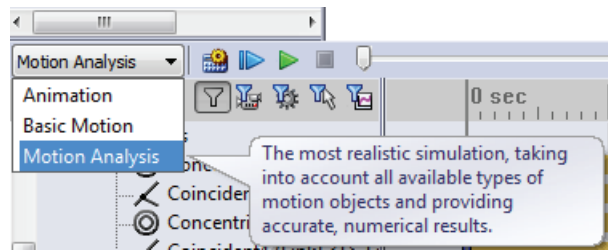
Haga clic en **OK (Aceptar)** dos veces para cerrar la ventana **Function Builder** y el PropertyManager **Motor**.

### Tipo de análisis de movimiento

SolidWorks ofrece tres tipos de simulación de movimiento de ensamblajes:

- 1 **Animation (Animación)** es una simulación de movimiento simple que ignora las fuerzas, los contactos, las propiedades inerciales y otros aspectos de los componentes. Su uso resulta ideal para, por ejemplo, la verificación de las relaciones de posición o las animaciones básicas correctas.
- 2 **Basic Motion (Movimiento básico)** ofrece cierto nivel de realismo al tener en cuenta, por ejemplo, las propiedades inerciales de los componentes. Sin embargo, no reconoce las fuerzas aplicadas externamente.
- 3 **Motion Analysis (Análisis de movimiento)** es la herramienta de análisis de movimiento más completa que refleja las características de análisis necesarias, como las propiedades inerciales, las fuerzas externas, los contactos, la fricción en las relaciones de posición, etc.

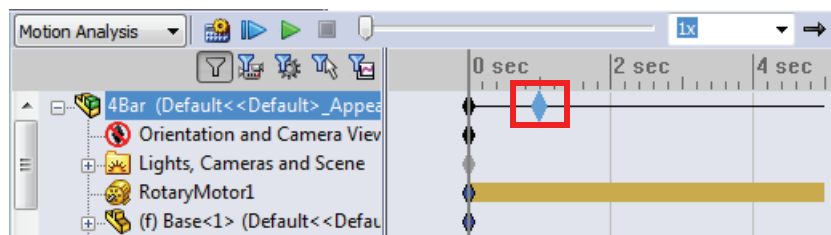
En **Type of Study (Tipo de estudio)** a la izquierda de SolidWorksMotionManager, seleccione **Motion Analysis (Análisis de movimiento)**.




### Tiempo de simulación

La duración de la simulación de movimiento viene dada por la línea temporal más alta en SolidWorksMotionManager. Como SolidWorks Motion establece la duración predeterminada del análisis en 5 segundos, es necesario modificar este parámetro.

Mueva el marcador de tiempo final de la línea temporal más alta desde la ubicación de 5 segundos a la de 1 segundo.




---

**Nota:** Las teclas de zoom  le permiten ampliar o reducir la línea temporal.

Al hacer clic con el botón derecho del ratón en la tecla de línea temporal, puede introducir el tiempo de la simulación.

---

### Ejecución de la simulación


En SolidWorks MotionManager, haga clic en el icono **Calculate (Calcular)** .

Observe la simulación de movimiento durante el cálculo.

### Comprobación de resultados

#### Resultados absolutos en el sistema de coordenadas global

Primero vamos a trazar la velocidad angular y la aceleración para el Link1 (Eslabón 1).

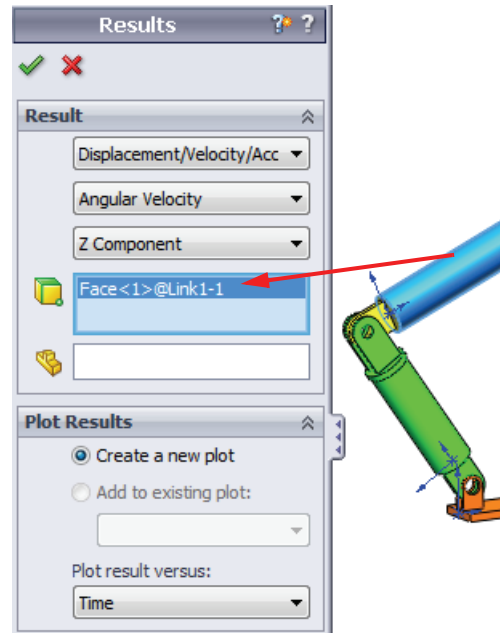
Haga clic en el icono **Results and Plots (Resultados y trazados)**  para abrir el cuadro de diálogo **Results (Resultados)**.

En **Results (Resultados)**, seleccione **Displacement/Velocity/Acceleration (Desplazamiento/Velocidad/Aceleración)**, **Angular Velocity (Velocidad angular)** y **Z Component (Componente Z)**.

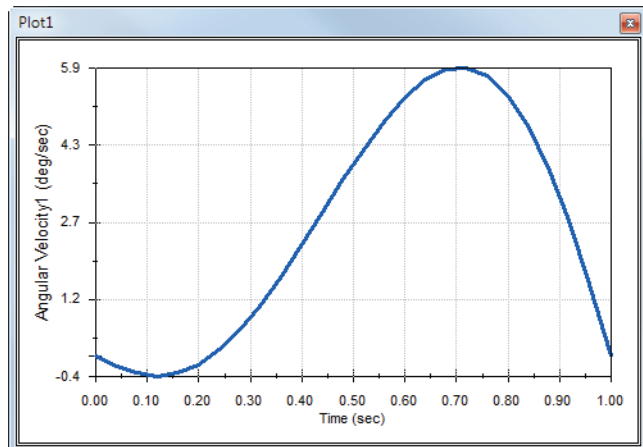
También en **Results (Resultados)**, seleccione **Link1 (Eslabón 1)**.

El campo **Component to define XYZ directions (optional) (Componente para definir direcciones XYZ [opcional])** se usa para hacer referencia a nuestros resultados de trazado con respecto al sistema de coordenadas de otro componente móvil. Para trazar los resultados en el sistema de coordenadas predeterminado en la figura, deje este campo vacío.

Haga clic en **OK (Aceptar)** para mostrar el trazado.

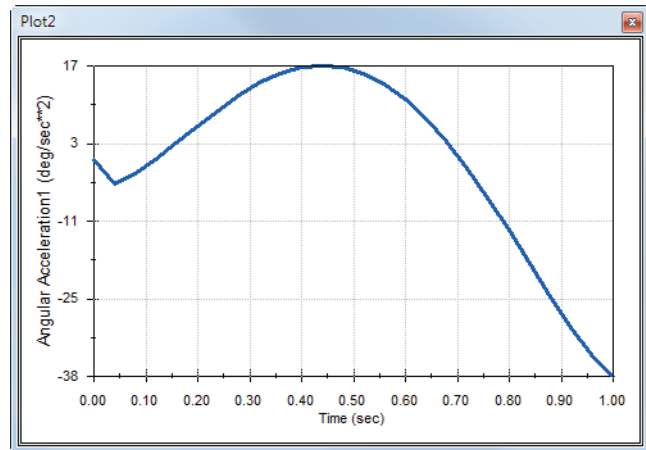


El trazado muestra la variación de la velocidad angular del centro de masa para el **Link1 (Eslabón 1)** como una función de tiempo.



Repita el procedimiento anterior para trazar el **Z Component (Componente Z)** de la **Angular Acceleration (Aceleración angular)** para el centro de masa del Link1 (Eslabón 1).

En el sistema de coordenadas global, los resultados indican la velocidad y la aceleración angulares máximas de 6 grados/segundo y 38 grados/segundo<sup>2</sup>, respectivamente.

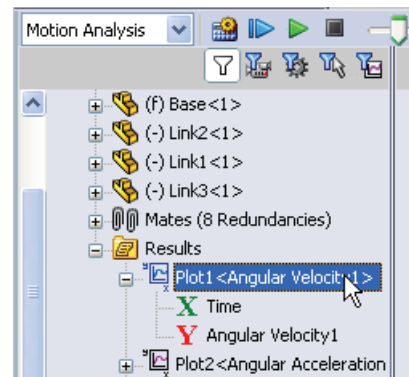


De forma similar, cree los trazados del **Z Component (Componente Z)** de velocidad y aceleración angulares en el centro de masa para el Link2 (Eslabón 2) y el Link3 (Eslabón 3).

### Almacenamiento y edición de trazados de resultados

Las características de trazados de resultados se almacenan en la nueva carpeta creada Results (Resultados) en la parte inferior de SolidWorksMotionManager.

Si hace clic con el botón derecho del ratón en cualquier característica del trazado, podrá ocultar y mostrar el trazado, así como editar sus ajustes.



### Más sobre los Resultados

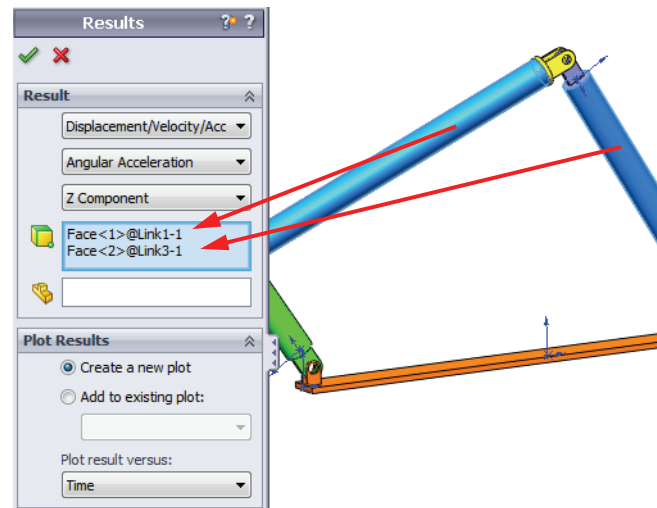
#### Resultados relativos en el sistema de coordenadas global

Tracemos el **Z Component (Componente Z)** de la aceleración angular relativa de Link1 (Eslabón 1) con respecto a Link3 (Eslabón 3).



Expanda la carpeta Results (Resultados). Asegúrese de que se muestre Plot2 (Trazado2). Haga clic con el botón derecho del ratón en Plot2 y seleccione **Edit Feature (Editar operación)**.

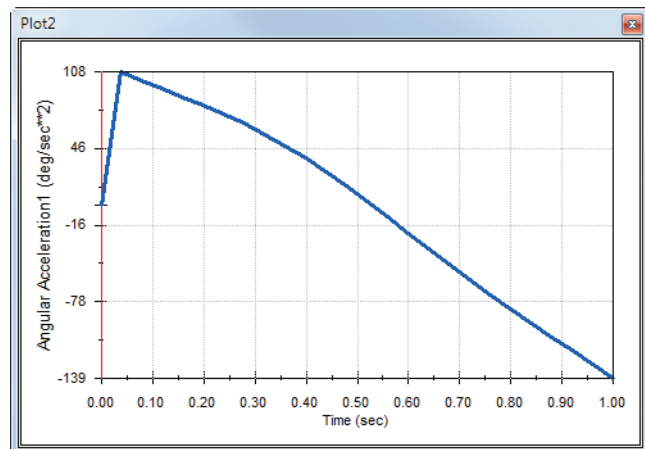
Seleccione Link3 (Eslabón 3) como el segundo componente en el campo **Select one or two part faces or one mate/simulation element to create results (Seleccione una o dos caras de la pieza o un elemento de relación de posición/simulación para crear resultados)**.



Haga clic en **OK (Aceptar)** para mostrar el trazado.

El trazado muestra la magnitud de la aceleración de Link1 (Eslabón 1) (su centro de masa) con respecto a Link3 (Eslabón 3) (sistema de coordenadas de la pieza). La aceleración relativa máxima es de 139 grados/segundo<sup>2</sup> en la dirección de rotación Z negativa.

Tenga en cuenta además que la variación de la aceleración cambió significativamente en comparación con el resultado individual de la aceleración absoluta de Link1 (Eslabón 1) anterior.



**Nota:** La dirección de rotación positiva puede determinarse utilizando la regla de la mano derecha. Apunte el pulgar de la mano derecha en la dirección del eje (en nuestro caso, sería el eje Z). Sus dedos mostrarán la dirección positiva para el componente Z de la rotación.

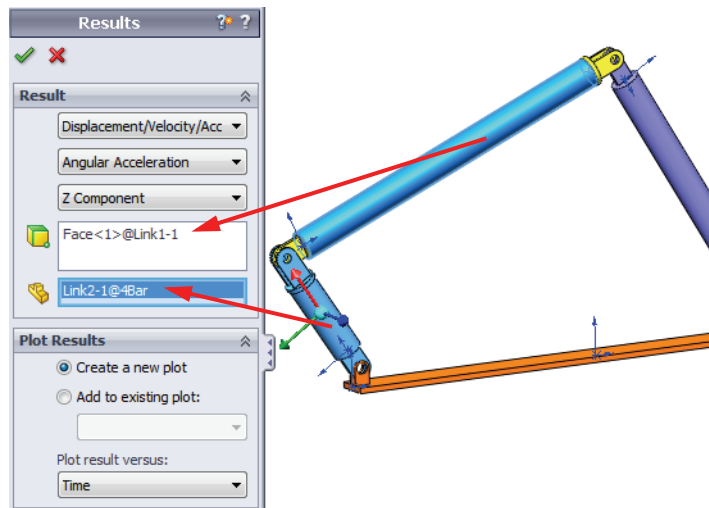
### Resultados relativos en el sistema de coordenadas local

Transformemos el componente Z de la aceleración absoluta de Link1 (Eslabón 1) en el sistema de coordenadas local de Link2 (Eslabón 2).

Edite el trazado anterior, Plot2 y elimine Link3 del campo **Select one or two part faces or one mate/simulation element to create results (Seleccione una o dos caras de la pieza o un elemento de relación de posición/simulación para crear resultados).**

Seleccione Link2 en el campo **Component to define XYZ directions (Componente para definir direcciones XYZ).**

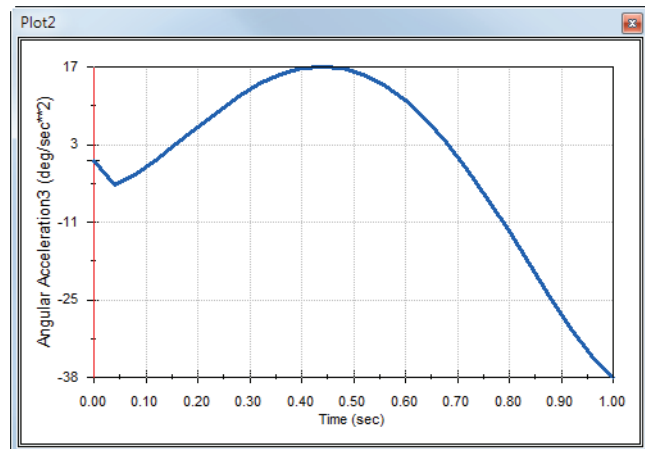
Haga clic en **OK (Aceptar)** para mostrar el trazado.



**Nota:** El sistema de referencia en el componente Link2 indica el sistema de coordenadas local de salida. Contrariamente al sistema de coordenadas global que es fijo, los sistemas de coordenadas locales pueden girar. En nuestro caso, el sistema de coordenadas local seleccionado girará porque el componente Link2 gira a medida que el mecanismo se mueve.

El componente Z máximo de aceleración absoluta de Link1 en el sistema de coordenadas local de Link2 es 38 grados/segundo<sup>2</sup> en la dirección de rotación Z negativa.

Al comparar este resultado absoluto en el sistema de coordenadas local con la aceleración absoluta en el sistema de coordenadas global, concluimos que son idénticos. Esto sucede porque los ejes Z en ambos sistemas están alineados.



Repita los pasos anteriores para seleccionar diversos componentes y sistemas de coordenadas locales.

### Creación de una trayectoria

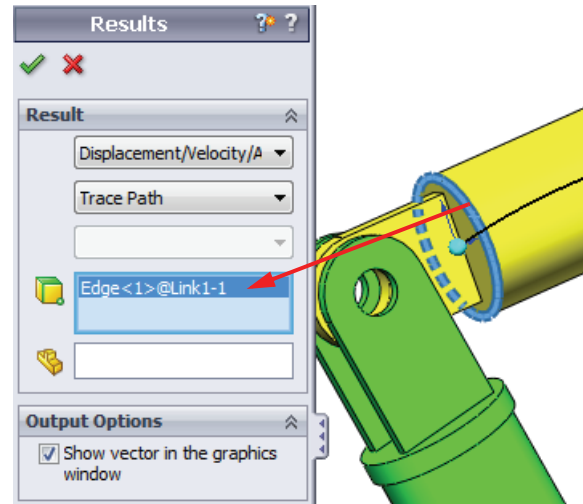
SolidWorks Motion le permite mostrar gráficamente el recorrido que sigue cualquier punto en una pieza móvil. A esto se le denomina trayectoria. Puede crear una trayectoria con respecto a cualquier sujeción o con respecto a cualquier componente móvil del ensamblaje. Crearemos una trayectoria para un punto situado en el componente Link1 (Eslabón 1).

Para crear una trayectoria, haga clic con el botón derecho del ratón en **Results and Plots (Resultados y trazados)**.

En el cuadro de diálogo **Results (Resultados)**, seleccione **Displacement/Velocity/Acceleration (Desplazamiento/Velocidad/Aceleración)** y **Trace Path (Trayectoria)**.

En el primer campo de selección, seleccione la arista circular en **Link1 (Eslabón 1)** para identificar el punto central del círculo. La esfera muestra de manera gráfica el centro del círculo.

Seleccione la casilla de verificación **Show vector in graphics window (Mostrar vector en ventana de gráficos)**.



El recorrido aparecerá entonces en la pantalla como una curva negra.

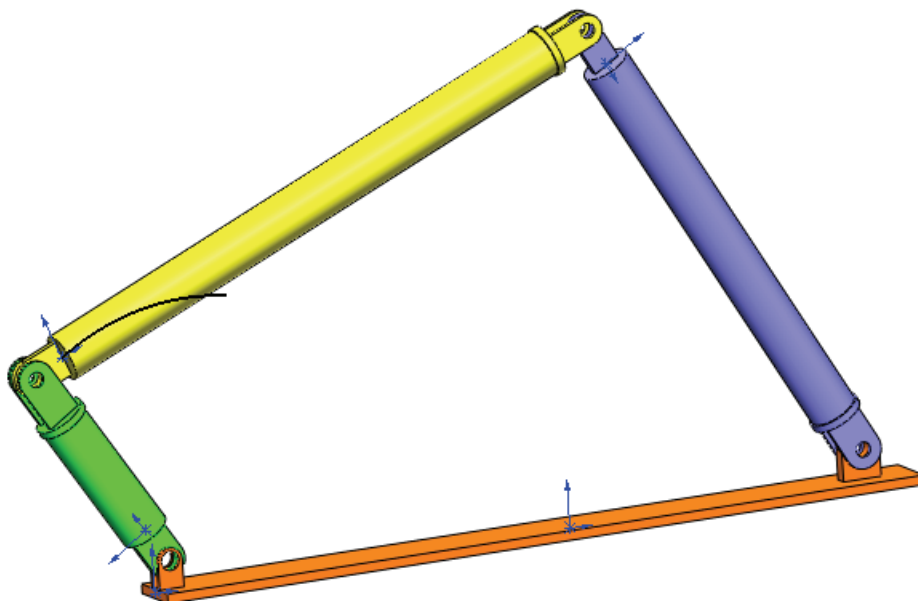
---

**Nota:** La trayectoria resultante se muestra de forma predeterminada con respecto al suelo fijo. Para mostrar la trayectoria con respecto a otro componente móvil, se tendría que seleccionar este componente de referencia como un segundo elemento en el mismo campo de selección.

---

Haga clic en **OK (Aceptar)** para cerrar el cuadro de diálogo **Results (Resultados)**.

Reduzca la vista con el zoom para ver el modelo completo y pulse **Play** para reproducir la simulación.



Esto completa su primera simulación de SolidWorks Motion.

## Evaluación de cinco minutos

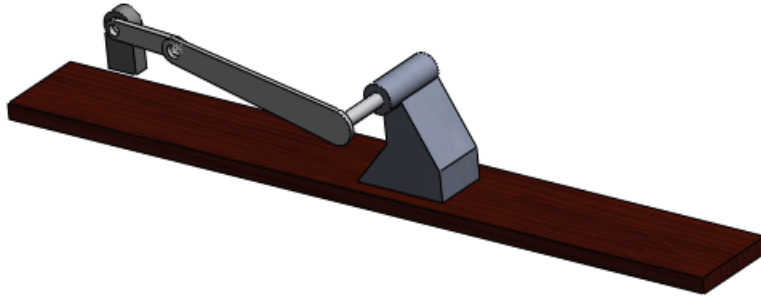
---

1. ¿Cómo inicia una sesión de SolidWorks Motion?
2. ¿Cómo activa SolidWorks Motion Add-In?
3. ¿Qué tipos de análisis de movimiento se encuentran disponibles en SolidWorks?
4. ¿Qué es un análisis?
5. ¿Por qué es importante un análisis?
6. ¿Qué calcula el análisis de SolidWorks Motion?
7. ¿SolidWorks Motion supone que las piezas son rígidas o flexibles?
8. ¿Por qué es importante un análisis de movimiento?
9. ¿Cuáles son los pasos principales para realizar un análisis de movimiento?
10. ¿Qué es una trayectoria?
11. ¿Las relaciones de posición de SolidWorks se usan en el modelo de SolidWorks Motion?

## Proyecto: mecanismo de biela-manivela

---

En este proyecto verá cómo usar SolidWorks Motion para simular un mecanismo de biela-manivela y también cómo calcular la velocidad y la aceleración del centro de masa de la pieza reciprocante en el mecanismo.



### Tareas

- 1 Abra SliderCrank.sldasm situado en la subcarpeta correspondiente de la carpeta SolidWorks Curriculum\_and\_Courseware\_2011 y haga clic en **Open (Abrir)** (o haga doble clic en la pieza).
- 2 Revise las piezas fijas y móviles del ensamblaje.
- 3 Indique una velocidad de rotación uniforme de 360 grados/segundo para la Crank (Manivela). Asegúrese de que el movimiento se especifique en la ubicación del pasador de BasePart (Pieza base)/Crank (Manivela). [Puede especificar **360 deg/sec (360 grados/segundo)** directamente en el campo **Motor speed (Velocidad del motor)**. A continuación, SolidWorks Motion convierte el valor a rpm].
- 4 Ejecute SolidWorks Motion Simulation durante 5 segundos.
- 5 Determine la velocidad y la aceleración de la MovingPart (Pieza móvil).

**Hoja de vocabulario de la lección 1**

---

Nombre: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*Instrucciones: Complete los espacios en blanco con las palabras adecuadas.*

1. Secuencia de creación de un modelo en SolidWorks, fabricación y prueba de un prototipo:
2. El método usado por SolidWorks Motion para realizar un análisis de movimiento:
3. La entidad que conecta dos piezas y rige el movimiento relativo entre dos piezas:
4. ¿Cuántos grados de libertad tiene un cuerpo libre? :
5. ¿Cuántos grados de libertad tiene una relación de posición concéntrica? :
6. ¿Cuántos grados de libertad tiene una sujeción? :
7. Un recorrido que sigue cualquier punto en una pieza móvil:
8. La trayectoria de un cilindro recíprocante con respecto al suelo representa:
9. Los tipos de movimiento que se pueden dar a una relación concéntrica:
10. En SolidWorks Motion, el movimiento de engranajes se puede simular usando:
11. Un mecanismo que se usa para transformar movimiento rotatorio en movimiento recíprocante:
12. La relación del momento de torsión resultante ejercido por el eslabón accionado con el momento de torsión de entrada necesario en el accionador:

## Cuestionario de la lección 1

---

Nombre: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Responda a cada pregunta escribiendo la respuesta correcta en el espacio proporcionado.

1. ¿Cómo cambia entre SolidWorks Motion Manager y SolidWorks Feature Manager?
2. ¿Qué tipo de análisis de movimiento puede realizar en SolidWorks Motion?
3. ¿Cómo crea SolidWorks Motion automáticamente articulaciones internas?
4. ¿Cómo asigna movimiento a una relación de posiciones de una pieza?
5. Si deseo asignar un movimiento rotatorio a una pieza suavemente con un tiempo determinado, ¿cómo debería asignar el movimiento?
6. ¿Cuántos grados de libertad tiene una relación de posición coincidente punto a punto?
7. ¿Qué es una trayectoria?
8. Nombre una aplicación de trayectoria.