

Documentación didáctica / para cursos de formación

Siemens Automation Cooperates with Education (SCE) | NX MCD V12/TIA Portal V15.0 o superior

Módulo DigitalTwin@Education 150-005 Creación de un modelo 3D dinámico con ayuda del sistema CAE Mechatronics Concept Designer

siemens.com/sce



Global Industry Partner of WorldSkills International



Paquetes de instructor SCE adecuados para esta documentación didáctica/para cursos de formación

SIMATIC STEP 7 Software for Training (incl. PLCSIM Advanced)

- SIMATIC STEP 7 Professional V15.0 licencia individual Referencia: 6ES7822-1AA05-4YA5
- SIMATIC STEP 7 Professional V15.0 paquete de 6, licencia de aula Referencia: 6ES7822-1BA05-4YA5
- SIMATIC STEP 7 Professional V15.0 paquete de 6, licencia Upgrade Referencia: 6ES7822-1AA05-4YE5
- SIMATIC STEP 7 Professional V15.0 paq. 20, licencia de estudiante Referencia: 6ES7822-1AC05-4YA5

Software SIMATIC WinCC Engineering/Runtime Advanced en el TIA Portal

- SIMATIC WinCC Advanced V15.0 paquete de 6, licencia de aula 6AV2102-0AA05-0AS5
- Upgrade SIMATIC WinCC Advanced V15.0 paquete de 6, licencia de aula 6AV2102-4AA05-0AS5
- SIMATIC WinCC Advanced V15.0, paquete de 20 licencia de estudiante 6AV2102-0AA05-0AS7

NX V12.0 Educational Bundle (escuelas y universidades, no para centros de formación empresariales)

Persona de contacto: <u>academics.plm@siemens.com</u>

Más información en torno a SCE

siemens.com/sce

Nota sobre el uso

La documentación didáctica/para cursos de formación de SCE para la solución integrada de automatización Totally Integrated Automation (TIA) ha sido elaborada para el programa "Siemens Automation Cooperates with Education (SCE)" exclusivamente con fines formativos para centros públicos de formación e I+D. Siemens declina toda responsabilidad en lo que respecta a su contenido.

No está permitido utilizar este documento más que para la iniciación a los productos o sistemas de Siemens; es decir, está permitida su copia total o parcial y su posterior entrega a los aprendices/estudiantes para que lo utilicen en el marco de su formación. La transmisión y reproducción de este documento y la comunicación de su contenido solo están permitidas dentro de centros públicos de formación básica y avanzada para fines didácticos.

Las excepciones requieren autorización expresa por escrito de Siemens. Para ello, diríjase a <u>scesupportfinder.i-ia@siemens.com</u>.

Los infractores quedan obligados a la indemnización por daños y perjuicios. Se reservan todos los derechos, incluidos los de traducción, especialmente para el caso de concesión de patentes o registro como modelo de utilidad.

No está permitido su uso para cursillos destinados a clientes del sector Industria. No aprobamos el uso comercial de los documentos.

Agradecemos a la ES de Darmstadt, especialmente al Sr. D. Heiko Webert, M. Sc. y al Sr. catedrático Dr. Ing. Stephan Simons y demás participantes su apoyo en la elaboración de este material didáctico SCE.

Índice

1	Obje	etivos	9
2	Req	uisitos	9
3	Har	dware y software necesarios	10
4	Тео	ría	11
	4.1	Modelo 3D dinámico	11
4.2 Pr		Propiedades dinámicas en Mechatronics Concept Designer	12
	4.2.	1 Propiedades dinámicas y mecánicas en Mechatronics Concept Designer	13
	4.2.	2 Propiedades dinámicas y eléctricas en Mechatronics Concept Designer	15
	4.3	Capacidad de simulación de Mechatronics Concept Designer	16
5	Tare	ea planteada	19
6	Plar	ificación	19
7	Inst	rucciones estructuradas paso a paso	20
	7.1	Abrir un módulo en la aplicación Mechatronics Concept Designer	21
	7.2	Definición de los sólidos rígidos	25
	7.3	Establecimiento de las uniones fijas	30
	7.4	Asignación de superficies de colisión por medio de sólidos de colisión	33
	7.4.	1 Creación de un sólido de colisión para workpieceCube	34
	7.4.	2 Creación de un sólido de colisión para workpieceCylinder	40
	7.4.	3 Creación de sólidos de colisión para ConveyorShort	41
	7.4.	4 Creación de sólidos de colisión para ConveyorLong	44
	7.4.	5 Creación de sólidos de colisión para el cabezal expulsor	44
	7.4.	6 Creación de sólidos de colisión para los contenedores	46
	7.5	Definición de una unión deslizante para el expulsor	49
	7.6	Regulador de posición para el expulsor	53
	7.7	Definición de superficies de transporte para las cintas transportadoras	57
	7.8	Reguladores de velocidad para cintas transportadoras	60
	7.9	Sensores de colisión para las barreras fotoeléctricas y fines de carrera	64
	7.10	Fuentes de objeto para las piezas	70
8	Lista	a de comprobación: instrucciones paso a paso	74
9	Info	rmación adicional	75

Índice de figuras

Figura 1: Sinopsis de los componentes de software y hardware necesarios para este módulo10
Figura 2: Aplicación "Mechatronics Concept Designer" en NX con indicación de las zonas que se describen en el texto
Figura 3: Agregar un atributo dinámico a la vigilancia en tiempo de ejecución17
Figura 4: Vigilancia en tiempo de ejecución con posibilidad de modificación y vigilancia de parámetros .18
Figura 5: Búsqueda de comandos en el menú de NX, sobre fondo naranja20
Figura 6: Abrir un módulo en NX21
Figura 7: Abrir MCD en NX
Figura 8: Inicio de una simulación en MCD23
Figura 9: Detener una simulación en MCD24
Figura 10: Creación de un sólido rígido en MCD: selección del objeto, masa e inercia25
Figura 11: Creación de un sólido rígido en MCD: denominación26
Figura 12: Simulación de un sólido rígido en MCD27
Figura 13: Simulación de todos los sólidos rígidos en MCD29
Figura 14: Crear una unión fija en MCD: activar comando
Figura 15: Crear una unión fija en MCD: Seleccionar sólido rígido y nombre
Figura 16: Simulación de una unión fija en MCD32
Figura 17: Simulación de todas las uniones fijas en MCD33
Figura 18: Ocultar todos los componentes y mostrar un componente individual
Figura 19: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: seleccionar objetos de colisión35
Figura 20: Seleccionar una superficie en MCD35
Figura 21: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: seleccionar más superficies36
Figura 22: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: girar la visualización y seleccionar los restantes objetos de colisión
Figura 23: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: definir forma de colisión
Figura 24: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: definir otros ajustes y el nombre
Figura 25: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: mostrar el módulo40
Figura 26: Creación del sólido de colisión para workpieceCylinder41
Figura 27: Creación de un sólido de colisión para la superficie plana de conveyorShort42
Figura 28: Cinta transportadora con extremos de rodillos resaltados en rojo43

Figura 29: Creación del sólido de colisión para el empujador del cabezal expulsor45
Figura 30: Creación del sólido de colisión para la guía cilíndrica del cabezal expulsor46
Figura 31: Superficies de colisión de los contenedores desde distintas perspectivas47
Figura 32: Creación de un sólido de colisión para un contenedor48
Figura 33: Simulación de sólidos de colisión en MCD49
Figura 34: Creación de una unión deslizante para el expulsor: Seleccionar el sólido rígido y el vector de desplazamiento
Figura 35: Creación de una unión deslizante para el expulsor: Invertir el vector de desplazamiento51
Figura 36: Creación de una unión deslizante para el expulsor: introducir los límites de deslizamiento52
Figura 37: Simulación de la unión deslizante en MCD53
Figura 38: Creación de un regulador de posición para la extracción del expulsor
Figura 39: Simulación del primer regulador de posición del expulsor
Figura 40: Simulación de los reguladores de posición del expulsor: extracción activa
Figura 41: Simulación de los reguladores de posición del expulsor: retracción activa
Figura 42: Creación de una superficie de transporte para la cinta transportadora conveyorShort: selección de la superficie de transporte
Figura 43: Creación de una superficie de transporte para la cinta transportadora conveyorShort: Especificar el vector de desplazamiento
Figura 44: Simulación de las superficies de transporte en MCD60
Figura 45: Creación de un regulador de velocidad para una cinta transportadora61
Figura 46: Preparar una simulación de los reguladores de velocidad por medio de la vigilancia en tiempo de ejecución
Figura 47: Simulación de los reguladores de velocidad en MCD63
Figura 48: Descomprimir modelos del mismo tipo en el módulo64
Figura 49: Creación del sensor de colisión para el recuento de todas las piezas: selección del objeto de colisión y la forma de colisión
Figura 50: Creación del sensor de colisión para el recuento de todas las piezas: definir otros ajustes y el nombre
Figura 51: Sinopsis de todos los sensores de colisión de la planta de clasificación68
Figura 52: Comportamiento de los sensores de colisión de las barreras fotoeléctricas durante la simulación
Figura 53: Comportamiento de los sensores de colisión de los fines de carrera durante la simulación70
Figura 54: Creación de una fuente de objetos para una pieza71

Documentación didáctica / para cursos de formación | Módulo DigitalTwin@Education 150-005 | Edición 04/2020 | Digital Industries, FA

Figura 55: Simulación de las fuentes de objetos en MCD72

Documentación didáctica / para cursos de formación | Módulo DigitalTwin@Education 150-005 | Edición 04/2020 | Digital Industries, FA

Índice de tablas

Tabla 1: Lista de cor	nprobación de	"Creación de	e un modelo	3D din	námico con	ayuda del	sistema	CAE
Mechatronics Concep	t Designer"							74

Para uso externo para centros de formación e I+D. © Siemens 2020. Todos los derechos reservados. sce-150-005-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-dynamic-model-mcd-hs-darmstadt-0120-es.docx

Creación de un modelo 3D dinámico con ayuda del sistema CAE Mechatronics Concept Designer

1 Objetivos

En el módulo 4 de la serie de talleres DigitalTwin@Education vimos la introducción al diseño de modelos 3D. Allí diseñamos correctamente todos los modelos individuales necesarios de la planta de clasificación. A continuación, los insertamos y posicionamos en un módulo para hacerlos coincidir con la apariencia del modelo ya creado en el módulo 1.

El objetivo del presente módulo es proporcionar propiedades dinámicas a esos modelos estáticos a fin de realizar simulaciones físicas. Para ello se presentarán algunos métodos de trabajo y de funcionamiento básicos de la extensión de NX Mechatronics Concept Designer (MCD).

2 Requisitos

Para este módulo conviene refrescar los conocimientos sobre modelos estáticos. Por ello es necesario haber trabajado previamente con el módulo 4 de esta serie de talleres. Para poder comprender bien las secuencias dinámicas del modelo, conviene estar familiarizado con el funcionamiento de la planta de clasificación. Encontrará descripciones más detalladas, entre otros, en el módulo 1 de esta serie de talleres.

3 Hardware y software necesarios

Para este módulo se necesitan los siguientes componentes:

- 1 Estación de ingeniería: se requieren el hardware y el sistema operativo (más información: ver Readme/Léame en los DVD de instalación del TIA Portal y en el paquete de software NX)
- 2 Software NX con extensión Mechatronics Concept Designer, V12.0 o superior



2 NX/MCD

Figura 1: Sinopsis de los componentes de software y hardware necesarios para este módulo

Como se aprecia en la Figura 1, la estación de ingeniería es el único componente de hardware del sistema. Los demás componentes se basan exclusivamente en software.

4 Teoría

4.1 Modelo 3D dinámico

Mechatronics Concept Designer permite crear modelos 3D dinámicos partiendo de modelos 3D estáticos. Para ello deben definirse propiedades dinámicas en un modelo estático. Las propiedades dinámicas describen, por ejemplo, el comportamiento de un sólido bajo la influencia de la gravedad o la respuesta de un modelo ante la acción de fuerzas. Así, la dinamización permite crear simulaciones análogas a las utilizadas en los módulos 1 a 3 de esta serie de talleres.

Sin embargo, NO es posible crear un modelo dinámico si no se dispone de un modelo 3D estático.

A la hora de realizar la dinamización, el criterio decisivo para determinar la calidad de un gemelo digital es el grado de detalle del modelo 3D estático. Cuanto más detallada sea la elaboración del modelo estático, más similar será su comportamiento al de una instalación real cuando se lleve a cabo la dinamización. Pese a ello, como ya se ha mencionado, no es posible asignar propiedades dinámicas a objetos no estáticos.

El criterio definitivo para el grado de detalle es el comportamiento dinámico del propio modelo 3D. Aunque se haya creado un modelo estático muy preciso, debe existir un grado suficiente de dinamización. De todos modos, no es necesario dotar a todos los modelos estáticos con todas las propiedades dinámicas posibles. Al contrario: hay que definir claramente qué aspectos se deben reproducir en el gemelo digital, e introducir en el modelo únicamente las dinamizaciones relevantes para ese caso de aplicación. Cuantas más propiedades dinámicas se definan, mayor será la potencia de cálculo necesaria para la ejecutar la simulación.

Por lo tanto, antes de crear un modelo 3D es importante definir con claridad las tareas y funciones que deberán desempeñar la instalación o los componentes que van a diseñarse. Solo así es posible estimar de modo realista los recursos necesarios para crear el modelo dinámico, así como la potencia de cálculo necesaria para ejecutar la simulación.

4.2 Propiedades dinámicas en Mechatronics Concept Designer

Mechatronics Concept Designer es una extensión para NX. Con ella pueden asignarse propiedades dinámicas a los modelos estáticos creados previamente en NX para que estos exhiban un comportamiento físico definido dentro de una simulación. Esto se logra con ayuda de un "physics engine" integrado que se encarga de calcular las propiedades físicas y cinemáticas. En los <u>Capítulos 4.2.1</u> y <u>4.2.2</u> se enuncian y describen brevemente algunas de las posibles propiedades dinámicas del programa necesarias para el trabajo con este módulo.

El área de trabajo de Mechatronics Concept Designer se muestra en la <u>Figura 2</u>. Para abrir esta aplicación, busque la aplicación "Mechatronics Concept Designer" por medio del buscador de comandos, descrito anteriormente, situado en la parte superior derecha de la pantalla.



Figura 2: Aplicación "Mechatronics Concept Designer" en NX con indicación de las zonas que se describen en el texto

Para poder definir propiedades dinámicas para un modelo, se utilizan las siguientes ventanas de esta aplicación:

- En la pantalla central (ver la <u>Figura 2</u>, zona 1) se encuentra una vez más el área de trabajo tridimensional. En ella, por ejemplo, pueden seleccionarse áreas de modelos para asignarles propiedades dinámicas.
- En la parte central de la barra de menús (ver la Figura 2, zona 2) puede controlarse la simulación del modelo en la aplicación.
- En otra parte del centro de la barra de menús (ver la <u>Figura 2</u>, zona 3) hay una lista de todas las propiedades dinámicas de Mechatronics Concept Designer relacionadas con el sistema mecánico. Entre ellas se cuentan los sólidos rígidos y de colisión que se describen con más detalle en el <u>Capítulo 4.2.1</u>.

- Las propiedades dinámicas del sistema eléctrico se encuentran en la barra de menús, justo al lado de las propiedades dinámicas del sistema mecánico (ver la <u>Figura 2</u>, zona 4). Aquí aparecen fundamentalmente sensores y regulaciones. Entre ellas, las propiedades relevantes para este módulo se describen en el <u>Capítulo 4.2.2</u>.
- Las propiedades dinámicas del ámbito de la automatización se muestran también en la barra de menús (ver la Figura 2, zona 5). Estas propiedades incluyen perfiles de movimiento o asignaciones de señales a un controlador desde programas externos, por ejemplo, PLCSIM Advanced. Estas funcionalidades no se utilizan en este módulo.
- A través de la barra de recursos de la izquierda de la pantalla (ver la Figura 2, zona 6) puede abrirse, entre otras cosas, el navegador físico, que permite visualizar todas las propiedades físicas de un módulo o un modelo. Además, por medio de la vigilancia en tiempo de ejecución pueden modificarse valores de las propiedades físicas durante una simulación en curso. La vigilancia en tiempo de ejecución se describe en el <u>Capítulo 4.3</u>.

4.2.1 Propiedades dinámicas y mecánicas en Mechatronics Concept Designer

En este capítulo se describen algunas propiedades dinámicas del sistema mecánico que se necesitan para dinamizar la planta de clasificación en este módulo. Para empezar, este apartado proporciona una pequeña sinopsis de los tipos y funciones de dinámica mecánica en Mechatronics Concept Designer.

- La función **Sólido rígido** permite definir un modelo estático como sólido móvil. Para ello se asigna a este modelo un sólido rígido con masa, capaz de reaccionar a fuerzas ejercidas desde el exterior. Si no se asigna un sólido rígido a un sólido, este permanecerá inmóvil.
- Un modelo o una superficie de un modelo pueden especificarse como sólido de colisión

Con ello, el modelo o una superficie del modelo tienen la posibilidad de colisionar con otros modelos definidos también como sólidos de colisión. El modo en que estos objetos colisionen entre sí depende principalmente de la forma de colisión utilizada para el modelo. Encontrará una lista de las posibles formas de colisión, con una descripción breve, en la ayuda en pantalla de NX (ver el <u>Capítulo 9</u>, enlace [1]). Tenga en cuenta que, para que se pueda crear un sólido de colisión, no tiene que existir ningún sólido rígido del modelo.

- La función **Unión fija** permite impedir que un sólido rígido abandone una posición especificada en el espacio. Con una unión fija se fijan todos los grados de libertad de un sólido rígido, lo cual hace imposible todo movimiento.

- Con la función Fuente de objetos puede generarse automáticamente un sólido rígido como nueva instancia del sólido en el curso de una simulación. De este modo, varias instancias de un sólido rígido pueden coexistir de modo paralelo y completamente independiente dentro de una simulación. La generación de una nueva instancia puede activarse mediante temporización o en función de eventos.
- En la función Destino de objeto procedente de una fuente de objetos entra en contacto con este sólido de colisión, se elimina de nuevo el objeto. En este caso solo desaparece de la fuente de objetos la instancia en cuestión, y se mantienen todas las demás.

00

- Con una superficie de transporte puede transformarse cualquier superficie plana en una cinta transportadora. Sobre esa cinta puede transportarse en una dirección determinada cualquier sólido provisto de superficies de colisión. Los movimientos no solo pueden ser rectilíneos sino también circulares.
- La **unión deslizante** permite a un sólido rígido ejecutar un desplazamiento referido a otro sólido rígido a lo largo de un vector. Se bloquean los demás movimientos en otras direcciones.

4.2.2 Propiedades dinámicas y eléctricas en Mechatronics Concept Designer

A continuación, encontrará una sinopsis de las propiedades dinámicas del sistema eléctrico relevantes para la dinamización de la planta de clasificación de este módulo.

- Por medio de un sensor de colisión , un componente de un módulo puede detectar las colisiones que se producen con un sólido de colisión. Esta señal, normalmente booleana, permite reaccionar ante determinadas circunstancias.
- Con ayuda de un regulador de posición , puede desplazarse un actuador hasta una posición definida a lo largo de un eje especificado. Para ello debe seleccionarse como actuador un modelo ya existente provisto de un componente cinemático, p. ej., una unión deslizante o una superficie de transporte.
- Con la función Regulador de velocidad puede desplazarse un actuador a lo largo de un eje especificado con una velocidad definida. Para ello debe seleccionarse como actuador un modelo ya existente provisto de un componente cinemático, p. ej., una unión deslizante o una superficie de transporte.

Encontrará más información acerca de otras propiedades dinámicas en Mechatronics Concept Designer en las entradas correspondientes de la ayuda en pantalla (ver el <u>Capítulo 9</u>, enlace [2]).

En ese caso, es recomendable buscar por los términos en inglés, ya que la información en castellano es muy incompleta.

NOTA

4.3 Capacidad de simulación de Mechatronics Concept Designer

El "physics engine" de Mechatronics Concept Designer permite realizar simulaciones de modelos y sólidos con atributos físicos y cinemáticos. Existen funciones para controlar las simulaciones. Algunos de los comandos más importantes son:

- El **inicio de la simulación**, tras el cual los modelos y sólidos actúan de acuerdo con las propiedades dinámicas que cada uno tiene definidas. Esto incluye también la interacción con otros modelos provistos de atributos dinámicos.
- La parada de la simulación 💻, que cancela el modo de simulación.

Hay que tener en cuenta que, según el alcance y el grado de detalle de las propiedades físicas integradas, las simulaciones pueden afectar notablemente al rendimiento de su PC de ingeniería. Por ello conviene siempre simular únicamente las propiedades realmente necesarias para probar el modelo 3D dinámico.

Para probar la dinamización incorporada, se recomienda utilizar en la primera fase la vigilancia

en tiempo de ejecución de Mechatronics Concept Designer. Esto permite modificar los parámetros de entrada de las propiedades físicas y comprobar las modificaciones de los parámetros de salida durante una simulación activa. Un posible parámetro de entrada puede ser, p. ej., la consigna de posición de un regulador de posición. Un ejemplo de parámetro de salida sería la detección de una colisión por medio de un sensor de colisión.

Sección: Agregar y controlar una propiedad en la simulación

Para agregar una propiedad física a la vigilancia en tiempo de ejecución, abra la opción de menú

"Physics Navigator (Navegador físico)" de la barra de recursos (ver la <u>Figura 3</u>, paso 1). Haga clic con el botón de la derecha en la propiedad deseada y seleccione el comando "Add to Inspector (Agregar al inspector)" (ver la <u>Figura 3</u>, paso 2).



Figura 3: Agregar un atributo dinámico a la vigilancia en tiempo de ejecución

Pase a la ficha "**Runtime Inspector (Vigilancia en tiempo de ejecución)**" (ver la <u>Figura 4</u>, paso 1). Allí encontrará una sinopsis de todas las propiedades dinámicas agregadas que desea inspeccionar. Es posible modificar parámetros de entrada durante una simulación. Pueden ser del tipo de datos Bool o del tipo de datos Real (ver la Figura 4, paso 2).



Figura 4: Vigilancia en tiempo de ejecución con posibilidad de modificación y vigilancia de parámetros

Para suprimir información de la vigilancia en tiempo de ejecución, haga clic con el botón derecho en la propiedad deseada y después en la opción "Eliminar".

5 Tarea planteada

En este módulo ampliaremos el modelo 3D estático de la planta de clasificación creado en el módulo 4 con las propiedades dinámicas necesarias para la puesta en marcha virtual.

Para ello usaremos la aplicación Mechatronics Concept Designer (MCD) de NX. Con ella pueden definirse los atributos físicos de modelos individuales y determinarse interacciones con otros modelos. De este modo conoceremos las funciones de distintos elementos dinámicos de MCD. Tras ello, podremos probar el comportamiento del modelo con ayuda del entorno de simulación integrado en MCD.

6 Planificación

Este modelo dinámico 3D requiere la versión V12.0 o superior del sistema CAD NX. También debe estar disponible en NX el módulo adicional Mechatronics Concept Designer (MCD).

Se requieren los conocimientos sobre modelos 3D estáticos recogidos en el módulo 4.

En caso de duda respecto al modo de operación de la planta de clasificación, consulte la parte teórica del <u>Capítulo 4.2</u> del **módulo 1**.

Para la denominación de las distintas propiedades dinámicas se han seguido las normas de la "**Guía de estandarización**" de Siemens. Puede encontrarla en el <u>Capítulo 9</u> en el enlace indicado [2].

Este módulo no incluye la programación del PLC, la visualización y la generación de un PLC virtual para fines de simulación.

7 Instrucciones estructuradas paso a paso

Con este módulo se proporciona el proyecto "**150-005_DigitalTwinAtEducation_NX_dynModel**". El proyecto está formado por dos carpetas:

- "fullStatModel" contiene la totalidad del modelo 3D estático de la instalación de clasificación del módulo 4. Puede utilizar este modelo para este módulo si no ha finalizado la parte práctica del módulo 4.
- "fullDynModel" contiene la solución para este módulo, que lo ayudará a seguir adelante si se queda atascado en algún punto.

Le recordamos que si, en el curso del módulo, no encuentra algún comando o aplicación en el entorno de desarrollo, siempre puede utilizar la búsqueda de comandos. Como muestra la <u>Figura</u> <u>5</u>, se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla de la interfaz de usuario de NX.

NX	🗶 🗋 🤌 🚽 🛷 📅 Switch Window 🧻 Window 👻							NX 12		_		×
Fil	e Ho	ome Tool	s 3Dconne	xion					Find a Command 🔎		\diamond	0
		2		S	a.		?					
Ne	w Open	Open a Recent Part *	Assembly Load Options Standard	Customer Defaults	Touch Mode	Window	Help •					•
(国)	Menu +											•
ø	History				🐎 Welc	ome Page	×					

Figura 5: Búsqueda de comandos en el menú de NX, sobre fondo naranja

El usuario puede seleccionar el comando que desea de entre los propuestos. NX indica también dónde se encuentra el comando, para que la próxima vez el usuario también pueda seleccionarlo directamente desde el menú.

IMPORTANTE: En futuras versiones de NX se modifican la interfaz y la disposición de distintos comandos en los menús. Además, cada usuario podrá crear su propia interfaz personalizada. La descripción siguiente hace referencia a la interfaz estándar de NX12.0, por lo que pueden existir diferencias si se utiliza otra versión. **Por lo tanto, si no encuentra un determinado comando en la posición descrita en la ventana, utilice la búsqueda de comandos.**

Tenga en cuenta también que lo expuesto aquí no es más que una propuesta de solución. Existen incontables posibilidades para representar comportamientos dinámicos en MCD. Se ha intentado describir un procedimiento fácil de seguir y capaz de interactuar sin complicaciones con un PLC virtual de los módulos 1 a 3. Por supuesto, si lo desea puede probar por su cuenta otras posibilidades.

Como verá, algunos pasajes están resaltados en forma de sección independiente. Dado que algunas partes de esta descripción hacen referencia a menudo a estas partes, dichas marcas pueden servir como guía para la orientación.

7.1 Abrir un módulo en la aplicación Mechatronics Concept Designer

En este capítulo abriremos en NX el módulo creado en el módulo 4 e iniciaremos la aplicación Mechatronics Concept Designer (MCD).

Para ello, haga lo siguiente:

- → Cree en su sistema operativo una copia de los modelos creados en el módulo 4 y guárdela en una nueva carpeta en su sistema de archivos. Como ya hemos comentado en el <u>Capítulo 7</u>, si su modelo estático está incompleto, puede utilizar el proyecto preconfeccionado "fullStatModel" y crear una copia de trabajo de esta carpeta.
- → Inicie NX y espere hasta que el programa esté abierto y aparezca la pantalla de inicio. Haga clic en el menú "Open (Abrir)" (ver la Figura 6, paso 1) y navegue hasta la carpeta que creó anteriormente. Verá las piezas creadas en el módulo 4. Seleccione el módulo "assSortingPlant", que contiene el modelo 3D estático completo de la planta de clasificación (ver la Figura 6, paso 2). Seleccione la opción "Partially Load (Cargado parcialmente)" (ver la Figura 6, paso 3) para que solo se carguen los modelos de los componentes individuales del módulo y no los planos o sistemas de coordenadas adicionales. Para acabar, confirme la elección haciendo clic en "OK" (ver la Figura 6, paso 4).

NX		🏂 🔹 🛷 🔁 s	witch Window	Window	(1)			
File	Home	Tools 3	Dconnexion		-11) (2)			
		-	5- S		?	\nearrow			
Nev	v Open Re	💆 Open			/				×
T	<u>/</u> enu •	Suchen in:	SortingPlan	t_dynModel	•	⇔ 🗈 📸 🖬 ▾			
Ō	History		Name			Änderungsdatum	Тур		
~	Thistory	Calcollau adf	🧕 assSorting	Plant		12.02.2020 16:53	Sieme		
		Scrineizugnii	Container			17.10.2019 11:59	Siem		
	_		Conveyor	ong		15.10.2019 12:39	Siem		
		Desktop	Conveyor	Short		15.10.2019 12:24	Siem	B	
-			Optimized Strength	ead		17.10.2019 15:55	Siem		
O ¹¹		1	Optimal Control of	ner		21.10.2019 14:08	Siem,		
		Bibliotheken	IightRay			21.10.2019 15:41	Siem		
			IightSense	or		21.10.2019 15:41	Siem		
•		Diversion	IightSenso	or_mirror		20.01.2020 16:07	Siem		-
		Dieser PC	IimitSwitc	hSensor		17.01.2020 13:30	Siem 🔽 F	Preview	
		1	workpiece	Cube		14.10.2019 12:46	Siem		
		Netzwerk	workpiece	Cylinder		14.10.2019 16:25	Siem		
3									
			<			_	>	4	
	6	11	Dateiname:	assSortingPlant		•	ок 🦊		
	3		Dateityp:	Part Files (*.prt)		- A	obrechen		
		Load Structure	Only						
		Option Parti	ially Load	•					
		Ortiona							
		Options							//

Figura 6: Abrir un módulo en NX

→ Una vez abierto el módulo, aparecerá la imagen de la planta de clasificación en el área de trabajo tridimensional. En el encabezado del programa podemos ver que todavía está activa la aplicación de NX "Modeling" (ver el recuadro naranja de la Figura 7). Para dinamizar la planta de clasificación debe pasar a la aplicación "Mechatronics Concept Designer". Busque esta extensión en la búsqueda de comando y confirme el cambio de aplicación haciendo clic (ver la Figura 7, paso 1).



Figura 7: Abrir MCD en NX

Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD

→ A continuación, podrá ver en el encabezado que ahora está activa la aplicación "Mechatronics Concept Designer". Pase a la ficha "Home (Inicio)" (ver la Figura 8, paso 1). Aparecerá el entorno de desarrollo que ya vimos en el Capítulo 4.2. Inicie la simulación de la planta de

clasificación haciendo clic en el botón "**Play (Reproducir)**" Le la sección "Simulate (Simulación)" (ver la Figura 8, paso 2).



Figura 8: Inicio de una simulación en MCD

→ Podemos saber que hay una simulación en curso porque en la parte inferior de la ventana del programa se muestra el tiempo de simulación ya transcurrido (ver el cuadro naranja de la <u>Figura 9</u>). Como podrá ver, el módulo no presenta ningún cambio en el área de trabajo tridimensional. Aunque ya hemos abierto MCD, todavía no hemos definido ninguna propiedad

física ni cinemática. Para detener la simulación, haga clic en el botón "Stop (Detener)" (ver la Figura 9, paso 1).



Figura 9: Detener una simulación en MCD

7.2 Definición de los sólidos rígidos

Como primera propiedad física básica, debe definir los componentes individuales como sólidos rígidos.

→ En el primer paso, asigne la propiedad "Sólido rígido" al componente "conveyorShort". Para ello, haga en el botón "Sólido rígido" de la barra de menús "Mechanical (Mecánica)" (ver la Figura 10, paso 1). Por supuesto, también puede activar el comando a través de la búsqueda de comandos. Se abrirá la ventana "Rigid Body (Sólido rígido)". En esta ventana, seleccione en primer lugar el objeto que desee convertir en sólido rígido. Para ello, haga clic primero en el botón "Select Object (Seleccionar objeto)" de la opción de menú "Rigid Body Object (Objeto de sólido rígido)" (ver la Figura 10, paso 2). En la barra de recursos de la izquierda

de la pantalla, pase a la ficha **Assembly Navigator (Navegador de módulos)** . En el menú de selección del módulo "assSortingPlant", seleccione el modelo "**conveyorShort**" (ver la <u>Figura 10</u>, paso 3). En la ventana de comandos del apartado "**Mass and Inertia (Masa e inercia)**", deje activada la opción "**Automatic (Automático)**" para las propiedades de masa (ver la <u>Figura 10</u>, paso 4).



Figura 10: Creación de un sólido rígido en MCD: selección del objeto, masa e inercia

→ Introduzca el nombre "rbConveyorShort" (ver la Figura 11, paso 1) y confirme los ajustes haciendo clic en el botón "OK" (ver la Figura 11, paso 2). El prefijo "rb" significa "rigid body", la denominación inglesa del sólido rígido.



Figura 11: Creación de un sólido rígido en MCD: denominación

→ Inicie una simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Como verá, al iniciar la simulación, la cinta transportadora "conveyorShort" se desplaza hacia abajo. Al definir la cinta transportadora como sólido rígido, se le asigna una masa. Por efecto de la gravedad, la cinta transportadora cae hacia abajo, como muestra la Figura 12. Detenga de nuevo la simulación.



Figura 12: Simulación de un sólido rígido en MCD

Acabamos de asignar la primera propiedad dinámica al modelo 3D estático de la planta de

clasificación. Guarde el proyecto haciendo clic en el icono Guardar 🛄

- → Siguiendo las instrucciones anteriores de este capítulo, cree sólidos rígidos para los siguientes componentes:
 - "conveyorLong" como sólido rígido denominado "rbConveyorLong"
 - "workpieceCube" como sólido rígido denominado "rbWorkpieceCube"
 - "workpieceCylinder" como sólido rígido denominado "rbWorkpieceCylinder"
 - "cylinderLiner" como sólido rígido denominado "rbCylinderLiner"
 - "cylinderHead" como sólido rígido denominado "rbCylinderHead"
 - "container" como sólido rígido denominado "rbContainer"

NOTA

Dado que las barreras fotoeléctricas de la planta de clasificación funcionan únicamente como sensores, carentes de influencia mecánica sobre otros componentes, no es necesario definirlas como sólido rígido. Al prescindir de propiedades físicas innecesarias, se evita restar potencia al modelo dinámico durante las simulaciones.

La mayoría de los comandos dinámicos de NX, además del botón "<OK>", poseen el botón "Apply (Aplicar)".

- Al hacer clic en "<OK>", se aplican los últimos ajustes realizados y, a continuación, se cierra la ventana de comandos correspondiente.
- Al hacer clic en "Aplicar" se adoptan también los últimos ajustes realizados. Sin embargo, la ventana permanece abierta.

→ Inicie una simulación de la planta de clasificación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Todos los componentes, excepto las barreras fotoeléctricas, deben tener masa y, por lo tanto, quedan fuera de la zona representada. Detenga la simulación y guarde el proyecto haciendo clic en el icono Guardar



Figura 13: Simulación de todos los sólidos rígidos en MCD

En esta propuesta de solución se aplica una convención de nombres unitaria para todas las propiedades dinámicas:

NOTA

- Los nombres se escriben en grafía "camelCase", tal como lo indica la guía de estandarización de la empresa Siemens (ver el <u>capítulo 9</u>, enlace [3]).
- Cada nombre empieza con la abreviatura inglesa de la propiedad dinámica en cuestión (p. ej., "rb" = rigid body (sólido rígido); "ts" = transport surface (superficie de transporte)).
- Inmediatamente después se indica el elemento principal por medio del nombre del componente, p. ej., "conveyorShort" (cinta transportadora corta).
- Si es necesario definir relaciones entre los distintos componentes, se indicarán separadas por un guion bajo "_" (p. ej., "cylinderLiner_ cylinderHead").

7.3 Establecimiento de las uniones fijas

Por supuesto, no se desea que caigan determinados objetos de la cinta transportadora. Por eso, las cintas transportadoras, los contenedores y los expulsores deben permanecer siempre en la misma posición. Para conseguirlo puede definirse otra propiedad dinámica: la "unión fija".

Para establecer una unión fija deben realizarse las siguientes acciones:

→ Pase al comando "Fixed Joint (Unión fija)" de la barra de menús "Mechanical (Mecánica)" y haga clic en él (ver la Figura 14, paso 1).



Figura 14: Crear una unión fija en MCD: activar comando

→ Se abrirá la ventana "Fixed Joint (Unión fija)". Para esa propiedad se necesita al menos un sólido rígido subyacente que se fija en el espacio. Haga clic en la ficha "Rigid Bodies (Sólidos rígidos)" y seleccione el botón "Select Attachment (Seleccionar elemento fijado)" (ver la

Figura 15, paso 1). Pase a la opción de menú "**Physics Navigator (Navegador físico)**" de la barra de recursos y seleccione el sólido rígido "**rbConveyorShort**" creado en el <u>Capítulo 7.2</u> (ver la <u>Figura 15</u>, paso 2). A continuación, introduzca el nombre "**fjConveyorShort**" para esta nueva propiedad (ver la <u>Figura 15</u>, paso 3) y confirme los ajustes haciendo clic en el botón "**OK**" (ver la <u>Figura 15</u>, paso 4). El prefijo "fj" representa la denominación inglesa "fixed joint (unión fija)".



Figura 15: Crear una unión fija en MCD: Seleccionar sólido rígido y nombre

NOTA

Si se selecciona una base para la propiedad "Unión fija", la unión fija se aplicará únicamente a la unión con el otro sólido rígido seleccionado. Si, como se ha descrito anteriormente, no se selecciona ninguna base, la unión fija se establecerá con el fondo.

31

→ Inicie una simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Como puede ver, el sólido rígido de la cinta transportadora "ConveyorShort" permanece en su posición (ver la <u>Figura 16</u>). Detenga la simulación. Guarde

NX	9 · · · · b 6 &	• •	🧈 📅 Switch Windo	w 🔝 Window 🕶 🖛	NX 12 - Me	chatronics Con	cept Designer	_ 🗆 X
File	Home Modeling Assemb	olies	Curve Analysis V	iew Render Tools	Application 3	Dconnexion	Mechatronics Coi 🔎	. 🗐 🔿 🔞
Requ System	irement Sketch	 Play Stop Simulation 		Angular Spring Joint Angular Spring Joint Angular Limit Joint Mechanical	- 8 · • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Operation Automatio	Add Design Colla.	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
0	Physics Navigator		assSortingPlant.p	nt 🖸 🗶			8 <u>m</u> • •	
~	hi si	-						
	Basic Physics Basic Physics G fbContainer G fbConveyorLong G fbConveyorShort G fbCylinderHead G fbCylinderLiner G fbVorkpieceCube G fbWorkpieceCylinder Joints and Constraints Joints and Constraints G fcOnveyorShort	^	zc			-		-
• { T□	Materials Couplers Sensors and Actuators Muntime Behaviors <	,	2					
	Details	V	×					
÷	Dependencies	×						
				Elapsed time: 1 sec(s) -	Actual Time Scaling	g: 1.000		

el proyecto haciendo clic en el icono Guardar

Figura 16: Simulación de una unión fija en MCD

- \rightarrow Agregue el resto de las uniones fijas necesarias en su módulo.
 - Para "rbConveyorLong", una unión fija denominada "fjConveyorLong"
 - Para "rbCylinderLiner", una unión fija denominada "fjCylinderLiner"
 - Para "rbContainer", una unión fija denominada "fjContainer".

Tanto las dos piezas como el cabezal expulsor deben ser elementos móviles, por lo que estos modelos no tienen que recibir una unión fija.

→ Inicie de nuevo una simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Las dos cintas transportadoras, los dos contenedores y la base del expulsor deben permanecer fijos en su posición (ver la Figura 17). Para acabar,

detenga la simulación y guarde el proyecto haciendo clic en el icono Guardar



Figura 17: Simulación de todas las uniones fijas en MCD

7.4 Asignación de superficies de colisión por medio de sólidos de colisión

En el estado provisional actual del módulo, todavía no se han definido interacciones entre los distintos modelos. La más básica e importante de las propiedades de interacción en MCD es el sólido de colisión. Las superficies de colisión pertenecientes a un sólido de colisión pueden reaccionar ante otras superficies de colisión. La reacción más habitual es el rechazo. En los Capítulos siguientes se describe con más detalle la creación de los sólidos de colisión necesarios para la planta de clasificación.

7.4.1 Creación de un sólido de colisión para workpieceCube

Para crear un sólido de colisión para "workpieceCube", haga lo siguiente:

Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos

→ En primer lugar, oculte todos los componentes excepto "workpieceCube". Para ello, pase al

menú "Assembly Navigator (Navegador de módulos)" i de la barra de recursos (ver la Figura 18, paso 1). Haga clic en la marca de verificación roja i situada delante del módulo "assSortingPlant" para ocultar todos los modelos del área de trabajo (ver la Figura 18, paso 2). Ahora aparecerá delante de cada componente una marca de verificación atenuada , y en el área de trabajo tridimensional no se mostrarán sólidos. Active la visualización de la pieza "workpieceCube" haciendo clic en la marca de verificación gris de este componente individual (ver la Figura 18, paso 3). Ahora la marca se volverá roja y en el área de trabajo aparecerá la pieza seleccionada como único modelo. Pase a la vista trimétrica para ver el sólido entero, como se muestra en la Figura 18, paso 4.



Figura 18: Ocultar todos los componentes y mostrar un componente individual

→ Desde la barra de menús "Mechanical (Mecánica)" o por medio de la búsqueda de comandos, active el comando "Collision Body (Sólido de colisión)" (ver la Figura 19, paso 1). Se abrirá la ventana "Collision Body (Sólido de colisión)". En el primer paso deben seleccionarse todos los objetos que reproducirán el sólido de colisión. Pueden ser, por ejemplo, distintas superficies de un sólido. Para ello, haga clic en el botón "Select Object (Seleccionar objeto)" de la ficha "Collision Body Object (Objeto de sólido de colisión)" como se muestra en la Figura 19, paso 2. Navegue por el área tridimensional hasta la primera superficie del sólido (ver la Figura 19, paso 3).



Figura 19: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: seleccionar objetos de colisión

→ Mientras el ratón no señale ninguna parte del sólido, este aparecerá en el color gris típico de NX (ver la Figura 20, izquierda). Cuando se coloca el ratón sobre una superficie, esta se resalta en rojo (ver la Figura 20, centro). Haga clic en dicha superficie. A continuación, la superficie seleccionada aparecerá en naranja (ver la Figura 20, derecha).



Figura 20: Seleccionar una superficie en MCD

Sección: Rotación de un modelo en MCD

→ Seleccione las otras dos superficies visibles del paralelepípedo (ver la Figura 21, paso 1). En total debería poder acceder a tres superficies (ver la expresión entre paréntesis del botón "Seleccionar objeto"). Para poder ver las superficies restantes del sólido, debe cambiar la

vista. Para ello, haga clic en el botón "Girar" O (ver la Figura 21, paso 2).



Figura 21: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: seleccionar más superficies
→ A continuación, gire el sólido haciendo clic con el botón izquierdo del ratón en el centro del área de trabajo, manteniendo la tecla pulsada y desplazando el ratón hacia abajo (ver la Figura 22, paso 1). Al cabo de un momento podrá ver las tres superficies no seleccionadas, como muestra la Figura 22. Salga del modo de rotación haciendo clic en el botón "Girar" (ver la Figura 22, paso 2). Seleccione las superficies restantes que aparecen en la Figura 22, paso 3. A continuación, vuelva a la vista trimétrica (ver la Figura 22, paso 4).



Figura 22: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: girar la visualización y seleccionar los restantes objetos de colisión

→ En la ventana "Collision Body (Sólido de colisión)" puede seleccionar distintas formas de colisión en la pestaña "Shape (Forma)". Encontrará más información al respecto en el Capítulo 4.2.1. Seleccione "Box (Paralelepípedo)" como forma de colisión para el cubo, ya que así MCD puede simular el sólido de colisión sin consumir excesiva potencia (ver la Figura 23, paso 1).



Figura 23: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: definir forma de colisión

→ Desplácese hacia abajo por la ventana de comandos para ver otras fichas. En la ficha "Collision Material (Material de colisión)", deje activada la opción "Default Material (Material predeterminado)" para "Material" (ver la Figura 24, paso 1). La categoría especificada en la opción "Category (Categoría)" mantiene el valor "0" (ver la Figura 24, paso 2). Asegúrese de que en los posteriores ajustes de colisión no estén activados los ajustes "Highlight on Collision (Resaltar en caso de colisión)" y "Stick when Collision (Adherir en caso de colisión)" (ver la Figura 24, paso 3). Al asignar el nombre "cbWorkpieceCube", como se resalta en la Figura 24, paso 4, puede finalizar la creación del sólido de colisión haciendo clic en el botón "OK" (ver la Figura 24, paso 5). El prefijo "cb" representa la denominación inglesa "collision body" (sólido de colisión).



Figura 24: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: definir otros ajustes y el nombre

→ Como ya hemos visto en "Sección: Ocultar/mostrar componentes y módulos", active el módulo "assSortingPlant" en el submenú "Assembly Navigator (Navegador de módulos)" de la barra de recursos haciendo clic en la marca de verificación gris (ver la Figura 25, pasos 1 + 2). A continuación, pase a la vista trimétrica para volver a ver el modelo entero (ver la Figura 25, paso 3).



Figura 25: Creación del sólido de colisión para workpieceCube: mostrar el módulo

Con esto hemos finalizado nuestro primer sólido de colisión. Guarde el módulo haciendo clic en el

icono Guardar 🔛.

7.4.2 Creación de un sólido de colisión para workpieceCylinder

Para crear un sólido de colisión para "workpieceCylinder" puede seguirse el procedimiento ya descrito en el <u>Capítulo 7.4.1</u>.

- → En primer lugar, deben ocultarse todos los componentes excepto "workpieceCylinder". Para ello, siga el procedimiento detallado en el <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos".
- → A continuación, vuelva a activar el comando "Collision Body (Sólido de colisión)". Seleccione como objetos del sólido de colisión todas las superficies del modelo "workpieceCylinder" siguiendo de modo análogo el procedimiento detallado en el <u>Capítulo 7.4.1</u>. Para girar el componente, haga lo que se indica en el <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Rotación de un modelo en MCD". En total debería poder acceder a tres superficies.

→ Dado que se trata de una pieza cilíndrica, debe seleccionarse la forma de colisión "Cylinder (Cilindro)" (ver la Figura 26, paso 1).

NX 🖬 🤊 · 🤊 🕆 🖻 🗟 🕹 -	nt Switch Window 🔤 Window 👻 🛛 NX 12 - Mechatronics Concept Designer 🔄 🗖 🗙
File Home Modeling Assemblies	Curve Analysis View Render Tools Application 3Dconnexion Find a Command 🔎 🔳 🐟 😮
Requirement 3 Systems Engineeri Mechanical C Simula	Image: Spring Joint Image: Spring Joint Image: Spring Joint Image: Spring Joint
™ Mo Selection Filter ▼ Entire Asser	nbly 🔻 🛍 ∿ 🚼 T 🐐 🐪 🖽 🗌 T 🚳 📦 🔯 🔤 🕗 🎻 🖫 🔝 T 🗞 T 🕥 T 🔖 🗌
Physics Navigator	assSortingPlant.prt 🖸 ×
Name 🔺	✿ Collision Body
S Basic Physics	Collision Body Object
P → □ 👼 rbConveyorLong	Select Object (3)
	Share 1
m rbCylinderHead	Shape
The second secon	Collision Shape Cylinder
P1= P2=	Shape Properties Automatic 🔻
	Specify Point
	♦ Specify Point
↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	🖌 Specify CSYS 🕵 🧞 -
	Height 10 mm v
	Radius 15 Z
Fo InterLiner ✓	
× ×	Collision Material
* Details V	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Dependencies V	OK Apply Cancel
Select object for collision body	[B]

Figura 26: Creación del sólido de colisión para workpieceCylinder

- → Para los ajustes posteriores, siga el procedimiento descrito en el <u>Capítulo 7.4.1</u>. La única diferencia es que ahora introduciremos "cbWorkpieceCylinder" como nombre del sólido de colisión.
- → Para acabar, vuelva a hacer visible el módulo entero como se indica en el <u>Capítulo 7.4.1</u>,
 "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos" y pase a la vista trimétrica. Guarde

la planta de clasificación haciendo clic en el icono Guardar

7.4.3 Creación de sólidos de colisión para ConveyorShort

En este capítulo vamos a crear los sólidos de colisión para la superficie de transporte "conveyorShort". Dado que este componente posee una geometría bastante más compleja que las piezas de los <u>Capítulos 7.4.1</u> y <u>7.4.2</u>, para este modelo es necesario crear varios sólidos de colisión. De este modo, pueden existir varios sólidos de colisión para cada modelo.

→ En primer lugar, ocultaremos todos los modelos del módulo como se explica en el Capítulo 7.4.1, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos", excepto "conveyorShort". Además, cambiaremos la vista del modelo al modo "Superior" .

Para uso externo para centros de formación e I+D. © Siemens 2020. Todos los derechos reservados. sce-150-005-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-dynamic-model-mcd-hs-darmstadt-0120-es.docx

Determinar sólidos de colisión para una superficie de transporte plana:

→ Empezaremos definiendo un sólido de colisión para la superficie de transporte plana. El procedimiento es muy similar al descrito en el <u>Capítulo 7.4.1</u>. Abra el comando "Collision Body (Sólido de colisión)". En la ventana de comandos "Collision Body (Sólido de colisión)", pase al submenú "Collision Body Object (Objeto de sólido de colisión)" y haga clic en el botón "Select Object (Seleccionar objeto)" (ver la Figura 27, paso 1). En el área tridimensional, seleccione la superficie de transporte plana superior (ver la Figura 27, paso 2). Seleccione la forma de colisión "Box (Paralelepípedo)", como se muestra en la Figura 27, paso 3. En el resto de los ajustes, deje las opciones predeterminadas como se describe en el <u>Capítulo 7.4.1</u>. Para acabar, asigne a este sólido de colisión el nombre "cbConveyorShortPlane" y confirme los ajustes haciendo clic en "OK".



Figura 27: Creación de un sólido de colisión para la superficie plana de conveyorShort

Determinar sólidos de colisión para los rodillos de la cinta transportadora:

Los siguientes sólidos de colisión son los rodillos delantero y trasero de la cinta transportadora, como se aprecia en la Figura 28. La forma básica para los extremos de rodillos es el cilindro. Tenga en cuenta que para cada uno de los rodillos debe crearse un sólido de colisión independiente.



Figura 28: Cinta transportadora con extremos de rodillos resaltados en rojo

- → Empiece por el extremo de rodillo delantero. Para ello, abra de nuevo la ventana de comando "Collision Body (Sólido de colisión)". Seleccione como objeto el extremo de rodillo delantero (ver la Figura 28, paso 1) y la forma de colisión "Cylinder (Cilindro)". Asigne a este sólido de colisión el nombre "cbConveyorShortStart" y finalice la creación.
- → Ahora, continúe con el extremo de rodillo trasero. Abra el comando "Collision Body (Sólido de colisión)". Seleccione como objeto el extremo de rodillo trasero (ver la Figura 28, paso 2), y la forma de colisión "Cylinder (Cilindro)". Asigne a este sólido de colisión el nombre "cbConveyorShortEnd" y finalice la creación.
- → Con esto ya hemos creado los tres sólidos de colisión correspondientes a esta cinta transportadora. Siga las instrucciones del <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos" para volver a visualizar el módulo entero. Vuelva a la vista

trimétrica. Guarde el proyecto haciendo clic en el icono Guardar 🛄

7.4.4 Creación de sólidos de colisión para ConveyorLong

Como ya hemos visto en el caso de conveyorShort en el <u>Capítulo 7.4.3</u>, el componente "conveyorLong" ha de estar formado también por tres sólidos de colisión: la superficie de transporte plana y los dos extremos de rodillos. Para ello, utilice el procedimiento descrito en el <u>Capítulo 7.4.3</u>. Hágalo visualizando únicamente conveyorLong en el área de trabajo tridimensional. Asigne nombres a los sólidos de colisión: para la superficie de transporte plana, utilice "**cbConveyorLongPlane**" y para los dos extremos de rodillos, "**cbConveyorLongStart**" y "**cbConveyorLongEnd**". Para acabar, vuelva a la vista trimétrica y guarde el proyecto haciendo

clic en el icono Guardar

7.4.5 Creación de sólidos de colisión para el cabezal expulsor

El cabezal expulsor está formado por dos sólidos unidos entre sí: un paralelepípedo y un cilindro. Por ello, para este componente necesitaremos dos sólidos de colisión, que pueden adoptar formas geométricas sencillas.

Para ello, haga lo siguiente:

→ Oculte todos los modelos del módulo excepto el componente "cylinderHead". Para ello, siga las indicaciones del <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos".

→ En el primer paso, genere un sólido de colisión para el empujador. El empujador es el paralelepípedo del cabezal expulsor que empujará hacia fuera las piezas. Abra el comando "Collision Body (Sólido de colisión)". Seleccione como objetos de sólido de colisión las seis superficies visibles del paralelepípedo (ver la Figura 29, pasos 1 + 2). Para ello, vuelva a utilizar la opción de girar el objeto, como se describe en el Capítulo 7.4.1, "Sección: Rotación de un modelo en MCD". Seleccione la forma de colisión "Box (Paralelepípedo)", como se muestra en la Figura 29, paso 3. Todos los demás ajustes deben ser idénticos a los de los capítulos anteriores. Introduzca el nombre "cbCylinderHeadWorkpiece". Confirme las entradas haciendo clic en el botón "OK".



Figura 29: Creación del sólido de colisión para el empujador del cabezal expulsor

→ Para la guía cilíndrica del cabezal de expulsión necesitaremos también un sólido de colisión, ya que en principio es posible la colisión de la guía con una pieza. Para ello, accione el comando "Collision Body (Sólido de colisión)" y seleccione como objeto de colisión la superficie cilíndrica (ver la Figura 30, pasos 1 + 2). Asigne a este sólido la forma de colisión "Cylinder (Cilindro)" (ver la Figura 30, paso 3) e introduzca el nombre "cbCylinderHeadLiner". Confirme estos ajustes haciendo clic en el botón "OK".



Figura 30: Creación del sólido de colisión para la guía cilíndrica del cabezal expulsor

→ Acabamos de definir los sólidos de colisión para el cabezal expulsor. Para acabar, vuelva a hacer visibles todos los componentes del módulo como se indica en el <u>Capítulo 7.4.1</u>,
 "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos". Vuelva a la vista trimétrica y guarde

el proyecto haciendo clic en el icono Guardar 🛄

7.4.6 Creación de sólidos de colisión para los contenedores

Los dos contenedores también necesitarán superficies de colisión para acoger las piezas expulsadas. En este caso, basta con la parte interior de los dos sólidos. Para crear los dos sólidos de colisión, haga lo siguiente:

→ Excepto los contenedores, debe ocultarse el resto de las piezas del módulo. Para ello, siga las indicaciones del <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos".
 A continuación, verá los dos contenedores del módulo en el área de trabajo tridimensional.

Como ya hemos comentado, la única finalidad de este modelo es retener los sólidos en el interior del contenedor. Por eso basta con seleccionar las superficies dentro del contenedor que puedan entrar en contacto con las piezas. Como se aprecia en la <u>Figura 31</u>, para este fin deben seleccionarse seis superficies. Cinco superficies delimitan el contenedor por la parte interior (ver la <u>Figura 31</u>, superficies 1 – 5), mientras que otra superficie forma el marco superior (ver la <u>Figura 31</u>, superficie 6).



Figura 31: Superficies de colisión de los contenedores desde distintas perspectivas

→ Para empezar, crearemos un sólido de colisión para el primer contenedor, al que irán a parar las piezas "workpieceCylinder" clasificadas por el expulsor. Para ello, abra el comando "Collision Body (Sólido de colisión)". Después de hacer clic en el botón "Select Object (Seleccionar objeto)" en la ventana de comando, seleccione las seis superficies como se muestra en la Figura 31 (ver la Figura 32, pasos 1 + 2). Seleccione la forma de colisión "Mesh (Malla)", con un factor de convexidad de "1.00", como se muestra en la Figura 32, paso 3. En este caso hay que recurrir a la malla, ya que deseamos representar un sólido interior que no es posible reproducir con una forma geométrica sencilla. Hay que tener en cuenta que para simular esta forma de colisión se necesita una mayor potencia de cálculo que con las formas sencillas. Introduzca el nombre "cbContainerCylinder" y confirme los ajustes haciendo clic en el botón "OK".



Figura 32: Creación de un sólido de colisión para un contenedor

- → A la hora de definir los sólidos de colisión para el segundo contenedor, seguiremos el mismo método que en el caso del primero. Para este sólido de colisión utilizaremos el nombre "cbContainerCube" y finalizaremos los ajustes haciendo clic en el botón "OK".
- → Una vez acabado este sólido de colisión, puede volver a hacer visible el módulo entero como se indica en el <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos". Pase

a la vista trimétrica y guarde el proyecto haciendo clic en Guardar

→ Con esto tendremos ya todos los sólidos de colisión necesarios para la planta de clasificación. Para probar el comportamiento del módulo, iniciaremos una simulación. Para ello, siga las indicaciones del <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Las dos piezas deben aparecer sobre la cinta transportadora corta (ver la <u>Figura 33</u>). Gracias a la definición de superficies de colisión, sus superficies interaccionan y se rechazan entre sí. Sin embargo, el cabezal expulsor todavía no aparece en la imagen.



Figura 33: Simulación de sólidos de colisión en MCD

Detenga la simulación y guarde todo el proyecto haciendo clic en el botón "Guardar" interna de menús.

7.5 Definición de una unión deslizante para el expulsor

Para evitar que el cabezal expulsor caiga hacia abajo y poder utilizarlo para su fin previsto, es decir, para expulsar piezas, debemos definir el cabezal del expulsor como unión deslizante. Esto permite desplazar un sólido rígido a lo largo de un vector.

Para crear una unión deslizante, lleve a cabo las acciones siguientes:

- → Desde la barra de menús "Mechanical (Mecánica)" o por medio de la búsqueda de comandos, active el comando "Sliding Joint (Unión deslizante)". Haga clic en el botón correspondiente para abrir la ventana de comando "Sliding Joint (Unión deslizante)" (ver la Figura 34, paso 1). En primer lugar, seleccione dos sólidos rígidos en el submenú "Rigid Bodies (Sólidos rígidos)".
 - El elemento fijado representa el sólido rígido que se desplazará a lo largo de un vector definido.
 - La base representa el sólido rígido con el que se unirá el elemento fijado.

Por lo tanto, debe seleccionarse como **Attachment (Elemento fijado)** el sólido rígido del cabezal del expulsor "**rbCylinderHead**" (ver la <u>Figura 34</u>, pasos 2 + 3). Utilizaremos como **Base** el sólido rígido de la guía cilíndrica del expulsor "**rbCylinderLiner**" (ver la <u>Figura 34</u>, pasos 4 + 5). Puede seleccionar esos dos sólidos rígidos en la barra de recursos, ficha

"Physics Navigator (Navegador físico)" . A continuación, en la ficha "Axis and Offset (Eje y offset)" de la ventana de comandos, seleccione el botón "Specify Axis Vector (Especificar vector de eje)" para definir el vector de desplazamiento (ver la Figura 34, paso 6). Para ello, seleccione el X-axis (Eje X) en el área de trabajo tridimensional (ver la Figura 34, paso 7).



Figura 34: Creación de una unión deslizante para el expulsor: Seleccionar el sólido rígido y el vector de desplazamiento

sce-150-005-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-dynamic-model-mcd-hs-darmstadt-0120-es.docx

→ La flecha naranja paralela al expulsor indica la dirección en la que este se desplazaría. Haga

clic en el botón "**Invertir sentido**" para invertir el vector de desplazamiento, ya que el expulsor debe extraerse desde la posición inicial (ver la <u>Figura 35</u>, paso 1).

NX	🖬 🤊 • 🕫 👉 🖻 🔞 🗞 •	nter Switch Window 🔲 Window 🕶 🖘	NX 12 - Mechatronics Concept Designer	_ 🗆 ×
File	Home Modeling Assemblies	Curve Analysis View Render Tools	Application 3Dconnexion Find a Command	
Requ	iterment i Mechanical C* Simul	Image: Spring Joint Image: Spring		 x x
<u></u>	Menu No Selection Filter Entire Asse	mbly 👻 🛱 🍟 🕂 🔶 🦷 🗛 🛄	े 🖓 🗸 रे 🖸 🕂 🕼 🖉 🖉 🖓	& • 😥 • 🕠
¢	Physics Navigator	assSortingPlant.prt 🗗 🗶		
-	Name	🗘 Sliding Joint		
9 _	- 🔁 Basic Physics	Rigid Bodies	^	
	+ 🗹 🌀 rbContainer	Select Attachment (1)		
-2-	+ 🗹 🌀 rbConveyorLong	Select Attachment (1)	▼ (1)	
	+ 🗹 🎯 rbConveyorShort	Select Base (1)	+	
Ø"	+ 🗹 🎯 rbCylinderHead			
	🗹 🌀 rbCylinderLiner	Axis and Offset		
P1= P2=	+ M 🎯 rbWorkpieceCube			<
	+ M 🔞 rbWorkpieceCylinder	✓ Specify Axis Vector		
8_	- Joints and Constraints	Offset 🚺 mi		
FO				
M		Limits	V	
		Name	×	
0_				
*		OK Apply Ca	incel	
-	Details V	^		
÷	Dependencies V			
Select	objects to infer vector	Inferred Vector - vector	direction of X-axis	[=]

Figura 35: Creación de una unión deslizante para el expulsor: Invertir el vector de desplazamiento

→ En el submenú "Limits (Límites)" pueden especificarse las posiciones máximas de extracción y retracción. El límite Upper (Superior) debe ser de 79 mm, y el Lower (Inferior), de 0 mm (ver la Figura 36, paso 1). Introduzca el nombre "sjCylinderHead_CylinderLiner" (ver la Figura 36, paso 2) y finalice la creación haciendo clic en el botón "OK" (ver la Figura 36, paso 3). El prefijo "sj" es la abreviatura de la expresión inglesa "sliding joint (unión deslizante)".

NX	🖬 🤊 • 🤊 🐇 🗅 🗟 •	🧈 📅 Switch Window 🔲 Window 👻 🔹 NX 12 - Mechatronics Concept Designer 💦 📃 🗙	ζ
File	Home Modeling Assemblies	Curve Analysis View Render Tools Application 3Dconnexion Find a Command 🔎 🗐 🛆 😮)
Requ	Interment Inter	Image: Spring Joint Image: Spring Joint Ima	•
<u>1</u>	Menu 👻 No Selection Filter 💌 Entire Asser	nby ▼ \$\$ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	•
ø	Physics Navigator	assSortingPlant.prt 🖸 ×	_
	Name	Ø Sliding Joint U X	-
9_	🖻 🗁 Basic Physics 🔨 🔨	Rigid Bodies	
-	+ 🗹 🥳 rbContainer	Avis and Offset	
2	+ 🗹 🤿 rbConveyorLong		
	+ 🗹 🎯 rbConveyorShort	Limits	
Ø,	+ 🗹 🍯 rbCylinderHead	☑ Upper 79 mm	
	🗹 🎯 rbCylinderLiner	☑ Lower 0 mm · ·	
P1= P2=	+ M g rbWorkpieceCube		
	+ W FoworkpieceCylinder	Name ^	
8	Ficontainer	sjCylinderHead_CylinderLiner	
	I conveyorShort	OK Apply Cancel	
	✓ fjCylinderLiner		
-	< >		
*	Details 🗸 🗸		
÷	Dependencies V		
Select	objects to infer vector	Inferred Vector - vector direction of X-axis	

Figura 36: Creación de una unión deslizante para el expulsor: introducir los límites de deslizamiento

→ Inicie de nuevo una simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Como puede ver, el cabezal del expulsor permanece en su posición y no se separa de la base (ver la <u>Figura 37</u>). En el siguiente paso implementaremos un desplazamiento controlado del cabezal expulsor.



Figura 37: Simulación de la unión deslizante en MCD

Detenga la simulación y guarde el proyecto haciendo clic en el botón Guardar

7.6 Regulador de posición para el expulsor

Para un desplazamiento controlado del cabezal expulsor debemos hacer uso de otra propiedad dinámica: el regulador de posición. Indicando una posición y una velocidad preseleccionada, es posible desplazar de manera coordinada un elemento móvil como una unión deslizante. El expulsor tiene dos procesos de desplazamiento: la extracción y la retracción del cabezal expulsor. Para cada uno de los dos procesos de desplazamiento debe implementarse un regulador de posición independiente. Para crear los dos reguladores de posición, haga lo siguiente:

Creación del regulador de posición para la extracción del expulsor:

- \rightarrow Pase a la barra de menús "Elect... (Elect...)" y, en el menú desplegable de actuadores, seleccione el comando "Position Control (Regulador de posición)" (ver la Figura 38, paso 1). Se abrirá la ventana de comandos "Position Control (Regulador de posición)". En la ficha "Physics Object (Objeto físico)", seleccione la unión deslizante que creó en el Capítulo 7.5 (ver la Figura 38, pasos 2 + 3). En la ficha "Constraints (Restricciones)", introduzca los siguientes valores para los parámetros:
 - Destination (Destino): 80 mm, Speed (Velocidad): 80 mm/s (ver la Figura 38, paso 4)
 - Active "Limit Acceleration (Limitar aceleración)" con un valor de 10000 mm/s² para la aceleración máxima y para la deceleración máxima (ver la Figura 38, paso 5)
 - Active "Limit Force (Limitar fuerza)" con un valor de 100 N para la fuerza de avance y • para la fuerza de retroceso (ver la Figura 38, paso 6)

Con estos valores es posible desplazar el cabezal del expulsor hasta su posición máxima de extracción sin grandes retardos temporales. Asigne a esta propiedad el nombre "pcCylinderHeadExtend" y finalice la creación haciendo clic en "OK". El prefijo "pc" representa la denominación inglesa "position control (regulador de posición)".



Select hinge, sliding, cylindrical, screw, virtual axis, point on curve, path cons...

Figura 38: Creación de un regulador de posición para la extracción del expulsor

→ Inicie una simulación. Encontrará más información al respecto en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Como puede ver, el cabezal del expulsor se extrae por completo (ver la <u>Figura 39</u>). Para retraerlo es necesario crear otro regulador de posición.



Figura 39: Simulación del primer regulador de posición del expulsor

Detenga la simulación y guarde el proyecto haciendo clic en el botón Guardar

Creación del regulador de posición para la retracción del expulsor:

- → Para crear el segundo regulador de posición, proceda de manera análoga a la descrita para la creación del primer regulador de posición del expulsor. La única diferencia es que el valor de **Destination (Destino)** debe ser de **0 mm**. Los restantes valores son idénticos a los del anterior regulador de posición. Introduzca el nombre "pcCylinderHeadRetract" y confirme los ajustes haciendo clic en el botón "OK".
- → A continuación, inicie una nueva simulación. Pero antes deben prepararse los dos reguladores de posición "pcCylinderHeadExtend" y "pcCylinderHeadRetract" para la vigilancia en tiempo de ejecución. Siga las indicaciones del <u>Capítulo 4.3</u>, "Sección: Agregar y controlar una propiedad en la simulación".

→ Cuando inicie la simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD", verá que al principio el cabezal del expulsor permanece inmóvil. Gracias a la vigilancia en tiempo de ejecución, podrá ver que tanto el regulador de posición para la extracción como el regulador de posición para la retracción del cabezal expulsor se encuentran activos. En consecuencia, ambos comandos se anulan entre sí y no se produce ningún cambio. Ajuste la señal "active (activo)" de "pcCylinderHeadRetract" a "false (falso)" y el cabezal del expulsor se extraerá por completo (ver la Figura 40, paso 1).



Figura 40: Simulación de los reguladores de posición del expulsor: extracción activa

→ Si, en cambio, se desactiva la extracción y se ajusta la señal active (activa) de "pcCylinderHeadRetract" al valor "true (verdadero)", el cabezal expulsor se retraerá (ver la Figura 41, paso 1).

		• • 4	Sw 🔁 Sw	itch Window 📃 V	Vindow • ₹	NX 12 - Mechatronics Concept Designer
File	Home Modeling Assem	blies C	urve An	alysis View F	tender Tools	Application 3Dconnexion Find a Command 🔎 🗐 🐟
Requir	ement	 Play Stop Simulate 		 Image: Angular of the second secon	lar Spring Joint r Spring Joint lar Limit Joint chanical	Add Coperation Coperati
<u>∏</u> Me	nu • No Selection Filter • En	tire Assem	bly 🔻	to + + + *	⊧ *% © ⊡	• 🕸 📦 🔯 🗔 🗘 🎻 🦫 🖽 • 🚳 • 🖗 •
) F	Runtime Inspector					🂐 assSortingPlant.prt 🗶
	P >> pcCvlinderHeadExtend					
	- Caxis			sjCylinderHead		
-	-f speed			-0.000000	mm/s	
	- Position			0.000000	mm	
7_	active			false 🛌		
>>	- Imit acceleration	11103-0010101000000000		true	and a construction of the second s	
				liue		
5	- 4 acceleration			-0.000000	mm/s ²	
í.	acceleration			-0.000000	mm/s ² mm/s ²	
	deceleration deceleration			-0.000000 0.000000 false	mm/s ² mm/s ²	R
	- 4 acceleration - 4 deceleration - 4 limit jerk - 4 jerk			-0.000000 0.000000 false 0.000000	mm/s ² mm/s ² mm/s ³	
				-0.000000 0.000000 false 0.000000 false	mm/s ² mm/s ² mm/s ³	
				-0.000000 0.000000 false 0.000000 false	mm/s ² mm/s ³	
	- ← acceleration - ← deceleration - ← limit jerk - ← jerk - ← overload + ← force - ← pcCylinderHeadRetract			-0.000000 0.000000 false 0.000000 false	mm/s ² mm/s ²	
				-0.000000 0.000000 false sjCylinderHead	mm/s ² mm/s ²	
				-0.000000 0.000000 false 0.000000 false sjCylinderHead -0.000000	mm/s ² mm/s ² 1 mm/s	
				0.000000 0.000000 false 0.000000 false sjCylinderHead -0.000000 0.000000	mm/s ² mm/s ² 1 mm/s mm	
				1000 -0.000000 0.000000 false 5jCylinderHead -0.000000 0.000000 true	mm/s ² mm/s ² mm/s ³ mm/s mm	
				1000 -0.000000 0.000000 false 0.000000 false sjCylinderHead. -0.000000 0.000000 true true	mm/s ² mm/s ² 1 mm/s mm	

Figura 41: Simulación de los reguladores de posición del expulsor: retracción activa

De este modo se puede controlar el expulsor. Más adelante, en el <u>Capítulo 7.9</u>, asignaremos una señal de sensor a los finales de carrera de la unidad de expulsión. Detenga la simulación

y guarde el proyecto haciendo clic en el botón Guardar

7.7 Definición de superficies de transporte para las cintas transportadoras

Aunque en la fase provisional actual todos los sólidos ya están posicionados en el espacio y son capaces de interaccionar entre sí, por ahora todavía no es posible ejecutar movimientos controlados, a excepción de los reguladores de posición del cabezal expulsor. En este capítulo agregaremos superficies de transporte a las dos cintas transportadoras a fin de poder conducir las piezas a lo largo del proceso de clasificación. Para ello haremos lo siguiente:

Creación de una superficie de transporte para ConveyorShort:

→ Desde la barra de menús "Mechanical (Mecánica)" o por medio de la búsqueda de comandos, active el comando "Transport Surface (Superficie de transporte)". En la primera opción deben seleccionarse las superficies de transporte de un sólido. Para ello, utilice la superficie plana de la cinta transportadora conveyorShort, como se muestra en la Figura 42, paso 2.

NX 🖬 🤊 • 🤉 🖗 🖻 🔂 💋 •	🤣 📅 Switch Window 🌅 Window 🗝 🗟	NX 12 - Mechatronics Concept Designer 📃 🗖 🗙
File Home Modeling Assemblies C	urve Analysis View Render Tools	Application 3D connexion Find a Command 🔎 🗐 🐟 😮
Image: Systems Engineeri Image: Systems Engin	II Image: Spring Joint II Image: Spring Joint Image: Spring Joint Image	1 • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
■ Menu - Face - Entire Assem	bly ▼ 🛱 🌳 🐂 • 🎝 🐐 िक्त 🗔 ·	· ◎ ☆ / ↑ O / ◈ □ • □ • □ • □ • • • • • • • • • • • •
Physics Navigator	assSortingPlant.prt 🖸 🗙	
Name	• Transport Surface	UX C
S Basic Physics	Conveyor Face	<u>^</u> (2)
+ 🗹 🌀 rbContainer	Select Face (1)	
→ → ★ 😭 😚 rbConveyorLong	Select face (i)	
->> + V of thCulinderHead	Velocity And Position	
	Motion Tune	
P1= 🕂 🗹 🥳 rbWorkpieceCube	Straight	70
P2= + ₩ 🔂 🔂 rbWorkpieceCylinder	O Circle	
🔒 🗁 Joints and Constraints		
Fø − ₩ fjContainer	* Specify Vector	
FiConveyorLong	Velocity	
	Parallel 0 mm/s	• •
• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Perpendicular 0 mm/s	• •
- Details V		¥
Dependencies V	OK Apply	Cancel
Drag cursor to pan view		[m]

Figura 42: Creación de una superficie de transporte para la cinta transportadora conveyorShort: selección de la superficie de transporte

→ Posteriormente especificaremos el vector que indica el sentido de desplazamiento. En este modelo se trata del eje Y. Para ello seleccionaremos el botón "Specify Vector (Especificar vector)" en la opción "Velocity And Position (Velocidad y posición)" y, a continuación, haremos clic en el área de trabajo tridimensional en el vector "Y-axis (Eje Y)" que se visualiza (ver la Figura 43, paso 1). No modifique los valores predeterminados de velocidad y posición inicial. Introduzca el nombre "tsConveyorShort" y finalice la creación haciendo clic en el botón "OK". El prefijo "ts" es la abreviatura de la expresión inglesa "transport surface (superficie de transporte)".



Figura 43: Creación de una superficie de transporte para la cinta transportadora conveyorShort: Especificar el vector de desplazamiento

Creación de una superficie de transporte para ConveyorLong:

→ Para crear una superficie de transporte para ConveyorLong, siga el procedimiento ya descrito para ConveyorShort. En este caso, sin embargo, seleccione la superficie plana del sólido conveyorLong. → Inicie una simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". En la simulación no se aprecian cambios respecto a la simulación anterior descrita en el <u>Capítulo 7.6</u> (ver la Figura 44). La razón es que todavía no se controla la velocidad de las cintas transportadoras. Nos encargaremos de ello en el siguiente capítulo.



Figura 44: Simulación de las superficies de transporte en MCD

Detenga de nuevo la simulación y guarde el proyecto haciendo clic en el botón Guardar

7.8 Reguladores de velocidad para cintas transportadoras

Para poder controlar las cintas transportadoras, debemos recurrir a la propiedad dinámica "Regulador de velocidad". Con este fin crearemos dos reguladores de velocidad para cada cinta transportadora. Uno de los reguladores se encargará de desplazar la cinta transportadora a velocidad constante, mientras que el otro permitirá accionarla a velocidad variable. Para crear estas propiedades dinámicas, siga estas indicaciones:

Reguladores de velocidad para la cinta transportadora conveyorShort:

→ Empezaremos creando el regulador de velocidad que especifica una velocidad constante. Para ello, seleccione el comando "Speed Control (Regulador de velocidad)" en la barra de menús "Elect... (Elect...)" o por medio de la búsqueda de comandos (ver la Figura 45, paso 1). Se abrirá la ventana de comandos "Speed Control (Regulador de velocidad)". Como en el caso del regulador de posición del <u>Capítulo 7.6</u>, debe seleccionarse como objeto físico el elemento móvil del módulo al que se aplicará la velocidad. En este caso se tratará de la superficie de transporte "tsConveyorShort", que deberemos seleccionar como se indica en la Figura 45, paso 2. En Direction (Sentido), elija un sentido de desplazamiento "Parallel (Paralelo)" al vector de la superficie de transporte (ver la Figura 45, paso 3). En Constraints (Restricciones), introduzca una velocidad constante de 50 mm/s (ver la Figura 45, paso 4). Introduzca el nombre "scConveyorShortConstSpeed" (ver la Figura 45, paso 5) y finalice el proceso de creación haciendo clic en el botón "OK". El prefijo "sc" es la abreviatura de la expresión inglesa "speed control" (regulación de velocidad).



Figura 45: Creación de un regulador de velocidad para una cinta transportadora

→ A continuación, crearemos el segundo regulador de velocidad para ConveyorShort, que servirá para desplazar la cinta transportadora a velocidad variable. Para ello, siga el procedimiento ya descrito para la creación del primer regulador. En este caso, seleccione también la superficie de transporte "tsConveyorShort" con el sentido "Parallel (Paralelo)". Sin embargo, para evitar que la cinta se ponga en movimiento al activar el regulador, no asignaremos ninguna velocidad como restricción, es decir, ajustaremos el valor = 0 mm/s. Más adelante, el usuario podrá ajustar de manera variable la velocidad en el curso de las simulaciones. Introduciremos el nombre "scConveyorShortVarSpeed".

Reguladores de velocidad para la cinta transportadora conveyorLong:

- → Para crear los dos reguladores de velocidad de la cinta transportadora conveyorLong, seguiremos el procedimiento ya descrito para conveyorShort. Sin embargo, en este caso usaremos como objeto físico la superficie de transporte "tsConveyorLong".
- → Con esto quedan definidos todos los reguladores de velocidad de las cintas transportadoras. Simule el resultado. Pero antes debemos agregar a la vigilancia en tiempo de ejecución los reguladores de velocidad que hemos creado en este capítulo. Para ello, siga el procedimiento descrito en el <u>Capítulo 4.3</u>, "Sección: Agregar y controlar una propiedad en la simulación". Antes de iniciar la simulación, realice los siguientes cambios en la ficha Runtime Inspector (Vigilancia en tiempo de ejecución) de la barra de recursos (que se muestra parcialmente en la <u>Figura 46</u>):
 - En scConveyorShortConstSpeed, ajuste la señal active (activa) al valor "false (falso)"
 - En scConveyorShortVarSpeed, ajuste la señal active (activa) al valor "false (falso)" y una velocidad de 5 mm/s.
 - En scConveyorLongConstSpeed, ajuste la señal active (activa) al valor "false (falso)"
 - En scConveyorLongVarSpeed, ajuste la señal active (activa) al valor "false (falso)" y una velocidad de 10 mm/s.



Figura 46: Preparar una simulación de los reguladores de velocidad por medio de la vigilancia en tiempo de ejecución

sce-150-005-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-dynamic-model-mcd-hs-darmstadt-0120-es.docx

- → Inicie la simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". Como puede ver en el modelo, todavía no se mueve ninguna cinta transportadora.
- → Ajuste la señal active (activa) del regulador "scConveyorShortConstSpeed" al valor "true (verdadero)". Tras ello, la cinta debería moverse a una velocidad de 50 mm/s. Para comprobarlo, consulte el valor del campo "position (posición)".
- → Ahora, ajuste la señal active (activa) del regulador "scConveyorShortConstSpeed" al valor "false (falso)". A pesar de ello, la cinta seguirá moviéndose a la velocidad constante de 50 mm/s. La razón es que la especificación de velocidad no se anula al retirar la señal activa.
- → Especifique para la señal active (activa) del regulador "scConveyorShortVarSpeed" el valor "true (verdadero)". Ahora la cinta se desplazará a una velocidad de 5 mm/s, como le ha indicado al sistema. Puede comprobarlo en el campo "position (posición)", que aparece resaltado en la Figura 47, paso 1.
- → Compruebe el mismo comportamiento con los reguladores de velocidad de la cinta transportadora "conveyorLong". En principio, el resultado debe ser el mismo. Preste atención también a los cambios de posición que se muestran a modo de ejemplo en la Figura 47, paso 2.



Figura 47: Simulación de los reguladores de velocidad en MCD

Con esto hemos comprobado la funcionalidad básica de los reguladores de velocidad.

Detenga la simulación y guarde todo el proyecto haciendo clic en el botón Guardar

7.9 Sensores de colisión para las barreras fotoeléctricas y fines de carrera

En la fase provisional actual del modelo dinámico ya es posible transportar las dos piezas en las cintas transportadoras y accionar el expulsor. Sin embargo, todavía no es posible distinguir las diferentes piezas entre sí a fin de clasificarlas debidamente. Además, todavía no se puede especificar la posición del expulsor en dirección hacia fuera. Para estas tareas es necesario definir como sensores de colisión las barreras fotoeléctricas a lo largo de las cintas transportadoras y los fines de carrera en el expulsor. Con estos sensores se puede detectar a partir de qué momento se produce una colisión con otro sólido de colisión. Para crear los sensores de colisión, utilice el siguiente procedimiento:

→ Para crear los diferentes sensores de colisión, deberá tener la posibilidad de recurrir a distintos componentes del módulo. Para ello, abra la ficha "Assembly Navigator (Navegador de módulos)" de la barra de recursos (ver la Figura 48, paso 1). Seleccione sucesivamente los componentes comprimidos "lightRay x4" y "limitSwitchSensor x2" y haga clic con el botón derecho en ellos (ver la Figura 48, paso 2). En el menú contextual, active el comando "Unpack (Descomprimir)" (ver la Figura 48, paso 3). De este modo podrá acceder directamente a los distintos componentes.



Figura 48: Descomprimir modelos del mismo tipo en el módulo

NOTA

Antes de ejecutar los pasos siguientes, se recomienda seleccionar individualmente los modelos "lightRay" y "limitSwitchSensor" desde el Assembly Navigator (Navegador de módulos) y prestar atención a las posiciones de los distintos sólidos en el módulo. → Para ello, busque el comando "Collision Sensor (Sensor de colisión)" en la barra de menús "Elect... (Elect...)" o por medio de la búsqueda de comandos (ver la Figura 49, paso 1). Al hacer clic en el icono correspondiente, se abrirá la ventana de comandos "Collision Sensor (Sensor de colisión)". Abra el submenú "Collision Sensor Object (Objeto de sensor de colisión)" y haga clic en el botón "Select Object (Seleccionar objeto)" (ver la Figura 49, paso 2). En el Assembly Navigator (Navegador de módulos), seleccione la barrera fotoeléctrica situada el final de la primera cinta transportadora "conveyorShort" (ver la Figura 49, paso 3). En el submenú "Shape (Forma)", especifique la forma de colisión "Line (Línea)".



Figura 49: Creación del sensor de colisión para el recuento de todas las piezas: selección del objeto de colisión y la forma de colisión

→ No modifique el valor "0" en la categoría (ver la Figura 50, paso 1). Desactive la opción "Highlight on Collision (Resaltar en caso de colisión)" (ver la Figura 50, paso 2). Para acabar, introduzca el nombre "csLightSensorWorkpiece" (ver la Figura 50, paso 3) y confirme los ajustes haciendo clic en el botón "OK" (ver la Figura 50, paso 4). El prefijo "cs" es la abreviatura de la expresión inglesa "collision sensor (sensor de colisión)".

NX 🖬 🤊 · 🤊 🖗 🗄 🗄 🖕 ·	nter 🖉 Switch Window 📘 Window 🕶 🖘	NX 12 - Mechatronics Concept Designer	_ 🗆 ×
File Home Modeling Assemblies	Curve Analysis View Render Tools	Application 3Dconnexion Find a Command Ø	■
Requirement Sketch Stop	Image: Spring log Image: Spring log Image: Spring log	Add Elect	
Menu ▼ No Selection Filter ▼ Entire Asser	nbly 🔻 😫 🐂 🕂 🕆 🐐 🏠 🛄 •	🚳 📦 🛛 🗔 O 🅜 🧓 🖽 • 💩 • 📦	• 10 • •
Assembly Navigator	🦉 assSortingPlant.prt 🗗 🗶		
Descriptive Part Name 🔺	Collision Sensor	υx	
See workpieceCube ∧	Collision Sensor Object	V	
WorkpieceCylinder	Shape	V	
Q ⊂ylinderLiner	Category		Z
CylinderHead			1
C lightRay	Category	2	
Ightay	Highlight on Collision		/
P2= IightRay			
🚱 🔤 😭 lightRay	Highlight on Collision		
Fø [j] lightSensor x 4	Name		A CONTRACTOR
- 🗹 🍞 lightSensor_mirror x 4	crl ightSencortWorkpiece		
□ IimitSwitchSensor	Calgitacisotronpicce		
ImitSwitchSensor	OK Apply Can	cel	
A Preview V			
Dependencies V	* (4)		
Select object for proximity sensor			[I]

Figura 50: Creación del sensor de colisión para el recuento de todas las piezas: definir otros ajustes y el nombre

- → Con este hemos creado el primer sensor de colisión (resaltado en la Figura 51, paso 1). Para definir los restantes sensores de colisión, haga lo siguiente:
 - La barrera fotoeléctrica inferior situada en el centro de la cinta transportadora trasera "conveyorLong" (ver la Figura 51, paso 2) debe configurarse como sensor de colisión con el nombre "csLightSensorCylinder", y servirá para detectar piezas cilíndricas.
 - La barrera fotoeléctrica superior situada en el centro de la cinta transportadora trasera "conveyorLong" (ver la Figura 51, paso 3) se utilizará con el nombre "csLightSensorCylinderTop", y servirá para distinguir de manera inequívoca las piezas cilíndricas de las rectangulares. Esto es posible gracias a la diferencia de altura entre las piezas cilíndricas y las rectangulares, debido a la cual las piezas cilíndricas, más pequeñas, solo interrumpen la barrera fotoeléctrica inferior, mientras que las piezas rectangulares, más grandes, interrumpen ambas barreras.
 - Con la barrera fotoeléctrica situada al final de la cinta transportadora larga "conveyorLong" (ver la Figura 51, paso 4) se cuentan las piezas que permanecen en la cinta transportadora. Si la clasificación ha sido correcta, serán únicamente piezas rectangulares. El sensor de colisión asignado debe tener el nombre "csLightSensorCube".
 - El sensor de fin de carrera situado al final del expulsor (ver la Figura 51, paso 5) detectará si el expulsor todavía no se ha extraído del todo. En ese caso, seleccione el sensor de fin de carrera situado al final del expulsor en el Assembly Navigator (Navegador de módulos) como objeto de sensor de colisión. Asigne al sensor de colisión el nombre "csLimitSwitchCylinderNotExtended".
 - El sensor de fin de carrera situado al principio del expulsor (ver la Figura 51, paso 6) señaliza que el expulsor se ha retraído del todo. Asigne a este sensor de colisión el nombre "csLimitSwitchCylinderRetracted".

Para ello, siga el procedimiento ya descrito para la creación del primer sensor de colisión. La única diferencia son los nuevos nombres y la selección de los componentes relevantes como objetos de sensor de colisión. Se recomienda ocultar el expulsor (cylinderHead y cylinderLiner) para distinguir mejor los dos fines de carrera. Para ello, siga las indicaciones del Capítulo 7.4.1, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos".



Figura 51: Sinopsis de todos los sensores de colisión de la planta de clasificación

→ Inicie de nuevo una simulación. Antes de ello, no olvide hacer visibles de nuevo todos los componentes del módulo. Si faltan componentes del módulo, actívelos de nuevo del modo descrito en el <u>Capítulo 7.4.1</u>, "Sección: Ocultar y mostrar componentes y módulos". De acuerdo con las instrucciones del <u>Capítulo 4.3</u>, "Sección: Agregar y controlar una propiedad en la simulación", agregue todos los sensores de colisión a la vigilancia en tiempo de ejecución. Ahora, para controlar las cintas transportadoras, agregue también los reguladores de velocidad "scConveyorShortConstSpeed", "scConveyorShortVarSpeed", "scConveyorLongConstSpeed" y "scConveyorLong VarSpeed". Para probar los fines de carrera, cargue igualmente los dos reguladores de posición "pcCylinderHeadExtend" y "pcCylinderHeadRetract" en la vigilancia en tiempo de ejecución.

→ Inicie la simulación del modo descrito en el <u>Capítulo 7.1</u>, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD". En primer lugar, pruebe solo el comportamiento de las barreras fotoeléctricas de la planta de clasificación. Para ello, en la vigilancia en tiempo de ejecución, ajuste la señal active (activa) de los reguladores de velocidad "scConveyorShort ConstSpeed" y "scConveyorLongConstSpeed" a "true (verdadero)", y la señal active (activa) de los otros dos reguladores de velocidad a "false (falso)". En la simulación se aprecia el desplazamiento de las dos piezas. Cuando las piezas atraviesan los sensores de colisión de las barreras fotoeléctricas (comparar las Figura 51, pasos 1 – 4), los campos "triggered (disparado)" del sensor correspondiente se ajustan a "true (verdadero)"; de lo contrario, se mantienen en "false (falso)". Esto es lo que se aprecia, por ejemplo, en el caso de la primera barrera fotoeléctrica "csLightSensorWorkpiece" en la Figura 52, paso 1.



Figura 52: Comportamiento de los sensores de colisión de las barreras fotoeléctricas durante la simulación

→ En la segunda parte de la simulación, prestaremos atención solo a los sensores de colisión de los fines de carrera y los reguladores de posición del expulsor. Al iniciar la simulación, el expulsor permanece retraído y los dos fines de carrera muestran el valor "true (verdadero)". A continuación, en la vigilancia en tiempo de ejecución, ajuste el valor "false (falso)" para la señal active (activa) de "pcCylinderHeadRetract", y deje el valor "true (verdadero)" en la señal active (activa) para el regulador de posición "pcCylinderHeadExtend". Ahora el expulsor se extraerá. Durante la extracción, "csLimitSwitchCylinderRetracted" se ajusta a "false (falso)" y "csLimitSwitchCylinderNotExtended" se mantiene en "true (verdadero)" (ver la Figura 53, paso 1). Finalmente, cuando el cabezal expulsor quede totalmente extraído, el sensor de colisión "csLimitSwitchCylinderNotExtended" se ajustará también a "false (falso)".



Figura 53: Comportamiento de los sensores de colisión de los fines de carrera durante la simulación

Podemos concluir que los sensores de colisión responden adecuadamente. Detenga la simulación y guarde todo el proyecto haciendo clic en el botón "Guardar"

7.10 Fuentes de objeto para las piezas

Una vez que el transporte de las dos piezas por las cintas transportadoras y su detección por los sensores de colisión ya funcionan, vamos a generar piezas distintas a intervalos regulares. Con este fin utilizaremos la propiedad dinámica "Object Source (Fuente de objetos)", con la cual se genera un sólido rígido como nueva instancia en la simulación al producirse un evento o al transcurrir un tiempo determinado. Para ello deben realizarse las siguientes acciones:

→ Pase al comando "Object Source (Fuente de objetos)" desde la barra de menús "Mechanical (Mecánica)" o por medio de la búsqueda de comandos y haga clic en él (ver la Figura 54, paso 1). Con ello se abrirá la ventana de comandos correspondiente. En el submenú "Object to Copy (Objeto para copiar)", seleccione el botón "Select Object (Seleccionar objeto)" (ver la Figura 54, paso 2). En el Physics Navigator (Navegador físico) de la barra de recursos, seleccione como objeto el sólido rígido "rbWorkpieceCube" para que la fuente de objetos genere piezas rectangulares (ver la Figura 54, paso 3). En la opción "Copy Event (Copiar evento)", introduzca el disparador "Time Based (Basado en tiempo)" para que la pieza se genere a intervalos de tiempo periódicos. Ajuste un Time Interval (Intervalo de tiempo) de 10 s y un Start Offset (Offset de inicio) de 0 s (ver la Figura 54, paso 5) y confirme los ajustes haciendo clic en el botón "OK" (ver la Figura 54, paso 6). El prefijo "os" es la abreviatura de la expresión inglesa "object source (fuente de objetos)".



Figura 54: Creación de una fuente de objetos para una pieza

NOTA

El contaje del tiempo para la fuente de objetos se realiza internamente en MCD. Por lo tanto, no es posible reiniciar directamente el contador desde fuera durante una simulación (por ejemplo, por medio de PLCSim Advanced). Sin embargo, es posible inhibir desde fuera la generación de nuevas piezas por medio de la señal "active (activa)", una posibilidad que ya usamos en los módulos 1 - 3 de esta serie de talleres.

- → Para acabar, agregue al proyecto la fuente de objetos correspondiente a la pieza cilíndrica. Para ello puede seguir el procedimiento ya descrito para la primera fuente de objetos. Sin embargo, en este caso debe seleccionarse el sólido rígido "rbWorkpieceCylinder" como objeto para copiar y ajustarse un Start Offset (Offset de inicio) de 5 s. De este modo, la primera pieza cilíndrica no se creará hasta 5 s después del inicio de la simulación. Las siguientes piezas cilíndricas se irán generando cada 10 s.
- → Compruebe el comportamiento por medio de una simulación. Sin embargo, antes debemos agregar los reguladores de velocidad de las cintas transportadoras a la vigilancia en tiempo de ejecución y asegurarnos de que solo estén activos los reguladores "scConveyor ShortConstSpeed" y "scConveyorLongConstSpeed". Aparte de esto, tras agregar las dos fuentes de objetos, comprobaremos, a través de la vigilancia en tiempo de ejecución, que las dos fuentes estén activas. Para ello, siga el procedimiento descrito en el Capítulo 4.3, "Sección: Agregar y controlar una propiedad en la simulación". Al iniciar la simulación del modo descrito en el Capítulo 7.1, "Sección: Iniciar y detener una simulación en MCD", podrá ver cómo se van agregando a la simulación nuevas piezas con una cadencia de 5 s (ver la Figura 55).



Figura 55: Simulación de las fuentes de objetos en MCD

Detenga la simulación y guarde el proyecto entero haciendo clic en el botón "Guardar" 🛄

Para eliminar objetos de una simulación, pueden definirse sensores de colisión como destino de objeto, del modo descrito en el <u>Capítulo 4.2.1</u>. Esta función no se describe en la presente serie de talleres.
De este modo, hemos convertido un modelo 3D estático en un modelo 3D dinámico funcional, dotado de una serie de propiedades dinámicas. Para controlar estas propiedades externamente, debe establecerse una conexión entre el programa de PLC y el gemelo digital, con lo que finaliza la puesta en marcha virtual. El procedimiento necesario para ello se describe en el módulo 6 de esta serie de talleres.

8 Lista de comprobación: instrucciones paso a paso

La siguiente lista de comprobación permite que los propios aprendices/estudiantes verifiquen si se han ejecutado cuidadosamente todos los pasos del ejercicio para finalizar el módulo correctamente por su cuenta.

N.º	Descripción	Comprobado
1	Se ha abierto correctamente en MCD el módulo "assSortingPlant" con todo el modelo 3D estático.	
2	Se han creado todos los sólidos rígidos de la planta de clasificación y se ha comprobado su comportamiento por medio de una simulación.	
3	Se han definido correctamente las uniones fijas de los componentes individuales y se han probado en la simulación.	
4	Los sólidos de colisión necesarios se han asignado correctamente a los sólidos rígidos y se ha comprobado su comportamiento en la simulación.	
5	Se ha definido correctamente una unión deslizante para el expulsor, y se ha probado en la simulación.	
6	Se han asignado a la unión deslizante los reguladores de posición necesarios y se ha comprobado su funcionamiento en la simulación.	
7	Se han definido y simulado correctamente superficies de transporte para las cintas transportadoras en la planta de clasificación.	
8	Se han creado correctamente los reguladores de velocidad para las superficies de transporte y se han probado en la simulación.	
9	Se han implementado los sensores de colisión para las barreras fotoeléctricas y para los fines de carrera del expulsor y se ha probado su funcionamiento en una simulación con buen resultado.	
10	Se han definido correctamente fuentes de objetos para las piezas y se han comprobado en una simulación.	

Tabla 1: Lista de comprobación de "Creación de un modelo 3D dinámico con ayuda del sistema CAE Mechatronics Concept Designer"

sce-150-005-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-dynamic-model-mcd-hs-darmstadt-0120-es.docx

9 Información adicional

Como orientación para familiarizarse con el contenido o profundizar en él, dispone de información adicional como, p. ej., Getting Started (primeros pasos), vídeos, tutoriales, aplicaciones, manuales, guías de programación y versiones de prueba del software y el firmware, todo en el siguiente enlace:

Vista previa "Información adicional" (en preparación)

De entrada, algunos enlaces interesantes:

- [1] <u>support.industry.siemens.com/cs/document/90885040/programming-guideline-for-s7-1200-s7-1500?dti=0&lc=en-US</u>
- [2] support.industry.siemens.com/cs/document/109756737/guide-to-standardization?dti=0&lc=en-US
- [3] omg.org/spec/UML/2.5.1/PDF
- [4] geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-activity-diagrams/
- [5] geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-state-diagrams/

Más información

Siemens Automation Cooperates with Education siemens.com/sce

Documentación didáctica / para cursos de formación de SCE siemens.com/sce/documents

Paquetes para instructores de SCE siemens.com/sce/tp

Personas de contacto de SCE siemens.com/sce/contact

Digital Enterprise siemens.com/digital-enterprise

Totally Integrated Automation (TIA) siemens.com/tia

TIA Portal siemens.com/tia-portal

TIA Selection Tool siemens.com/tia/tia-selection-tool

Controladores SIMATIC siemens.com/controller

Documentación técnica de SIMATIC siemens.com/simatic-docu

Industry Online Support support.industry.siemens.com

Catálogo de productos y sistema de pedidos online Industry Mall **mall.industry.siemens.com**

Siemens Digital Industries, FA Postfach 4848 90026 Nürnberg Alemania

Sujeto a cambios sin previo aviso; no nos responsabilizamos de posibles errores. \circledcirc Siemens 2020

siemens.com/sce