

Desarrollo de un modelo de simulación 1D para gemelos digitales de un sistema mecatrónico mediante el uso de la herramienta Simcenter Amesim

Autor: Marcos Tresguerres Menéndez
Fecha: 9/7/25



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

SIEMENS

Índice

- 1. Introducción**
- 2. Objetivos**
- 3. Desarrollo**
- 4. Problemas y soluciones**
- 5. Calibración**
- 6. Conclusiones**
- 7. Líneas de trabajo futuras**

INTRODUCCIÓN

SIEMENS

OBJETIVOS

SIEMENS

DESARROLLO

SIEMENS

PROBLEMAS Y SOLUCIONES

SIEMENS

CALIBRACIÓN

SIEMENS

CONCLUSIONES

SIEMENS

LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

SIEMENS



INTRODUCCIÓN

SIEMENS

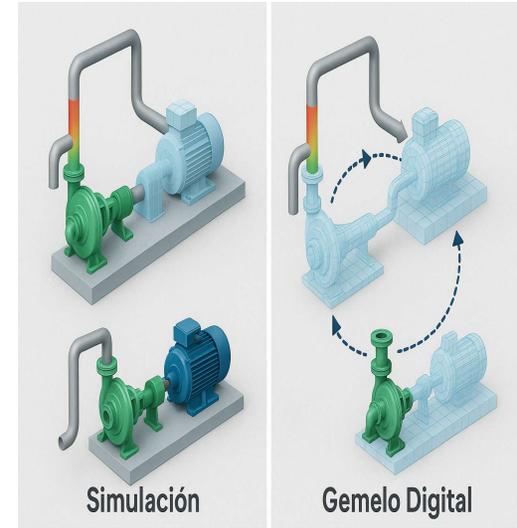
INTRODUCCIÓN - Definiciones



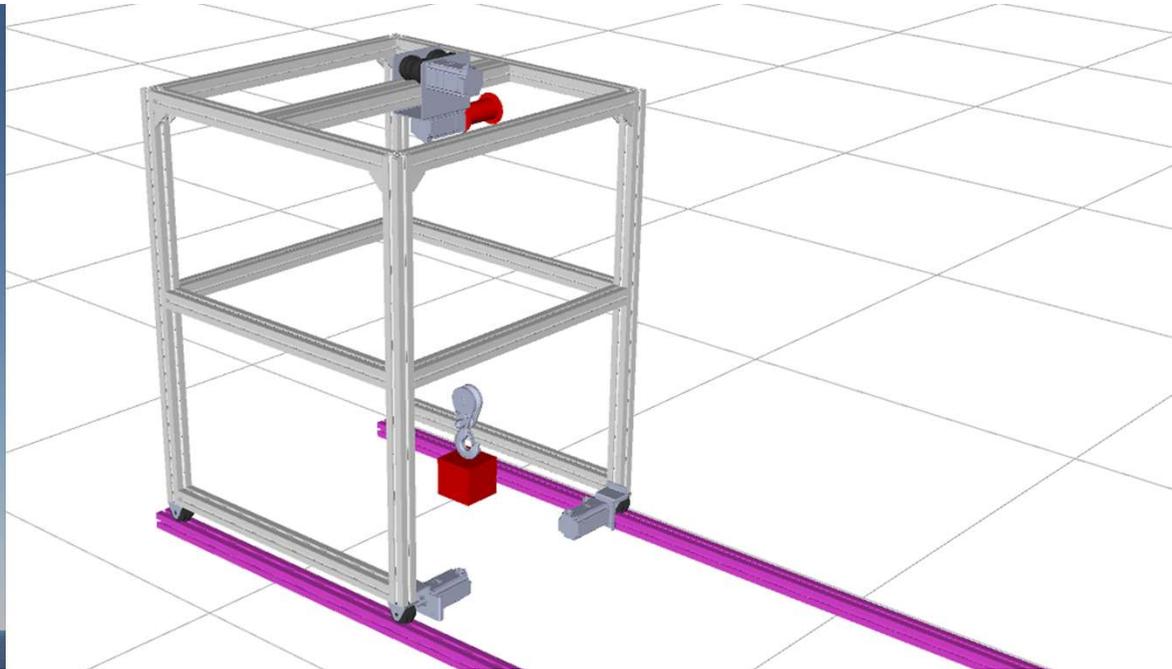
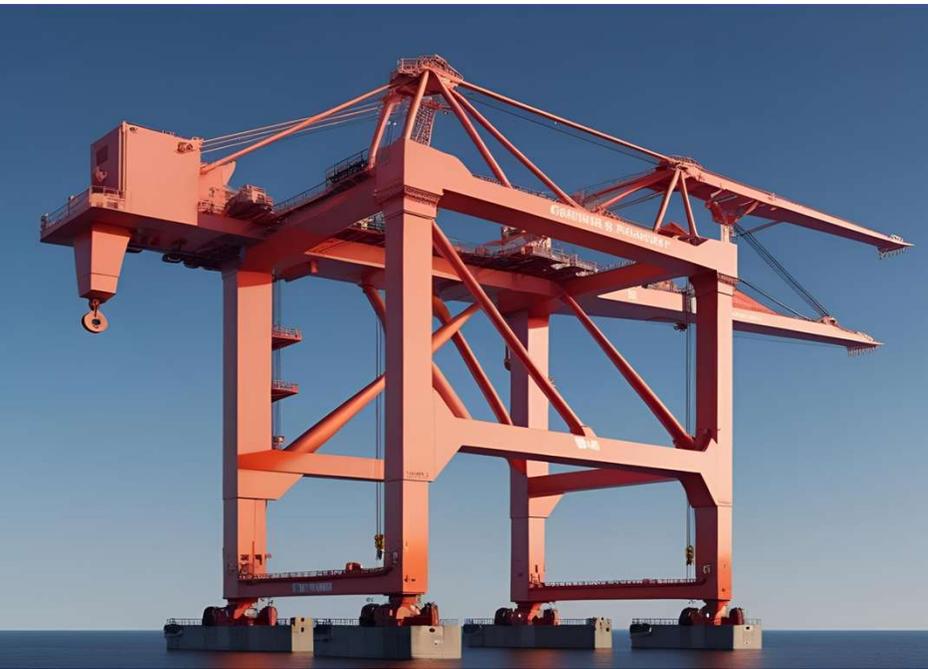
Industria 4.0 y simulación



Gemelo digital



Diferencias entre gemelo digital y simulación



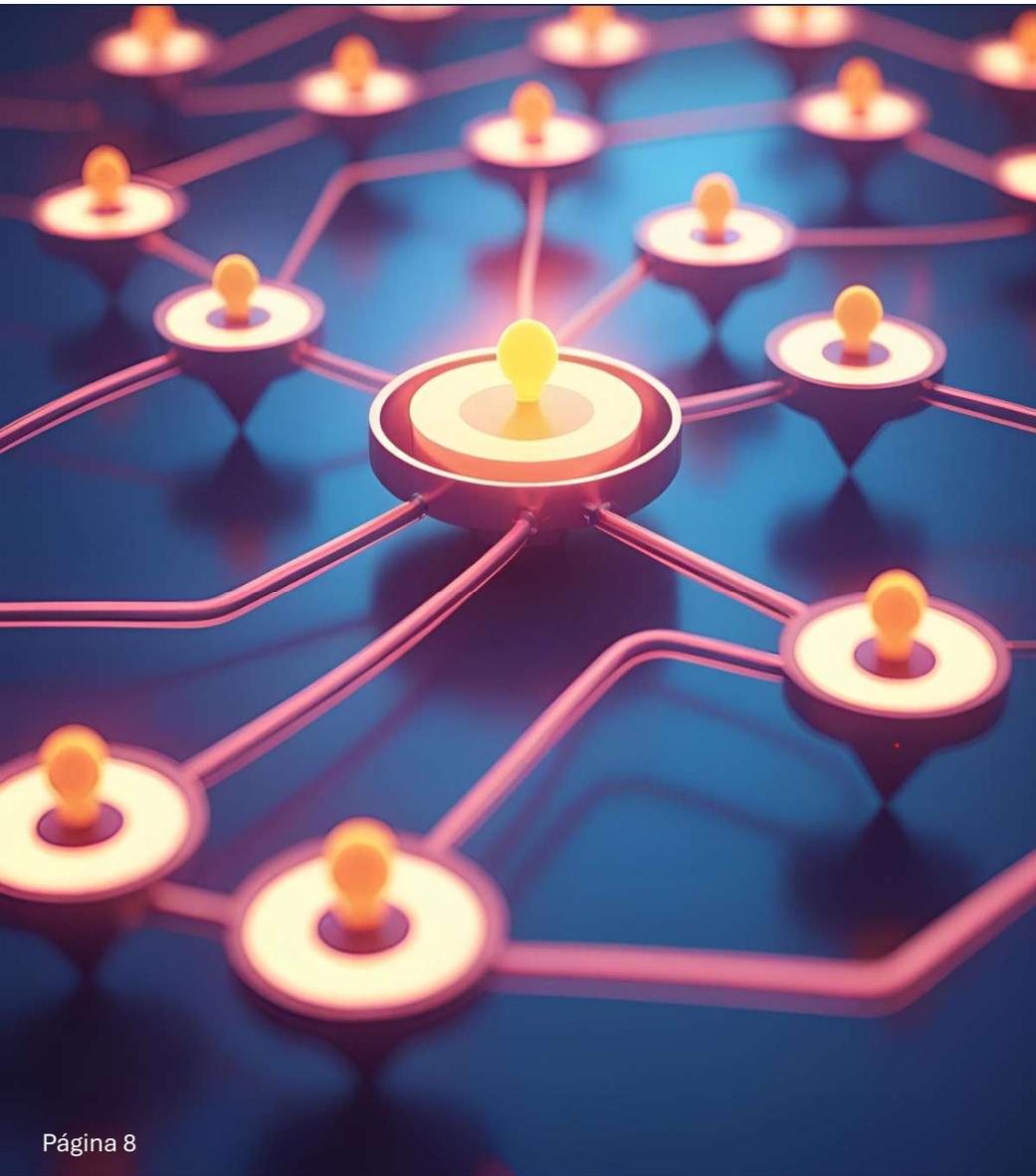
INTRODUCCIÓN – Sistema modelado

- El sistema objeto de estudio es un prototipo funcional de tamaño reducido fabricado por Inproafe
- Para el desarrollo del trabajo se empleo Simcenter Amesim



OBJETIVOS

SIEMENS



OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un modelo de simulación 1D de un sistema mecatrónico

Objetivos específicos:

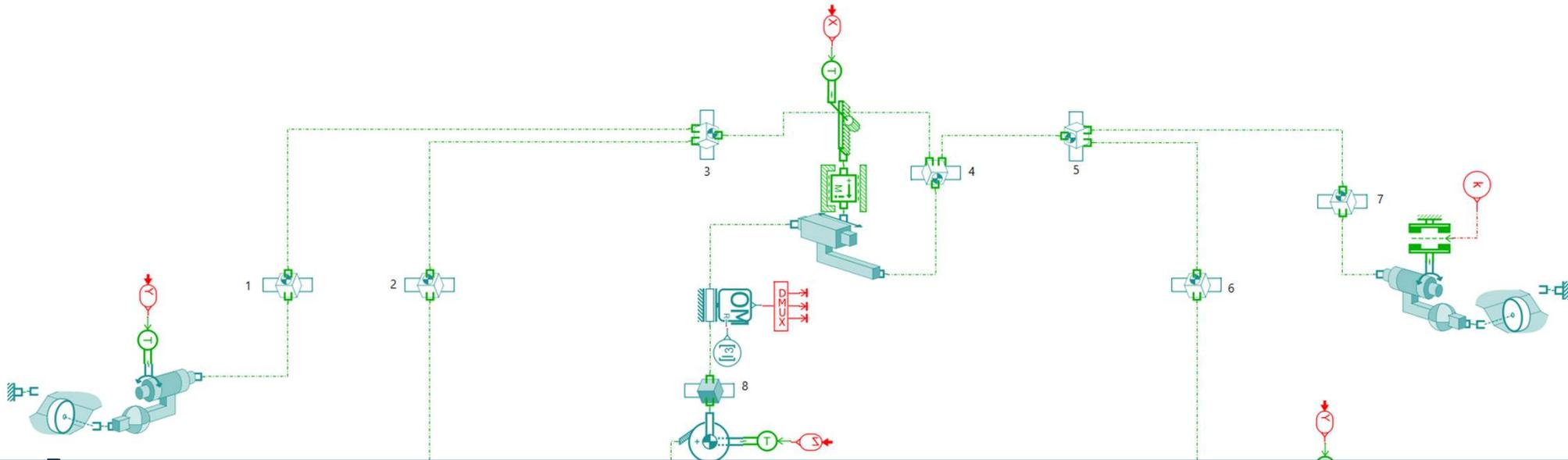


- ✓ Comprensión del sistema físico
- ✓ Familiarización con Simcenter Amesim
- ✓ Desarrollo del modelo de simulación
- ✓ Generación de un modelo de CAD del sistema representado
- ✓ El modelo debe poder calibrarse con datos reales
- ✓ Preparación del modelo para evolución a gemelo digital

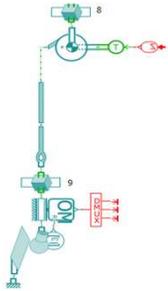


DESARROLLO

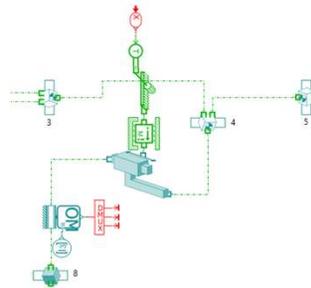
SIEMENS



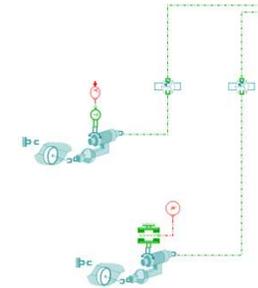
DESARROLLO-Partes del modelo



Tambor de cable

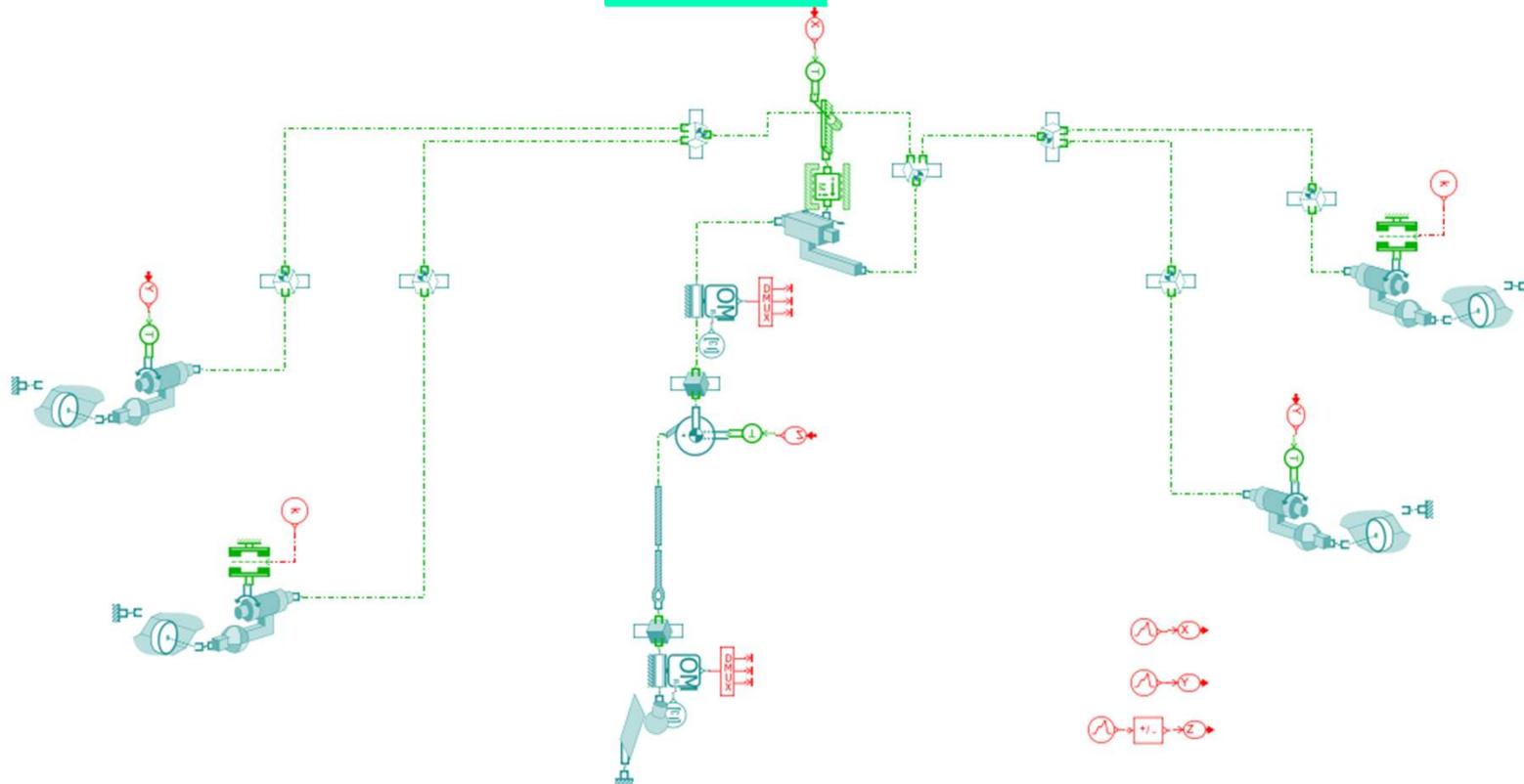


Carro

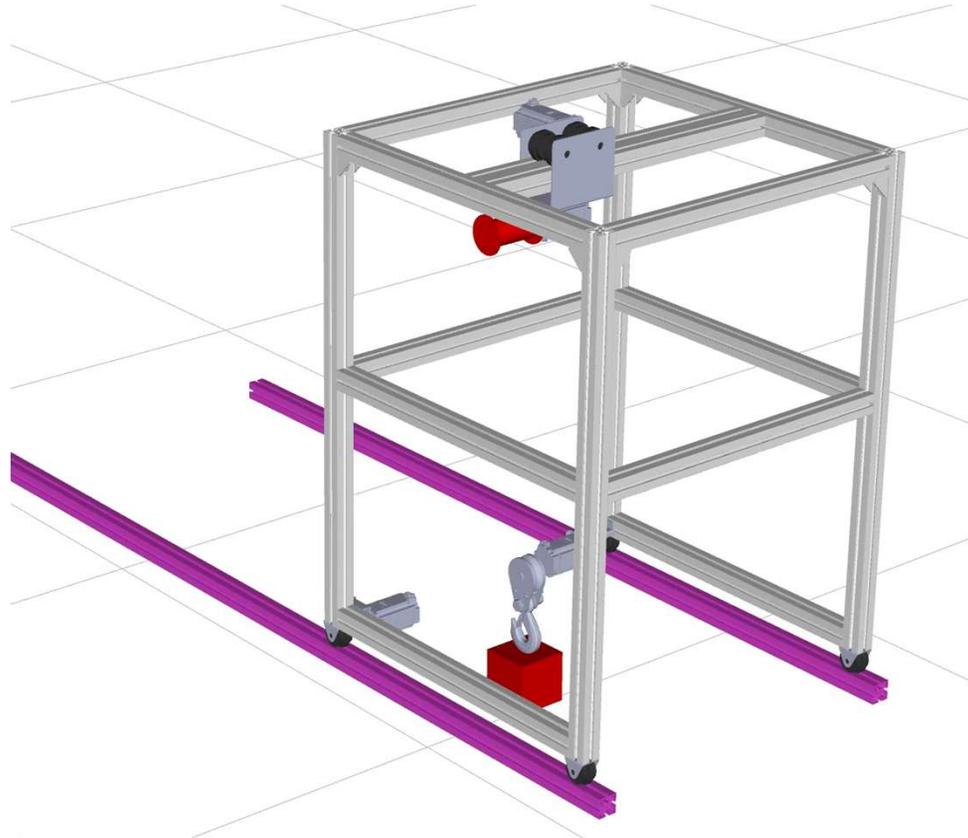


Estructura principal

Modelo final



Visualización con CAD 3D realista





PROBLEMAS Y SOLUCIONES

SIEMENS

PROBLEMAS

El modelo inicial empleaba librerías 1D y 2D incompatibles en simulación conjunta



SOLUCIONES

Reconstrucción de todo el sistema utilizando únicamente componentes de la librería 3D

Imposibilidad de realizar medidas experimentales con el prototipo de grúa



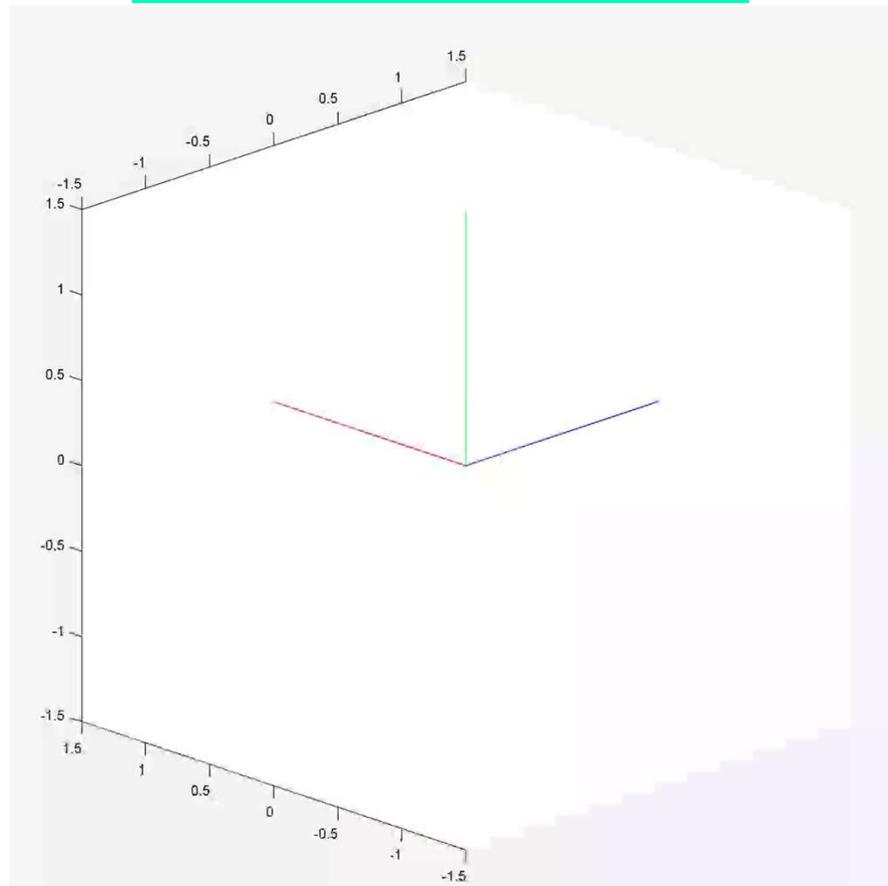
La calibración del sistema ha sido llevada a cabo contra otro modelo de software



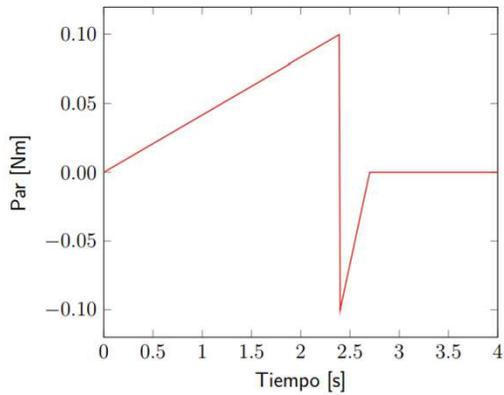
CALIBRACIÓN

SIEMENS

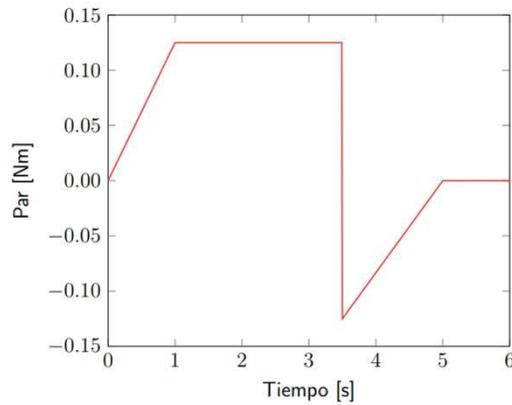
Visualización del modelo de MATLAB



MANIOBRAS DE CALIBRACIÓN



Gráfica de aplicación de par para el carro



Gráfica de aplicación de par para la estructura

Una vez definidas las maniobras, se definió un **protocolo de calibración**:

1. Verificación de parámetros físicos
2. Replicación exacta de la entrada de par
3. Ajuste de rozamiento y masa
4. Validación con distintos valores de par
5. Verificación con nuevas gráficas de entrada

CALIBRACIÓN- Ajuste de rozamiento y masas

Parámetros iniciales del modelo de Amesim

Parámetro	Valor	Unidades
Masa total	25	kg
Masa del carro	5	kg
Masa de la estructura	20	kg
Medidas de la base	0.75×0.75	cm
Diámetro de las ruedas	0.05	m
Coefficiente de fricción de Coulomb (dinámico) (Ruedas)	0.5	-
Velocidad umbral de adherencia (Ruedas)	0.001	m/s
Coefficiente de fricción de Coulomb (dinámico)(fricción)	0.1	-
Coefficiente de fricción viscosa (carro)	0.5	N · s/m
Fuerza de fricción estática (carro)	4.905	N
Fuerza de fricción de Coulomb (dinámico)(carro)	4.905	N
Desplazamiento umbral de adherencia (carro)	0.001	mm
Rozamiento viscoso equivalente durante la adherencia (carro)	0	N · s/m

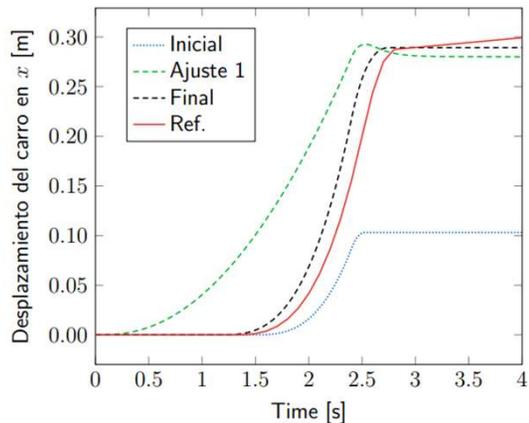
Error de la simulación

$$\varepsilon = x_{\text{ref}} - x_{\text{sim}}$$

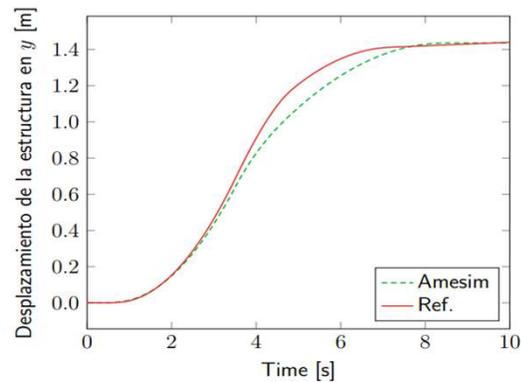
Error total

$$\varepsilon^* = \sqrt{\sum_{i=1}^5 \varepsilon_i^2}$$

Calibración- Resultados y verificación.



Resultados de calibración del carro para un par de 0,2Nm



Resultados de calibración de la estructura para un par de 0,1Nm

Parámetros ajustados del modelo de Amesim

Parámetro	Valor	Unidades
Masa total	24.9	kg
Masa del carro	4.9	kg
Masa de la estructura	20	kg
Medidas de la base	0.75×0.75	cm
Diámetro de las ruedas	0.05	m
Coefficiente de fricción de Coulomb (dinámico) (Ruedas)	0.5	-
Velocidad umbral de adherencia (Ruedas)	0.001	m/s
Coefficiente de fricción de Coulomb (dinámico)(fricción)	0.0183	-
Coefficiente de fricción viscosa (carro)	0.2	$N \cdot s/m$
Fuerza de fricción estática (carro)	3.84	N
Fuerza de fricción de Coulomb (dinámico)(carro)	3.84	N
Desplazamiento umbral de adherencia (carro)	0.001	mm
Rozamiento viscoso equivalente durante la adherencia (carro)	0	$N \cdot s/m$

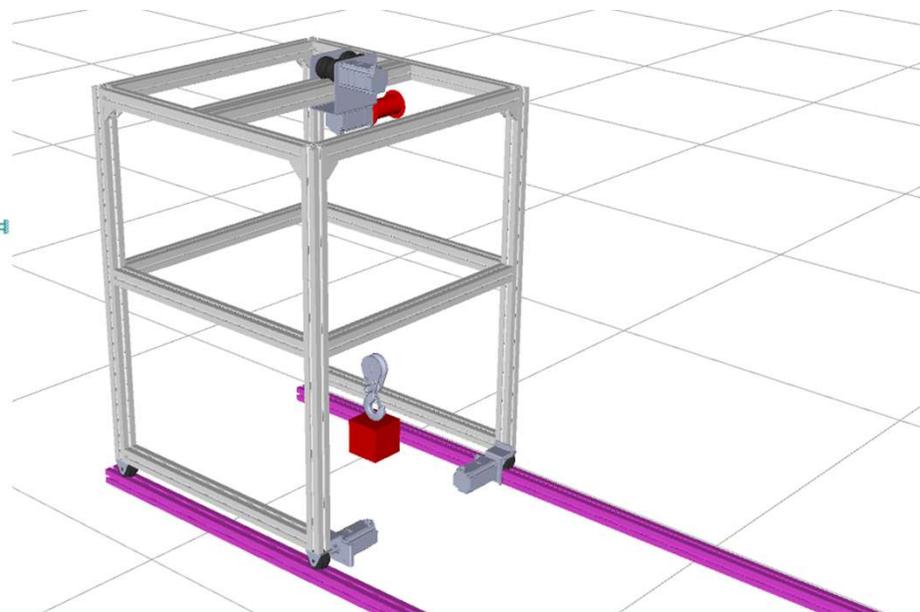
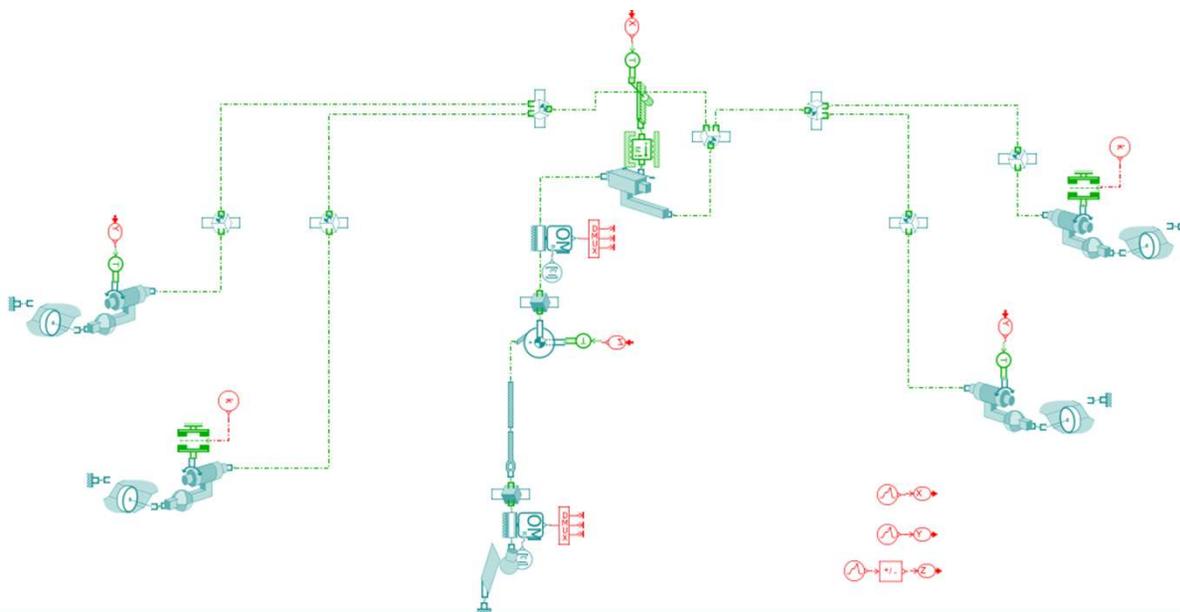
Errores obtenidos en la simulación del desplazamiento del carro

T_{max} (Nm)	Referencia x_{ref} (m)	Inicial x_{sim} (m)	Error inicial ε (m)	Final x_{sim} (m)	Error final ε (m)
0.3	1.2807	0.6691	0.6115	1.3300	-0.0493
0.25	0.6916	0.3194	0.3721	0.7078	-0.0161
0.2	0.2992	0.1030	0.1962	0.2892	0.0100
0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



CONCLUSIONES

SIEMENS



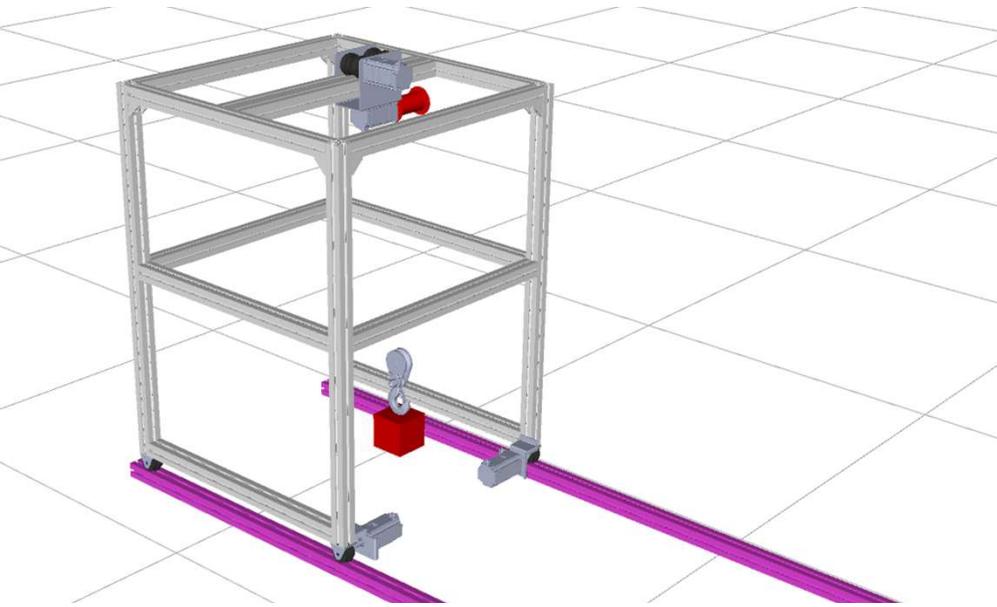
CONCLUSIONES

1. Se ha desarrollado un modelo en Amesim de una grúa portacontenedores a escala
2. El trabajo se centró en la modelización y calibración de sus subsistemas principales
3. Se utilizaron librerías 1D, 2D y 3D, explorando distintas estrategias de simulación
4. Se adaptó el modelo constantemente a cambios en el sistema real



LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

SIEMENS



Líneas de trabajo futuras

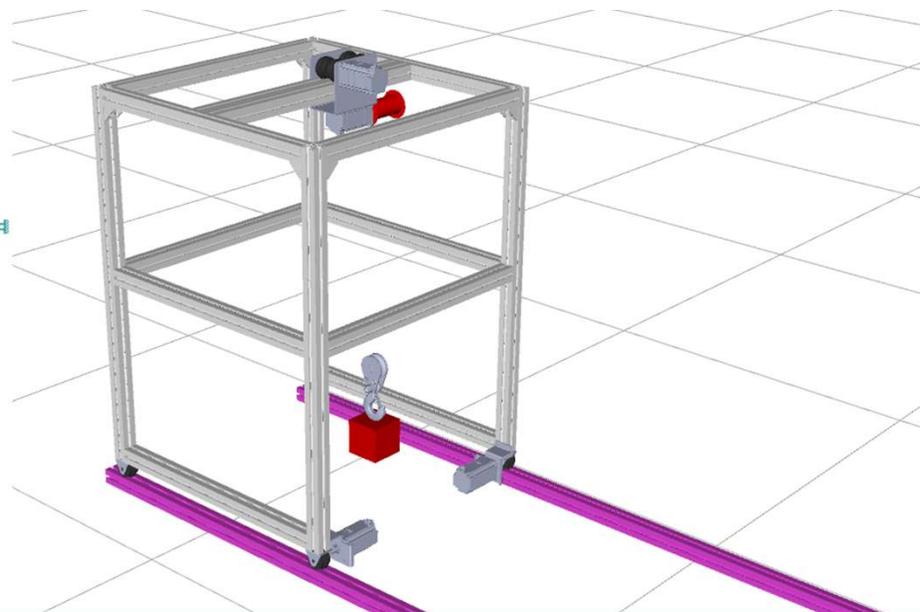
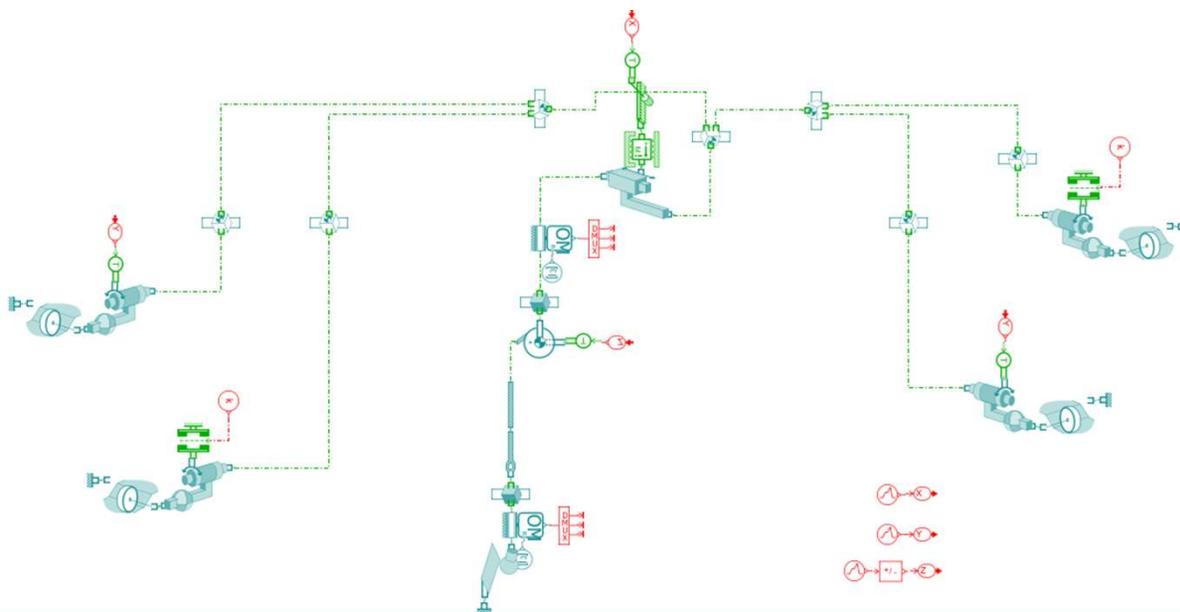
CAMBIOS EN EL PROTOTIPO

- Integración del armario de control en la estructura de la grúa
- Aumento de la altura de la estructura hasta 1.4 metros
- Modificación de la estructura del carro
- Cambio en el sistema de tracción de la estructura principal
- Modificación del sistema de tracción del carro
- Cambio en el modo de control de los motores



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

SIEMENS



Desarrollo de un modelo de simulación 1D para gemelos digitales de un sistema mecatrónico mediante el uso de la herramienta Simcenter Amesim

Autor: Marcos Tresguerres Menéndez
Fecha: 9/7/25



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



CESENA
Centro de excelencia del sector naval

SIEMENS