 **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**

**ESCOM**

Trabajo terminal

**“Sistema de interpretación e integración de modelos SysML a un flujo de trabajo MBSE”**

2019 – B029

Presentan

**Rosales Reyes, Raymundo**

**Zúñiga Díaz, Ángel Rodolfo**

Directores

Dr. Carlos Alberto Duchanoy Martínez

Dr. Miguel Santiago Suárez Castañon



Fecha de presentación

Índice

[Capítulo 1. Introducción 3](#_Toc34608882)

[1.1 Planteamiento del problema 4](#_Toc34608883)

[1.2 Justificación y propuesta de solución 5](#_Toc34608884)

[1.3 Objetivos 5](#_Toc34608885)

[1.4 Alcances y limitaciones 5](#_Toc34608886)

[Capítulo 2. Marco teórico Conceptual 5](#_Toc34608887)

[Capítulo 3. Estado del arte 6](#_Toc34608888)

[Capítulo 4. Trabajo terminal I 6](#_Toc34608889)

[Conclusiones 6](#_Toc34608890)

[Trabajo futuro 6](#_Toc34608891)

[Referencias 6](#_Toc34608892)

[Glosario 6](#_Toc34608893)

[Índice de ilustraciones 6](#_Toc34608894)

[Anexo A. Metodología 6](#_Toc34608895)

[Anexo B. Cronogramas 7](#_Toc34608896)

# Capítulo 1. Introducción

Con el paso del tiempo, el diseño de sistemas ha crecido en complejidad. Por esto, se ha convertido en una práctica interdisciplinaria, es decir, requiere la participación de personas de distintas áreas de conocimiento que puede que no tengan relación entre sí. Debido a que las metodologías tradicionales utilizadas en el proceso de ingeniería en sistemas están basadas fuertemente en la generación de documentación, este tipo de práctica tiene sus limitantes. El hecho de tener documentación bastante específica provoca que haya poca reutilización, además de que en un futuro puede ser difícil dar seguimiento a los documentos generados por cada una de las áreas cuando no se es experto.

Para resolver esta problemática, surgió una metodología conocida como Model-Based Systems Engineering. Su objetivo principal es centralizar los datos más significativos del sistema en una “fuente única” (modelo) que pueda ser compartida e interpretada por todos los involucrados.

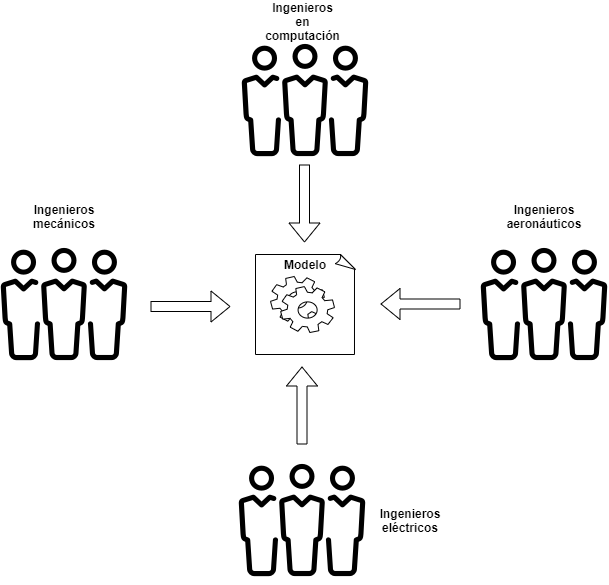


Figura 1 interacción entre distintas áreas de conocimiento.

El utilizar modelos como parte del proceso de diseño no es algo nuevo. En la ingeniería en sistemas tradicional también se utilizan, pero están limitados a un alcance y duración limitados. Requerimientos, hojas de cálculo, presentaciones en PowerPoint son considerados modelos.

La ingeniería en sistemas basada en modelos (MBSE) propone cambiar todo el diseño basado en documentación por esquemas gráficos realizados con lenguajes de modelado formales que puedan describir el sistema y herramientas de ingeniería estándar que permitan la integración del modelo con todas las disciplinas [1].

En este trabajo terminal se pretende crear una herramienta que pueda interpretar la información plasmada en estos esquemas gráficos utilizando el entorno Matlab para posteriormente integrarlo con una herramienta de diseño CAD, una herramienta de análisis y simulación CAE, y con ello mantener actualizado el flujo de trabajo respecto a cada cambio significativo que se realice en el modelo gráfico.

En este capítulo se explicará la problemática que dio origen a este trabajo, la justificación, objetivos, alcances y posibles limitantes que se puedan encontrar.

En el capítulo dos se desarrollará la teoría sobre la que se fundamenta nuestro trabajo, que hasta ahora se ha mencionado a grandes rasgos como lo es la ingeniería en sistemas basada en modelos, las herramientas de diseño CAD (Computer Aided Design), simulación CAE (Computer Aided Engineering) y los lenguajes de modelado tales como SysML y OPM.

En el siguiente capítulo se analizarán las propuestas actuales que han marcado el estado del arte en cuanto a herramientas que permitan la interpretación de modelados gráficos para posteriormente agregar los datos más importantes a un flujo de trabajo compuesto por herramientas CAD y CAE.

En el capítulo cuatro se presentará la propuesta con la que pretendemos abordar el problema y se presentaran los resultados obtenidos en el trabajo terminal 1.

Finalmente, se presentarán las conclusiones, objetivos y metas que se pretenden alcanzar en trabajo terminal 2.

## Planteamiento del problema

¿Qué está llevando a la industria a adoptar la ingeniería en sistemas basada en modelos? Los sistemas se vuelven más complejos y como consecuencia se consumen dos valiosos recursos que son tiempo y dinero.

Por un lado, mientras va madurando el sistema cada área específica tiene que generar la respectiva documentación textual y en caso de que se requiera una corrección, se tendría que aplicar en cascada todos los documentos relacionados. Como se puede intuir, esto puede consumir bastante tiempo que como consecuencia se puede restar en fases importantes como la de pruebas. Esto nos lleva a una de las problemáticas que enfrenta la industria que es la creación y pruebas físicas sobre prototipos en etapas prematuras del ciclo de vida [2].

Por esta razón, industrias como la automotriz, aérea, espacial y de manufactura han ido adoptando esta metodología, ya que, al mantener la administración del ciclo de vida centrada en un modelo principal que a su vez se encuentre integrado con herramientas que sean útiles para el diseño y pruebas, se logra optimizar la comunicación, se establecen estructuras escalables para la resolución de problemas, se administra el tamaño y complejidad de un proyecto a través de modelos visuales, se evaluan modificaciones multiples al sistema simultáneamente con el mínimo riesgo, se encuentran errores en etapas de desarrollo tempranas [3] y se optimizan los recursos anteriormente mencionados.

## 1.2 Justificación y propuesta de solución

## 1.3 Objetivos

**Objetivo General**

Desarrollar un sistema de interpretación e integración de modelos diseñados en SysML/OPM a un framework MBSE con el fin de mantener el flujo de trabajo actualizado en cada uno de los elementos que lo componen.

**Objetivos específicos**

* Realizar una investigación sobre la metodología Model Based System Engineering.
* Analizar e identificar la influencia de los elementos de SysML en cada etapa de la metodología MBSE.
* Integrar una herramienta de ingeniería asistida por computadora a una plataforma o framework para MBSE.
* Integrar una herramienta de diseño asistido por computadora a una plataforma o framework para MBSE.
* Integrar una herramienta de simulación a una plataforma o framework para MBSE.
* Desarrollar interprete del lenguaje SysML/OPM a una estructura legible por el framework.
* Integrar el intérprete de tal forma que las modificaciones realizadas en el lenguaje SysML/OPM se vean reflejadas en la plataforma MBSE.
* Elaborar un caso de estudio para probar la funcionalidad de cada módulo, así como la del sistema completo.

## 1.4 Alcances y limitaciones

# Capítulo 2. Marco teórico Conceptual

Model-Based Systems Engineering

SYSML\*

CAD (SolidWorks)

MATLAB

COMSOL Multiphysics

OPM\*

# Capítulo 3. Estado del arte

# Capítulo 4. Trabajo terminal I

# Conclusiones

# Trabajo futuro

# Referencias

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | E. Fosse, «omgwiki,» California Institute of Technology, 30 Junio 2016. [En línea]. Available: http://www.omgwiki.org/MBSE/lib/exe/fetch.php?media=mbse:2016\_iw-mbse\_101.pdf. [Último acceso: 5 Marzo 2020]. |
| [2] | D. Zwemer, «jama software,» jama software, 7 June 2018. [En línea]. Available: https://www.jamasoftware.com/blog/7-new-approaches-for-model-based-system-engineering/. [Último acceso: 5 Marzo 2020]. |
| [3] | Siemens, «Siemens,» Siemens Industry Software Inc., [En línea]. Available: https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/model-based-systems-engineering/28573. [Último acceso: 5 Marzo 2020]. |

# Glosario

# Índice de ilustraciones

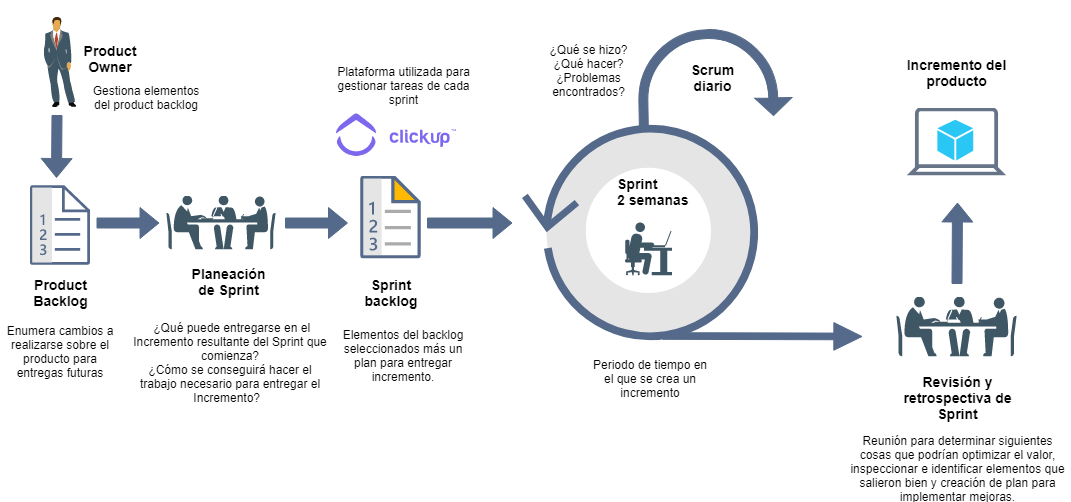
[Figura 1 interacción entre distintas áreas de conocimiento. 3](#_Toc34598824)

# Anexo A. Metodología

Para la elaboración del sistema se ha decidido utilizar la metodología ágil Scrum. Esto debido a que uno de sus principales elementos es la comunicación continua entre los involucrados en el proyecto, por lo que no habrá incertidumbre entre lo que se está haciendo o lo que hay que hacer en un futuro. También se ha elegido porque se pueden generar funcionalidades y características del producto de forma más rápida, lo que puede ser de utilidad para encontrar debilidades o hacer un análisis de riesgo desde fases tempranas.

Respecto a los artefactos y roles correspondientes a Scrum, serán utilizados de la siguiente manera:

* Uno de los directores del proyecto fungirá como Product owner y se encargará de listar las posibles nuevas características, funcionalidades o actualizaciones del sistema.
* Uno de los directores fungirá como Scrum Máster, es decir, este se encargará de verificar que se esté cumpliendo con la metodología, además de ayudar a gestionar las tareas generadas en el product backlog y sprint backlog.
* En la planeación del sprint serán discutidas las próximas tareas y objetivos que pueden ser establecidos para el siguiente incremento, así como su viabilidad para el tiempo estimado de cada iteración.
* En el sprint backlog se verán reflejadas las tareas que deben realizarse en el sprint actual. Para gestionar estas tareas y estar comunicado en todo momento con el equipo, se utilizará la aplicación Click Up. Está aplicación nos es muy útil ya que se pueden crear grupos de trabajo en los que se pueden establecer tareas con fecha límite, interactuar en todo momento por medio de comentarios con etiquetas, así como subir archivos entregables.
* Para cada sprint se utilizará un periodo de tiempo de dos semanas.
* Finalmente, en la revisión y retrospectiva se proporcionarán entregables cuando sea necesario. También se discutirá sobre el progreso realizado durante el Sprint así como el establecimiento de nuevos objetivos e implementación de mejoras.



**Figura xx.** Diagrama de proceso Scrum

# Anexo B. Cronogramas