Diagrama, Escala de tiempo

Descripción generada automáticamente

Agradecimientos

*En esta parte se coloca la*

*dedicatoria, si la hubiere...*

E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación, Universidad de Málaga

**Estudio Técnico Del Sistema ERTMS y modelado**

**del mismo mediante SysML**

Autor: Sergio Cintas Bernal.

Tutor: Davinia Trujillo Aguilera.

Departamento: Departamento Tecnología Tlectrónica.

Titulación: Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos.

Palabras clave: ERTMS.

**Resumen**

Este estudio técnico tiene como objetivo conocer todo el contexto relacionado con el papel de las telecomunicaciones en la vanguardia de la gestión tráfico ferroviario, todo ello dentro del marco de la Unión Europea, la cual firmó un memorando en 2004 para la implantación de lo que hoy conocemos como ETRMS, (European Rail Traffic Management System).

De este modo se intenta estudiar desde el punto de vista de las telecomunicaciones todo lo que rodea al ETRMS en su conjunto, viendo su funcionamiento, sus ventajas, problemas y posibles mejoras; consiguientemente se utilizará durante este proyecto el lenguaje conocido como SysML, con el objetivo de modelar como se relacionan físicamente las distintas partes del sistema ERTMS y el comportamiento que tienen en conjunto las mismas.

En último término se busca estudiar ampliamente como funciona el sistema de gestión del tráfico ferroviario europeo, modelando la integración e interconexión de las partes que lo componen mediante el lenguaje de especificación de sistemas SysML, así como las características, especificaciones y funciones que tienen cada una de las partes dentro del ámbito de la señalización ferroviaria y las telecomunicaciones.

E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación, Universidad de Málaga

**English version of the title**

Author: Sergio Cintas Bernal

Supervisor: Davinia Trujillo Aguilera

Department: Departamento tecnología electrónica

Degree: Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos

Keywords: ERTMS.

**Abstract**

Esperando corrección de la version en español.

Palabras clave: Palabras y frases claves que describen y caracterizan el tema del trabajo

Contenido

[Capítulo 1: Introducción. 1](#_Toc57950989)

[1.1 Motivación del proyecto. 1](#_Toc57950990)

[1.2 Objetivos del proyecto 2](#_Toc57950991)

[1.3 La ingeniería de sistemas como método 2](#_Toc57950992)

[1.3.1 Ingeniería de sistemas basada en modelos 3](#_Toc57950993)

[1.4 SysML como lenguaje. 3](#_Toc57950994)

[1.4.1 Tipos de Diagramas SysML 4](#_Toc57950995)

[1.5 Cameo como herramienta de modelado 6](#_Toc57950996)

[Bibliografía 1](#_Toc57950997)

[Anexos 3](#_Toc57950998)

[Anexo 1: Lista De Tablas 3](#_Toc57950999)

[Anexo 2: Lista De Ilustraciones 3](#_Toc57951000)

[Anexo 3: Lista de Acrónimos 3](#_Toc57951001)

# Capítulo 1: Introducción.

## 1.1 Motivación del proyecto.

Desde la perspectiva de las telecomunicaciones hemos atendido a un avance tecnológico importante en cuanto a la inclusión de estas en el ámbito ferroviario se refiere, estando actualmente presente en todo el conjunto ferroviario.

Es por ello por lo que surge la necesidad de conocer la profundidad y el funcionamiento de las telecomunicaciones dentro del ámbito ferroviario desde el punto de vista del ingeniero.

En relación con la idea anterior se da uno de los problemas principales que se abordan desde la Unión Europea: la interoperabilidad del transporte ferroviario dentro del marco del territorio europeo.

En la actualidad son muchos los aspectos que difieren entre los países miembros, encontrándose diferencias entre los sistemas de señalización ferroviaria, electrificación, límites de velocidad, material, normas de seguridad, etc.

A modo de ejemplo, véase la figura 1.1. con los distintos tipos de sistemas de señalización en Europa:

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**Ilustración 1.1 Sistemas de señalización en Europa. Fuente de la imagen: Ardanuy’2015 [1]**

Como producto de esta falta de interoperabilidad surge el ***sistema de gestión de tráfico europeo (ERTMS)***, un importante proyecto industrial que tiene como objetivo la creación de un sistema común para la gestión y la señalización de las líneas ferroviarias europeas y mejorar así la posición del ferrocarril como medio de transporte y de comercio.

Debido a esta situación, aflora la necesidad de conocer la composición, interoperabilidad, integración y funcionamiento que presenta el sistema ERTMS.

Nace de esta manera una de las principales motivaciones de este proyecto: representar el sistema ERTMS, sus partes, comportamientos y relaciones desde un punto de vista amplio que permitan al ingeniero de telecomunicaciones ver cómo se comportan e interactúan las distintas partes que componen el sistema, no solo entre ellas sino con su entorno.

## 1.2 Objetivos del proyecto

En efecto con las problemáticas que presenta el sistema ferroviario europeo y con la magnitud que implica el uso de las telecomunicaciones con sus diferentes normativas, se marca como objetivo usar la ingeniería de sistemas con el fin de encontrar ideas comunes y representar comportamientos de sistemas más pequeños que integran o interactúan con otro de mayor envergadura, el ERTMS.

De modo idéntico se modelará el funcionamiento del ERTMS y la interacción que tiene con los elementos externos al sistema, de manera que cualquiera que tenga conocimiento en el lenguaje Systml sepa comprender cómo funciona e interactúa este sistema; sus riesgos, funcionalidades, carencias y virtudes.

En este sentido se pretende estudiar con esmero el funcionamiento de las distintas partes del ERTMS como sus interacciones con las partes externas al mismo o con el equipo o personal de trabajo, a objetivo último de modelar mediante el Systml de manera precisa y concisa, cómo se comportan e interactúan todas y cada una de las partes del sistema.

Por último, ya habiendo englobado y modelado el sistema en su conjunto, se hará un análisis crítico de su funcionamiento, exponiendo las virtudes, objeciones y retos que plantea el ERTMS dentro de nuestro tiempo y en un futuro próximo.

## 1.3 La ingeniería de sistemas como método

En un inicio conocemos a la ingeniería de sistemas como método para estudiar sistemas complejos con el objetivo de comprenderlos y optimizarlos, en tal sentido, la ingeniería de sistemas surge con el pretexto de la necesidad de gestión de proyectos sumamente complejos.

Se plantea entonces el objetivo del trabajo bajo el método de la ingeniería de sistemas, debido a la magnitud del sistema ERTMS y a todas las partes o subsistemas que lo componen. Es por ello que surge la necesidad de gestionar dicho sistema, por su grosor e importancia, de la manera más eficiente posible y para ello seguiremos una metodología propia de esta ingeniería.

### 1.3.1 Ingeniería de sistemas basada en modelos

Adentrándonos en las metodologías de la ingeniería de sistemas encontramos lo que se conoce como ingeniería de sistemas basada en modelos o por sus siglas MSBE. Dicho método surge como alternativa a la ingeniería basada en documento, esta se basa en la generación de documentación para la descripción de sistemas, de este modo son numerosos los documentos que indican las especificaciones, análisis, requisitos, etc. Este modelo basado en documentación tiene varios problemas principales: es muy caro y es propenso a errores.

Los problemas descritos, especialmente la inconsistencia y falta de claridad global de la metodología mediante documentos, lo soluciona MSBE solventemente mediante la creación de un modelo del sistema creado en base a un lenguaje y con una herramienta de modelado característica.

## 1.4 SysML como lenguaje.

Con el propósito de darle un lenguaje común a los ingenieros que modelan en base al MSBE nace el SysML, este no es más que un medio para comunicar las ideas que se representan en los modelados de una forma regulada y gráfica.

Para regular la notación de SysMl nos encontramos con la organización conocida como OMG o grupo de gestión de objetos, el cual es una organización de empresas que colaboran con el fin de asentar especificaciones y normas en común. [3]

Otro punto para destacar es que el SysML no parte de cero, sino que proviene del UML, es más, se define como un perfil de UM\_2, esto quiere decir que el lenguaje se basa en unos mecanismos preestablecidos basados en estereotipos, restricciones y valores de los sistemas.

En definitiva, el SysML nos da la oportunidad de analizar, verificar, diseñar y validar cualquier sistema con unas premisas bajo la ingeniería de sistemas y en concordancia con lo establecido mediante un organismo regulador como la OMG. Es por las anteriores razones por lo que se usa este lenguaje para modelar el sistema ERTMS en este proyecto.

### 1.4.1 Tipos de Diagramas SysML

Según indica la OMG y se verifica acudiendo a diferentes autores [3][4], atendemos a 9 distintas configuraciones de diagramas que se pueden crear con SysML, el esquema de las distintas opciones de modelado sería el siguiente:

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**Ilustración 1.2: Tipos de Diagramas SysML. Fuente:** **L. Delligatti [3]**

Como puede inferirse de la ilustración 1.2, hay tres tipos de diagramas básicos o principales que modela el lenguaje SysML, a partir de estos se desglosan los demás. Explicándolos y distinguiendo sus comportamientos diferimos entre:

**Diagramas de comportamiento:** existen cuatro, los cuales coinciden en que modelan cómo se comporta el sistema y qué funcionalidades o comportamientos tiene desde diferentes enfoques.

* **Diagrama De Actividad:** Se usan para modelar el comportamiento de un sistema a través de los flujos de control, está compuesto de acciones por las que transita el programa en un orden, las transiciones entre acciones tienen lugar cuando la acción predecesora termia.
* **Diagrama De Secuencia:** Se utilizan más precisamente para modelar un comportamiento en concreto del sistema, cómo se comporta detalladamente una parte de este o también para configurar un caso de prueba.
* **Diagrama de máquina de estados:** Cuandoun sistema presenta muchos eventos asíncronos a los que debe reaccionar, es coherente modelar el comportamiento mediante un diagrama de estados, donde cada estado representa una condición implícita del sistema que no varía cuando pasan eventos que lo preceden.
* **Diagrama de caso de uso:** El diagrama de uso intenta mostrar la relación entre el usuario y los requisitos del sistema, pero sin especificar las acciones que se dan entre estos. Suelen ser diagramas simples donde los casos de uso se representan mediante una elipse donde llegan asociaciones con actores, que son los usuarios o entes que interactúan con el sistema.

**Diagramas de estructura:** Se basan en el esqueleto del sistema y no en cómo o qué hace, si no en qué partes se descompone y con qué otras partes o elementos interactúa.

* **Diagrama de paquete:** Sintetiza el sistema en unidades lógicas que denominamos paquetes, estos paquetes contienen elementos de la misma índole dentro de la metodología del sistema. Es muy válido para trabajar en grupos y dividir el trabajo por paquetes que configuran el sistema, donde estos tienen forma de directorio o carpeta.
* **Diagrama de bloques (BDD):** Deshilacha el sistema en unidades llamadas bloques y representa la relación que estos tienen con el sistema y las interfaces entre ellos, es decir, modela la relación entre las partes constituyentes del sistema, formando una estructura jerárquica representativa del sistema.
* **Diagrama de bloques interno (IBD):** Se utiliza paraespecificar laestructura interna de los bloques del BDD, y así explicar las partes internas de los diferentes bloques en los que hemos descompuesto el sistema.
* **Diagrama Paramétrico:** Los diagramas paramétricos se basan en los IBD pero estos modelan las restricciones que tienen los diferentes bloques y los representan aclarando la relación con las restricciones que presentas estos.

**Diagrama de requisitos:** Mezclalos modelos de comportamiento y de estructura anteriormente expuestos, haciendo una combinación entre ambos se consigue relacionar todos los requisitos con lo elementos en los que se descompone el sistema, con este por tanto se intenta tener una visión global de los requisitos junto con los elementos, la estructura y el comportamiento del sistema.

Descritos los diagramas anteriores y haciendo un uso correcto de los mismos, se usarán para modelar el comportamiento del sistema ERTMS, descomponiéndolo en otros bloques, explicando su funcionamiento con un orden coherente y usando el diagrama que sea conveniente en cada momento.

## 1.5 Cameo como herramienta de modelado

# Bibliografía

[1] J. M. Ribes Ardanuy, “Análisis de la evolución de la interoperabilidad y de la seguridad ferroviaria en Europa en el periodo 1991-2011 y propuestas de mejora,” Tesis doctoral, UPC, Departamento de ingeniería eléctrica, 2012.

[2] INCOSE SE Vision 2020 (2004) INCOSE-TP-2004-004-02.

[3] L. Delligatti, *SysML distilled*, Addison-Wesley, 2014.

[4] B. Borky, *Effective Model-Based Systems Engineering*, Springer International Publishing AG, 2018.

# Anexos

## Anexo 1: Lista De Tablas

## Anexo 2: Lista De Ilustraciones

Ilustración 1.1. Sistemas De Señalización en Europa.

Ilustración 1.2. Tipos de diagramas SysML.

## Anexo 3: Lista de Acrónimos