Requisitos para el desarrollo de un enclavamiento ferroviario didáctico

EFD

Óscar Herrero Gordaliza

# Introducción

## Propósito

Este documento determina las funcionalidades descritas para un sistema de tiempo real que controla los elementos de una estación ferroviaria y establece movimientos seguros en los trenes dentro de la estación para impedir accidentes y colisiones. Para ello se ha tomado como referencia la normativa ferroviaria de ADIF.

## Definiciones y acrónimos

**ADIF:** Empresa administrativa española dedicada a la gestión de sistemas ferroviarios.

**Enclavamiento:** ordenador central que gestiona los movimientos de una estación a partir de la información recibida de los dispositivos físicos definidos en las siguientes definiciones.

**Sección de vía:** Carriles por donde circula un tren y donde se encuentran distintos elementos de vía, como pueden ser: circuitos de vía, agujas y señales.

**Agujas:** Elementos de campo encargados de modificar la dirección de un tren a vías alternativas de una estación

**Señales:** Elementos visuales que informan del comportamiento pertinente que debe tener un tren en ese instante.

**Circuitos de vía:** Dispositivo para detectar la ocupación de un tren en una sección de vía.

**Bloqueos:** Elemento usado por el enclavamiento para representar las posibles estaciones colindantes o la estación propia.

**Ruta:** Conjunto de secciones de vía reservadas para un tren que va a realizar un movimiento dentro de la estación.

**Deslizamiento:** Elemento definido por el enclavamiento para establecer una protección frontal, evitando la creación de otras posibles rutas. Siendo un sistema de protección frente a la posibilidad de rebasar la sección delimitada como final de movimiento.

**Proximidad:** Elemento definido por el enclavamiento como protección por el cual no se podrá establecer ninguna ruta por la misma entrada y en la misma dirección hasta que el tren haya llegado a su destino.

**Escape de material:** Indicador que tiene un enclavamiento de que un tren está realizando un movimiento no autorizado dentro de la estación

## Alcance

Este proyecto seguirá este esquema:

A screen shot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

Figura 2. Descripción de los elementos del sistema

**Enclavamiento ferroviario didáctico:** ordenador con un software de tiempo real que controla el comportamiento de las señales y agujas a partir de la información aportada por: los dispositivos de ocupación de las secciones de vía, y los detectores de posición de las agujas.

**Controlador de Agujas:** Controlador físico (Se usará una ESP32) que lee y modifica los estados de las agujas, asegurándose del correcto funcionamiento de dichos elementos y notificando a la unidad en caso de un error.

**Controlador de secciones de vía:** Controlador físico (Se usará una ESP32) que realiza una lectura del estado de una sección de vía usada en la unidad central. En caso de errores o incidentes con la ocupación de una sección de forma intempestiva, este notificará al EFD.

**Controlador de señales:** Controlador físico (Se usará una ESP32) que se modifica los estados de las señales encendiendo los leds que se requieran para mostrar dicho estado.

**Registro de Señales:** Secuencia de 12 registros universales que se usaran para dar valor a las señales.

## Referencias

# Descripción general

## Perspectiva del producto

El proyecto EFD define el comportamiento de un sistema de tiempo real encargado de monitorizar, y controlar de manera segura, los elementos de campo de la estación. Para ello leerá información de los elementos de campo (posición de agujas, señales y detectores de ocupación), y modificará sus estados para realizar rutas seguras hacia su destino.

## Funciones del producto

## Interfaces

**Interfaz de usuario:** Interfaz gráfica diseñada con Python que mostrará el comportamiento del sistema en tiempo real. Para ello se mostrará un esquema de la estación con todos los elementos que la componen: Secciones de vía, señales y agujas.

**Interfaz electrónica:** Conexiones físicas entre el sistema y los componentes de campo utilizados. Siendo estos: secciones de vía, señales y agujas

# Requisitos específicos

***Requisitos generales:*** Esta sección denota los comportamientos generales que debe realizar un sistema

**RG-10:** El sistema generará rutas para que el tren llegue a su destino seguro usando la información otorgada por los circuitos de vía y las agujas.

**RG-11:** El sistema recibirá una interrupción del usuario donde se define el origen de un movimiento que se quiera establecer.

**RG-20:** El sistema colocará las agujas en la posición pertinente para alcanzar su destino según indique la ruta que se quiera seguir. Ya sea para movimientos de entrada o salida.

**RG-30:** El sistema controlará las señales encendiendo y apagando los focos pertinentes. Dando información de la viabilidad de un movimiento.

**RG-40:** El sistema detectará la posición del tren para localizar la sección de vía en la que se encuentra.

***Requisitos de encendido del sistema:*** Esta sección establece el estado predefinido de todos los elementos al activar el sistema:

**ENC-10**: Todas las secciones de vía deben de estar en un estado no accesible hasta que:

**ENC-10.1**: Todas las agujas estén en posición normal y el sistema haya comprobado su correcto funcionamiento.

**ENC-10.2**: Todas las señales estén en estado de parada, siendo esta solamente la señal lumínica roja. Salvo, las señales de avanzada, denotadas como E’X, que se encontrarán es estado de anuncio de parada; encendiendo solamente la señal lumínica amarilla.

**ENC-20**: Una vez establecidos todos los estados para agujas y señales. Se liberan todas las secciones de vía y se ponen a disposición del sistema.

**ENC-30:** Todos los bloqueos de la estación, tanto el propio como los colaterales, se quedarán bloqueados hasta que se encuentren disponibles todos los elementos de campo.

***Requisitos de movimientos de estación:*** En esta sección se especificarán los requisitos y especificaciones necesarias para establecer movimientos.

**MO-10:** Para que el sistema pueda establecer un movimiento de entrada una de las secciones de estacionamiento CV1 y CV2, estas se deben de encontrar libres, además de la secuencia de secciones que llegan hasta ellas.

**MO-20:** Para establecer un movimiento de salida desde cualquiera de las secciones CV1, CV2 y CV3 hacia un bloqueo, el sistema deberá asegurar que las secciones hacia la salida están libres y protegidas frente a cualquier colisión o accidente.

**MO-30:** Para establecer movimientos de paso en una estación, el sistema deberá especificar que es un movimiento de entrada a una sección de estacionamiento y un movimiento de salida desde la misma consecutivamente.

**MO-30.1:** En caso de que la vía directa CV1 no esté disponible, se deberá desglosar el movimiento en:

* un movimiento de entrada a una vía de apartado.
* un movimiento de salida hacia el bloqueo colateral pertinente tras 30s.

***Requisitos de movimientos de Agujas:*** Esta sección establece el comportamiento de las agujas en el sistema

**AG-10:** El sistema definirá las posiciones de una aguja con 3 estados:

* Normal
* Invertida
* No coincidente

**AG-20:** El sistema usará como posición predefinida la posición normal.

**AG-30:** El sistema determinará que la aguja está en una posición no coincidente cuando la posición real y relativa de la aguja no coincidan.

**AG-30.1:** El sistema determinará la posición real de la aguja leyéndola del dispositivo de campo.

**AG-40:** Una aguja no puede ser usada por más de un movimiento simultaneo.

***Requisitos de manejo de señales:*** Esta sección establece el comportamiento de las señales en el sistema.

**SN-10:** En una señal solo podrá haber un solo estado

**SN-20:** Las señales de avanzada solamente podrán tener uno de los siguientes estados:

* **Vía Libre:** el sistema encenderá solamente el foco verde
* **Parada:** el sistema encenderá solamente el foco rojo
* **Anuncio de desvío:** el sistema encenderá solamente los focos verde y amarillo

**SN-30:** Las señales de entrada solamente podrán tener uno de los siguientes estados:

* **Vía libre:** el sistema encenderá solamente el foco verde
* **Parada:** el sistema encenderá solamente el foco rojo

**SN-40:** Las señales de retroceso solamente podrán tener uno de los siguientes estados:

* **Parada**: El sistema encenderá solamente el foco rojo.
* **Avance por agujas en posición normal:** El sistema encenderá solamente los dos focos blancos verticales
* **Avance por una aguja en posición invertida:** El sistema encenderá solamente los dos focos blancos horizontales

**SN-50:** Las señales de salida solamente podrán tener uno de los siguientes estados:

* **Parada:** El sistema solamente encenderá el foco rojo
* **Vía Libre:** El sistema solamente encenderá el foco verde

***Requisitos de detección de ocupación:*** Esta sección contempla el comportamiento del sistema en el instante en el que detecta un tren sobre una sección de vía.

**DO-10:** El sistema leerá los detectores de posición para determina si hay un tren sobre ella.

**DO-20:** El sistema identificará dos estados sobre cualquier sección de vía:

* Libre
* Ocupado

**Requisitos de protección:**  Este apartado describirá los métodos para otorgar seguridad al sistema.

**PR-10:** Siempre que una sección de vía esté ocupada por un vehículo, la sección anterior estará reservada por el sistema para asegurar una distancia de seguridad.

**PR-20**: Siempre que el sistema establezca un movimiento, el sistema bloqueará la sección siguiente a la sección perteneciente al final de movimiento. Estableciendo una protección ante un deslizamiento del tren.

***Requisitos de Escape de Materia:*** En esta sección se contemplarán los casos básicos donde se ocupa una sección intempestivamente y cómo afrontar dichos escenarios.

**EM-10:** En caso de que el sistema detecte una secuencia de ocupación hacia un bloqueo sin tener establecida una ruta. El sistema avisará a la estación colindante de un escape de material.

**EM-20:** En caso de que el sistema detecte una secuencia de ocupación en los circuitos de avanzada de la estación, deberá de cerrar todas las señales de salida y entrada de la estación.

**EM-20.1:** Tras ocuparse la sección de entrada se deberá de establecer un movimiento de entrada.