Redefinición del interfaz del Centro de Tráfico Centralizado (CTC) de una explotación ferroviaria.

Jose Pablo Cárcaba Criado

ETIS

Javier Darriba Fernández

18 de Junio de 2004

Introducción

En este proyecto, se intenta plasmar la necesidad del uso del uso de la ingeniería y la usabilidad para la mejora de los sistemas de control en tiempo real que hoy en día se están usando para el control de procesos críticos. Cuando se comenzó a elaborar el proyecto, nos encontramos con un sistema con unas deficiencias mucho más grabes de lo esperado. En dicho sistema entre otras cosas había una pobre retroalimentación, un mal uso de las metáforas de los elementos que componían la interfaz, un mal uso de los recursos visuales. Los usuarios estaban constantemente enfrentándose a una gran carga cognitiva para llevar a cabo las tareas habituales, tenía que realizar operaciones que deberían de ser exigidas al sistema tienen que ser realizadas por los usuarios una vez tras otra. Esto provoca un descontento generalizado con el sistema por parte de los controladores y lo pero de todo un alto número de errores que provocan retrasos en la circulación de los trenes. Una vez presentada la solución, los controladores nos mostraron su satisfacción e hicieron ver a sus responsables de la necesidad de llevar a cabo las reformas en el interfaz.

Como conclusión de todo esto es ver como se culpa al usuario de las carencias de un sistema, ver hasta que punto un interfaz es crítico en el buen funcionamiento de un sistema y notar la nula importancia que se le da al mismo en comparación con el resto de partes que conforman un sistema.

Tabla de contenido

Introducción 2
Tabla de contenido 3
Índice de ilustraciones 7
1 Introducción 8
1 Justificación 8
2 Objetivos 8
3 Método a seguir 9
4 Planificación 9
Temporización: 9
Actividades: 10
Diagrama de Grantt. 11
5 Productos obtenidos 12
6 Contenidos 12
Capitulo 2:Estudio de funcionalidades 12
Capítulo 3: Informe del sistema actual 13
Capítulo 4: Propuesta de interfaz 13
Capítulo 5: Evaluación de la propuesta 13
2 Estudio de funcionalidades 14
Introducción 14
1 Estudio del sistema a controlar 14
Centro de control 14
Descripción 15
Controlador 15
Responsabilidades 15
Jornada de trabajo 16
Formación 16
Entidades a controlar 17
Instalaciones 17
Vía doble 17
Vía única 17
Vía muerta 17
Desvíos 17
Señales 18
Estaciones 18
Pasos a nivel 18
Circulaciones 18
Viajeros 18
Mercancías 19
Especiales 19
Trenes en régimen de maniobras 19
2 Funcionalidades del sistema 19
Visualización de las instalaciones y trenes 19
Vías 19
Estaciones 19
Andenes de estaciones y apeaderos 20
Señales, desvíos, pasos a nivel. 20
Trenes 20
Recepción de información 20
Estado de la vía 20
Estado de una señal 20

Estado de un desvío 20
Estado de un paso a nivel 21
Estado de una estación 21
Estado de un tren 21
Estado del sistema e incidencias en el mismo 21
Emisión de órdenes 21
Modificar el estado de una señal 21
Modificar el estado de una vía 21
Modificar el estado de un desvío 21
Modificar el estado de un paso a nivel 22
Modificar el estado de mando de una estación 22
Crear un itinerario 22
Ordenar un cruce de trenes 22
Introducir un tren al sistema 22
Eliminar un tren del sistema 22
3 Informe del sistema actual 23
Introducción 23
1 Características generales 23
Pantallas de retroproyección 24
Descripción 24
Valoración 25
Equipos de control 25
Información general 26
Descripción 26
Valoración 26
Menú principal 27
Fichero: 27
Arrancar: 27
Nueva imagen: 27
Imagen del retroproyector: 27
Histórico e informes: 27
Sistema: 27
Alarmas: 28
Valoración: 28
Área de visualización y control 28
Descripción 28
Valoración 29
Línea de introducción de comandos 30
Descripción 30
Valoración 30
Área de botones de ejecución de comandos. 30
Descripción 30
Valoración 30
Mensajes de error 31
Descripción 31
Valoración 31
2 Objetos del área de visualización y control 31
Visualización de las instalaciones: 31
Vía sencilla. 32
Descripción 32
Valoración 33
Desvíos 33
Descripción 33
Valoración 33
Vía muerta 34
Descripción 34
Valoración 34

Vía final de CTC 34
Descripción 34
Cruce 34
Descripción 34
Valoración 35
Estación 35
Descripción 35
Valoración 35
Apeadero 35
Descripción 35
Valoración 36
Andén y edificios. 36
Descripción 36
Valoración 36
Paso a nivel con barreras 36
Descripción 36
Valoración 36
Señales 36
Descripción 36
Valoración 37
Trenes 37
Descripción 37
Valoración 37
Interacción con el sistema 37
Creación de un itinerario 38
Descripción 38
Valoración 38
Ordenar un cruce de trenes 39
Descripción 39
Valoración 39
Introducir un tren en el sistema 39
Descripción 39
Valoración 39
Sacar un tren del sistema 40
Descripción 40
Valoración 40
Modificar el estado de un paso a nivel, un desvío o una señal 40
Descripción 40
Valoración 40
Permitir el mando local a una estación 40
Descripción 40
Recuperar el mando local de una estación 41
Descripción 41
Valoración 41
Introducir una restricción de velocidad temporal o marcar como fuera de servicio una vía. 41
Descripción 41
Valoración 41
Manipulación de los gráficos de trenes 41
Descripción 41
Valoración 41
4 Propuesta de interfaz 42
Introducción 42
1 Características generales 42
2 Ventanas de la aplicación 43
Ventanas de observación 43
Barra de estado 43

Área de información 45
Ventana principal de usuario 45
Entrada al sistema 46
Ventanta de explotación 46
Ventanas de sucesos 47
Ventanas de control 49
3 Elementos del escenario 51
Vías 51
Tramo de vía o cantón 51
Interacción con la vía. 52
Inclusión de un tramo de vía dentro de un itinerario. 53
Modificación de un itinerario. 53
Eliminación de un itinerario. 53
Vía muerta 54
Vía final de CTC 54
Cruce 55
Desvío 55
Cambio de posición de un desvío. 55
Apeaderos y estaciones 55
Andenes 56
Modificación del estado y/o longitud de un andén. 56
Edificios e instalaciones 56
Acciones y comandos 56
Delegación y recuperación del mando. 56
Cruce de trenes 57
Dar salida o entrada a un tren 58
Pasos a nivel 58
Modificación del estado de un paso a nivel. 59
Señales 59
Modificación del estado de una señal 60
Trenes 60
Introducción de un tren al sistema 61
Expulsión de un tren del sistema 61
Modificación de un tren en el sistema 61
Eliminación de un tren del sistema 62
Agregación de un tren al sistema 62
Reemplazamiento de un tren en el sistema 63
5 Evaluación de la propuesta 64
Introducción 64
1 Evaluación 64
Test de usabilidad 65
Evaluación de la ventana de visualización 65
Evaluación de las ventanas de la aplicación 65
Evaluación de los componentes de la ventana de control 65
Operaciones con itinerarios 65
Operaciones con los elementos de forma individual 66
Operaciones con los trenes 66
Operaciones con las estaciones 66
Recogida de resultados 66
Resultados de la evaluación 67
Ventana de visualización 67
Ventanas de aplicación 68
Componentes de la ventana de control 68
Operación 1 Crear un itinerario entre A y B 69
Operación 2 Modificar el itinerario de la operación anterior 69
Operación 3 Eliminar el itinerario de la opción anteriores 69

Operación 4 Crear un cruzamiento de trenes 69
Operación 5 Identificar una señal 69
Operación 6 Cambiar el estado de una señal 69
Operación 7 Identificar desvío y cambiar su posición. 69
Operación 8 Editar un tramo de vía y añadirle una limitación de velocidad 70
Operación 9 Identificar el paso a nivel de la iglesia y cerrarlo 70
Operación 10 Reemplazamiento de un tren en el sistema 70
Operación 11 Dar el mando de la estación de Lieres al factor local 70
Operación 12 Recuperar el mando de la estación de Lieres 70
Valoración de la opinión del usuario tras el uso del prototipo. 71
Vías: 71
Señales 71
Pasos a nivel 71
Estaciones 71
Trenes 71

***Anexo I Resultados* 73**

1 Evaluación de la ventana de observación 73

2 Evaluación de la ventana de usuario 73

3 Evaluación de los componentes de la ventana de usuario mediante el prototipo 74

***Anexo II Glosario* 79**

1 Glosario 79

***Anexo III Bibliografía* 81**

1 Bibliografía 81

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Esquema de la ventana de un puesto de control 26
Ilustración 2 Barra de control 26
Ilustración 3 Opciones para la creación de una ventana de control 29
Ilustración 4 Parte inferior de la pantalla 30
Ilustración 5 Muestra de vías en distintos estados 33
Ilustración 6 Curce doble en El Berrón 35
Ilustración 7: Mensajes de estado 44
Ilustración 8: Barra de estado 45
Ilustración 9: Vista general de la pantalla retroproyectada 45
Ilustración 10 Barra o ventana principal de la aplicación. 47
Ilustración 11 Ventana de sucesos 48
Ilustración 12 Ventana de control activa 50
Ilustración 13 Vías y desvios. 54
Ilustración 14 Representación de una estación 56
Ilustración 15 Estación en mando local 57
Ilustración 16 Paso a nivel, a)abierto al tráfico. b)cerrado al tráfico. 58
Ilustración 17 Señales 60

1 Introducción

1 Justificación

El proyecto nace de la necesidad de mejorar y adaptar a los nuevos tiempos los interfaces de gestión de sistemas en tiempo real y de carácter crítico. Para ello se hace uso de la ingeniería de interfaz maximizando la usabilidad como paradigma para optimizar el rendimiento del controlador y minimizar los errores que los sistemas actuales le inducen. Dentro de esta interfaz se maximiza el uso de las convenciones en los modernos interfaces de ventanas, usando el ratón y el teclado de la misma forma que se utilizaría en cualquier aplicación de usuario doméstico y de esta forma aprovechar los conocimientos del usuario para potenciar su rendimiento. Se dejan atrás los antiguos sistemas donde los usos del ratón y la interfaz gráfica eran particulares para cada aplicación y el controlador se tenía que familiarizar con ellos.

2 Objetivos

Se trata de proponer una interfaz gráfica que satisfaga a los responsables del CTC (Centro de control de tráfico centralizado) ferroviario de la compañía FEVE en Astrurias. Para ello hay que lograr una herramienta fácil de usar y que cumpla con todas la funcionalidades que el sistema requiere. Por otro lado hay que dotarla de unas medidas de seguridad elevadas, tanto seguridad activa como pasiva para evitar que el usuario cometa errores y en caso de que estos se produzcan no causen un accidente.

La filosofía del diseño del mismo es tratar de romper con el sistema actual que presenta un gran número de problemas a nivel de usabilidad y dotar al sistema actual de una interfaz moderna que utilice los colores, las formas y las herramientas que la ingeniería de interfaz pone a disposición del diseñador de sistemas. Pero todo esto hay que hacerlo de forma que no se provoque una ruptura con el sistema actual que requiera un reciclaje y un aprendizaje casi por completo del nuevo sistema por parte de los usuarios.

3 Método a seguir

En este proyecto se va a tratar de mejorar un interfase que existe, por tanto el primer paso es comprender a la perfección el sistema que hay controlar, cómo interactúan los usuarios con el sistema y a los propios usuarios. Tras esto hay que evaluar con detalle las funcionalidades del sistema y determinar los puntos fuertes y débiles. Para hacerlo, además de estudiar el sistema actual se ha de comparar con sistemas parecidos.

Una vez se consigue determinar las funcionalidades y analizar la forma en que el sistema las ejecuta, el siguiente paso es crear una propuesta de interfaz donde se traten de subsanar las carencias del sistema actual y se potencien, si es posible, sus puntos fuertes. Todo esto hay que hacerlo tratando de hacer que los cambios modifiquen en la menor medida posible la forma en que funciona el sistema actual. Siempre que haya que hacer modificaciones en el modo de operar tienen que estar plenamente justificadas y suponer una mejora sobre la solución existente.

Una vez la propuesta esté definida, esta la hay que someter a un proceso de evaluación de la misma por parte de los usuarios y de los responsables del centro de control y de esta forma evaluar si están o no de acuerdo con las modificaciones y mejoras. Estas pruebas serán evaluadas para emprender las modificaciones oportunas y entregar de esta forma la propuesta de interfaz definitiva.

4 Planificación

Temporización:

Semana	Fechas	Actividad	Acontecimientos
1	23-2/29-2	Definir el objetivo y el alcance del proyecto.	
2	1-3/7/3	Definición de las tareas a realizar. Realización de la planificación	
3	8-3/14-3	Entrevista con el cliente, redacción de especificaciones.	Día 8 Plan de trabajo
4	15-3/21-3	Trabajo de campo, estudio de funcionalidad y análisis de perfiles de usuario	
5	22-3/28-3	Continuación con los trabajos de semana anterior y redacción	
6	29-3/4-4	Detección de puntos fuertes y débiles del sistema, apartado señalización, pasos a nivel y trenes.	
7	5-4/11-4	Continuación con los trabajos de la semana anterior en el apartado circuitos de vía y desvíos. Redacción.	

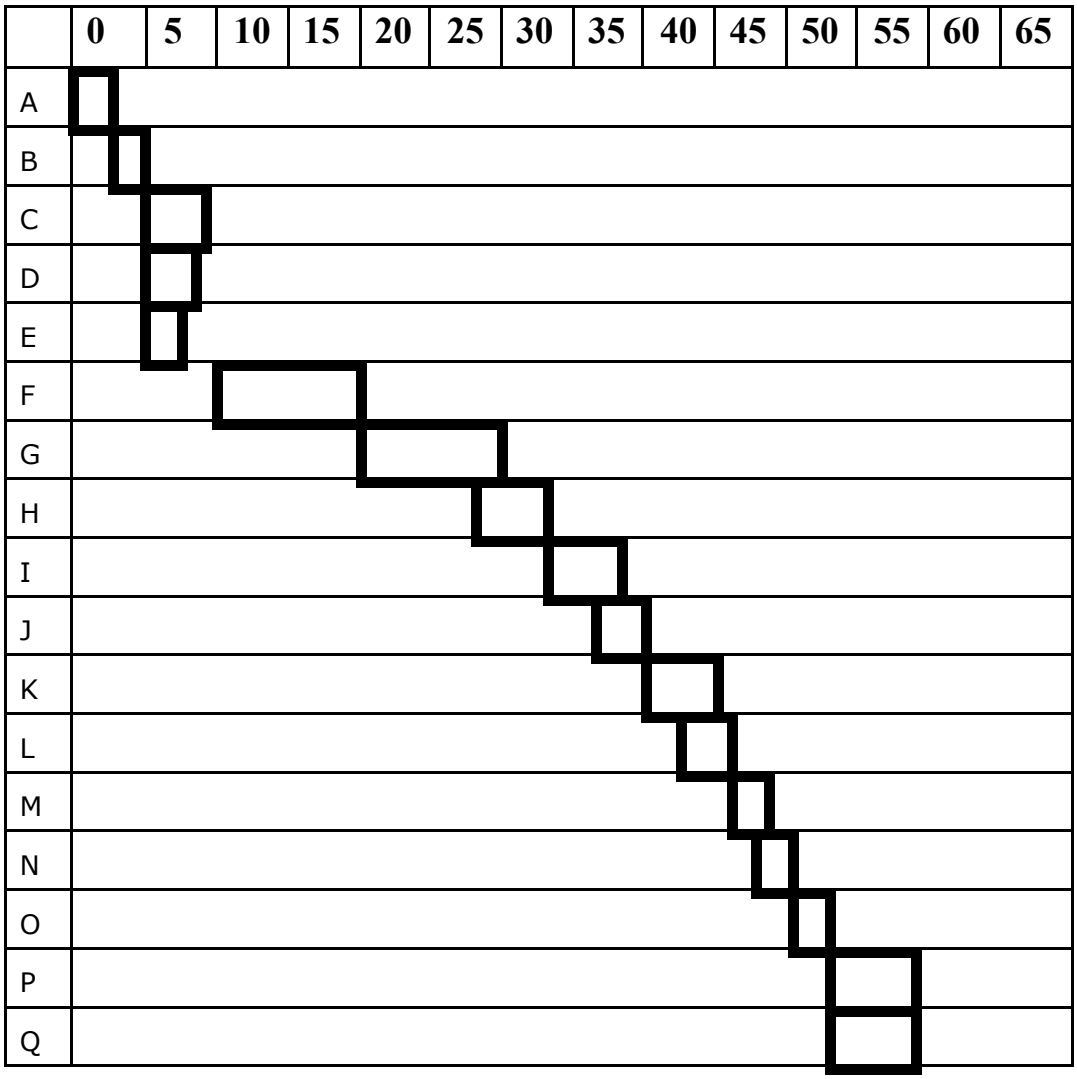
8	12-4/18-4	Propuesta de interfaz de usuario trabajo sobre los apartados, señalización, pasos a nivel y trenes	Día 12 PAC 2
9	19-4/25-4	Continuación con el trabajo pero en los apartados de vía y desvíos. Redacción del capitulo correspondiente.	
10	26-4/2-5	Creación de prototipo de interfaz. Redacción del apéndice correspondiente.	
11	3-5/9-5	Pruebas con el prototipo, realización y estudio de resultados. Continuación con la redacción del apéndice.	
12	10-5/16-5	Continuación del estudio de resultados y la redacción del apéndice. Comienzo de la reforma del interfaz atendiendo a las pruebas.	
13	17-5/25-5	Continuación de las modificaciones de la interfaz y reforma de la demo. Redacción del apéndice correspondiente.	Día 17 PAC 3
14	26-5/3-6	Continuación de la reforma de la demo, Realización de la segunda fase de pruebas, estudio de las mismas, reforma de la interfaz y redacción del capitulo y apéndice correspondientes.	
15	7-6/13-6	Redacción de conclusiones. Revisión de la memoria.	
16	14-6/18-6	Realización de la presentación, Debate	Día 18 Entrega
17	19-6/25-5	Debate	

Actividades:

Id.	Tarea	Duración	Precedentes
A	Entrevista con el cliente	3	-
B	Redacción de especificaciones	2	A
C	Estudio de la funcionalidad del sistema.	5	B
D	Trabajo de campo, estudio de productos similares. Redacción del documento al respecto.	3	B
E	Análisis del perfil del operario 'tipo' del sistema.	2	B
F	Detección de puntos fuertes y débiles del sistema	10	C,D,E.
G	Propuesta de interfaz de usuario, criterios de usabilidad, guía de estilo y de funcionalidad.	10	F
H	Creación de un plan de pruebas y creación de demo prototipo de evaluación.	5	G(8)

I	Pruebas de la demo con los operarios del sistema	5	H
J	Estudio de las pruebas, detección de anomalías, carencias y defectos	3	I(3)
K	Reforma de la interfaz de usuario subsanando anomalías, carencias y defectos.	5	J
L	Adaptación del plan de pruebas y modificación de la demo agregando las modificaciones.	3	K(3)
M	Pruebas con la nueva demo	2	L
N	Estudio de las pruebas	2	M(1)
O	Reforma de la interfaz incorporando las modificaciones	2	N
P	Redacción de la propuesta final	5	O
Q	Creación de las transparencias y finalización de la memoria.	5	O

Diagrama de Grantt.



5 Productos obtenidos

De este proyecto se obtendrá un documento que dictará la forma de crear el nuevo interfaz. Dicho interfaz estará perfectamente definido en su filosofía general y en los detalles de funcionamiento. Desde luego no se trata de dictar la interfaz definitiva ya que esta será un refinamiento de esta propuesta una vez comience su implementación y se trabaje en cada ciclo de desarrollo. Es imposible marcar una aplicación final desde este proyecto, dada la complejidad y el gran número de funcionalidades y de variables que comporta el sistema. Esta complejidad hace que una vez se comience a ensamblar el sistema final irán apareciendo detalles que no han podido ser contemplados en esta etapa inicial de estudio.

La interfaz está dividida en tres grandes partes:

- Ventana de observación Que está orientada a visualizar la explotación de una forma global esta ha de ser inteligible tanto por parte de los controladores como por otro personal de la compañía que en un momento determinado desee enterarse de lo que ocurre con el tráfico y las instalaciones.
- Ventanas del usuario o ventanas del controlador. Son el conjunto de ventanas que tiene el controlador en su puesto de control, dentro de ellas puede tener tanto ventanas de control como ventanas de informes de sucesos.
- Elementos de la ventana de control. Es una parte muy importante del sistema puesto que la parte con la que interactúa el controlador para emitir los comandos de control de tráfico. Aparte estos componentes han de proporcionar al usuario la retroalimentación de lo que está ocurriendo en el sistema. Es concretamente sobre esta parte sobre la que se centra el prototipo de evaluación.

Por otro lado de aquí se obtendrá la primera batería de pruebas de funcionalidad que serán las que definan los trazos de las necesidades y preferencias de los usuarios y que en etapas sucesivas serán evaluaciones más orientadas a los detalles.

Por último el documento va acompañado de un prototipo de evaluación que permite realizar, tanto para hacer evaluaciones, como para mostrar como será, a grandes rasgos, la apariencia y el funcionamiento de la ventana de control. Dicho prototipo de evaluación permite ejecutar 12 funciones que los usuarios y responsables del sistema consideraron fundamentales y por tanto las más utilizada.

6 Contenidos

Capitulo 2:Estudio de funcionalidades

En este capitulo se hace un recorrido exhaustivo por la funcionalidades del sistema actual se estudian las funcionalidades del sistema, la retroalimentación al usuario de cada una de las acciones que ordena al sistema. También se hace un estudio de las funcionalidades de que carece el sistema y que los usuarios demandan.

Capítulo 3: Informe del sistema actual

En este capítulo lo que se hace es valorar el sistema actual y hacer un crítica al mismo. Para ello se emplea ingeniería de interfaz y métodos de usabilidad, para realizar el estudio, se contó con la ayuda de los controladores del sistema y la participación de del Centro de Control de Tráfico Aéreo del Aeropuerto de Asturias y el Gabinete de Circulación de Asturias de RENFE.

Capítulo 4: Propuesta de interfaz

Este capítulo es donde se muestra la propuesta propiamente dicha, en él se describen con detalle todas las partes que lo componen, se detalla su funcionamiento y se muestra gráficamente su aspecto. Para mostrar la interacción y la retroalimentación este capítulo se apoya en un prototipo que permite realizar una serie de tareas que muestran dichas características y permiten al usuario interactuar con ella y evaluar su funcionalidad.

Capítulo 5: Evaluación de la propuesta

Apoyándose en una serie de evaluaciones a base de preguntas y de el uso del prototipo, los usuarios conocieron el sistema más en profundidad, permitiendo hacer una evaluación del acierto en las soluciones planteadas. De esta evaluación se pudo ver las incompatibilidades entre la nueva interfaz y lo que esperaban de ella los controladores. Tras esto se dio la forma definitiva al interfaz descrito en el capítulo anterior.

Como aclaración indicar que en un principio la evaluación de la propuesta se había planteado en dos ciclos de pruebas y modificaciones, pero por problemas de agenda de los controladores nos resultó imposible realizar las dos rondas de evaluación dentro de las fechas fijadas para la entrega del proyecto.

2 Estudio de funcionalidades

Introducción

Los sistemas CTC (centro de tráfico centralizado), básicamente, sirven para controlar del tráfico ferroviario en una determinada zona.

Su implantación surge ante la necesidad de recorte de costes en la explotación, la disminución de los tiempos de viaje, el aumento de la intensidad de tráficos y el aumento también de la seguridad, principalmente.

Por tanto la misión del interfaz del sistema CTC es la de dar la información necesaria en cada momento al controlador, para que éste pueda concentrarse en la toma de decisiones de la forma más rápida y segura. Así mismo dichos sistemas han de ser capaces de reducir la tarea del controlador de forma que un solo controlador pueda manejar los tráficos de la mayor zona de la explotación posible.

Dichos sistemas han pasado a reemplazar a los antiguos jefes de estación, que eran los encargados de dirigir el tráfico ferroviario entorno a su estación. Digamos que ellos eran los gestores del tráfico de una zona. Hoy en día las estaciones están pasando a un segundo plano dejando el control de las mismas a un centro de control centralizado y quedando relegadas a prestar servicios de información y venta de billetes al viajero.

1 Estudio del sistema a controlar

Centro de control

Es el corazón del sistema, desde aquí se controla la circulación por las instalaciones. Este centro ha de tomar señales de entradas de las instalaciones y los trenes y mostrárselas al personal encargado de las tareas de control, así mismo ha de recoger las órdenes dadas por los controladores y enviarlas a las infraestructuras y a los trenes.

El personal encargado de gobernar el centro de control se conoce como personal de control o controladores.

Descripción

El centro de control de tráfico está ubicado junto con el de control de suministro eléctrico en una sala diáfana de forma rectangular.

Consta de dos puestos de control, situados en los lados más cortos de la sala, opuesto el uno al otro, de forma que los controladores están trabajando espalda con espalda y no pueden ver el estado de las zonas gestionadas por su compañero.

Cada puesto de control consta de una serie de monitores desde los que se visualiza la red ferroviaria y las operaciones que realiza sobre ellas el controlador, así como de los correspondientes teclados y ratones para que éste pueda interactuar con el sistema. Sobre el pupitre se encuentran también los sistemas de comunicación, vía telefónica y vía radio, con los trenes y con los demás puestos de mando. También puede comunicarse con los operarios que en un momento dado interactúen con la vía o los trenes (personal de mantenimiento, operarios, guardabarreras, etc.)

Frente a cada controlador unos grandes retroproyectores les muestran a tiempo real el estado de la red ferroviaria. Su papel es meramente informativo, ya que sobre esta representación no se puede actuar y por tanto no se ven ni cursores de ratones, ni menús, ni ningún otro tipo de 'artefacto' de interacción.

Las sillas son giratorias y con ruedas de forma que permiten un movimiento fluido del controlador hacia los distintos sistemas sobre los que trabaja.

Para evitar reflejos, favorecer el contraste de los retroproyectores y permitir así una visión lo más nítida posible de los monitores y pantallas del sistema, la sala carece de luz directa, las ventanas están protegidas con unas cortinas que filtran la luz y la iluminación está resuelta con alumbrado fluorescente.

Además la sala está aislada acústicamente del exterior, climatizada y el acceso es restringido.

Anexa a esta sala se encuentra la oficina del Jefe de Circulación, máximo responsable de este área de la compañía.

Controlador

Responsabilidades

Cada controlador tiene a su cargo la gestión de una zona determinada de la red ferroviaria. Cada una de estas zonas puede tener una longitud de 50 kilómetros e incluso superior, lo que supone controlar más de veinte estaciones y alrededor de cien circulaciones de trenes diarias. Esto nos da una idea de la enorme complejidad de la tarea.

Las principales tareas del controlador consisten en llevar a los trenes a sus destinos en el horario fijado y minimizar los riesgos de accidente. En circunstancias normales esto no presenta una especial dificultad; los problemas aparecen cuando alguno de los trenes en circulación se retrasa o se incluye de forma extraordinaria un nuevo tren que no estaba previsto. Es entonces cuando se pueden desencajar los cruzamientos y por tanto el orden natural de la circulación, y es aquí cuando el papel del sistema es crucial: cuando más claro sea más facilitará la tarea al controlador y más rápido podrá éste resolver el problema.

Las anomalías más frecuentes a las que se tiene que enfrentar un controlador son:

- Anomalías de la infraestructura: Se trata de las averías o desgastes que sufren las infraestructuras y ello puede ocasionar limitaciones de velocidad en determinadas zonas del trayecto, vías inutilizadas, etc.
- Anomalías en el material rodante: Se trata de averías en los trenes, problemas crónicos de los mismos ante alguna circunstancia, meteorológica o de cualquier otro tipo, desgastes de los trenes, etc.
- Accidentes: La misma palabra lo indica, se trata de algún problema que por circunstancias propias o ajenas provoca una intervención especial, bien sea una parada, una circulación especial, supresión de circulaciones o servicios de una forma fortuita e inesperada.

Por tanto vemos que un controlador ha de estar preparado para reaccionar en circunstancias muy dispares y para ello el sistema le ha de informar en tiempo real de todo aquello que sea necesario para hacer que los trenes circulen lo más próximo posible al ideal, es decir al gráfico fijado y con los mínimos riesgos posibles.

Jornada de trabajo

Durante la jornada, l controlador, trabaja a turnos de siete horas, trabajan dos controladores por turno y cada uno se encarga de dos zonas de las cuatro que hay. En estas siete horas los controladores tienen un descanso de 20 minutos en los cuales el otro controlador asume sus tareas, normalmente hacen coincidir este descanso en momentos de menos intensidad de tráfico.

Formación

Dentro de la empresa FEVE no hay definido un rol de controlador específicamente, los trabajadores encargados del control pueden ser profesionales cualificados con las siguientes categorías:

- **Factor de circulación de entrada:** Se accede a este puesto mediante oposición, tanto personal de la compañía como personal externo.
- **Factor de circulación de 2ª:** Se accede mediante oposición interna y se ha de tener un mínimo de 2 años como factor de circulación de entrada.
- **Factor de circulación de 1ª:** Se accede por oposición interna y han de llevar un mínimo de 5 años como factor de circulación de 2ª
- **Jefe de estación:** Su acceso es también por oposición interna y tras una experiencia mínima de 2 años como factor de circulación de 1ª.

En lo que respecta al cargo de controlador no hay ninguna diferencia, las diferencias principalmente son en la remuneración salarial y en otros puestos diferentes que también pueden desempeñar, como controlar el tráfico en una estación.

Antes de afrontar el cargo, los futuros controladores han de pasar un periodo de entre un mes y dos meses de prácticas para hacerse aprender a manejar el sistema.

Todos los conocimientos relativos a normas de circulación y seguridad del tráfico las han de conocer ya que su categoría laboral así lo acredita.

Resumiendo, el trabajador antes de pasar a manejar un puesto del CTC ya conoce todo lo relativo a la circulación y probablemente haya desempeñado un trabajo de control de circulación en otro puesto (desde una estación, un

centro de cargas, etc.) y lo único que desconoce es el interfaz del sistema de control de tráfico centralizado.

Sin embargo al controlador no se le suponen conocimientos de informática ni mucho menos de manejo de sistemas informáticos de control de entornos en tiempo real.

Por otro lado hay que tener en cuenta que el destino en un CTC es temporal, lo mismo que otros destinos asociados a su categoría, es decir no hay un puesto específico de controlador y los que realizan esta tarea la comparten con otras de control de tráfico.

Entidades a controlar

Instalaciones

Las instalaciones por las que circulan los trenes son de características bastante heterogéneas. Según su característica el uso de las mismas se ha de hacer de hacer de maneras distintas. Dentro de la infraestructura que gestiona nuestro CTC hay unos cuantos tipos.

Vía doble

Es un tramo de línea acotado con dos vías dos vías que pueden ser usadas para que los trenes circulen en los dos sentidos por cada una de ellas o que solo lo puedan realizar en un sentido por cada vía. Es decir tratar las vías como aristas dirigidas o no dirigidas. Cada una de las vías puede estar dividida en subtramos denominados cantones.

Un tramo de vía está ocupado si en ella ha entrado un tren y no ha salido, está libre en caso contrario.

Vía única

Es un tramo de línea pero esta vez con una sola vía, qué al ser única, ha de soportar circulaciones en los dos sentidos y evidentemente si un tren está circulando por ella en un sentido no se puede cruzar con otro que lo haga en sentido contrario, a no ser que lo haga en un lugar especial donde se haya desdoblado la vía. A estos tramos de vía les puede pasar dos cosas que esté divididos a su vez en subtramos, llamados cantones, y que en cada uno de ellos pueda haber hasta un tren circulando todos ellos en el mismo sentido o bien que solo pueda haber un tren en todo el tramo de vía.

Al igual que la vía doble también puede estar libre u ocupada.

Vía muerta

Es un tramo de vía que no se encuentra entre otros dos tramos de vía adyacentes, es decir que en uno de sus extremos se termina. Por tanto los trenes que circulen hacia el extremo que finaliza, lo harán con intención de detenerse antes de llegar al mismo.

Desvíos

Lo primero de todo decir que un desvío es a todos los efectos una vía más, con sus peculiaridades, pero a todos los efectos se trata de una vía.

Son los lugares donde un tren puede cambiar de vía. Yendo al símil de los grafos, los desvíos serían los nodos y las vías las aristas. Con una particularidad, en el caso de la instalación de este CTC solo puede haber

un tipo de desvío, el que toma una vía y la divide en dos, o en sentido contrario que toma dos vías y las junta a una sola. No se da el caso de desvíos de diamante, ni otro tipo de desvíos complejos.

Los desvíos según sea la vía por la que se sale, se dice que son directos o desviados, si un desvió está accionad para el paso por la vía desviada, el tren que por ella circule no puede rebasar la velocidad máxima de 30 kilómetros hora.

Señales

Es el medio por el cual se informa a los maquinistas lo que deben de hacer. Desde el centro de control se ha de acceder a las mismas para indicar que beben de hacer en cada momento los maquinistas de cada tren. Desde el centro de control también hemos de poder saber el estado actual de cada señal.

Estaciones

Es un lugar donde existe una agrupación de desvíos con sus correspondientes tramos de vías. En el caso de las estaciones término o en algunas, que por su complejidad o su alto número de operaciones tenga un consolador de tráfico propio, liberando al personal del centro de control centralizado de esta tarea. Estas estaciones se dice que están en mando local.

En las gráficos se recogen que trenes y durante cuanto tiempo se han de detener los trenes en ellas.

Hay un caso especial de estaciones, que son los apeaderos, son lugares donde los trenes de viajeros se han de detener opcionalmente en caso de que haya o no viajaros y su tiempo de parada viene determinada por el tiempo que estos tarden en bajarse o subirse del tren.

Pasos a nivel

Es el lugar donde la vía es interrumpida por una carretera. Solo hemos de tener en consideración los pasos a nivel con barreras automatizados, puesto que en el resto el tren que circule tiene preferencia sobre cualquier otro tipo de vehículo.

En los pasos a nivel con barreras automáticos tiene preferencia el tren siempre que la barrera se haya bajado, en otra circunstancia el tren se ha de detener. Es por eso que el controlador de tráfico ha de saber de la existencia de estos pasos a nivel puesto que pueden interferir en la circulación normal de los trenes.

Circulaciones

Son los vehículos o conjuntos de vehículos que se circulan por las instalaciones. En el caso que nos ocupa todos ellos son conducidos por una persona, denominada maquinista. Por tanto no hay trenes de circulación automática.

Dichos trenes a su vez se dividen en dos tipos principalmente. Esta división no atiende a lo que trasportan, aunque su nombre así lo parezca indicar, si no a su comportamiento sobre las vías.

Viajeros

Son trenes que tienen una prioridad de circulación alta, son trenes ligeros que pueden circular a una velocidad máxima de 80 kilómetros por hora y alcanzan la misma de una forma rápida. Realizan paradas frecuentes y son los más habituales circulando por las vías.

Mercancías

Son trenes más pesados, su prioridad es más baja que los trenes de viajeros, su velocidad máxima es inferior y sus inercias más grandes, por tanto sus velocidades medias son más bajas que los de viajeros. Son menos habituales.

Dada su velocidad son constantemente rebasados por los trenes de viajeros, para realizar esta maniobra, estos trenes se han de detener en las estaciones para que los trenes de viajeros los adelanten.

Especiales

Se trata de trenes no periódicos y por tanto no recogidos en los gráficos su circulación está supeditada a que el resto de trenes les dejen vía libre. Estos trenes por tanto tienen un tratamiento especial y de ahí su nombre.

Trenes en régimen de maniobras

Se trata de trenes que no están circulando, si no que están realizando algún tipo de maniobra. Su circulación es a marcha muy lenta que no puede superar en ningún caso los 10 kilómetros hora. En esta circunstancia el maquinista es advertido y ha de ser consciente que ha de poder detener el tren en una distancia muy corta ya que no cuenta con la exclusividad del uso del tramo de vía donde se encuentra, cosa que no ocurre en el resto de circulaciones.

2 Funcionalidades del sistema

Una vez visto el quién y el cómo, tenemos que ver qué es lo que hay que controlar, cuáles son las funciones que ejecuta el controlador sobre el sistema y que es lo que este ha de controlar y supervisar.

Visualización de las instalaciones y trenes

El controlador ha de poder ver con que instalaciones contamos y como se encuentran distribuidas a lo largo de la línea. Su representación ha de ser un equilibrio entre real y esquemática para ayudar en lo posible a la toma rápida de decisiones, mostrando tan solo lo esencial para el correcto control de las circulaciones.

Vías

Se han de ver los tramos de vía de forma que nos muestren la distribución de las mismas a lo largo del trayecto. Es decir, ver si los tramos de vía son doble, única, si están balizadas o por contrario por bloqueo, la longitud de los tramos o el tiempo que un tren tardaría en recórrelos. En caso de vías dentro de estaciones, saber la distancia de la misma para evaluar qué trenes caben en ella.

Indicar si se trata de vías muertas, o de vías que continúan pero fuera del control del sistema CTC.

Estaciones

Indicar el nombre de la estación y qué instalaciones pertenecen a ella, en realidad se trata de un agrupamiento de infraestructuras, señales, pasos a nivel andes, almacenes, desvíos y vías que pertenecen a una estación.

Andenes de estaciones y apeaderos

Indicar donde están los andenes ya que serán los puntos de parada de los trenes de viajeros, de esta forma evitamos la confusión al controlador de saber en qué vías y cuales no ha parar un tren de viajeros.

Señales, desvíos, pasos a nivel.

En qué punto de la vía se encuentran, su identificador y su estado.

Trenes

Visualizamos un tren, el tipo del mismo y su identificación. Además de otros datos de interés como su longitud peso, retraso o adelanto sobre el tiempo fijado en el gráfico si es qué está considerado en el mismo y no es una circulación especial, etc.

Recepción de información

La información capturada puede ser relativa a las instalaciones o a los trenes, esta información tiene que ser puesta en conocimiento al controlador para poder actuar en consecuencia.

Estado de la vía

Una vía puede estar ocupada en caso que haya entrado y no haya salido de ella un tren, estaría libre en otro caso.

Cuando un tramo de una vía forme parte de un bloqueo se ha de indicar el sentido del mismo.

Cuando a una vía se le haya asignado un tráfico, ha de mostrarse como lista para recibirlo, de esta forma el controlador sabe que esa vía está esperando ser ocupada.

Ver las restricciones de velocidad en caso de haberlas.

En caso de que una vía quede inutilizada, ha de poder marcarse como no operativa.

Estado de una señal

Una señal puede tener los siguientes estados:

- **Verde:** libre, señal verde indicando que este tramo de vía está libre y el higiene está libre o aproximación
- **Amarillo:** precaución o aproximación, indica que este tramo está libre pero que el siguiente está cerrado
- **Rojo:** parada. Indica detención, el tren no puede rebasarla
- **Amarillo-verde:** aviso de precaución o libre desviada, en caso de ser una señal de entra a un desvío indica que se va circular hacía la vía desviada.
- **Rojo-blanco:** Maniobras, señal blanca y roja, indicando al maquinista la no exclusividad del uso del tramo de vía.

Estado de un desvío

Un desvió puede estar accionado para la vía directa o para la vía desviada, el controlador ha de saber hacia donde está accionado.

Estado de un paso a nivel

Un paso a nivel puede estar abierto, cerrado o en estados transitorios, es decir cerrándose o abriéndose.

Estado de una estación

Hemos de saber si una estación está en mando local o remoto. Es decir tener conocimiento si la estamos gobernando o tan solo la estamos monitorizando.

Estado de un tren

El sistema nos tiene que ofrecer todos los datos relativos a un tren, en todo momento hemos de tener conocimiento de su posición y velocidad. Debemos de diferenciar los trenes, y la información a mostrar dependiendo del tipo de tren. También ha de ser visible si está dentro del horario y si no lo está cual es tiempo de retraso o adelanto que tiene.

Estado del sistema e incidencias en el mismo

El sistema ha de estar auto chequeándose constantemente, por tanto ha de mostrar el estado del mismo, en caso de que haya alguna advertencia de avería o una avería, el sistema tiene que ponerlo en conocimiento del controlador.

Emisión de órdenes

Dado que el sistema además de ser un sistema de monitorización es un sistema de mando, hemos poder dar órdenes al mismo que este transmitirá a las instalaciones.

Pero aparte de esto, al ser un sistema en que los receptores de estas órdenes están a gran distancia y algunos (por ejemplo los desvíos) tienen un tiempo de actuación alto, hay unos tiempos de respuesta que tienen que ser indicados por el sistema.

Modificar el estado de una señal

Consiste en dar un nuevo valor a una señal, el sistema ha de comprobar que el nuevo estado sea posible y no se infrinja ninguna norma de seguridad.

Modificar el estado de una vía

Una vía en un momento dado puede dejar de estar operativa, por tanto ha de indicarse al sistema que dicha vía no es útil para la circulación.

Puede que no sea una inoperatividad total, y dejar circular a los trenes por ella, por tanto también ha de permitirse indicar al sistema que una vía tiene una restricción de uso.

Modificar el estado de un desvío

Hemos de poder mover un desvío, el sistema al igual que con las señales ha de comprobar si se cumplen las medidas de seguridad para llevar a fin la maniobra.

También hemos de poder dejar que el desvío pueda ser movido en modo manual para las labores de mantenimiento.

Modificar el estado de un paso a nivel

Hemos de poder bajar un paso a nivel de forma manual en caso de necesidad, también hemos de poder subirlo. A la hora de subirlo el sistema ha de comprobar que no se vulneran normas de seguridad.

Modificar el estado de mando de una estación

Hacer que el control de una estación pase a modo local y quitarle el mando local a una estación. El sistema ha de impedir que una estación tome el mando, siempre se lo ha de dar el CRT, a no ser por una emergencia.

Crear un itinerario

Desde el CTC se ha de poder reservar un conjunto de vías. Una vez solicitado el sistema ha de comprobar que no se vulnere la seguridad y tras una respuesta afirmativa ha de modificar los desvíos y las señales, marcar las vías como reservadas, activar los bloqueos, armar los pasos a nivel de forma que cuando el tren sobrepase los sensores estos desciendan solos. Digamos que es una herramienta para qué rápidamente se pueda dar un recorrido al tren liberando al controlador de ir activando uno a uno los ítems intermedios.

Ordenar un cruce de trenes

Crear un circuito de vía para cada uno de los trenes a cruzarse desde donde se encuentran hasta la estación de cruce. El sistema ha de determinar que tren entra primero en la misma, normalmente el qué más cerca de ella se encuentre, auque también se debería de poder forzar la entrada de uno primero. Esto ha de funcionar igual que para la creación de un circuito de vía, con el añadido que se trata de dos y la gestión del cruzamiento.

Introducir un tren al sistema

La introducción de un tren al sistema ha de ser automática, usando los sensores de vía y los esquemas previamente introducidos al sistema. En caso de que el sistema detecte una entrada de un tren ha de preguntar al operador si crea el tren.

También se ha de permitir la creación de un tren de forma manual, a partir de por ejemplo la separación de dos trenes.

Eliminar un tren del sistema

Al igual que con la introducción de un tren al sistema, se ha de permitir la eliminación de uno, bien porque ha llegado al final del recorrido, y mediante los esquemas este tren desaparece o bien de forma manual, por ejemplo tras la unión de dos trenes para formar uno solo.

3 Informe del sistema actual

Introducción

Tras haber estudiado tanto las instalaciones como los controladores del caso concreto de estudio, es el turno de hacer un informe detallado del sistema en estudio. Para hacer dicho informe, aparte de un estudio de las instalaciones del CTC a modificar, también nos hemos apoyado en la visita al centro de control de la empresa Estatal RENFE, concretamente a su sector de negocio Circulación situado en Oviedo y el estudio del sistema de control de tráfico aéreo SACTA que usa la empresa AENA.

Este informe está enfocado a las funcionalidades del sistema y como el sistema actual las resuelve, evaluando sus puntos fuertes y débiles.

En la parte final del capítulo hacemos un informe superficial, ya que no es el cometido del estudio, de la sala donde está ubicado en centro del control.

1 Características generales

El sistema consta de dos puestos de mando, cada uno de ellos independiente del otro. Cada puesto consta de unos grandes retroproyectores donde se visualiza el sistema en tiempo real, en dichas pantallas se muestra la integridad del recorrido.

También hay una mesa de grandes dimensiones sobre la que sitúan los equipos de control, en un puesto hay dos equipos y en el otro tres. Los equipos son ordenadores con dos pantallas cada uno con su teclado y su ratón. Sobre la mesa también está el sistema de comunicaciones que consta de un equipo de comunicación y un ordenador que gestiona el medio por el que se emite.

Pantallas de retroproyección

Descripción

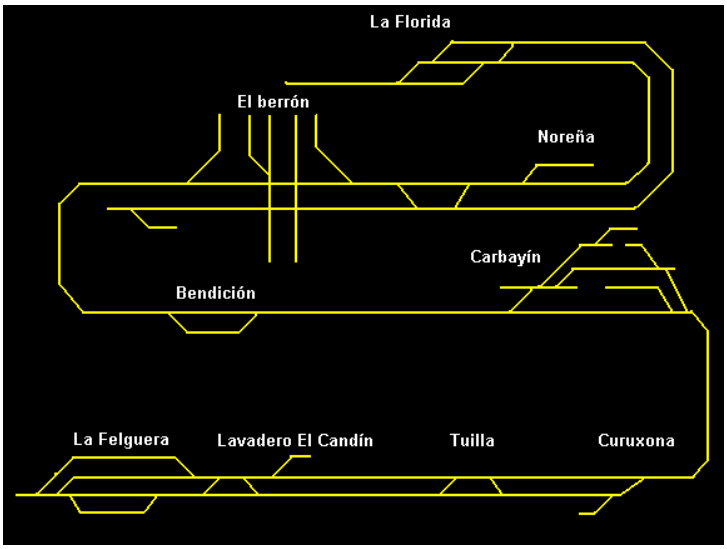
Son unos grandes paneles que muestran a gran tamaño el conjunto de la explotación. Dichos paneles representan a tiempo real lo que está ocurriendo. Solo permiten la visualización, no siendo interactivos, no admitiendo ordenes sobres ellos.

Están colocados frente al controlador, detrás de los monitores de los equipos de control.

La representación de la explotación se hace de forma esquemática y sobre un fondo negro.

Dado que la forma real de la línea ferroviaria es alargada, para representarla dentro de los paneles, la línea ferroviaria se reprenda de forma continua y haciendo zig-zags.

En las dos figuras que se muestran a continuación podemos ver un mapa del tramo La Florida, La Felguera, y su representación en el CTC, como vemos, el esquema muestra un recorrido en zig-zag que nada tiene que ver con la realidad, es más, la estación de El Berrón tiene un cruce entre dos líneas y paradójicamente la línea que va de norte a sur en el croquis se representa en horizontal.



Hay un único esquema que representa la explotación y este se diseña en el momento en que se instala el CTC, no hay posibilidades ser cambiado por parte de los controladores y es el que se muestra tanto en los

retroproyectores como el usado para las representaciones locales de los equipos de control. Mientras que en los retroproyectores el esquema se muestra como se ha comentado, dentro de las pantallas la vía férrea es representada en horizontal desapareciendo los zig-zags.

Los detalles mostrados son gestionados por el controlador, haciendo este posible la no representación de las descripciones de un determinado tipo de ítem, como puede ser el nombre de las estaciones, señales, etc.

Valoración

Por motivos de espacio la información mostrada en las pantallas está muy apretada y la forma en que se soluciona el problema de espacio creando un zig-zag con las líneas hace realmente difícil ubicarse en un primer momento y hace difícil seguir la traza de la vía. Esto provoca una gran carga cognitiva al tener que traducir de la forma esquemática a la forma real de la instalación o bien al tener que interpretar cada uno de los objetos de pantalla para poder hacer un seguimiento del recorrido. Creemos un error bastante importante la forma de ubicar los proyectores al tener una forma casi cuadrada, cuando, dada la morfología de la explotación tendrían que tener una forma rectangular muy alargada. Por tanto, creemos dedicar más espacio y una mejor distribución del mismo para representar la explotación sería imprescindible.

Por otra parte también consideramos que el color de fondo tan monótono y con tanto contraste con los objetos representados provoca un cansancio a los controladores.

Una solución sería utilizar un fondo neutro y sobre este poner una traza que siga el itinerario de la vía, sobre esta traza situar la representación de las inhalaciones, de modo que baste con seguir la misma estemos siguiendo el itinerario que recorren los trenes.

Otro aspecto negativo es la diferencia de representación entre los monitores y los retroproyectores, mientras que en los monitores la explotación se muestra en horizontal en los retroproyectores se hace en zig-zags, si que es verdad que solo se usan tramos verticales para representar vías y se intenta no poner estaciones en vertical, pero ocurre que hay estaciones y tramos de vía que se ven invertidos de una representación a la otra es decir lo que en una estación está arriba en el monitor está debajo en el retroproyector, lo mismo con la izquierda y derecha.

Equipos de control

La aplicación cubre todo el espacio de la pantalla, consta de una ventana principal por pantalla con las siguientes áreas:

- Una línea superior con información general.
- Menú principal.
- Área de visualización y control
- Línea de introducción de comandos
- Área de botones de ejecución de comandos.
- Mensajes de error

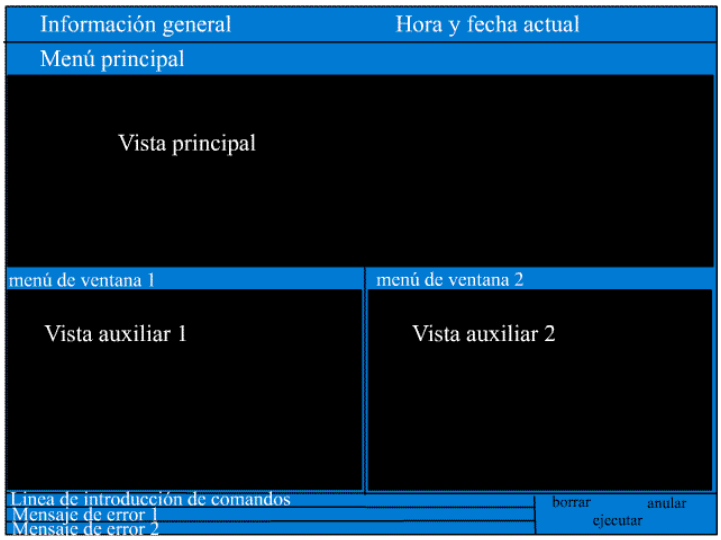


Ilustración 1 Esquema de la ventana de un puesto de control

Información general

Ilustración 2 Barra de control

Descripción

En la parte superior de cada pantalla, se nos muestra una barra donde hay información global relativa al monitor que estamos visualizando. La información contenida es la siguiente:

- Icono del fabricante del software actual
- Icono de la compañía
- Información del Puesto, monitor y CTC, en este caso puesto 0, monitor 1 y CTC El Berrón.
- Zonas de trabajo, en este caso A y B.
- Fecha y horas actuales.
- Tres cuadros con los colores rojo, verde y azul, la finalidad de estos colores es la de informar al controlador el estado de la pantalla y la intensidad con que esta reproduce los distintos colores sustractivos básicos.

Valoración

Indicar que de toda la información que muestra esta barra consideramos interesante la de la fecha y hora actual y las zonas sobre las que tenemos control, el resto se puede eliminar de un lugar tan visible por los siguientes motivos:

El icono del fabricante y el icono de la empresa son datos totalmente innecesarios y que tan solo se limitan a ocupar espacio.

La identificación del monitor y del puesto es algo que no cambia por tanto se puede indicar sobre el propio soporte, no hace falta que ocupe espacio en la pantalla permanentemente.

El CTC que estamos visualizando en el momento actual es innecesario ya que desde este centro no se va a poder controlar ningún otro puesto de mando, quizás en previsión a futuras ampliaciones del sistema se debería de tener en cuenta pero en todo caso solo se debería de visualizar si se trata de la visualización de un CTC distinto al CTC en el que físicamente nos encontramos.

Los colores RGB mostrados quizás en el sistema actual tengan sentido en caso de que haya una avería y se pierda un canal de color en la pantalla. Consideramos que es una mejor solución utilizar un elemento común y muy utilizado, como es el cursor del ratón que sea de color blanco, en el caso en que este se vea de otro color diferente, indicaría la falta de uno de los canales de color.

Por tanto, ya que prácticamente ha desaparecido toda la información de esta parte de la pantalla, carece de sentido y ha de desaparecer de la misma. Las opciones restantes hay que reubicarlas, esto se verá más adelante.

Menú principal

El menú principal consta de 6 opciones principales:

Fichero:

Tiene la opción de abandonar el programa, con el cual cerramos la aplicación en este puesto.

Y la opción de reiniciar el sistema.

Arrancar:

Es una opción que solo está activa en el puesto principal y sirve para arrancar el sistema que alimenta a los terminales, es decir es quien arranca todo el sistema de control que hay por debajo del interfaz.

Nueva imagen:

Permite crear una nueva ventana de visualización y colocarla en una parte de la pantalla que el controlador le indique. Será descrito con más detalle en la siguiente sección.

Imagen del retroproyector:

Ha tres opciones, la de refresco del retroproyector que se puede ejecutar desde todos los puestos y otras dos, encender y apagar retroproyectores que solo se pueden ejecutar desde el puesto principal.

Histórico e informes:

Tiene diversas opciones desde las que se lanzan distintos informes para su posterior estudio o registro.

Sistema:

Es la parte del menú destinada a gestionar el sistema en general, por un lado está la gestión de usuarios por otra la gestión de zonas y por ultimo una sección de varios.

- El apartado de usuarios permite añadir un usuario al sistema, modificar los datos de usuarios o eliminar un usuario y es exclusivo del usuario administrador
- El apartado zonas permite cargar una zona en el puesto, o descargar una zona. También permite consultar las zonas disponibles.

- Varios, permite cambiar la configuración de colores de los marcos de las ventas, el tamaño de la letra y demás tareas relativas al interfaz, número de alarmas mostradas, etc.

Alarmas:

Permite visionar las últimas alarmas sucedidas en el sistema, no hay distinción entre la importancia de las mismas al igual que pasa en la zona de alarmas de la pantalla.

Valoración:

Muchas de las opciones que se muestran en el menú no son útiles para el controlador, entre ellas las relativas al arranque y apagado del sistema y de los retroproyectores o la gestión de usuarios en el sistema. Opciones como el refresco de los retroproyectores no debería de ir anidada si no que debería de ir como un botón en una parte fija de la pantalla.

Es necesario una reforma en profundidad del mismo que se verá en los siguientes apartados

Área de visualización y control

Descripción

El sistema parte de una representación esquemática fija de las instalaciones, dicha imagen representa con un esquema toda la explotación a controlar. Dada la gran cantidad de información a mostrar, esta información se reparte entre los distintos puestos y monitores. En cada monitor de cada puesto, hay un área (que es la parte más importante de la pantalla) sobre la que se representa una o varias zonas de la instalación. La zona o zonas representadas se muestran sobre la barra superior que hemos descrito en el apartado anterior. Dicha zona o zonas a representar son muy grandes y no pueden ser mostradas a un tamaño aceptable en su totalidad sobre la pantalla, es por esto que el área de visualización de la pantalla viene dotada de una serie de funcionalidades que facilitan la tarea al controlador:

- Zum, para alejar o acercar los objetos.
- Desplazamientos de las instalaciones dentro de la pantalla.
- Permite ocultar ciertos rótulos de las instalaciones, como puede ser el nombre de señales, estaciones, etc.
- Crear una nueva área de representación que se situará sobre la principal. Se pueden crear hasta cuatro nuevas áreas, estas ventanas se colocan en forma de mosaico y lo pueden hacer en los cuadrantes superior izquierdo, superior derecho, inferior izquierdo o inferior derecho. Sobre cada una de estas vistas también se puede hacer zum, desplazamientos y ocultación de rótulos de forma individual.
- El controlador se puede desplazar a la izquierda o la derecha dentro de una ventana mediante unas flechas en las esquinas de la ventana, para visualizar las vías adyacentes a las que ve en ese momento.
- El controlador con los cursores del teclado se puede desplazar hacía arriba o hacia abajo, con lo que iría a otra línea adyacente.

Cuando el controlador crea una nueva ventana de visualización el sistema le manda elegir la estación con la que quiere abrir la ventana.

Ilustración 3 Opciones para la creación de una ventana de control

Esta representación de las instalaciones en modo de esquema sobre una pantalla es interactiva, es decir sobre ella es sobre la que actúa el controlador para dar órdenes al sistema. Dichas órdenes son emitidas usando el teclado y el ratón. Dichas operaciones se describirán con más detalle en los apartados relativos al control y la visualización de la explotación.

Indicar que las órdenes efectuadas con el ratón se hacen usando los objetos o ítems de la pantalla y los realizados por teclado, se escriben en una línea para tal fin en la parte inferior de la pantalla.

Valoración

En el sistema actual se utiliza la representación esquemática de la explotación en conjunto y se divide en zonas de explotación reales para su división. Dichas zonas son la representación casi a rajatabla de las líneas comerciales, es decir que la zona C por ejemplo equivale a la Línea F5 de cercanías. Esta forma de agrupación tiene las ventajas de que rápidamente es asociada con la instalación real.

Por otro lado, dado que las líneas no son iguales, y dentro de ellas mismas no son homogéneas en cuanto a instalaciones a controlar, nos encontramos con qué hay un desequilibrio entre zonas muy importante, y tenemos la necesidad de usar varios puestos para representar una misma línea, dichos puestos sobre el parte superior de la pantalla muestran las áreas que representan, y se da el caso de que sobre seis monitores que muestran cosas totalmente distintas, indican la misma zona en el encabezado 'zonas A B'.

Relativo al la distribución de la información en ventanas, creemos que carece de sentido tener una ventana principal que queda en el fondo cuando se van abriendo nuevas ventanas sobre los cuadrantes. Creemos que es importante que todas las ventanas se comporten de la misma forma y no haya ninguna más importante que otra, ya que la información que representan es igual de importante.

Consideramos que el criterio para ocultar información irrelevante (se ocultan los identificadores de los ítems por familias, semáforos, desvíos, etc.) no es el correcto, puesto que normalmente lo que el controlador quiere despejar es una zona, no un tipo de ítem en todo el conjunto, por tanto además del sistema actual, que está muy bien para la configuración global del sistema de acuerdo con los gustos del controlador, el sistema ha de contar con una herramienta que permita ocultar información irrelevante por zonas, y además que se pueda autogestionar. Es decir, el nombre de una señal suele ser irrelevante a no ser que un tren se encuentre próximo a ella, o que el controlador la quiera manipular.

Por último indicar una grabe carencia del sistema, el cursor del ratón no cambia de forma cuando se encuentra sobre un ítem sobre el que se puede actuar. Esta carencia provoca un esfuerzo extra por parte del controlador cada vez que tiene que hacer una orden sobre un ítem para determinar si está sobre él o no.

La opción de desplazarse arriba y abajo para cambiar de línea es muy poco recomendable, por tanto sería conveniente anularla.

Línea de introducción de comandos

Descripción

En la parte inferior de la pantalla tenemos una de color azul donde entre otras cosas está situada la línea de introducción de comandos. La finalidad de esta es la de introducir ordenes y comandos al sistema por teclado o visualizar de forma escrita las ordenes que se introducen con el ratón al ir pulsando sobre los ítems y seleccionando de los menús emergentes.

Ilustración 4 Parte inferior de la pantalla.

Valoración

Su utilidad es indiscutible ya que es el único sistema de retroactividad que el sistema muestra una vez el usuario ha cursado un comando. Dado que el sistema no indica de ninguna otra manera al controlador que la orden está cursada, es una parte imprescindible de cara a advertir al usuario que la orden está en marcha.

Pero hay formas mejores de indicar esto mismo al controlador mucho menos crípticas y orientadas a objetos como el resto del interfaz. Sería recomendable para mantener la coherencia con el resto del interfaz que esta retroactividad fuese mostrada por los objetos de la interfaz, de forma que cuando que das una orden sobre un ítem, sea este el que retorne al usuario la recepción de la orden. Y por otra parte, su aspecto pasa desapercibido por parte del usuario al ser muy parecido a las líneas de error que hay justo debajo, tendría que ser totalmente distinguible de estas al no tener nada que ver con estas.

Por otra parte la introducción de ordenes directamente desde teclado puede que sea una buena opción para tareas frecuentes o para usuarios avanzados, pero el caso es que durante las jornadas de estudio del sistema ninguna operación ha sido realizada usando este sistema por tanto, la emisión de ordenes por teclados nos parece totalmente inútil.

Área de botones de ejecución de comandos.

Descripción

Se trata de tres botones que actúan sobre el contenido de la línea de introducción de comandos, por tanto son un accesorio de esta. Dichos botones hacen lo siguiente:

- Borrar el contenido de la línea de introducción de comandos.
- Anular la el último comando que se ha mandado ejecutar.
- Ejecutar el comando que hay introducido en la línea de comandos.

Valoración

Como se ha dicho cuando valorábamos la línea de introducción de comandos, que ésta es mejor eliminarla del sistema, el significado de los botones tiene que cambiar, el botón de borrar desaparecería al no haber nada que borrar, mientras que el de ejecutar tendría que ir asociado al ítem o ítems sobre los que los que se ha emitido la orden y llevar consigo un botón de anular la orden en caso de no querer terminarla. Por tanto la propuesta es crear una ventana emergente que se muestre cuando se inicie una orden sobre un ítem, dicha ventana ha de salir en un área de la pantalla que no interfiera con el resto de ítems que necesitemos pulsar para completarla y cerca de ellos para no agilizar el comando. En la ventana tiene que venir reflejada la información relativa al comando que se esté componiendo, un botón para aceptar la orden cuando esté completada y otro para poder anularla en cualquier momento.

Ha de existir un botón que permita anular ordenes emitidas, es decir un botón deshacer, este ha de estar en una parte fija y accesible de la pantalla, pera que en caso de error se pueda acudir rápidamente a él.

Mensajes de error

Descripción

Se trata de una zona de la parte inferior de la pantalla justo debajo de la línea de introducción de comandos. En ella se muestran los últimos mensajes de error capturados por el sistema, dicha se información se muestra en formato de texto color blanco sobre fondo azul claro y un tamaño similar al de la línea de introducción de comandos.

Valoración

Se trata de una de las parteas críticas del sistema, ya que pude informar de mensajes muy grabes, como puede ser la advertencia de la perdida de conexión desde el CTC con el satélite que retorna la información de la explotación. Estos mensajes de gravedad alta han de diferenciarse de los otros que indican anomalías menores o incluso una mala introducción de una orden por parte de un controlador. En este sistema no se hace esta diferenciación, y lo peor de todo, que solo se visualizan los dos últimos mensajes ocultándose los mensajes más antiguos.

Por tanto el sistema de mensajes de error ha de ser totalmente rediseñado, de forma que por un lado haya una jerarquía de mensajes según su importancia y por otro que los mensajes grabes no puedan ser enmascarados sin que el usuario haya indicado al sistema que los ha advertido.

2 Objetos del área de visualización y control

Visualización de las instalaciones:

Un primer paso a evaluar es la forma en que el sistema representa las instalaciones y los trenes al controlador. La función de esta representación es la de mostrar la información necesaria de forma esquemática de las instalaciones. Dicho de otra forma, se trata de que el controlador sepa

identificar mediante el esquema que el sistema le muestra, la instalación real de qué se trata.

Sobre esta pantalla, la forma de representar los datos es mediante una interfaz orientada a objetos, donde dichos objetos son una metáfora visual que los asocia los objetos reales. La mayor parte de la información que maneja el controlador está en esta pantalla.

Por último decir que la visualización de las instalaciones es una tarea dinámica, por tanto las metáforas utilizadas tienen que tener la suficiente versatilidad como para poder mostrar el estado en que se encuentran. Por ejemplo una vía, además de ser el nexo entre instalaciones, es por donde circulan los trenes por lo tanto se tiene que mostrar su estado que puede ser libre, ocupada, inoperativa, etc.

Vía sencilla.

Descripción

El sistema representa las vías con líneas rectas. La representación no muestra ni la forma ni la longitud del objeto real. La forma en que se representan solo atiende una optimización del espacio, primándose un aprovechamiento del espacio en la pantalla de la representación sobre una representación más real de la locación geográfica de la misma.

Hay casos en que la representación de la vía traza una cambio de dirección (puede que este tramo de vía en el mundo real sea un tramo recto). Para hacer esta representación se recurre a una serie de segmentos rectos que van cambiando de dirección de 45 en 45 grados.

Las vías están divididas en tramos separados que representan lo que denomina cantón, tramo de vía o sección de vía. La longitud de dichos tramos no tiene por que ser igual, de hecho no lo es. Pues bien el sistema no representa de forma gráfica la longitud real de dichos tramos de vía. Nos podemos encontrar un tramo de vía que en pantalla ocupa tres veces más que otro, y estos ser en la realidad iguales o incluso ser más largo el que en la pantalla se representa como más corto.

El estado de una vía viene determinado por un código de colores:

- **Amarillo** Indica que la vía está en estado neutro, es decir no tiene trenes sobre ella ni se ha reservado para el paso de un tren.
- **Roja** Indica vía ocupada, dentro del tramo de vía se encuentra un tren.
- **Verde** Esta vía está libre y a la espera de un tren. En la parte superior de la vía se muestra una pequeña flecha indicando para que dirección se encuentra libre la vía.
- **Azul** Vía en estado de maniobras, es una vía que permite la circulación de trenes pero en estado de maniobra, es decir que es el maquinista el responsable de detectar otros trenes sobre ella.

Cuando se trata de vía doble, tan solo nos limitamos a poner dos vías sencillas, es decir se contemplan como dos vías independientes a todos los efectos.

En la siguiente imagen se puede apreciar un trozo de pantalla donde se ven vías en estado neutro, ocupadas y libres en espera de un tren. También se pude observar en la parte inferior una pequeña flecha blanca que indica el sentido de circulación de la vía de la parte inferior.

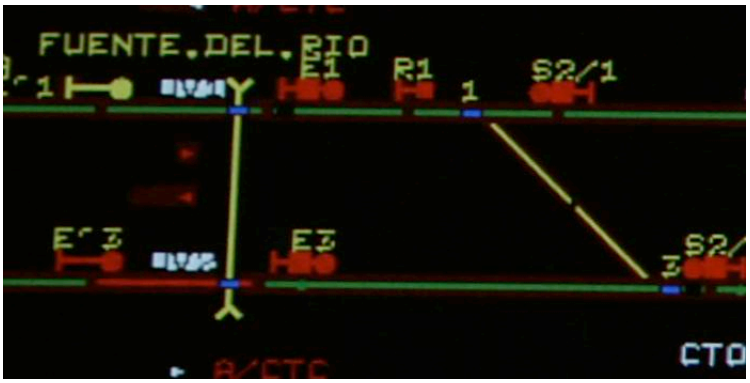


Ilustración 5 Muestra de vías en distintos estados.

Las el objeto vía guarda información relativa al tramo de vía que representa, eso es los puntos kilométricos entre los cuales está comprendida y la distancia de la misma.

Valoración

No es muy conveniente la disparidad en escala entre los tramos de vía reales y la representación de los mismos, debería de haber una relación entre tramos semejantes, es decir, para tramos de línea su tamaño debería de ser proporcional y para tramos dentro de estaciones lo mismo. Entre los dos tipos, al ser diferenciados, no es necesario que se guarde esa relación de echo sería imposible hacerlo si que hubiese un desfase entre tamaños inmenso.

Por otro lado que el estado de las vías solo dependa de un código de colores limita el uso de la aplicación a las personas con buena percepción del color, por tanto la diferenciación de los estados de vía deberá de tener alguna otra característica aparte del color.

No está de más añadirle el estado de vía inutilizada, o vía con restricciones de velocidad temporales. También sería muy conveniente indicar las limitaciones de velocidad permanentes. Asociado a estas restricciones debería de ir el punto kilométrico en que suceden.

Desvíos

Descripción

Los desvíos son como un conmutador, tenemos una tenemos una entrada y dos posibles salidas (o dos posibles entradas y una salida, según sea el sentido) pero solo una podrá estar seleccionada, la forma de representar esto es mediante un pequeño tramo discontinuo en la vía no seleccionada.

El icono que representa el desvío es una vía de la que surge otra a 45º, la vía que surge se llama vía desviada y la otra vía directa. El color de representación es el mismo que para las vías normales, ya que un desvío no deja de ser una vía más.

Guardan el punto kilométrico donde se encuentran situado y el número o identificador de desvío.

Valoración

La representación de los desvíos del CTC actual tiene un problema importante, se trata de la casi nula variación de aspecto que tiene un desvío cuando está desviado o directo, se trata de una pequeña discontinuidad de la vía que no está seleccionada que casi no se aprecia.

De hecho es uno de los motivos que lleva a los controladores a agrandar con el zum las representaciones para apreciar el pequeño matiz.

Al igual que con las vías habría que añadir un estado de inutilizado y almacenar posibles restricciones de velocidad temporales, así como restricciones especiales de velocidad permanaes.

En la fotografía del apartado anterior se aprecia un par de desvíos con la vía directa seleccionada y se puede apreciar una pequeña discontinuidad en la vía desviada, la que es de color amarillo.

Vía muerta

Descripción

Se trata de un tramo de vía que solo está unido al resto de la red por un solo lado, el otro es un lado terminal, es decir no tiene continuidad, se muere ahí. Su representación es eso, un trozo de vía que solo está unido a la red por un extremo. El código de colores es el mismo que para el resto de vías.

Valoración

Sería una buena idea poner un símbolo indicando que se trata de una vía muerta para diferenciarlo de por ejemplo un fallo en la representación que de lugar a una vía interrumpida. Un aspa sería el símbolo indicado. Aparte de esto, lo mismo que para el resto de vías.

Vía final de CTC

Descripción

Se trata de una vía que por un lado tiene conectada una vía de la red gestionada desde el CTC y por otro una vía externa el CTC. Su representación es una vía en la que el extremo conectado a la red CTC tiene unida una vía normal y al extremo externo, tiene conectada una línea discontinua de color blanco.

La información mostrada en este tipo de vía además de la que muestra generalmente en el resto de vías está una descripción y un nombre de la red que conecta.

Cruce

Descripción

Se trata de un cruce entre vías su representación es la de una vía que corta perpendicularmente a otra, no tienen nada de especial, tan solo que al

igual que los desvíos almacenan la información del punto kilométrico donde se encuentran.

Valoración

Respecto a la información que han de representar la misma que para los desvíos.

Ilustración 6 Curce doble en El Berrón

Estación

Descripción

No hay una figura concreta que represente una estación, tan solo se trata de una agrupación de vías de distintos tipos, andenes, edificios, etc. Sobre estos está el nombre de la estación, el código de ésta que consiste en dos letras, el modo de mando (mando local o mando CTC) y el tipo de alimentación eléctrica a los sistemas de mando y control (red eléctrica propia, suministrador externo)

El mando local se muestra poniendo el fondo del código de estación en azul, y sin fondo en caso de ser modo CTC.

En el caso del sistema de alimentación eléctrica se ponen las siglas EN en color amarillo cuando se trata de alimentación de empresa externa y FN en rojo alimentación por parte de FEVE.

Valoración

No hay un agrupamiento visual, de forma que el controlador tiene que saber hasta donde llega exactamente la estación.

La diferenciación que se hace entre mando local o mando CTC es mínima tan solo un resaltado en azul claro bajo el nombre de la estación.

Se muestra el modo de alimentación eléctrica que es algo que el controlador no gestiona y que no le aporta nada a la hora de controlar el tráfico, por tanto se carga con información que no le es necesaria.

Apeadero

Descripción

Se trata de una estación que no tiene capacidad de ponerse en mando local de operaciones, entre otras cosas porque no hay personal ni instalaciones para hacerlo. Su representación en el sistema es parecida a la de una estación, es una agrupación de elementos al igual que en la estación pero se omite la indicación de mando local o mando CTC y la indicación del tipo de alimentación eléctrica.

Algunos apeaderos no se muestran, tan solo parece un andén al lado de la vía sin ninguna otra indicación. En algunos casos no aparece ni este andén.

Valoración

Indicar lo mismo que para las estaciones a excepción de lo relativo al tipo de mando y al tipo de alimentación.

Por otra parte consideramos muy importante la homogenización de criterios para representar los apeaderos.

Andén y edificios.

Descripción

Es una representación gráfica de color blanco que indica su posición en relación con las vías. Carece cualquier otro tipo de información. En el caso de los edificios, cuando se trata del edificio principal, bajo él trae el código de la estación o apeadero al que pertenece.

Los andenes son alargados y se colocan paralelos a la vía y en el lado en que están. Se considera que un andén solo da servicio a una vía por tanto en el caso de que haya un andén que en la realidad se encuentre entre dos vías y de servicio a ambas, se representa con dos andes uno a lado del otro entre la representación de las dos vías.

Valoración

Además de mostrar su existencia un andén debería de contener información sobre su longitud, para informar a los controladores de la misma y ayudarlos en la toma de decisiones en situaciones de trenes excepcionalmente largos.

Paso a nivel con barreras

Descripción

Se representa como una línea trasversal a la vía que atraviesa terminado en una punta de flecha invertida en cada extremo. Cuando la barrera está abierta, se representa de color rojo y la vía tiene una pequeña discontinuidad a su altura, cuando está cerrado, y las barreras bajadas está de color amarillo y la vía se representa como una línea continua. En el periodo de cierre y apertura aparece con símbolo de abierto pero parpadeante.

Dicho símbolo va acompañado de un rótulo con el nombre de paso a nivel.

Valoración

La representación de un paso a nivel abierto y cerrado son demasiado parecidas y los colores de su representación pueden confundir ya que el significado del mismo color para la vía y el paso a nivel son distintos.

Señales

Descripción

Las señales vienen representadas con forma de un pequeño semáforo colocadas paralelas a la vía a la que señalizan. Para indicar su orientación se sitúa su base al lado desde donde viene el tren. Acompañándolas viene un rótulo que indica su nombre. Los estados de las misas se representan mediante colores de la siguiente forma:

- **Rojo:** Detención.
- **Verde:** Vía libre
- **Señal Amarillo- parte superior roja:** Anuncio de precaución
- **Amarillo:** Precaución
- **Blanca:** Maniobras

Aparte de su estado la señal contiene información exacta del punto kilométrico donde se haya ubicada.

Valoración

Habría que hacer una distinción entre señales intermedias y señales de estaciones, estas últimas son mucho más importantes, ya que las intermedias de cara al controlador son casi testimoniales. Dicho de otra forma, en la realidad hay un rango de importancia de las señales hacia el controlador que no se ve representado en el interfaz.

Dada la semejanza de los iconos de las señales con las reales sería aconsejable que la de maniobras fuese blanca con la parte superior roja o a la inversa.

Trenes

Descripción

Su representación en el sistema, paradójicamente, es casi testimonial. El interfaz actual no considera el tren como tal si no que lo trata como una ocupación de vía que se desplaza. Para su identificación el sistema permite la introducción de una etiqueta de identidad. Dicha tarjeta se desplaza hacia el siguiente tramo de vía ocupado y contiguo, según el tren real los va ocupando. El identificador es un número de 5 cifras.

Valoración

Por un lado indicar lo pobre de identificación de los trenes en el sistema y por otro lo arcaico del modo en que se identifican.

Al no existir el tren como tal si por cualquier motivo la secuencia de ocupaciones de vía se ve alterada (interferencias, ocupaciones intempestivas, etc.) se pierde la identificación del tren y habría que volver a introducirlo. Estas pérdidas hacen que los controladores desistan de etiquetar los trenes. Una solución sencilla es hacer al sistema usar los gráficos de circulación para verificar el tren antes de eliminar una etiqueta.

Por tanto es necesario identificar el tren, introducirlo al sistema con sus datos como son la longitud, identificación y tipo, y dicho tren ha de ser un objeto real del sistema, que muestre información real del mismo como su situación actual, su velocidad y en caso de estar introducido dentro de los gráficos de circulación indicar si va en hora, adelantado o retrasado.

Interacción con el sistema

Una vez que ya hemos valorado qué y cómo el controlador ve del sistema, pasaremos a analizar como interactúa con el mismo, de que forma introduce las ordenes para hacerlo funcionar.

La finalidad del CTC es la de hacer circular los trenes de la mejor forma posible y con el menor numero de personas para hacerlo. Es por esto que cuantas menos órdenes se den al sistema más eficiencia se obtendrá. Esto quiere decir que los controladores siempre intentarán enviar una orden compleja en vez de varias simples. Por tanto usando este criterio, ordenes más usadas y normalmente complejas, pasáremos a describirlas.

Creación de un itinerario

Descripción

Consiste en seleccionar un punto de origen y uno de destino sobre el cual se reservan los tramos comprendidos entre ambos para la circulación de un tren en el sentido en que se han seleccionado. Para hacerlo en controlador selección el punto de origen con el ratón, despliega el menú contextual y selecciona el modo en que va a reservar (en este caso un itinerario), tras esto selecciona el punto de destino. Durante el proceso se va mostrando la información en la línea de introducción de comandos de la parte inferior de la pantalla. Tras esto el controlador pulsa el botón de ejecutar comando (al lado de la línea de introducción de comandos). A partir de este momento el sistema verifica si es posible reservar el itinerario, y si es posible el itinerario es reservado y las vías comprendidas entre los puntos de origen y destino se ponen de color verde una vez que los desvíos han sido enclavados y las señales modificadas. No se ponen de color verde los tramos de vía que están atravesados por un paso a nivel, hasta que este esté cerrado y esto no se produce hasta que el tren se acerque a ellos y pise el sensor de la vía que ordena su cierre o bien que el controlador los cierre expresamente. En caso de que el sistema no autorice el comando no ocurre nada las cosas quedan como estaban.

A la hora de crear itinerarios, el sistema no toma decisiones de hacia donde ir en los desvíos, por tanto la longitud del itinerario está supeditada a esto. Para hacer itinerarios más largos lo que hay hacer es crear un nuevo itinerario desde el punto final del itinerario recién creado al siguiente punto. En caso de seleccionar un punto al que el sistema no pueda determinar la ruta para alcanzarlo se muestra un error en el área de mensajes de error.

Hay distintos tipos de itinerarios:

- **Los itinerarios de un solo uso**, que son borrados del sistema una vez el tren los ha atravesado
- **Itinerarios repetitivos**, son los que permanecen en memoria y no se borran una vez pasado el tren. Solo se pueden usar en vías en que los trenes solo circulen en un sentido y esto solo ocurre en tramos de vía doble.
- **Itinerarios de maniobras**, son un tipo de itinerario especial en que el sistema no comprueba la ocupación de vías. Las señales quedan en modo maniobras dejando en manos del maquinista comprobar la ocupación o no de la vía. En este modo se pierde la identidad del tren.

Valoración

En esta operación el sistema carece de una buena retroalimentación ya que no se informa al controlador del estado de la operación. Una vez el controlador ha ordenado el itinerario y el sistema está procesando la orden, hasta que esta no está confirmada y ejecutada (agujas enclavas, señales cambiadas, etc.) no se muestra en la pantalla ningún resultado.

Debería de indicársele al controlador el estado del proceso, indicarle que la operación se está procesando o que las agujas se están moviendo.

En caso de un itinerario de maniobras debería de existir la posibilidad de que el sistema no perdiese la identidad del tren a petición del controlador.

Ordenar un cruce de trenes

Descripción

En realidad no es una operación concreta dentro del CTC que estamos analizando, pero si que debería de serlo dada la cantidad de veces que se ejecuta y el tiempo y atención que requiere de un controlador.

Cuando dos trenes se cruzan en una estación o apeadero, es necesario crear los itinerarios de forma individual para cada tren uno por cada lado de la estación y cada uno en una vía independiente. El orden en que se hagan los itinerarios determinará el orden en que estos trenes entrarán en la estación.

Una vez los trenes estén cada uno detenido en su vía el controlador ha de hacer los itinerarios de éstos para continúen su camino, aquí ya no importa el orden puesto que los trenes ya no se interfieren.

Valoración

El que no sea considerado como 'algo más que' una operación independiente de la cremación de dos itinerarios provoca una serie de problemas:

- Los controladores han de seleccionar bien el fin del itinerario, ya que si lo sobrepasan ocupan la vía y no pueden crear el itinerario para el otro tren a cruzar.
- Los controladores han de estimar que tren llegará primero a la estación de modo que tienen que prestar atención a los trenes y definir el cruzamiento cuando ya tengan claro quien es el tren que llegará primero al punto de cruce.
- Los controladores no pueden continuar definiendo el itinerario de los trenes hasta que ambos estén estacionados cada uno en su vía y ya no se interfieran.

Por tanto es fundamental crear los cruzamientos como tales, de forma que cuando un controlador tenga que cruzar dos trenes en un punto sea el sistema el que estime en que orden lo tienen que hacer atendiendo al orden en que alcancen el punto y de forma que el primer tren que llegue tenga la entrada al punto de cruce libre cerrando la entrada al otro hasta que este esté situado en la vía de cruzamiento, una vez ahí se de la entrada al segundo tren, una vez el segundo tren haya entrado y se haya estacionado en su vía, de la salida al primer tren y a sí mismo.

Introducir un tren en el sistema

Descripción

Dado que el sistema actual no considera los gráficos la introducción de los identificadores de trenes los haya que realizar a mano. Para hacerlo el controlador se pone sobre el tren con el ratón pulsa y selección modificar identificador del menú emergente, tras esto introduce un número de cinco dígitos que será lo que se muestre sobre el tramo de vía ocupada por este tren desde este momento.

Valoración

Los números de tren en FEVE son de cuatro cifras y el sistema actual solo permite introducir identificadores de cinco cifras, los controladores tienen que darse cuenta de eso e introducir un cero antes de escribir el código, lo cual da lugar a errores frecuentes, debería de ser el sistema el encargado de rellenar de ceros por la izquierda, antes de eso tendría que advertir de ello, por si el controlador ha introducido números de menos accidentalmente. Pero la solución a esto sería la de indicar al sistema el formato de numeración de trenes en el momento en que se implantó el sistema y se configuró el conjunto.

Dado el mal funcionamiento del seguimiento de trenes en el sistema actual, los controladores no identifican todos los trenes como ya hemos comentado en el apartado en que describíamos la identificación de los mismos.

Como hemos hablado a lo largo del informe, la introducción de una herramienta de introducción de gráficos en el sistema permitiría identificar los trenes de una forma automática y evitaría la perdida de la identificación del mismo.

Sacar un tren del sistema

Descripción

Se saca un tren del sistema cuando llega al final de su recorrido y comienza un nuevo servicio, por tanto lo que hay que hacer es editar su identificador y reemplazar el que tenía por el del nuevo tren.

Otra forma de eliminarlo es indicándole un itinerario en modo maniobras o por supuesto sacándolo hacia una vía no controlada desde el CTC.

Valoración

Este método de borrado da lugar a que circulen trenes con etiquetas que no son, si a un controlador se le olvida modificar la etiqueta que ha terminado un servicio para ponerle la del nuevo, el tren circulará con el nombre el viejo y esto puede dar lugar a problemas serios ya que por lo general el tren que desaparece circulaba en sentido contrario al tren que debería de haber sido introducido.

Como vemos aquí también se echan falta que los gráficos interactúen con el sistema y quiten carga de trabajo a los controladores.

Modificar el estado de un paso a nivel, un desvío o una señal

Descripción

El controlador selecciona el icono que representa el objeto a modificar con el puntero del ratón y seleccionando el nuevo estado del menú emergente.

Valoración

La forma de modificar los objetos de forma individual es correcta.

Permitir el mando local a una estación

Descripción

Desde el CTC el controlador puede permitir dar el mando local a un factor de una estación y que sea este el que controle esa parte de la explotación. Para hacerlo tan solo ha de seleccionar con el ratón la estación y elegir la opción del menú emergente. El sistema mostrará el código de la estación de color azul para indicar que esa estación está en mando local y por tanto

el CTC no tiene control sobre ella a no ser que vuelva a solicitar recuperarlo.

Recuperar el mando local de una estación

Descripción

Hay que seguir los mismos pasos que para permitir el mando local a una estación pero seleccionar la opción de recuperar del menú contextual. Una vez el controlador haya recuperado el mando para el CTC, desde dicha estación será imposible manipular la instalación. Tras esta pericón el color de fondo de las letras de código de la estación será negro.

Valoración

Desde el punto de vista de actuación no hay ninguna objeción tan solo indicar la poca información que le reporta el sistema al controlador acerca del modo de mando de una estación y los límites del mismo. El sistema tendría que mostrar en caso de mando local de forma diferente las instalaciones para hacer ver al controlador que no tiene mando sobre las mismas.

Introducir una restricción de velocidad temporal o marcar como fuera de servicio una vía.

Descripción

Actualmente el sistema no contempla esta opción

Valoración

Es una funcionalidad fundamental ya que un controlador ha de saber en todo momento el estado de las instalaciones y mucho mejor las que son temporales, por eso ha de poder indicar al sistema las restricciones, su índole, la velocidad máxima y el lugar exacto donde se han producido.

El sistema ha de representar esto, mostrando la vía de una forma que advierta al controlador de lo que está ocurriendo.

Manipulación de los gráficos de trenes

Descripción

Se trata de otra funcionalidad no implementada en el sistema actual y que debería, como hemos visto en los apartados anteriores, ser implementada por el sistema.

Valoración

Se trata de un apartado que no atañe al controlador, pero sus datos si que afectan al controlador. Es por esto que no vamos a realizar su estudio, tan solo mencionarlo.

4 Propuesta de interfaz

Introducción

Tras el informe del sistema actual junto con las funcionalidades del sistema, en este capítulo vamos a estudiar y proponer una solución de interfaz al sistema TCT.

Sobre esta propuesta inicial nos basaremos en el trabajo teórico y de campo apoyado por las técnicas de diseño de interfaces, más concretmente las dedicadas al diseño de interfaces orientados a objetos. Apoyando esto, trabajaremos estrechamente con los usuarios del sistema para adaptar lo más posible el mismo a sus necesidades y hacerlo lo más completo, práctico y amigable que nos sea posible. De todas formas este capítulo tan solo va a tratar la parte teórica, dejando para los siguientes las modificaciones tras las pruebas con usuarios del mismo.

1 Características generales

Dada la naturaleza del sistema, su alto contenido visual, la gran cantidad de datos y lo familiarizados que están los usuarios con el sistema actual, pensamos una interfaz orientada a objetos del tipo a la que existe actualmente, introduciéndole modificaciones y mejoras pero manteniendo el concepto básico.

Dicha interfaz descansará sobre una serie de ventanas independientes que puedan ser visualizadas desde cualquier monitor conectado al terminal. Es decir, cada ventana será independiente de las demás, su contenido será monotemático, y todas ellas mostrarán la información del sistema en tiempo real.

Dado el alto número de horas que el usuario va a estar en el sistema, vamos a usar colores que no cansen la vista, iconografía de tamaño variable a voluntad de usuario, un uso limitado de las intermitencias y de las indicaciones acústicas. Ocultación de la información no importante y simplificación de las tareas, reducción de la carga cognitiva del usuario, presentando en todo momento la información de manera clara pero escueta y no abusar de siglas, códigos y demás sistemas de notación que requieran una memorización previa.

Dada la naturaleza de la interfaz, y que esta está centrada en los objetos mostrados sobre la pantalla que son alcanzados con el ratón, evitaremos siempre que sea posible la introducción de datos por el teclado evitando que el controlador tenga que soltar y coger el ratón constantemente.

Todos los mensajes de texto mostrados han de emplear una fuente especial para la visualizaron en pantalla, y su tamaño ha de ser apropiado a lo que está representando y el momento en que se está haciendo. Dependiendo del tipo de ventana el usuario ha de poder configurar el tamaño del texto.

2 Ventanas de la aplicación

Como se ha indicado en el apartado anterior, las ventanas van a ser independientes y monotemáticas, de esta forma el usuario podrá identificar la información dependiendo la ventana donde esta se encuentre mostrada y lo contrario, el controlador actuará sobre la ventana adecuada.

Para esto consideramos tres tipos de ventanas que pasaremos a tratar con detalle:

Ventanas de observación

Se trata de una ventana especial que será pensada para mostrar sobre una superficie de gran formato aunque también se podría mostrar sobre una pantalla de ordenador. En esta ventana se verán las instalaciones ferroviales y el tráfico que circula por ellas. No será interactiva por tanto el usuario no podrá introducir ordenes al sistema desde la misa.

Como se puede observar esta tipo de ventana tiene la misión de esquematizar las instalaciones permitiendo de un vistazo rápido ver lo que en estas ocurre, identificar de forma rápida un tren sobre ella o cualquier incidencia que ocurra.

Su utilidad principal es la de presentar al controlador el conjunto de la instalación permitiéndole ver partes que no ve desde el resto de sus pantallas (porque son zonas sobre las que no actúa y no tiene sentido visualizar en las pantallas de actuación), al supervisor de tráfico ver de un vistazo la situación de la explotación o cualquier otro personal que en un momento determinado requiera alguna información.

La información que nos va a mostrar esta pantalla, como decimos es toda la referente a la instalación desde un punto de vista global mostrando el estado de las instalaciones, la situación de los trenes y el estado de la señalización, desvíos pasos a nivel, etc.

La instalación se ha de dividir en zonas y en una de estas ventanas se muestra una zona, tanto el contenido de la zona como el formato de visión no es modificable por el usuario, tan solo se puede modificar durante el proceso de instalación y por el personal cualificado, por tanto la definición de estas zonas y su configuración queda fuera de este estudio.

La ventana va a estar dividida en dos zonas:

Barra de estado

Esta parte de la pantalla muestra muy poca información pero muy importante. La idea fundamental es que sea vista por el usuario antes que el resto de la ventana, por tanto se ha de colocar en el área visualmente

primera en visitar, la parte superior izquierda de la pantalla. El color de su contenido ha de resaltar lo suficiente para que destaque pero no ha de ser excesiva evitando quitar atención cuando se está observando el resto de la ventana. Creemos que lo propio sería poner una máscara semitransparente blanca sobre el fondo de la ventana y el texto en negro, remarcado en negrita.

Con esto creemos que se consigue resaltar la importancia de la información mostrada en esta zona de la pantalla, a priori creemos que no hace falta destacarlo más ya que será la única información externa al las instalaciones.

Momento actual del sistema.- Formada por, la fecha (día, mes y año) y la hora (hora en horario de veinticuatro horas, minutos, y segundos) del sistema en tiempo real, refrescada en cada segundo, de forma que permita al observador comprobar que el sistema de monitorización no se encuentra detenido.

Estado del sistema.- Muestra un mensaje acompañado de un icono el estado actual del sistema, indicando los siguentes estados:

- Etado correcto siguentes estados:
  laciones.antalla, a priori creemos que no hace falta destarlo mlizacremarcado en negriga. en el lugar tar. Se indica con un símbolo que representa una 'v' en color verde acompañado de la cadena 'Estado correcto'
- Estado con alguna incidencia. Se indica con un síbulo '!' en color amarillo acompañado de la cadena de texto 'Incidencia: descripción de la incidencia'
- Sistema inoperativo. Se muestra un símbolo con una 'x' en rojo y una cadena de texto parpadeante con el mensaje 'Error: Sistema detenido' Además de esto, se colocará una máscara semitranparante sobre las instalaciones desenfocando la representación e indicando que lo allí representado no es válido.
-
-
-

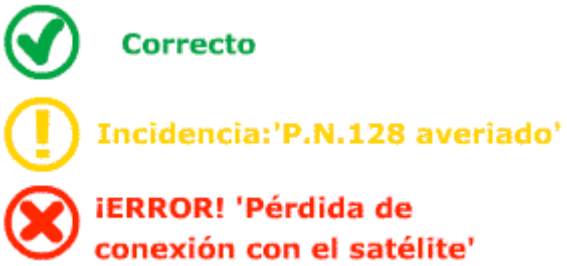


Ilustración 7: Mensajes de estado

Descripción e identificadores de las zonas representadas.- Estará formado por un identificador de zona, que en el caso de este CTC son unas letras mayúsculas, y por una cadena de texto que hace las veces de descriptor de la zona. El identificador de zona está destinado a informar principalmente a los controladores y personal familiarizado con el sistema CTC y la descripción es para informar a observadores esporádicos, completando así, las necesidades del conjunto de usuarios de esta ventana de visualización.

Representación visual de las zonas representadas.- Es un esquema de representación global de la instalación y resaltado en ella la zona o zonas representadas. Dicho esquema ha de tener una forma que evoque al representación geográfica de la explotación, ayudando al observador a ubicarse geográficamente.

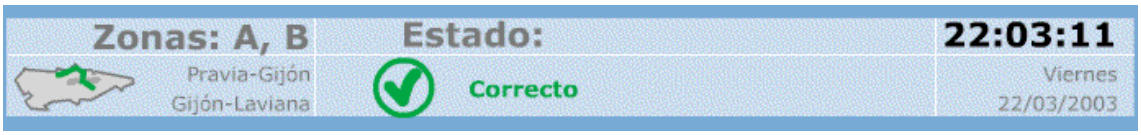


Ilustración 8: Barra de estado.

Área de información

Es la parte fundamental y que ocupa la práctica totalidad del área de representación. Sobre ella se muestra un esquema de las instalaciones representadas. En dicho esquema se han de ver mediante símbolos gráficos y fáciles de asociar con el objeto real las instalaciones de interés y los trenes que circulan por ellas. Además de esto, han de Mostrar el estado de los mismos, tanto el estado físico en un funcionamiento normal como advertir de una mal función.

El fondo del esquema ha de ser un color neutro que no moleste a los controladores en su trabajo, por otro lado ha de contrastar lo suficiente con las instalaciones que sobre él se han de representar. Por ello en esta primera propuesta se usamos el azul que se muestra en las ilustraciones. Sobre el azul y siguiendo la traza de la vía, bajo las instalaciones una máscara blanca semitransparente que permita, por un lado un mayor contraste de las instalaciones sobre el fondo y por otro facilitar el seguimiento del trazado ferroviario al observador, al ofrecer, mediante una asociación visual, un recorrido totalmente intuitivo.

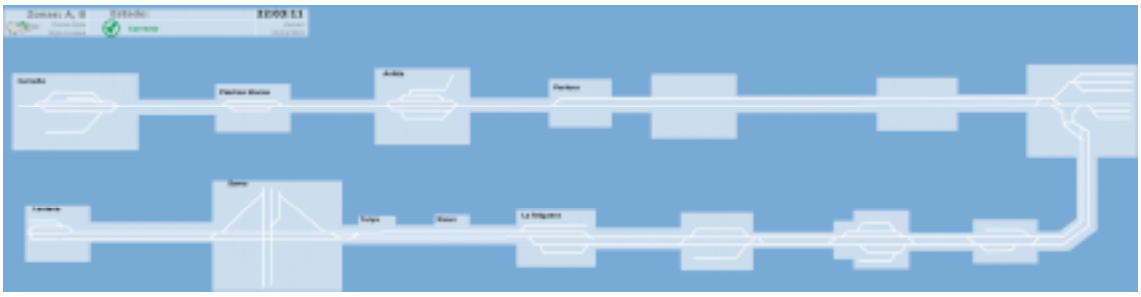


Ilustración 9: Vista general de la pantalla retroproyectada.

Como se puede observar en la figura 3, se ve claramente la traza que marcan las instalaciones, por el sombreado blanco, sobre este se aprecian las lineas blancas que representan las vías, una vez la instalación esté en marcha estas van tomando los colores que idenfican sus estados de forma que en todo momento el controlador sepa lo que ocurre en esa parte de la instalación.

Por último indicar que este fondo neutro permite poner sobre él a modo de ligera marca de agua el logotipo de la empresa, o del centro de control, en caso de que la empresa operadora quisiese colocar su logotipo en la aplicación.

Ventana principal de usuario

Es la ventana que se encuentra el controlador una vez que accede a la aplicación, es una ventana que pierde casi por completo su importancia una vez el usuario ha iniciado sesión y a configurado las ventanas de control. Su cometido es el de validarse como usuario, configurar la

visualización del sistema, abriendo nuevas ventanas de control o de informes y la de avandonar el sistema una vez finalizada la sesión.

La ventana principal de usuario tiene varios estados y dependiendo de estos el contenido de la misma varía. La variación de contenido dependiendo del estado por un lado filtra la información mostrada dependiendo del momento, simplificando el manejo al usuario y por otro ayuda al usuario a situarse en su actividad actual.

Entrada al sistema

Es la primera ventana que el usuario ve, en ella tan solo ha de introducir su nombre de usuario, la contraseña y la zona o zonas a controlar. En caso de haberlos introducido correctamente, damos paso al estado de explotación trasn un sonido que indique que se ha entrado correctamente.

En cambio si el usuario se ha validado mal se repite el proceso como es natural. En el momento de una mala validación el sistema emita un sonido que informa del error, estó irá acompañado de una leve vibración de la pantalla.

En caso de que el usuario haya solicitado controlar una zona que está siendo controladada por otro compañero el sistema muestra un mensaje de advertencia, acompañada de un sonido, indicando al usuario el problema. En caso de que el usuario continúe adelante, el sistema solicita el control de la zona al controlador que la estaba controlando, si este autoriza este control, el sistema autoriza la entrada al nuevo usuario y le quita el control de la zona al antiguo usuario.

Cuando un usuario solicita entrar al sistema, este en la ventana de entrada muestra una lista con los controladores autorizados, un campo en blanco para la introducción de la contraseña y una tabla que contiene las zonas de la explotación apareciendo seleccionadas por defecto las últimas zonas controladas en el puesto que al que estamos accediendo.

Si el usuario que se valida lo hace con privilegios de administración, el sistema pasa al estado de administración, en este estado el usuario no puede controlar la explotación, tan solo puede hacer tareas de administración, como puede ser la gestión de las ventanas de observación, gestión de usuarios, monitorización de los históricos de control de sistema, etc.

Ventanta de explotación

Una vez dentro de la aplicación el sistema muestra al usuario su configuración de ventanas tal cual la dejó la última vez que la usó.

Las aplicación aparte de mostrar la ventana principal de la explotación, muestra tambien las ventanas de control y de informes que haya habierto el controlador.

La ventana principal gestiona todo lo relativo al global a la consola gestionada por el controlador y por tanto sus acciones son de gestión del entorno.

El aspecto de esta ventana ha de ser homogeneo con el resto de la aplicación pero diferenciados a causa del caracter de contenedor sobre del resto de ventanas que tiene. Es decir el usuario ha de tener claro en cada momento que se trata de una ventana que gestiona el resto de las demás por tanto esto ha de quedar claro visualemente. El principal obstaculo para ello es que las ventanas se encuentran desperdigadas a lo largo de los monitores del terminal, por esto la propuesta es hacer un menú sobre la

parte superior del monitor principal del puesto al estilo del menú usado en los sitemas operativos de Macintosh.

Usando esta representación tenemos un monitor distinto a los demás (al ser el único qeu contiene una barra e la parte superior) que da a entender al usuario que se trata del monitor princial. Si este monitor además va acompañado por un rótulo en el marco con el número del puesto de mando remarcaría aún más el caracter de monitor principal de sistema.

Dicha barra contiene lo siguiente:

-
- **Hora y fecha del sistema:** Al igual que en la ventana de observación es importante mostrar la hora del sistema y hacer que esta se muestre segundo a segundo haciendo ver al usuario que el sistema refresca correctamente.
-
- **Estado del sistema:** Es exactemente igual al usado en la ventana de observación.
-
- **Nombre del controlador:** Indica el nombre del controlador que se ha validado en el sistema.
-
- **Botonera:** Una botonera con cuatro botones
  - Salir de la aplicación y que una vez pulsado abre una ventana emergente dando las siguienes opciones:
    - Abandonar la aplicación
    - Cambiar de usario
    - Reiniciar el terminal de control
  - Nueva ventana de de control: al pulsar este botón el sistema nos permite seleleccionar de entre una lista que contiene las estaciones de las zonas controladas.
  - Nueva ventana de informes Al pulsar, el sistema abre una ventana emergente donde el usuario elige el tipo de informe entre los siguientes:
    - Histórico de alarmas
    - Histórico de sucesos
  - Botón que abre una ventana con campos para la gestión de la cuenta de usuario, permitiendo cambiar los datos relativos al mismo cono son sus datos personales o la contraseña.

Una vez abierta una ventana, es desde la misma ventana desde donde se realiza la configuración final, filtrado de los históricos, área de visualización de la ventana y tamaño de la misma etc. Que se pasará a describir en los apartados correspondientes a estas ventanas.

Ilustración 10 Barra o ventana principal de la aplicación.

Ventanas de sucesos

Se trata de las ventanas que muestran al usuario lo sucedido a tiempo pasado en el sistema. Las hay de dos tipos, las primeras muestran todo lo sucedido en el sistema, desde un cambió de posición de un desvío hasta la validación de un usuario en el sistema. Todos estos acontecimientos son también impresos por el sistema a tiempo real de modo que quede constancia en papel de lo ocurrido. Dichos sucesos se mostrarían al usuario desde la ventana de informes. Por otro lado las ventanas de sucesos serán el lugar donde se mostrarán las alarmas y avisos acaecidos en el sistema durante la monitorización.

La ventana estará tendrá una parte superior similar a la del resto de ventanas de control de programa pero sin los iconos de movimiento del

contenido de la misma, en el área de trabajo tendrá una serie de filas y de columnas, cada fila será un suceso y cada columna uno de los campos del mismo. Dichos campos serán:

- Fecha
- Hora
- Tipo del suceso
- Descripción
- Zona
- Usuario
- Código

La primera fila tendrá los titulares de cada columna, pinchando con el botón derecho del botón se mostrará un menú contextual desde el que el usuario podrá gestionar las columnas que quiere visualizar.

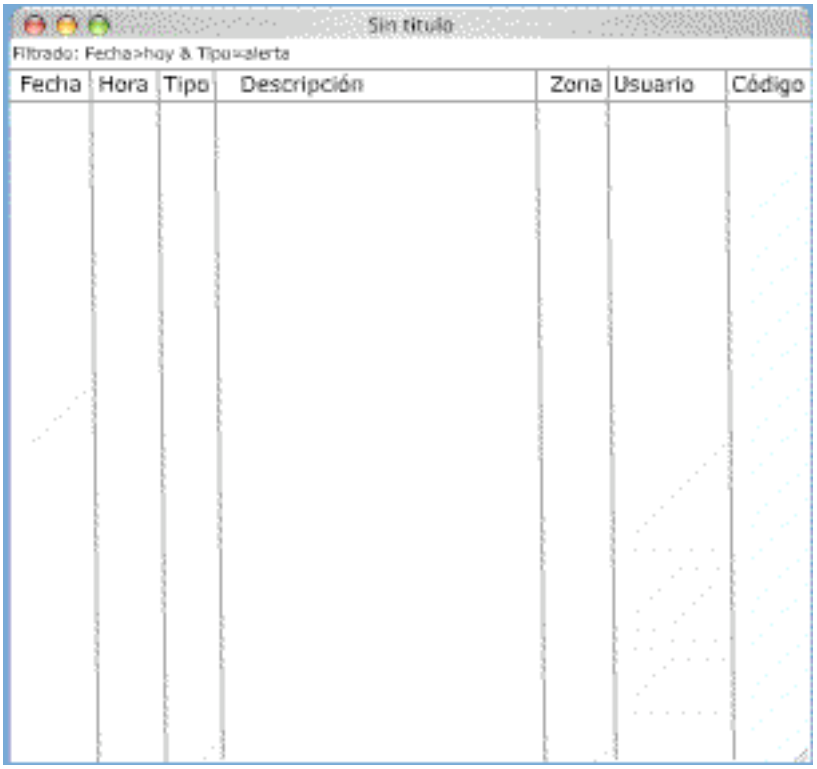


Ilustración 11 Ventana de sucesos.

En esa misma fila si el usuario pulsa con el botón izquierdo del ratón sobre una columna, las filas se ordenarán atendiendo a dicha columna, para indicar este echo, en la columna que dicta el orden aparece una punta de flecha indicando si el orden es ascendente o descendente.

En la primera fila de la primera columna aparece un icono con un símbolo con forma de embudo que al pinchar sobre él nos abre una ventana que nos permite filtrar la información, para ello esta ventana tiene una tabla con dos columnas la primera el nombre de la columna a la cual se aplica el filtro, y la segunda un campo de texto o un combo box del que se selecciona el contenido. Al lado de cada una de estas filas hay un check box de forma que el usuario selecciona cuales de estos filtros elegir.

En la parte inferior hay un dos botones para cerrar la ventana uno para cerrar y aplicar el filtro y otro para cerrar sin aplicarlo, serán los botones de aceptar y cancelar.

Ventanas de control

Se trata de la ventana principal para el controlador, sobre ella el controlador ha de introducir las ordenes al sistema y para ello ha de actuar analizando la infromacón que ésta le remite del sistema. El controlador no tendrá una sola ventana de control por zona o zonas como era el caso de las ventanas de observación, si no que contará con un gran número de ellas. Sobre cada ventana el controlador ha de seleccionar la sección de la exploación que quiere visionar, el tamaño al que lo va a ver y la podrá situar en cualquier parte de los monitores con que cuente su puesto de control. Por otro lado el sistema guarda el estado de las ventanas de forma que cuando el usuario inicie sesión, el sistema le muestra las ventanas tal cual las dejó al avandonar su última sesión de control.

La forma de mostrar la información será muy parecida a la mostrada sobre las ventanas de retroproyección guardando total coherencia con esta pero añadiendo los elementos de control necesarios en esta ventana. Es decir, los colores empleados, los iconos, etc serán los mismos pero con las modificaciones necesarias para, que además de mostrar información, permitan la introducción de ordenes.

Dado que se trata de un interfaz orientado a objetos, para dotar de alta cohesión y bajo acoplamiento entre objetos la capacidad de que cada una de las ventanas de control sera totalmente autogestionable, es decir que desde ella se pueda modificar todo lo relativo a su aspecto, tamaño etc, sin que esto afecte a las demás ventanas de control o a la ventana principal de aplicación. Por esto, cada ventana ha de contar con los elementos necesarios para poder cambiar de tamaño, ser movida por la pantalla y aumentar o disminuir el tamaño de visualización de su contenido.

Una opcitón barajada y tenida en cuenta, al tratar la ventana principal de la aplicación como el menú de aplicación usado en los sistemas operativos de Apple es la hacer que esta barra mostrase lo relativo al aspecto de la ventana seleccionada, pero fué descartado porque se trata de puestos de control con bastantes monitores (entre 3 y 6), por tanto el echo de seleccionar una ventana en un monitor y tener que, por ejemplo, cambiar el tamaño en una barra de una ventana distinta sería muy confuso para el controlador.

Al ser solo cuatro las funcionalidades con que contaría cada ventana se puden integrar dentro del interfaz de la misma sin apenas ocupar espacio y siendo fáciles de interpretar.

Estas funcionalidades serían:

Cambiar el tamaño de la ventana.- Hay dos formas de hacerlo, por un lado, podemos cambiar el tamaño a voluntad, es decir seleccionar la esquina inferior derecha de la ventana y con el botón del ratón pulsado, arrastramos, creciendo o menguando el tamaño de la ventana a nuestra voluntad y el otro modo es usar los cambios de tamaño prediseñados (por llamarlos de algún modo) de maximizar la ventana hasta que ocupe todo el monitor sobre la que se encuentra situada, minimizar la ventana para llevarla al extremo de ser un icono en la pantalla o bien restaurar a su tamaño personalizado desde el estado de maximización o minimización.

Esto se hará con los iconos tradicionales para ello y ubicado en la esquina superior izquierda de la ventana, amarillo y una línea horizontal, minimizar, verde y un signo de suma maximizar.

Modificar el tamaño del contenido de la ventana.- En la parte superior de la ventana tendremos dos iconos con forma de lupa, uno con el signo de suma en su interior y el otro con el signo negativo. Su función es la de aumentar o disminuir el tamaño del contenido de la ventana respectivamente.

Desplazarse por el contenido de la ventana.- Sobre la barra superior de la ventana pondremos un icono con forma de mano que al seleccionarlo permita, al colocar el cursor del ratón sobre el contenido de la ventana y arrastrar el mismo teniendo el botón pulsando, que el contenido se desplace, fijándose una vez lo soltemos.

Indicar que dichos botones una vez coloquemos el cursor del ratón sobre ellos aparecerá un mensaje indicado su cometido, del mismo modo, cuando se seleccione una de las herramientas el cursor del ratón pasará a tener la forma del icono de la herramienta seleccionada. Por ejemplo si el usuario decidiese mover el contenido de la ventana, al seleccionar la herramienta de desplazamiento, una vez el cursos se situase sobre el interior de la ventana, la forma del cursor se tornaría una mano similar a la de dicho botón de herramienta.

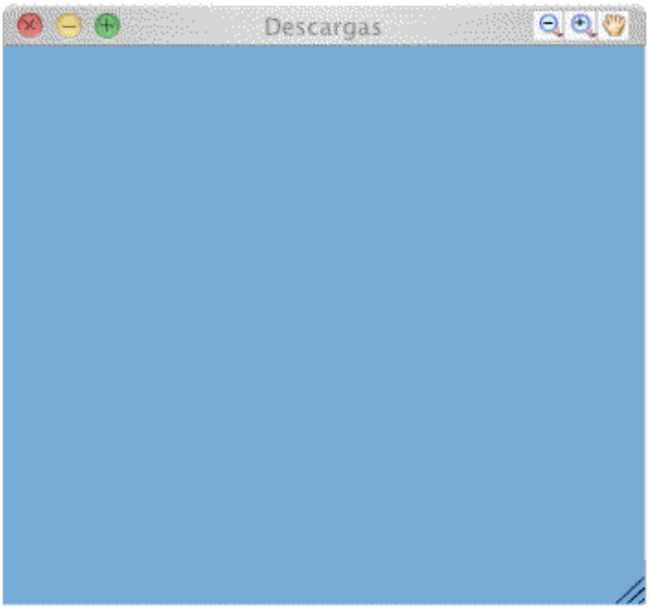


Ilustración 12 Ventana de control activa

Como se puede observar en la ilustración, sobre la parte superior izquierda están los botones de redimensionado, en el centro, arriba, el título de la ventana, y a la derecha las herramientas de manejo del contenido de la ventana. En la parte inferior derecha de la ventana, tenemos un área sobre la cual podemos, con el ratón redimensionar la ventana al tamaño deseado.

En el sistema solo puede haber una ventana activa, para indicarle al usuario cuál es la ventana activa, lo que se hace es representar en escala de grises los elementos de manejo de tamaño de la ventana y los de manejo del contenido en todas las ventanas inactivas, la ventana activa se muestra exactamente igual que la del dibujo.

3 Elementos del escenario

Se trata de todos los elementos descritos en las funcionalidades y que van a estar dentro de las ventanas de control y de observación, dichos elementos tienen las tareas de mostrar lo que sucede dentro de la instalación y a su vez permitir al usuario la introducción de ordenes a la misma.

Siempre que no se indique expresamente, la representación de los elementos será igual en las pantallas de control que en las de monitorización.

Por último todos estos componentes han de mostrar una retro-alimentación que permita al usuario saber en todo momento lo que está haciendo el sistema y el modo en que ha interpretado sus comandos.

Vías

Para comenzar vamos a describir aquellos elementos relacionados con la vía., estos elementos van a compartir un aspecto común dando homogeneidad al conjunto de la vía, tratando por supuesto las particularidades de cada uno de los elementos para diferenciarlos y hacerlos fáciles de manejar.

Tramo de vía o cantón

Es el tramo de vía más simple de todos cuantos cuenta el sistema, se trata, de una manera muy simple de un trozo de vía sin intersecciones ni cruces y que enlaza con otra vía por sus dos extremos.

El elemento del interfaz que lo representa ha de ser primero un hilo conductor de la explotación, ya que en la realidad lo es, y por otro va a tener que representar unos estados dependiendo de la situación del tráfico que circula por ella o sus cercanías.

Aparte de esto, desde la ventana de control se ha de poder modificar su estado.

Por tanto, lo vamos a representar como una línea, al igual que lo hace el sistema actual. Cada tramo de vía irá unido a sus adyacentes mediante una pequeña discontinuidad en la cuál se dibujará un pequeño punto de color negro. En caso de ser una vía libre, sin ningún itinerario marcado, y que sus vías adyacentes estén también libres, se representarán de color blanco haciendo que pasen totalmente desapercibidas para los controladores y dejándoles el papel de simples hilos conductores de la instalación.

Una vía doble, consistirá en dos tramos de vía paralelos entre si, y a todos los efectos se comportarán como vías independientes.

Cuando la vía se encuentre ocupada, por un tren, esta se mostrará de color rojo y sobre ella irá el símbolo que representa el tren que la ocupa y que se tratará en el apartado correspondiente. Por otro lado su trazo será más grueso de forma que la identificación de su estado no quede solamente bajo responsabilidad del color.

Si la vía está asignada a un itinerario, esta será mostrada de color verde y al igual que en el caso de la ocupación será más gruesa que cuando estaba libre.

En el caso de que la vía esté asignada a un itinerario, pero esté pendiente de una señal de rebase de un tren, esta se mostrará como una línea discontinua de tramos verdes gruesos y blancos finos. Para no ser confundida por su forma con pequeños tramos de vía (recordar que entre tramos de vía había una pequeña discontinuidad) los tramos discontinuos serán mucho más largos que la discontinuidad entre tramos de vía.

En estos tres estados, ocupación, asignación de itinerario y asignación de itinerario pendiente de rebase, van acompañados de una flecha que indica el sentido en que se ha reservado el itinerario. Dicha flecha está colocada cerca del extremo final del tramo de vía pero sin llegar al extremo para evitar que se confunda con extremo del tramo de vía adyacente. Para las ocupaciones el sentido de circulación será el que tenía el itinerario anterior a la ocupación, o en caso de una inversión de marcha de un tren el nuevo sentido de marcha.

Cuando la vía está en estado de maniobras, se pondrá de color azul, como se ve es el color que se emplea en la actualidad. Para reforzar el carácter de maniobras, se enmarcará con un rectángulo azul el conjunto de vías afectadas por este estado. Indicar por otro lado que las maniobras pueden afectar tan solo a un determinado número de vías y estas se encuentran localizadas dentro de las estaciones.

En caso de que el tramo de vía esté en obra o tenga una limitación temporal de velocidad, se representará de color amarillo anaranjado y sobre la línea irá una señal de obras en el primer caso o de límite de velocidad en el segundo. Cuando uno de estos tramos tenga una ocupación o se le asigna un itinerario, tomará el color de dicho estado (rojo o verde) pero mantendrá la señal que indica la limitación temporal o las obras.

El último estado es el de una vía inutilizada, en este caso la vía se representa de color gris y sobre ella una señal de advertencia que refuerce visualmente el estado.

Interacción con la vía.

La introducción de comandos por parte del controlador al sistema se realizará mediante acciones de ratón sobre el símbolo que representa la vía, cuando el ratón pase por encima de dicho símbolo cambiará el cursor indicando que se haya encima de un área activa. También hay que indicar que como las vías son muy delgadas, el área activa será mayor que área de la misma facilitando al controlador su selección.

Para actuar sobre una vía el usuario lo ha de hacer pulsando el botón izquierdo para abrir un menú contextual que siempre contiene al menos dos opciones: "*ver…*" y "*modificar…*", y que dependiendo del lugar y el momento puede contener una serie de opciones más como son "*a maniobras*" para poder en modo maniobras un tramo vía, esto solo es posible si la vía forma parte de una estación, "*a itinerario*" abre a los trenes el acceso a esta vía y este estado no aparece si la vía ya pertenece a un itinerario, en este caso aparecería la opción "*quitar del itinerario*".

Para este tipo de ordenes, creación o eliminación de un itinerario, modo de maniobras, etc., se puede hacer de una vía en una vía o bien seleccionando varias con el ratón y pinchando con el ratón sobre una de ellas se muestra el máximo común divisor de opciones posibles para todas las vías seleccionadas, por tanto si el usuario selecciona una, esta opción pasa a afectar a todas las vías seleccionadas.

Si lo que queremos es ver los datos relativos a un tramo de vía, la opción que hay que seleccionar es "*ver…*", entonces, el sistema le muestra una

ventana modal que contiene los datos relativos a vía distribuidos en dos grupos y accesibles mediante pestañas o "tabs", estas secciones serán "*datos generales"* y "*restricciones temporales*". En datos generales se muestra la información relativa al tramo de vía

- Longitud.
- identificador.
- Comentarios.

En la pestaña de "*Restricciones temporales"* lo que aparece es una lista con las restricciones temporales de este tramo de vía, la información relativa a cada restricción será:

- Descripción
- Punto kilométrico
- Velocidad máxima permitida en ese punto.

Hay que indicar que si la velocidad máxima permitida es igual a cero kilómetros a la hora significa que el tramo de vía está inoperativo.

En caso de seleccionar la opción "*modificar"* lo que se muestra es una ventana donde se pueden cambiar los datos, tanto los "*datos generales*" como las "*restricciones temporales*" En este caso, los campos aparecen en modo de edición y en la pestaña relativa a las restricciones nos aparece una opción para eliminar cada una de las restricciones y un botón para poder añadir nuevas restricciones.

Inclusión de un tramo de vía dentro de un itinerario.

Para ello, lo que tiene que hacer el controlador es hacer pinchar con ratón sobre el punto que separa dos tramos de vía, en este momento dicho punto comienza a parpadear (solo en la ventana de monitorización donde se está ejecutando la orden) hasta que seleccionemos el punto final del itinerario seleccionado con el ratón sobre la intersección de vías donde queremos que termine dicho itinerario. Una vez echo esto el sistema nos muestra una ventana de confirmación del itinerario resaltándonos sobre la pantalla el tramo seleccionado para que el controlador pueda ver si se ha equivocado o no e la elección. Indicar que en la ventana, si las vías seleccionadas admiten modo de maniobras, se nos muestra un campo "check" que nos permite crear un itinerario de maniobras.

Modificación de un itinerario.

Cuando lo que queramos hacer sea modificar un itinerario ya marcado lo que tenemos que hacer es seleccionar el punto de origen y el punto de fin del itinerario sin preocuparnos que haya un itinerario previo que afecte a alguno de los tramos de vía involucrados. En ese caso el sistema tan solo nos muestra una advertencia que nos indica que vamos a modificar un itinerario creado en la ventana emergente de confirmación.

Eliminación de un itinerario.

Si lo que queremos hacer es eliminar un itinerario lo único que tenemos que hacer es seleccionar el origen y el destino del itinerario que queremos borrar, si el sistema detecta que todas las vías comprendidas dentro de estos puntos forman parte de un itinerario, nos muestra un mensaje de advertencia preguntándonos si realmente queremos eliminar el itinerario.

Una vez se ha aceptado la orden por parte del usuario de cualquiera de las operaciones que modifiquen el estado de una o varias vías, el sistema procesa la orden, calculando si es o no seguro y modificando los desvíos,

señalización. Tras la verificación el sistema ejecuta la orden y espera recibir la respuesta de los mecanismos de desvío, señalización etc. que indiquen que la orden ha sido ejecutada, Mientras tanto, el usuario verá en pantalla el itinerario seleccionado parpadeante. En caso de que la orden sea ejecutada correctamente, los tramos de vía afectados así como las señales desvíos, etc. mostrarán el nuevo estado. En caso contrario, el sistema mostrará una ventana indicando la imposibilidad de la ejecución de la orden y el motivo de la misma y almacenará la incidencia.

Vía muerta

Se trata de una vía que solo está conectada a la red por un extremo, el otro extremo es un final que en la realidad está rematado por una topera. El icono que lo representa será inspirado en la topera y para ello lo que se hace es tomar una línea de vía normal, rematado por una pequeña línea perpendicular de color negro.

A todos los efectos se comporta como una vía normal con la única salvedad antes mencionada.

Vía final de CTC

Se trata de una vía que por un lado enlaza con una otro tramo de vía y por el otro lado con una vía que no es controlable desde el centro de control, dicho de otro modo que escapa del ámbito de los controladores.

Su representación es igual que para el resto de vías con la única salvedad de que el lado de la vía ajena al CTC, el símbolo que representa esa vía es una línea blanca discontinua, sus trazos se van haciendo más cortos hasta convertirse en unos puntos suspensivos a medida que nos alejamos de las vías controladas por el CTC.

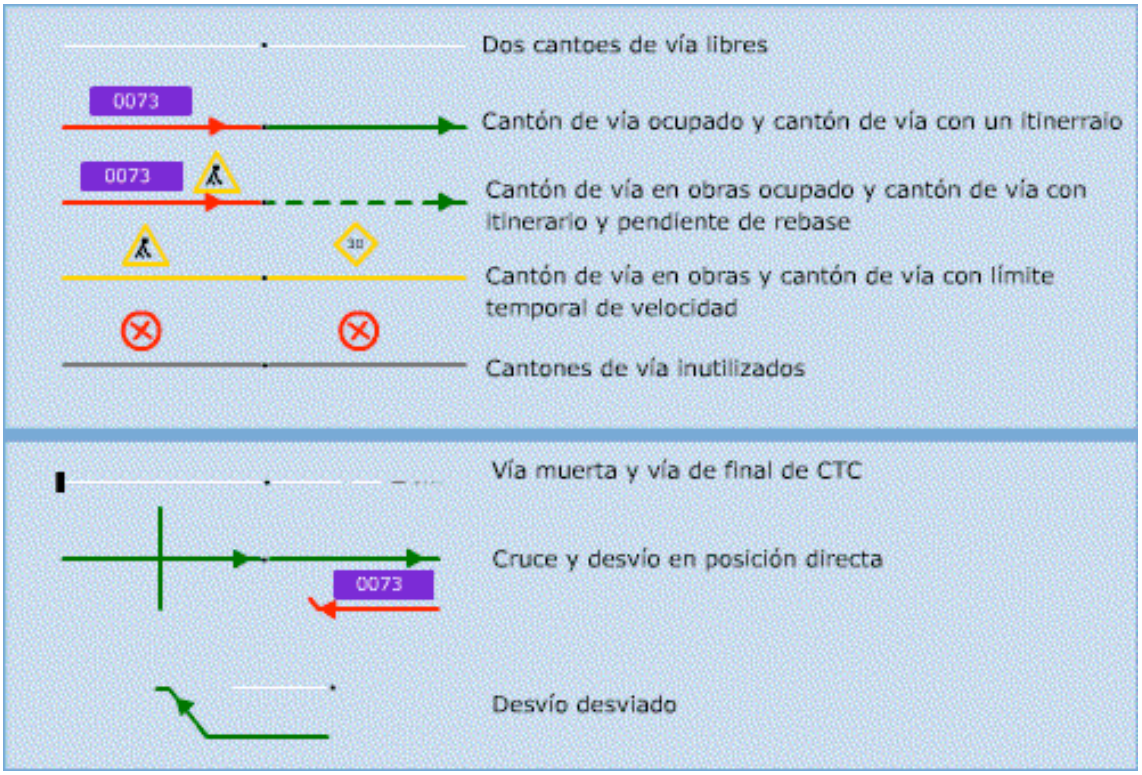


Ilustración 13 Vías y desvios.

Cruce

Se representa como dos tramos de vía que se cruzan entre sí, el único caso de cruce en las inhalaciones de FEVE es un cruce en ángulo recto y por tanto se representará en la instalación como dos vías perpendiculares. Por lo demás y a todos los efectos se comporta como una vía normal.

Desvío

Se representa de una forma similar al sistema original pero usando el nuevo código de colores. Por otro lado, la parte móvil del desvío será más grande para de esta forma que se vea mejor para que lado está seleccionada.

Los desvíos irán acompañados de su identificador pero este solo será visible cuando tengan una ocupación o la haya en las vías adyacentes. En la ventana de control serán visibles cuando el cursor del ratón pase sobre ellas. El motivo de mostrar esta información tan solo en esos momentos es debido a que es tan solo cuando haya un tren cerca puede ser útil saber su identificación, en caso de hacer falta identificarlo en otro momento tan solo hay que desplazar el ratón sobre el para saberlo.

Cambio de posición de un desvío.

Para realizar un cambio de posición de un desvío, vasta con hacer doble clic con el ratón sobre el, de esta forma el sistema evalúa si es posible realizar el cambio y en ese caso adaptar la señalización al mismo. Durante el proceso, el sistema mostrará la parte móvil del desvío en forma parpadeante, para indicar al operario que el sistema está procediendo al cambio. En caso de no ser posible ejecutar la orden el sistema mostrará un mensaje con el error que se ha producido.

Apeaderos y estaciones

Se trata de un conjunto de vías e instalaciones ferroviarias que permiten a los pasajeros subirse y bajarse de los trenes. Generalmente en los apeaderos tan solo hay marquesinas o cobertizos pero puede darse el caso que los mismos cuenten con un edificio, mientras que en las estaciones siempre existe uno o más edificios. Hay estaciones en que no hay servicio de viajeros y que tan solo son usadas para maniobras de trenes de carga de mercancías, estas entonces, no cuentan con andenes.

La forma de representarlos es añadiendo al conjunto de vías y desvíos que lo forman de los símbolos de los andenes y los edificios si los hubiese. Además de esto, un apeadero o estación ha de ir acompañado de su nombre y su código de dos letras en caso que la compañía se lo hubiese asignado. Por último y dado que este conjunto de elementos no cabrían sobre la traza normal esta ha de ser ensanchada, y no solo por este motivo, si no porque así visualmente facilita al controlador a la localización de los mismos en el conjunto de la instalación.

En las pantallas de control, a ambos lados de las estaciones, habrá un icono que representa una estación. Estará formado por un dibujo con forma de edificio, sobre estará el código de la estación adyacente y bajo esta un dibujo que representa una vía al lado de cada una de las vías que parten de la estación, dicho icono será utilizado para facilitar las operaciones de creación de itinerarios desde y hacia la estación, así como para crear cruzamientos de trenes. Estos iconos serán de color blanco en modo de reposo y la vía o vías que hay debajo de ellos estará en color rojo cuando el sistema indique que no se puede enviar un tren hacia aquella estación,

bien porque hay uno yendo o porque hay un viniendo, en el primero de los casos se indicará con una punta de flecha que apunta en dirección contraria a la estación y está situada en el extremo opuesto del dibujo de la vía y en caso contrario la punta de flecha señala a la estación y está en el extremo más cercano a la estación del dibujo de la vía.

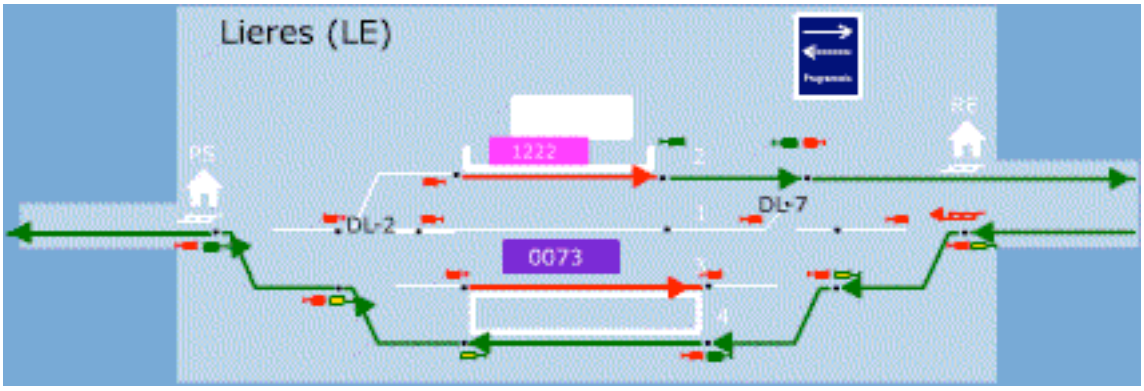


Ilustración 14 Representación de una estación.

Andenes

Se mostrarán en el sistema cómo un rectángulo con los lados de color blanco, el mismo que una vía inactiva, ya que tanto los andenes como los edificios son elementos pasivos dentro de la explotación y sin relleno. En caso de dar servicio a una sola vía no se representa el lado opuesto a la misma. En caso de estar entre dos vías y dar servicio a ambas se representa el rectángulo con todos sus lados.

Cuando la vía a la que están próximos esté por debajo de el andén y haya necesidad de mostrar una ocupación, o alguna otra indicación etiquetada (obras, limitación de velocidad, etc.) está se situará por encima el andén nunca por debajo impidiendo su visión.

Cuando un andén se encuentre inutilizado, aparecerá representado en el sistema casi del mismo color que sombreado sobre el que está representada la estación o el apeadero, con marco muy sutil, de esta forma se ve su existencia pero se aprecia perfectamente que no es utilizable. No se usa el color gris de las vías en su mismo estado ya que son elementos pasivos el uso de una indicación tan intensa provocaría confusión en vez de aportar información.

Modificación del estado y/o longitud de un andén.

Un andén contiene información sobre su longitud útil. Para visualizarlas o modificarlas el controlador ejecuta los mismos pasos que para modificar la información de una vía.

Edificios e instalaciones

Los edificios se mostrarán también en color blanco, tendrán una forma aproximada a la planta del edificio real y estarán situados con relación a la vía de la misma forma en que lo están en la realidad. No almacenan información y tampoco existen acciones asociadas con ellos.

Acciones y comandos

Delegación y recuperación del mando.

El controlador puede delegar el mando de la estación al factor local, es decir delegar el control del tráfico de la misma al factor que se encuentra

en ella. Esto no es posible en todas las estaciones y apeaderos, por tanto cuando una estación cuente con esta función, el cursor del ratón se transformará en mano siempre que pase por encima de una de estas estaciones. Sobra decir que será activa el área de la misma sombreado con blanco y que es más ancha que el resto de la línea. Aparte de esto, se contorneará dicho sombreado blanco con un marco blanco para diferenciarlo visualmente sin falta de tener que desplazar el ratón.

Para ejecutar el cambio a mando local o bien recuperarlo, basta con pulsar el botón izquierdo del ratón para que aparezca el menú emergente de donde se selecciona la opción "*mando local*" para delegar el mando al factor local o "*mando CTC*" para recuperar el mando desde el centro de control.

Cuando una estación está en modo local, como desde el CTC no se puede gobernar, aparecerá representada con sombreado semitransparente velando el contenido de la misma, permitiendo ver lo que ocurre pero dando a entender que solo es posible verlo.

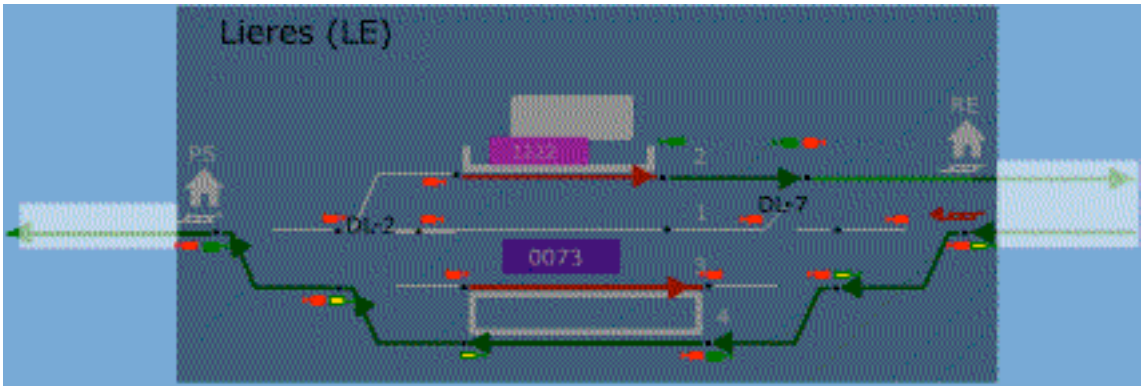


Ilustración 15 Estación en mando local.

Cruce de trenes

En los tramos de vía única existe la necesidad de cruzar los trenes que van en un sentido con los que vienen en el otro, esta tarea se ejecuta en las estaciones. El sistema actual no contemplaba esta operación como una operación con entidad propia, pero dado lo habitual y su complejidad la introducimos en esta nueva interfaz.

Dado que esta operación no es contemplada y para guardar coherencia con las operaciones de creación de itinerario, se ha optado por crear el cruzamiento como si se estuviesen creando dos itinerarios, uno para cada tren que entra a la estación por cada lado.

Para hacerlo, tenemos que crear un itinerario desde un lado de la estación hasta la vía donde queremos situar el tren que viene por ese lado. La manera de ordenar esto no discierne en nada de la creación de un itinerario. El segundo paso es crear un itinerario por el otro lado de la estación que sitúe el tren que viene de allí en otra vía de la estación que, evidentemente, no puede ser la misma que la seleccionada para el primer tren. Una vez creado este segundo itinerario, el sistema lo que hace es preguntar al controlador si quiere crear un cruzamiento, en caso afirmativo, aparte de crear los dos itinerarios, muestra en la esquina superior derecha de la estación un icono que informa del mismo al controlador, liberando a este de prestar atención a la entrada y salida de los trenes de la estación.

Indicar también que una vez creado el cruzamiento, los itinerarios no son borrados una vez va pasando el tren sobre ellos, si no que los tramos de vía se van poniendo en modo "*espera de rebase*" y en sentido contrario al

que tenían. Una vez los trenes se estacionan en la estación el rebase es superado y los tramos de vía pasan a modo de itinerario.

Para eliminar un cruzamiento programado en una estación, tan solo hay que pinchar sobre el icono de cruzamiento y aparece un mensaje en que se pregunta si realmente se quiere eliminar el cruzamiento. Otro modo alternativo, pero más complejo es el de seleccionar uno de los itinerarios y eliminarlo, de esta forma se quitaría el cruzamiento quedando tan solo el itinerario que no ha sido eliminado y comportándose como un itinerario normal.

Dar salida o entrada a un tren

El modo normal para dar entrada o salida a un tren es el de asignarle un itinerario a la vía que tiene delante. Pero dado que en una ventana de control puede que solo haya espacio para representar una estación se puede usar el icono de las estaciones adyacentes, para dar una salida, tan solo hay que marcar el comienzo de itinerario en el tren y el final en el icono de la estación adyacente, de esta forma se le asigna al tren el tramo de vía desde donde está a la estación siguiente. Esta forma de actuación usa la metáfora del bloqueo telefónico que se usa en algunos tramos de vía en el mundo real.

Para dar la entrada a un tren, tan solo hay que hacer lo anterior pero en sentido contrario, seleccionar el icono de la estación adyacente de la que proceda el tren y como punto final el tramo de vía a donde queramos llevar el tren, es decir una vía de la propia estación o al icono de la estación adyacente contraria que sería llevarlo a la estación siguiente.

Esto también se puede emplear para la creación de cruzamientos, no hay ningún motivo para no hacerlo.

Pasos a nivel

Se trata de carreteras o caminos que atraviesan las vías. Solo se consideran los pasos a nivel con barreras automáticas y por tanto lo que el sistema representa es su automatismo. La forma en que se representan será con una línea gris oscuro perpendicular a la vía que representa la carretera, y con dos líneas a trazos blancas y rojas que estarán paralelas a la vía en caso de estar cerrado el paso a nivel y paralelas a la carretera en caso de estar abiertas. (cuando se dice abiertas o cerradas nos estamos refiriendo con relación a la carretera). Además de la posición de las líneas que representan las barreras, para mostrar el estado del paso a nivel la línea que representa la carretera, será interrumpida por la vía cuando el paso a nivel esté cerrado y cuando el paso a nivel esté abierto, será la vía la que interrumpa a la carretera.

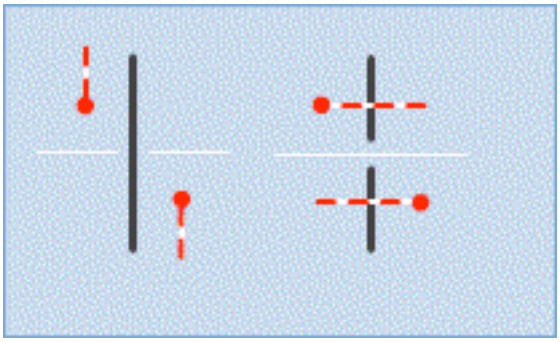


Ilustración 16 Paso a nivel, a)abierto al tráfico. b)cerrado al tráfico.

Para representar el proceso de apertura o cierre de las barreras, las barras rojas y blancas parpadearán durante el tiempo que se estén ejecutando. Esto es necesario a la hora del cierre, ya que hasta que no estén completamente cerrados, el paso del tren libre de obstáculos no está garantizado mientras que en el caso de que no se ejecute una apertura podría bloquear una carretera causando grabes problemas de circulación por la misma.

El paso a nivel va acompañado del nombre del mismo, que solo se muestra cuando hay una ocupación en el tramo de vía afectado o en los contiguos, y en caso de avería del paso a nivel, y durante el proceso de apertura y cierre. Lo mismo que los desvíos también se muestra su nombre cuando se pasa con el ratón por encima.

Modificación del estado de un paso a nivel.

El modo de ejecutar órdenes en un paso a nivel es exactamente el mismo que para un desvío con la diferencia obvia de que en este caso en vez de cambiar la dirección del desvío lo que se procede es al cierre o la apertura del paso a nivel.

Señales

La forma de representar las señales principales es bastante similar a la forma en que se hace en el sistema actual, como único matiz indicar que el identificador de la señal, al igual que pasa con los desvíos y pasos a nivel, solo mostrará cuando haya una ocupación cerca o cuando el cursor del ratón se encuentre sobre ella.

Se representarán como la silueta de un semáforo, colocado paralelo a la vía, dicha silueta hará las veces de vector indicando el sentido hacia el que están apuntando, haciendo la parte superior del semáforo las veces de punta de flecha. Dicha silueta se dividirá en dos partes, que dependiendo del estado de la señal se verán con distintos colores.

- **Rojo:** Detención.
- **Verde:** Vía libre
- **Señal Verde- parte superior amarilla:** Anuncio de precaución.
- **Señal Amarillo- parte superior roja:** Anuncio de detención
- **Amarillo:** Precaución
- **Blanca- parte superior roja:** Maniobras

En el caso de las señales intermedias que tan solo muestran el estado de los diversos tramos de vía, y que por tanto, y puesto que el controlador puede ver la secuencia de las mismas al completo sobre la pantalla de control, no es necesario representar el código de colores al completo, tan solo indicar si están abiertas o cerradas, entendiendo por abiertas todas los estados a excepción del rojo o cerrada. El modo de representarlas es colocando una flecha apuntando hacía el sentido que señaliza en caso de abierta, con color verde cuando se trate de una vía libre o un anuncio de precaución, amarillo cuando sea una precaución o un anuncio de parada y roja en caso de ser una señal de detención.

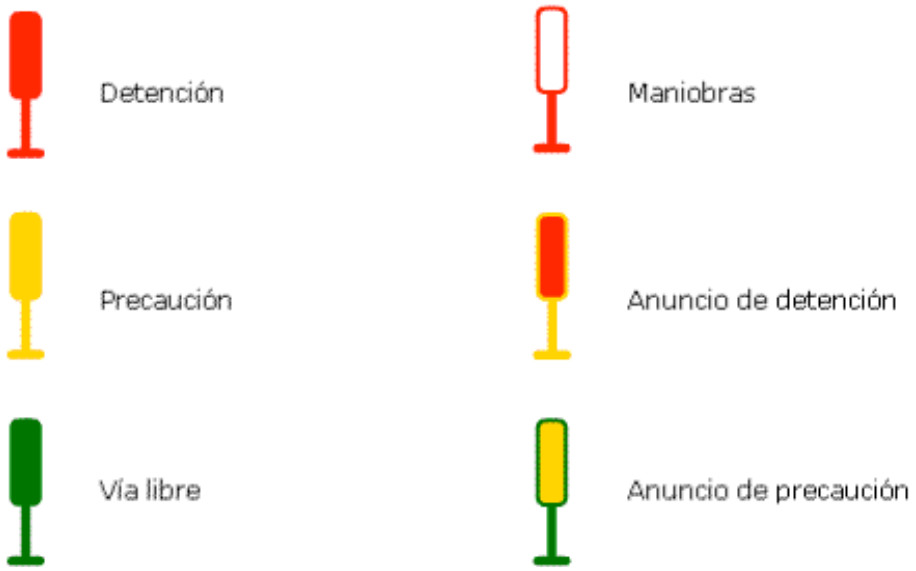


Ilustración 17 Señales.

Modificación del estado de una señal

Las señales al igual que los pasos a nivel, generalmente son modificados de forma automática por el sistema, pero existe la posibilidad de hacer cambios manuales sobre las mismas, para ello basta hacer doble clic sobre una, el sistema entonces mostrará una ventana donde podremos introducir el nuevo valor. El sistema evalúa si es posible el cambio de la misma, y modifica las señales, desvíos vías y pasos a nivel afectados por este cambio, durante este proceso la señal parpadea a modo de retroalimentación para el usuario.

La forma de ejecutar el comando es usando el menú emergente que surge al pinchar la señal con el ratón. Dicho menú aparte de las opciones normales de "*ver…*" y "*modificar…*" tiene cada una de los estados posibles que se le pueden indicar a dicha señal, acompañando el texto que describe el estado va un pequeño dibujo de los colores que tomará la señal. Una vez seleccionada la orden, el sistema muestra una ventana modal donde se pregunta al usuario si realmente quiere modificar el estado de la señal.

Trenes

Su representación será la de una etiqueta numerada sobre una ocupación de vía, dependiendo del tipo de tren serán etiquetados con un color u otro. Aparte de esto, sobre la pantalla los controladores han de poder ver si los trenes circulan en hora o por el contrario sufren algún retraso o adelanto, en el premier caso y cuando este supere el valor configurado, al dar de alta el tren en los gráficos del sistema, como retraso se mostrará un icono que representa un reloj de color amarillo con un número negativo asociado que serán los minutos de retraso con que el tren circula, en caso se superar otro umbral definido por al introducir el tren en los gráficos de las circulaciones, el reloj pasará a color rojo lo mismo que el número negativo indicador de los minutos de retraso. Cuando un tren tenga un adelanto pasará automáticamente a color verde, si a este tren se le permiten los adelantos. En caso que al tren no se le permitan los adelantos, el sistema no le permite avanzar, a no ser claro que el controlador modifique el tren para permitirle llevar adelantos.

Los colores para etiquetar los trenes serán elegidos por los responsables de la introducción de los gráficos de trenes, lo mismo que los valores de los umbrales antes citados, pero el sistema no permite la introducción de etiquetas de color blanco, verde, rojo, amarillo y gris, puesto que podrían dar lugar a confusiones al ser los colores empleados por otros elementos de la interfaz.

Introducción de un tren al sistema

Un tren entra en el sistema de dos formas, pero siempre con la premisa de que haya una ocupación de vía previa. Un método es pinchar sobre una vía ocupada y elegir la opción "crear tren" tras esto aparece una ventana donde el controlador tiene que introducir el nombre del tren, su longitud y seleccionar, de la lista de tipos de tren disponible, el adecuado. Tras esto aparece el tren en el sistema, este tren es un tren sin graficar, es decir no está cargado en el sistema por tanto no se le mostrará mostrarán indicaciones de retrasos o adelantos.

El otro método es cuando el sistema ve que una ocupación se corresponde al punto de creación de un tren a esa hora definido en los gráficos del sistema, en ese momento el sistema muestra una ventana al controlador de esa zona indicando este echo y preguntando si se desea crear el tren, en caso afirmativo el sistema etiqueta automáticamente el tren con el valor almacenado en la base de datos de gráficos y a partir de este momento será tenido en cuenta de cara a retrasos o adelantos.

Expulsión de un tren del sistema

Otra acción que se puede realizar con los trenes es la quitarlos del sistema, para ello seleccionaríamos la ocupación sobre la que hay un tren seleccionaríamos del menú contextual eliminar tren y su etiqueta desaparecería, pasando a ocupar su lugar una etiqueta roja con una cadena de interrogantes dando a entender al controlador que hay una ocupación sin identificar.

El modo automático de sacar un tren del sistema es similar al de introducción automática de trenes. Cuando el sistema determina un final de trayecto de un tren sobre una ocupación a una determinada hora, pregunta al controlador de la zona si quiere sacar el tren del sistema.

Modificación de un tren en el sistema

El sistema muestra un tren como una ocupación de la vía, por tanto ambos, el tren y la vía comparten símbolo. Esto hace que ante la introducción de ordenes a una vía con ocupación (sería la forma correcta de identificar esta situación) el sistema le separe la información relativa al tren de la relativa a la vía. Por tanto en el menú emergente aparecen claramente diferenciadas las opciones relativas a la vía y las opciones relativas al tren.

Las opciones mostradas, son las mostradas para la vía, un separador y las mostradas para el tren, dentro de las mostradas para el tren tenemos las dos habituales en cada ítem ("*ver…*" y "*modificar…*").

Aparte de poder acceder a las opciones del tren pulsando sobre vía como hemos dicho antes, también se puede hacer pulsando sobre la etiqueta de la misma, en ese caso dentro del menú emergente mostrado no aparecerían las opciones relativas a la vía.

Dentro de la ventana mostrada para la edición de un tren tenemos dos pestañas una con los datos generales del tren y otra con las horas de paso de dicho tren.

En el caso de la pestaña de datos generales, lo que se muestra es:

- identificador del tren.
- Tipo del tren, que se selecciona de una lista.
- Longitud del tren.
- Número de vagones.
- Un campo booleano que nos indica si es un tren estacionado o en circulación.
- Comentarios.

En la pestaña de horarios de paso, se muestra una ventana donde aparece una lista con tres columnas (lugar de paso, hora de paso teórica y hora de paso real) En dicha lista aparece resaltado el último lugar de paso del tren y en la columna de las horas reales de paso aparece vacía en aquellos lugares por los que el tren aún no ha pasado. La hora de paso teórica puede ser modificada por el controlador en caso de que lo considere necesario.

Todos las modificaciones realizadas sobre un tren tendrán efecto sobre el propio tren no afectan para nada sobre los gráficos que crean los trenes de forma periódica.

Eliminación de un tren del sistema

Un ten sale del sistema de forma automática cuando llega a la estación que tiene marcada como destino en el grafico, previa pregunta del sistema al usuario. El otro modo de eliminación es seleccionado la opción "*eliminar tren*" del menú contextual.

Una vez que un tren se elimina, se representa en el sistema con una etiqueta roja y con una cadena de interrogantes "*????*" sobre ella, para advertir al controlador que esa ocupación de vía no está identificada como un tren conocido.

Agregación de un tren al sistema

Al igual que con la eliminación de un tren, los trenes se agregan de forma automática o de forma manual.

El sistema agrega un tren de forma automática cuando hay una ocupación de vía en una hora en la que los gráficos de circulación guardan la creación de un tren. Cuando esto ocurre, el sistema muestra un mensaje al controlador para que autorice la creación del tren.

Para una creación de un tren de forma manual, el usuario selecciona la opción "*crear tren*" del menú contextual. El sistema muestra una ventana emergente para que el usuario seleccione de ella el tren que se ha de crear o bien pulsar al botón de nuevo.

Si el usuario selecciona el tren de la lista, una vez seleccionado el sistema le muestra al usuario la ventana de edición del tren elegido, si son correctos el controlador tan solo tiene pulsar el botón "*crear*". En caso contrario se modifican los campos pertinentes y una vez sean todos los datos correctos se crea. La lista de selección va ordenada por la hora de entrada del tren en el sistema y el que está seleccionado por defecto es el que tenga la hora de partida más próxima por encima a la hora actual, es decir que no compiten por esta situación los trenes cuya hora de partida haya pasado ya.

En caso de querer crear un nuevo tren al usuario se le muestra también la ventana de edición pero con los campos de información vacíos para que los rellene. En la pestaña de los horarios hay una pequeña diferencia con respecto a la ventana de edición normal ya que aparece la opción de crear sitios de paso para poder introducir horarios. Una vez que el controlador considere que los datos son correctos, pulsa sobre el botón "*crear*" y ya aparecería el tren en el sistema.

Indicar que tanto la agregación como la eliminación de un tren del sistema de forma manual son tareas poco comunes ya que la mayoría de los trenes tienen una circulación periódica.

Reemplazamiento de un tren en el sistema

Esto ocurre cuando por el motivo que sea un tren pasa a cambiar de nombre, ejemplos son cuando un tren termina un recorrido en una estación término y comienza un nuevo recorrido en sentido contrario. En este caso el sistema hace el reemplazamiento de forma automática pidiendo al usuario la confirmación del mismo.

De forma manual el proceso es similar al de la creación de un tren tan solo que la opción del menú contextual que hay que seleccionar es "*reemplazar tren*".

Una vez se ha llevado a cavo la operación, el sistema muestra el nuevo tren sobre la ocupación.

5 Evaluación de la propuesta

Introducción

Una vez mostrados a los usuarios del sistema la propuesta de interfaz y someter un prototipo de la misma a una prueba de usabilidad, han aparecido una serie de puntos débiles que han de ser corregidos, en este capítulo se tratará con detalle todo lo acontecido y las medidas llevadas a cabo para subsanar las deficiencias.

1 Evaluación

Lo primero de todo es indicar que las pruebas se centraron sobre los componentes de las ventanas de control, ya que son estos la parte más importante del sistema de control de tráfico y sobre lo que se centra el proyecto. Por tanto para su evaluación, se ha usado un prototipo programado que permite la evaluación de las funcionalidades del sistema. Para el resto de la aplicación, y esto es la ventana de visualización, la ventana de administración, las ventanas en sí, etc., se mostró a los usuarios una imagen de las mismas y la distribución que la información tomaba dentro de ellas. Dado que el número de operaciones a realizar por estas es pequeño y que su distribución es convencional y familiar para los usuarios del sistema, estos han mostrado su conformidad, no siendo necesaria la creación de un prototipo para evaluar los mismos.

La parte del contenido de las ventanas de control, al tener un gran volumen de información y dar cabida a un gran número de comandos hacia el sistema, se planteó la creación de un prototipo sobre el que hacer a los usuarios una batería de pruebas para estos evaluasen la propuesta de una forma práctica. En un principio se planteó hacer una maqueta con un itinerario de prueba libre para cada usuario, tras la primera batería de pruebas este se acabó desechando porque daba unos resultados muy heterogéneos entre los usuarios que dificultaban el estudio del mismo. Por este motivo y una vez reunido con varios controladores estimamos las tareas más frecuentes y las que más dificultad provocaban al usuario y se planteó un recorrido por la aplicación donde se reunían estas operaciones.

Test de usabilidad

El primer paso fue la entrega a cada individuo al que someteríamos a la evaluación, de una copia impresa de la propuesta de interfaz para que la estudiase de cara al uso de un prototipo de la misma.

Después de una semana, y una vez estudiada la propuesta, los usuarios, de forma individual evaluaron el sistema de la siguiente forma:

Evaluación de la ventana de visualización

Para ello, los evaluadores, contestaron a las siguientes preguntas:

1. ¿Le parece suficientemente claro el contenido de la ventana en un primer vistazo?
2. Ayudándose de la barra de estado y del contenido de la ventana de observación ¿se ubica geográficamente?
3. ¿Puede seguir la traza de la vía y localizar las estaciones y los trenes que circulan por la misma?
4. ¿Le parece adecuado y bien situada la barra de estado?
5. ¿Le parecen suficientemente explicativos y diferenciados los iconos de la barra de estado?
6. ¿Le parecen adecuados los colores usados?
7. ¿Le parecen adecuadas las formas y tamaños de los elementos empleados?

Evaluación de las ventanas de la aplicación

Para evaluar las ventanas de la aplicación los usuarios contestaron a las siguientes preguntas:

1. ¿Le parece adecuado que el centro de la aplicación sea una barra situada en el monitor principal?
2. ¿Le gusta el modo en que se abren y se configura la visualización de las áreas de trabajo sobre los distintos monitores del sistema?
3. ¿Le parece correcto que cada ventana sea independiente de las demás, en cuanto a forma, tamaño y ubicación?
4. ¿Le parece correcta la forma en que se muestra la información en las ventanas de informes y de alarmas?

Como ayuda para contestar a las tres primeras preguntas se permitió a los usuarios que usasen un ordenador con sistema operativo Mac OSX cuya filosofía de gestión de ventanas es la usada en la aplicación. Dicho equipo fue dotado de dos monitores para acercar el sistema un poco más a lo que sería la aplicación real.

Evaluación de los componentes de la ventana de control

Estas pruebas serán realizadas usando un prototipo de interfaz que contiene una pequeña parte de la explotación, concretamente una estación y sus vías anexas. Acompañando las vías tenemos, señales, edificios de la estación, nombres y demás para simular el sistema tal cual ha de quedar.

Sobre esta demo, los usuarios tuvieron que realizar una serie de operaciones divididas en tres grupos y descritas a continuación:

Operaciones con itinerarios

Consisten en crear itinerarios bien permanentes o bien temporales a los trenes que circulan por las vías, también está el caso en que un itinerario dependa de una ocupación en este caso, es completamente opaco al usuario, con la salvedad de que el usuario tiene que distinguirlo en el caso de que esto ocurra.

Para hacer la evaluación al prototipo, se le han marcado tres puntos con las letras A, B y C. Para que el evaluador los use para las pruebas como se describe a continuación:

1. Crear un itinerario entre los puntos A y B.
2. Modificar el itinerario antes creado y hacer que sea desde A a C.
3. Eliminar el itinerario creado en el punto anterior.
4. Crear un cruzamiento de trenes en la estación de LIERES, entrando el tren procedente de Siero por la vía 2 y el procedente de Rianes por la vía 1. Para realizarlo hay que indicar al controlador que el punto de origen del cruzamiento del tren que procede de Pola de Siero es el punto A y el procente de Lieres es el punto B.

Operaciones con los elementos de forma individual

5. Identificar la señal de entrada a la estación Lieres desde Pola de Siero.
6. Cambiar la señal del punto anterior a libre.
7. Identificar el desvío D1 de la estación de Lieres y modificar su posición.
8. Editar un tramo de vía cualquiera y añadirle una restricción temporal de velocidad.
9. Identificar el paso a nivel PN La iglesia y forzar su cierre.

Operaciones con los trenes

10. Reemplazar el tren estacionado sobre la vía 2 de Lieres por el tren 33333. Dicho tren se tiene que seleccionar de la lista de trenes que hay almacenados en el gráfico de circulaciones del sistema.

Tras realizar esta operación, el sistema hará desaparecer el tren de forma automática, para evitar confusiones por parte del usuario que evalúa el sistema, se muestra un mensaje informativo indicando el por qué de la desaparición de dicha ocupación de vía.

Operaciones con las estaciones

11. Cesión del mando de la estación de Lieres al agente local
12. Toma del mando de la estación de Lieres.

Recogida de resultados

Para llevar a cabo estas operaciones, se puso a los usuarios a manejar el prototipo en un ordenador dentro del CTC. Las tareas a realizar, se le iban proponiendo de una en una al controlador. El controlador para ejecutar las ordenes no podría recibir ninguna ayuda externa aparte de la documentación entregada relativa al funcionamiento del prototipo. Durante el proceso se fue anotando:

1) Si la operación fue realizada con éxito.

2) Tiempo para llevar a cabo la operación.
3) Número de pasos para llevar a cabo la operación.
4) Número de retrocesos.
5) Número de pasos erróneos.

Y se fue anotando los comentarios que el controlador hacía durante el ejercicio.

Al finalizar la evaluación del prototipo se sometió al usuario a una batería de preguntas para que el evaluador nos diese su opinión sobre la conveniencia de los elementos propuestos para la interfaz.

6) Vías: Código de colores empleados para representar la vía libre, ocupación, ocupación pendiente de rebase, obras, limitaciones o vías inutilizadas en cada una de sus variantes:

    - Simple
    - Doble
    - Muerta
    - Final de CTC
    - Cruce
    - Desvío

7) Señales: Sobre los 6 tipos de señalización usados en señales principales y la simbología usada en las señales intermedias.
8) Pasos a nivel. Sobre la forma en que se representados los estados del mismo y de las transiciones de abierto a cerrado y viceversa.
9) Estaciones. Sobre los iconos usados para la representación, la información almacenada en la misma y el uso tanto de la creación de un cruzamiento como la cesión del mando al agente local. Los símbolos que nos permiten crear un itinerario con la estación adyacente.
10) Trenes La información relativa a los trenes, la forma de mostrar los retrasos y la identificación del tipo del tren por un código de colores.

Resultados de la evaluación

Una vez recogidos y procesados los resultados de la evaluación los resultados de la misma son lo siguiente:

Ventana de visualización

El contenido está totalmente claro, el usuario sabe lo que representa cada elemento sin ningún tipo de dificultad.

La imagen mostrada, mostraba una dos líneas ferroviarias imaginarias con cierto parecido a las líneas Pravia-Gijón y Gijón-Laviana de Feve. Al preguntarles a los usuarios estos contestaron en su mayoría que las líneas estaban mal representadas, es decir que se daban perfecta cuenta de lo que había representado y conseguían ver de un primer vistazo que no estaban bien dibujadas. El resto dijeron si más que si que ubicaban perfectamente.

Los usuarios consideraron en su totalidad que se seguía perfectamente el trazo de la vía y que se identificaba en ella las estaciones y el resto de items representados.

La ubicación de la barra de estado parece bien acogida para la mayoría de usuarios al resto le resultaba indiferente donde había sido puesta.

Todos los usuarios valoraron bien los iconos que representaban los distintos estados del sistema y valoraron muy bien si haberles preguntado de forma directa el echo de dejar de mostrar el sistema si el CTC perdía la señal de retorno de las instalaciones.

Los colores empleados fueron del agrado de un 40% de los usuarios para un 10% no le parecía correcto el uso de un color distinto del negro como color de fondo. Al ser preguntado a este usuario el por qué de no usar un color distinto del negro, su respuesta fue que no lo sabía, que estaban acostumbrados a ese color. Para el resto no valora ni positiva ni negativamente los colores usados. Como resultado, creo conveniente seguir usando los colores propuestos.

Solo un 10% no se posiciona a favor del tamaño y forma de los elementos utilizados, el resto está muy de acuerdo con la distribución de la pantalla, la formas tamaños, etc. El 10% opina que no ve gran diferencia con el sistema actual y que este ya le gusta.

Ventanas de aplicación

Antes de nada indicar que el sistema de ventanas de la aplicación se basa en los sistemas operativos de Macintosh que son conocidos por sus altos niveles de usabilidad, por tanto la opinión en este respecto de los usuarios tan solo va a ser orientativa ya que en cuanto a usabilidad del sistema de ventanas empleados está más que probado y valorado.

Sobre la primera pregunta nos encontramos con que en un principio los usuarios se ven algo extrañados por la configuración pero una vez abiertas las ventanas esta barra pasa a un segundo plano y los usuarios por lo general agradecen que esté relegada a un segundo plano. Las repuestas de los usuarios nos dicen que solo un 10% de los mismos no aprueban el sistema indicando la incomodidad de tener que desplazar el puntero del ratón desde un monitor a otro.

En cuanto a la apertura de las ventanas a los usuarios a los que les gusta el sistema de la barra principal también les gusta el modo en que se abren las ventanas. Una sugerencia que será tenida en cuenta es la de que el sistema pregunte sobre que monitor se abrirá la nueva ventana evitando que el usuario la tanga que arrastrar hasta el mismo.

La independencia de las ventanas es muy bien valorada por los usuarios entre otras cosas porque según los usuarios el sistema actual donde las ventanas se solapan es muy incómodo y, siempre según su opinión, es la forma natural de mostar la información, y no la que el sistema actual utiliza.

A la última pregunta los usuarios nos responden al 50% dando una opinión positiva y el otro 50% no opinando ya que según ellos ni lo uno ni lo otro es usado generalmente en el sistema actúa, por tanto no saben que opinar.

Componentes de la ventana de control

Como decíamos los usuarios van a usar un prototipo para evaluar los distintos componentes de la ventana de control. Dicho prototipo va a

permitir a los usuarios realizar una serie de operaciones, las más habituales que realiza el controlador en su tarea cotidiana.

Operación 1 Crear un itinerario entre A y B

Todos llevaron a cabo la tarea, la mayoría de ellos pulsaron sobre la vía antes de darse cuenta que donde había que pulsar para iniciar el itinerario era la intersección y no la vía. Pero una vez sabido no cometieron este error ninguna vez más. De hecho, los controladores indicaron tener sensación de control mayor cuando seleccionaban los itinerarios desde las intersecciones en vez desde la vías. De todas formas queda abierta la posibilidad de crear el itinerario también desde una vía mediante una opción más en el menú contextual de la vía.

Operación 2 Modificar el itinerario de la operación anterior

Esta tarea fue llevada a fin con éxito por todos los controladores, tan solo dos operarios intentaron realizar la tarea eliminado el itinerario A, B. y luego creando un nuevo itinerario entre A y C. Otro controlador lo que hizo fue intentar crear un itinerarios entre B y C. Por tanto el sistema tiene recursos suficientes para que usuario pueda salir del paso de múltiples formas, y una vez hecho por primera vez los usuarios no tuvieron mayor problema al volver a repetirlo. Indicar que como se trataba de un prototipo que no contemplaba estos dos caminos alternativos hubo que explicar a los controladores el problema. En las mediciones de estos usuarios se consideró que llevaron a cabo la tarea con éxito por esa vía alternativa.

Operación 3 Eliminar el itinerario de la opción anteriores

Todos los usuarios realizaron la tarea en muy poco tiempo y el número mínimo de pasos. Por un lado la forma de llevarlo a cabo es similar a la del sistema actual y al haber realizado las dos operaciones anteriores aprendieron a moverse por el interfaz.

Operación 4 Crear un cruzamiento de trenes

En esta operación, todos los usuarios consultaron la documentación antes de abordarla, una vez localizada se pusieron a seguir los pasos con mucho cuidado, pero una vez realizaron el último paso y el cruzamiento quedó fijado se extrañaron de la sencillez de la operación. Es por lo indicado, que los tiempos para resolverla han sido bastante altos, pero como se ha indicado, los controladores se sorprendieron de la simplicidad y aprobaron el sistema.

Operación 5 Identificar una señal

La primera reacción de la mayoría fue decir que esa señal no estaba, luego, se dieron cuenta que tan solo se representan las señales próximas a un tren y para ver el resto tan solo hay que pasar el ratón por encima. Hubo un controlador que no consiguió localizar la señal, pero una vez explicado, no volvió a cometer el error.

Operación 6 Cambiar el estado de una señal

Para todos fue una tarea muy sencilla ya que la máxima dificultad estaba en localizar la señal y eso fue realizado en la operación anterior.

Operación 7 Identificar desvío y cambiar su posición.

Alguno de los controladores, en un principio se dedicó a buscar la trampa puesto que este desvío si que aparece señalado (porque hay una ocupación contigua a él) pero una vez lo cambiaban preguntaban, sorprendidos si ya habían terminado.

Operación 8 Editar un tramo de vía y añadirle una limitación de velocidad

Los usuarios, al no dejar claro la vía a la que introducir la limitación, preguntaban qué vía era la que había que modificar.

Un usuario confundió la opción "*ver…*" con la opción "*modificar…*" pero una vez dentro de la ventana de modificación nadie cometió errores. Lo que si ocurrió, es que algún usuario empleó un montón de tiempo en llevar a cabo la operación ya que se leía el contenido de la pantalla y consultaba en la documentación para confirmar uno a uno los pasos.

Operación 9 Identificar el paso a nivel de la iglesia y cerrarlo

Al solo haber un paso a nivel los usuarios no tardaron nada en localizarlo, es más hubo usuarios que no intentaron ni siquiera identificarlo.

Una vez localizado, usando el menú contextual no hubo ningún problema por parte del usuario para cerrar dicho paso a nivel. Dada la velocidad en que lo hicieron los controladores parece una operación muy sencilla de llevar a cabo y por otro lado pare que ya dominan el modo de operación con el sistema.

Operación 10 Reemplazamiento de un tren en el sistema

Esta operación causó alguna que otra queja, entre otras cosas porque en el sistema actual los controladores no llevan un control estricto sobre los trenes e interpretaron esta funcionalidad del sistema como más trabajo para ellos. Aparte de esto, no hubo mayores problemas en la realización de la tarea, entre otras cosas porque el nombre la operación es el mismo que el que muestra el menú contextual que se abre sobre una ocupación o sobre una etiqueta de un tren. A partir de este punto es el sistema quien los guió por lo que la mayoría ni siquiera consultaron la documentación.

Operación 11 Dar el mando de la estación de Lieres al factor local

Esta operación fue en la que más tardaron en localizar donde podría estar el comando, para ello intentaron pinchar sobre los iconos que representan las estaciones contiguas, sobre las vías, los edificios de la estación y andenes. Como se puede apreciar esto no se ve reflejado en los tiempos ya que la búsqueda era bastante rápida. Una vez localizado el comando, ya no hubo ningún problema para ejecutarlo.

La dificultad que supuso a los controladores encontrar el comando (que estaba en las letras que forman el nombre de la estación) hizo que en la versión definitiva del interfaz los comandos relativos a la estación en global fuesen accesibles desde los edificios y los andenes.

Operación 12 Recuperar el mando de la estación de Lieres

Todo los probadores hicieron la tarea a la primera, en muy poco tiempo y sin dudar, y esto es porque el comando habiendo localizado el de la tarea anterior, localizar este es igual y los pasos a seguir una vez localizado son triviales.

Valoración de la opinión del usuario tras el uso del prototipo.

Una vez realizadas las tareas los controladores fueron sometidos a una serie de preguntas sobre los elementos propuestos para la interfaz. De sus respuestas se desprende lo siguiente:

Vías:

En el apartado vías la mayoría de los usuarios que hicieron la prueba mostraron su aprobación tanto a los colores usados como a los iconos que representaban los distintos elementos de la vía. El único comentario crítico hacia el código de colores, ha sido por parte de un controlador que sugería seguir manteniendo como vía de itinerario pendiente de rebase, una vía de itinerario verde, pero parpadeante. Tras la explicación del motivo (que los objetos parpadeantes distraen la atención del usuario, y dado que ni son muy importantes para el usuario, y que van a estar largos periodos de tiempo parpadeando no es conveniente su uso para este menester) aceptó de buen grado la línea verde discontinua para este estado de la vía.

Otra cuestión reseñada fueron los desvíos, a un par de controladores les pareció que al tan grande la parte móvil del mismo que se puede perder la traza de la vía y no apreciarse que allí hay un desvío en vez de una vía muerta. Para solucionarlo, se ha hecho un poco más pequeña esta parte móvil. Por otro lado hay que decir que ninguna vía excepto la de final de CTC termina sin un remate (y esta lo hace con cambio de color a negro) por tanto tampoco existe nada en el interfaz con el que se pueda confundir dicho símbolo.

Sobre el resto de iconos usados, los controladores no hicieron ninguna crítica ni sugerencia.

Señales

Dado que las señales son prácticamente iguales que las usadas por el sistema actual, los usuarios no hicieron ningún comentario, en su opinión es muy claro su significado y sobre todo están muy familiarizados con los mismos.

Respecto a la representación de señales intermedias, acogieron de muy buen grado su incorporación al sistema dado que en el sistema actual no se muestran. Como contrapartida la indicación por parte del responsable de los sistemas de control y mando, que nos informó de la imposibilidad de llevar a cabo esta mejora dado que dichas señales intermedias no tienen comunicación con el CTC.

Pasos a nivel

Se trata de un icono que gustó mucho entre otras cosas por lo rudimentario del icono que se emplea en el sistema actual, fue muy acogido por su claridad, facilidad para identificarlo e identificar su estado.

Estaciones

Las mayores reticencias venían hacia las ayudas para la creación de itinerarios hacía la estación contigua. Lo controladores una vez entendieron su funcionalidad lo aceptaron de muy buen grado. También fue muy bien acogida la representación de una estación cuando esta se encuentra en mando local, así como la indicación de cruce.

Trenes

La forma en que se representan es muy parecida al sistema actual con la única diferencia del lugar donde se coloca la etiqueta del tren que circula

sobre ella. Muchos operadores indicaron que les parecía mejor que la etiqueta se situase donde siempre había estado, es decir sobre la propia vía. El resto opinaron que les gustaba más encima.

Dado que los argumentos dados por los usuarios que la preferían sobre el carril no carecía de fundamento (posible confusión cuando dos trenes estén sobre vías paralelas) se optó por acercar la etiqueta del tren a la vía hasta casi tocarla.

Anexo I Resultados

1 Evaluación de la ventana de observación

Pregunta	Respuestas afirmativas	Respuestas negativas	N/S N/C	Total
1	10	0	0	10
2	3	7	0	10
3	10	0	0	10
4	7	0	3	10
5	10	0	0	10
6	4	1	5	10
7	9	0	1	10

2 Evaluación de la ventana de usuario

Pregunta	Respuestas afirmativas	Respuestas negativas	N/S N/C	Total
1	8	2	0	10
2	8	2	0	10
3	10	0	0	10
4	5	0	5	10

3 Evaluación de los componentes de la ventana de usuario mediante el prototipo

Usuario. 1

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	12	3	0	0
2	3	Si	5	3	0	0
3	3	Si	11	3	0	0
4	6	Si	145	6	0	0
5	0	No	212	22	22	2
6	3	Si	3	3	0	0
7	3	Si	5	3	0	0
8	8	Si	157	8	0	0
9	3	Si	9	3	0	0
10	6	Si	21	6	0	0
11	3	Si	16	3	0	0
12	3	Si	9	3	0	0

Usuario 2

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	25	4	1	0
2	3	Si	13	3	0	0
3	3	Si	4	3	0	0
4	6	Si	110	6	0	0
5	0	Si	25	0	0	0
6	3	Si	5	3	3	0
7	3	Si	13	3	0	0
8	8	Si	21	8	0	0
9	3	Si	8	3	0	0
10	6	Si	14	6	0	0
11	3	Si	13	3	0	0
12	3	Si	5	3	0	0

Usuario 3

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	22	4	1	0
2	3	Si*	24	6	0	0
3	3	Si	4	3	0	0
4	6	Si	68	6	0	0
5	0	Si	12	0	0	0
6	3	Si	2	3	0	0
7	3	Si	10	3	0	0
8	8	Si	110	11	3	1
9	3	Si	11	3	0	0
10	6	Si	45	6	0	0
11	3	Si	16	3	0	0
12	3	Si	7	3	0	0

Usuario 4

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	5	3	0	0
2	3	Si	10	3	0	0
3	3	Si	11	4	1	0
4	6	Si	42	6	0	0
5	0	Si	4	0	0	0
6	3	Si	5	3	0	0
7	3	Si	9	3	0	0
8	8	Si	37	8	0	0
9	3	Si	4	3	0	0
10	6	Si	10	6	0	0
11	3	Si	11	3	0	0
12	3	Si	4	3	0	0

Usuario 5

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	55	6	3	0
2	3	Si	20	3	0	0
3	3	Si	6	3	0	0
4	6	Si	21	6	0	0
5	0	Si	54	0	0	0
6	3	Si	6	3	0	0
7	3	Si	17	3	0	0
8	8	Si	44	8	0	0
9	3	Si	21	3	0	0
10	6	Si	20	6	0	0
11	3	Si	14	3	0	0
12	3	Si	5	3	0	0

Usuario 6

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	35	5	2	0
2	3	Si	12	4	1	0
3	3	Si	3	3	0	0
4	6	Si	36	7	1	0
5	0	Si	23	0	0	0
6	3	Si	7	3	0	0
7	3	Si	11	3	0	0
8	8	Si	81	8	0	0
9	3	Si	8	3	0	0
10	6	Si	11	6	0	0
11	3	Si	15	3	0	0
12	3	Si	4	3	0	0

Usuario 7

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	37	4	1	0
2	3	Si**	19	3	0	0
3	3	Si	5	3	0	0
4	3	Si	38	6	0	0
5	0	Si	17	1	1	0
6	3	Si	5	3	0	0
7	3	Si	14	3	0	0
8	8	Si	75	8	0	0
9	3	Si	18	3	0	0
10	6	Si	23	6	0	0
11	3	Si	26	3	0	0
12	3	Si	6	3	0	0

Usuario 8

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	25	3	0	0
2	3	Si	16	3	0	0
3	3	Si	8	3	0	0
4	6	Si	44	6	0	0
5	0	Si	41	2	2	0
6	3	Si	11	3	0	0
7	3	Si	21	3	0	0
8	8	Si	36	8	0	0
9	3	Si	7	3	0	0
10	6	Si	18	6	0	0
11	3	Si	20	3	0	0
12	3	Si	4	3	0	0

Usuario 9

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	41	4	1	0
2	3	Si*	9	6	0	0
3	3	Si	10	3	0	0
4	6	Si	28	6	0	0
5	0	Si	52	0	0	0
6	3	Si	13	3	0	0
7	3	Si	10	3	0	0
8	8	Si	41	8	0	0
9	3	Si	10	3	0	0
10	6	Si	25	6	0	0
11	3	Si	15	3	0	0
12	3	Si	5	3	0	0

Usuario 10

Tarea	Ciclos mínimos	Éxito	tiempo	Ciclos	C. Erroneos	Retrocesos
1	3	Si	28	5	2	0
2	3	Si	9	3	0	0
3	3	Si	7	3	0	0
4	6	Si	157	6	0	0
5	0	Si	2	0	0	0
6	3	Si	8	3	0	0
7	3	Si	14	3	0	0
8	8	Si	69	8	0	0
9	3	Si	8	3	0	0
10	6	Si	15	6	0	0
11	3	Si	21	3	0	0
12	3	Si	5	3	0	0

*Eliminó itinerario A-B y creó itinerario A-C

**Creó itinerario B-C.

Anexo II Glosario

1 Glosario

Aguja: Desvío.

Cantón: Tramo de vía protegida por señales por ambos extremos y con la capacidad de detectar una ocupación a lo largo de su recorrido.

Circulación: Tren o conjunto de trenes acoplados que circulan por las vías.

Controlador: Operario que está al mando de una zona de la instalación ferroviaria, es quien opera directamente con el sistema para dirigir y controlar el tráfico ferroviario.

Cruzamiento: Maniobra en la que dos trenes que circulan en sentido contrario se cruzan, esta maniobra se tiene que realizar en estaciones o lugares preparados para tal fin y ha de ser autorizada por un controlador o por un factor local.

CTC: Centro de tráfico centralizado, que se trata de el lugar desde donde se manejan las instalaciones y el tráfico ferroviario de una explotación.

Desvío desviado: El mecanismo del desvío está orientado hacía la vía que diverge.

Desvío directo o recto: El mecanismo del desvío está orientado hacía la vía que continua recta, es decir la que no diverge.

Desvío: Lugar donde se bifurca o se entroncan dos vías, dicho mecanismo permite mediante un accionamiento decir desde o hacia que vía dirigir el tren.

Factor local: Operario que dirige el tráfico de una zona de la instalación (normalmente una estación) in-situ, es decir localmente.

Gráficos: Forma en que se representan las circulaciones ferroviarias de una línea. Se trata de un gráfico donde se representan el tiempo en el eje de abcisas y las estaciones en el eje de coordenadas. Los ferroviarios emplean esta palabra para identificar los tráficos en las líneas.

Itinerario: Tramo de vía reservado para el paso por ella de un tren en un sentido.

Limitación: Impedimento en las instalaciones que obliga a la reducción de la velocidad de paso de los trenes al llegar a ese punto de la red.

Línea: Sección de una explotación ferroviaria.

Ocupación: Se trata de un tramo de vía que detecta la presencia de un tren sobre ella, concretamente lo que detecta es un cortocircuito entre los dos carriles.

Paso a nivel: Lugar donde una carretera atraviesa la vía sobre el mismo plano. Los pasos a nivel que el sistema contempla son los dotados de barreras que se accionan obstaculizando el paso de vehículos que atraviesen la vía.

Señal: Se trata de una indicación luminosa que mediante un código de colores advierte a los maquinistas del estado de la vía

Talonar un desvío: Es la operación por la cual se ordena a un tren pasar por un desvío desde el lado en que hay dos vías al lado en que hay una con el mecanismo listo para recibir un tren por la otra vía

Topera: Barrera elástica que evita que un tren se pueda salir de la vía por un extremo.

Tráficos: El conjunto de trenes que circulan por las vías.

Vía muerta: El lugar en que una vía termina, normalmente están situados en estaciones y rematados con una topera que impide que el tren se pueda salir de la misma.

Anexo III
Bibliografía

1 Bibliografía

ACM SIGCHI, Curricula for Human-Computer Interaction. ACM Press, 1992

BAECKER R. M., GRUDEN J., BUXTON WILLIAM A. S. y GREENBERG S. *Readings in human-computer interaction: toward the year 2000.* Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1995

BIAS R.G. y MAYHEW D.J. *Cost-justifying usability*. IEEE Software. 1991

CARD S. K. et al. *The psychology of human-computer interaction.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1983

CARROLL J. M., KELLOG W. A. y ROSSON M. B. *Designing interaction: psychology at the human-computer interface.* Cambridge University Press, 1991

GARDINER M. M, y CHRISTIE B. *Applying cognitive psychology to user interface design*. Wiley, Nueva York, NY, 1987

GOLDBERG A. y ROBSON D. «A metaphor for user interface design» en

HARRISON M. y THIMBLEBY H. *Formal methods in human-computer interaction.* Cambridge University Press, 1990

LAUREL B. The art of human-computer interaction. Addison-Wesley, Reading, MA, 1990

LAUREL B. The art of human-computer interface design. Addison-Wesley, Reading, MA, 1992

MAYHEW, D.J. *The Usability Engineering Lifecycle.* Morgan-Kaufman, 1999. ISBN: 1-55860-561-4

MORAN T. y CARROLL J. *Design rationale: concepts, techniques and use*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 1996

NEGROPONTE N. *Being Digital*. Vintage books, Nueva York, NY, 1994

NIELSEN J. *Usability engineering*. AP Professional, Boston, MA, 1993

NIELSEN J. y MARK R. L. *Usability inspection methods.* Wiley, Nueva York, NY, 1994

NORMAN D. A. *The design of everyday things.* Doubleday, Nueva York, NY, 1990

PREECE J. A guide to usability. Human factors in computing. Addison-Wesley, Reading, MA, 1992

PREECE J. *Human-computer interaction.* Addison-Wesley, Reading, MA, 1994

RAVDEN S. J. y JOHNSON G. I. Evaluating usability of human-computer interfaces: a practical method. Ellis Horwood, Nueva York, NY, 1989

SMITH D. C. ET AL. «The Star User Interface: an Overview» en *Proceedings of the 1982 National Computer Conference.* AFIPS, Pág. 515-528, 1982

WEINBERG G. M. *The psychology of computer programming.* Van Nostrand Reinhold, Nueva York, NY, 1971

WICKENS C. D. *Engineering psychology and human performance*. Charles E. Merrill. Columbus, OH, 1984

ZUBROW D., MOSES A. M. y GELLER V. *Human-computer interaction.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1985