



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y DIAGNÓSTICO DE LAS LUCES DE UN VEHÍCULO FERROVIARIO DE PASAJEROS

AUTORA: María Lázaro Miguel-Sin

TUTOR: Ángel Valera Fernández

Curso Académico: 2016-17

AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias a Stadler Rail Valencia por permitirme realizar las prácticas y este Trabajo Final de Máster en su planta de Valencia, en especial a Francisco Ramón Navarro, mi tutor en la empresa, y al grupo de Control Hardware and Software, por su ayuda y el buen ambiente que crean cada día. También me gustaría agradecer a Ángel Valera Fernández su ayuda y orientación en la realización de este Trabajo. Y, por último, gracias a mi familia por su apoyo y ánimos constantes.

RESUMEN

En este Trabajo Final de Máster se ha diseñado y desarrollado un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros.

Para ello se ha abordado el proyecto analizando las especificaciones y requerimientos del cliente. Tras realizar un estudio de las características de las bombillas a controlar y monitorizar, se propusieron tres alternativas de las que se ha desarrollado la que mejor se adaptaba a lo solicitado. Finalmente se ha comprobado el correcto funcionamiento del sistema desarrollado mediante test de validación en banco de ensayos.

Para la codificación se ha utilizado la herramienta de Selectron CAP, esta junto con otra herramienta de Selectron (TOP), un programa interno de la empresa (SoftPro), y un programa de National Instruments (TestStand) se han empleado para la validación. Para el desarrollo y la documentación se han utilizado las herramientas Word, Excel y Visio de Microsoft Office.

El presente trabajo ha sido realizado en el marco de unas prácticas extracurriculares realizadas en la empresa internacional de transporte ferroviario Stadler Rail Valencia y se ha llevado a cabo cumpliendo con las normativas pertinentes.

Palabras clave: control, diagnóstico, luces, desarrollo, diseño, código, test

RESUM

En aquest Treball Final de Màster s'ha dissenyat i desenvolupat un sistema de control i diagnòstic de les llums d'un vehicle ferroviari de passatgers.

S'ha abordat el projecte analitzant les especificacions i requeriments del client. Després de realitzar un estudi de les característiques de les bombetes a controlar i monitoritzar, es van proposar tres alternatives de les quals s'ha desenvolupat la que millor s'adaptava al que es sol·licita. Finalment s'ha comprovat el correcte funcionament del sistema desenvolupat mitjançant test de validació en banc d'assaigs.

Per a la codificació s'ha utilitzat l'eina de Selectron CAP, aquesta juntament amb una altra eina de Selectron (TOP), un programa intern de l'empresa (SOFTPRO), i un programa de National Instruments (TestStand) s'han emprat per a la validació. Per al desenvolupament i la documentació s'han utilitzat les eines Word, Excel i Visio de Microsoft Office.

El present treball ha estat realitzat en el marc d'unes pràctiques extracurriculars realitzades en l'empresa internacional de transport ferroviari Stadler Rail València i s'ha dut a terme complint les normatives pertinents.

Paraules clau: control, diagnòstic, llums, desenvolupament, disseny, codi, test

ABSTRACT

In this Final Master's Work, a system for the control and diagnosis of the lights of a passenger rail vehicle has been designed and developed.

To this end, the project has been approached by analyzing the specifications and requirements of the client. After carrying out a study of the characteristics of the bulbs to be controlled and monitored, three alternatives were proposed and the one that best suited the requirements was developed. Finally, the correct functioning of the system developed by means of a validation test in a test bench has been verified.

The Selectron CAP tool has been used for coding. CAP with another Selectron tool (TOP), an internal company program (SoftPro), and a National Instruments program (TestStand) have been used for the validation process. Word, Excel and Visio tools from Microsoft Office have been used for the development and documentation.

This work has been carried out in the international railway company Stadler Rail Valencia, where the author has done extracurricular practices. It has been made in compliance with relevant regulations.

Keywords: control, diagnosis, lights, developmetn, desing, code, test

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFM

- Memoria
- Presupuesto
- Planos
- Anexos

MEMORIA

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos del TFM	2
1.2	Justificación	3
2	ANTECEDENTES	5
2.1	Stadler Rail Valencia S.A.U.	5
2.1.1	Historia	5
2.1.2	Productos	6
2.2	Metodologías de desarrollo de software	8
2.2.1	Waterfall model (modelo cascada)	8
2.2.2	Iterative model (modelo iterativo)	9
2.2.3	V-model (modelo en V)	9
2.2.4	Prototype model (modelo prototipo)	10
2.3	Herramientas	11
3	NORMATIVA	13
3.1	Normativa externa	13
3.2	Normativa interna	13
4	DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA	15
4.1	Fase de desarrollo del sistema	15
4.2	Fase de especificación de requerimientos del software	21
4.3	Fase de diseño y arquitectura del software	24
4.3.1	Desarrollo del diseño	25
4.3.2	Planificación del test de integración	28
4.4	Fase de diseño de módulos del software	29
4.4.1	Desarrollo del diseño	29
4.4.2	Planificación del test de módulos	30
4.5	Fase de codificación	33
4.6	Fase de test de módulos	35
4.7	Fase de test de integración	40
4.8	Fase de validación	48
4.9	Fase de mantenimiento	49
5	CONCLUSIONES	51
6	BIBLIOGRAFÍA	53

PRESUPUESTO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO 57

PLANOS

EXTERIOR LIGHT CAB (I) 61
EXTERIOR LIGHT CAB (II)..... 62
EXTERIOR LIGHT CAB (III) 63
CAB LIGHTS..... 64
BLINKING LIGHTS..... 65

ANEXOS

ANEXO 1 68
ANEXO 2 74
ANEXO 3 90
ANEXO 4100

Índice de Figuras

Figura 1. Stadler Rail Valencia. Fuente: Stadler Rail Valencia	5
Figura 2. Historia de Stadler Rail Valencia (I). Fuente: Stadler Rail Valencia	5
Figura 3. Historia de Stadler Rail Valencia (II). Fuente: Stadler Rail Valencia	6
Figura 4. Locomotora Diésel-Eléctrica. Fuente: Stadler Rail Valencia.....	6
Figura 5. Locomotora DUAL. Fuente: Stadler Rail Valencia	6
Figura 6. Locomotora de maniobras. Fuente: Stadler Rail Valencia	7
Figura 7. De izquierda a derecha: Metro, Tranvía y Tren-Tram. Fuente: Stadler Rail Valencia y Stadler	7
Figura 8. Bogie. Fuente: Stadler Rail Valencia	7
Figura 9. Waterfall model. Elaboración propia.	8
Figura 10. Iterative model. Elaboración propia.....	9
Figura 11. V-model. Elaboración propia.....	10
Figura 12. Prototype model. Elaboración propia.	10
Figura 13. Luces frontales del vehículo. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U....	16
Figura 14. Luces laterales del vehículo. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U. ...	17
Figura 15. Luces interiores de la cabina. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U...	17
Figura 16. Pantalla de conducción. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.	22
Figura 17. Botón exterior de luz de cabina. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.	22
Figura 18. Vehículo parado. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.	23
Figura 19. Vehículo en movimiento. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.	23
Figura 20. Vehículo en movimiento frenando. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.	23
Figura 21. Vehículo en movimiento con antinieblas. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.....	24
Figura 22. Vehículo en movimiento marcha atrás. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.	24
Figura 23. Arquitectura del programa MKR. Elaboración propia.....	25
Figura 24. Arquitectura del programa MKRDIAG. Elaboración propia.....	25
Figura 25. Descripción de las luces interiores de cabina.....	27
Figura 26. Variables del módulo M_LGT_CABLT	33
Figura 27. Código del módulo M_LGT_CABLT	33

Figura 28. Cabecera e inicio del programa P_MKR	34
Figura 29. Cabecera e inicio del programa P_MKRDIAG	34
Figura 30. Declaración del módulo M_LGT_CABLT en SoftPro	35
Figura 31. Variables del módulo M_LGT_CABLT en el SoftPro	36
Figura 32. Tabla de valores del test del módulo M_LGT_CABLT	36
Figura 33. Tiempos de espera del test del módulo M_LGT_CABLT	37
Figura 34. Test del módulo M_LGT_CABLT en SoftPro	37
Figura 35. Test del módulo M_LGT_CABLT en TestStand	38
Figura 36. Zoom del test del módulo M_LGT_CABLT en TestStand	38
Figura 37. Inicio del informe del test del módulo M_LGT_CABLT	39
Figura 38. Esquema del test de integración en SoftPro	40
Figura 39. Editor de los pasos del test de integración	41
Figura 40. Ventana añadir acciones	42
Figura 41. Test de integración en SoftPro	43
Figura 42. Test de integración en TestStand	44
Figura 43. Zoom del test de integración en TestStand	44
Figura 44. Inicio del informe del test de integración	45
Figura 45. Parte del test de integración	46
Figura 46. Ráfaga de luces largas	47
Figura 47. Luces intermitentes al activarse el modo test	47
Figura 48. Luz de lectura de cabina 1 activa	48
Figura 49. Luz de la salida 1 encendida	49
Figura 50. Luz frontal superior	68
Figura 51. Luz corta/larga	68
Figura 52. Intermitente frontal	69
Figura 53. Luz trasera/freno	69
Figura 54. Luz día/posición	70
Figura 55. Luz antiniebla	70
Figura 56. Intermitente lateral	71
Figura 57. Luz de cabina	71
Figura 58. Luz de lectura	72

Índice de Tablas

Tabla 1. Luces frontales del vehículo	16
Tabla 2. Luces laterales del vehículo	17
Tabla 3. Luces interiores de la cabina	17
Tabla 4. Distribución de luces 1.....	18
Tabla 5. Distribución de luces 2 (I)	19
Tabla 6. Distribución de luces 2 (II)	19
Tabla 7. Distribución de luces 3 (I)	19
Tabla 8. Distribución de luces 3 (II)	20
Tabla 9. Distribución de luces 3 (III)	20
Tabla 10. Señales de entrada	26
Tabla 11. Señales de salida.....	26
Tabla 12. Planificación del test de integración.....	28
Tabla 13. Descripción de los módulos	30
Tabla 14. Planificación del test del módulo M_LGT_CABLT (I).....	31
Tabla 15. Planificación del test del módulo M_LGT_CABLT (II).....	32
Tabla 16. Datos de la luz frontal superior	68
Tabla 17. Datos de la luz corta/larga.....	69
Tabla 18. Datos del intermitente frontal.....	69
Tabla 19. Datos de la luz trasera/freno	70
Tabla 20. Datos de la luz día/posición.....	70
Tabla 21. Datos de la luz antiniebla.....	71
Tabla 22. Datos del intermitente lateral	71
Tabla 23. Datos de la luz de cabina	72
Tabla 24. Datos de la luz de lectura	72

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

Una de las virtudes que ha permitido a la unidad de Valencia de Stadler sobrevivir durante tanto tiempo en un negocio y mercado tan competitivos ha sido su rápida capacidad de respuesta ante peticiones muy específicas en tiradas cortas de un determinado tipo de vehículos. En los grandes concursos donde el cliente quiere más de 100 vehículos iguales entre sí y muy parecidos a vehículos ya existentes en el mercado, Stadler Rail Valencia compite en igualdad de condiciones que otras grandes multinacionales del sector como Alstom, Bombardier o Siemens. Pero es en los concursos de pocos vehículos y con prestaciones novedosas donde Stadler Rail Valencia presenta su verdadera capacidad competitiva. Cada vez es más frecuente esta combinación: requisitos muy específicos para usos muy concretos por parte del cliente y pedidos muy fraccionados en lotes todos distintos de pocas unidades cada uno.

Sin embargo, esto que es una virtud para Stadler Rail Valencia, no sólo no se encuentra en las otras multinacionales del sector mencionadas, sino que tampoco es frecuente en los proveedores de material auxiliar que abastecen al sector. Esa carencia en las empresas competidoras es evidentemente una ventaja para Stadler Rail Valencia, pero la carencia en los proveedores no deja de ser un problema para la compañía ya que no se adaptan a las necesidades de Stadler Rail Valencia a la velocidad que la empresa lo necesitaría.

Los proveedores de componentes auxiliares de material rodante tienen en sus catálogos un número limitado de referencias que no siempre satisfacen las necesidades de la empresa que está haciendo el diseño de un vehículo nuevo. Es entonces cuando se hace necesario que sus respectivas Ingenierías diseñen a su vez una solución concreta para lo que se les está demandando. En ese caso, repercuten al cliente un coste indirecto que se suma al coste directo de los componentes demandados. Es el coste indirecto asociado a las horas de Ingeniería que necesita para ese nuevo desarrollo. Cuando la tirada es larga, ese coste indirecto se divide entre muchas unidades, pero cuando la tirada es corta ese coste indirecto puede incluso superar al coste del material según de qué componente se trate. Ese es uno de los grandes problemas con los que se ha de enfrentar Stadler Rail Valencia cuando está diseñando vehículos de un pedido de sólo unas cuantas unidades que ha ganado precisamente por su capacidad de adaptación como se ha mencionado al principio. En ocasiones, las grandes multinacionales de componentes auxiliares ni siquiera tienen interés en abordar esos desarrollos para pocas unidades si tienen a sus Ingenierías colapsadas con proyectos de más beneficio. En esas ocasiones, tratan de repercutir grandes costes indirectos que no dejan de ser, en parte disuasorios o, simplemente declinan ofertar.

Para resolver esas situaciones, Stadler Rail Valencia se plantea en ocasiones abordar un desarrollo propio de esos sistemas específicos que no consigue que le ofrezcan los proveedores a precios y tiempos competitivos. Abordando un desarrollo propio, Stadler Rail Valencia consigue dar respuesta a sus propias necesidades ahí donde los proveedores no estaban respondiendo ni en tiempo ni en coste con el producto requerido.

En este Trabajo Final de Máster se aborda el desarrollo propio de un sistema específico para el control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros. En el mercado hay distintas

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

alternativas para controles de luces, pero en este caso se ha querido optimizar para un número determinado de puntos de luz y unas condiciones de funcionamiento muy específicas.

Para realizar un proyecto como el que se describe en este Trabajo, en la empresa Stadler Rail se realiza primero toda la planificación y el diseño del sistema. Después se llevan a cabo el desarrollo e implementación de la solución propuesta que mejor se adapte a los requerimientos del cliente. Y por último se comprueba el correcto funcionamiento del sistema mediante un proceso de validación propio de la empresa.

1.1 Objetivos del TFM

El objetivo del presente trabajo final de máster es diseñar y desarrollar un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros.

En primer lugar, se ha de analizar las especificaciones y requerimientos del cliente. Una vez analizadas, se ha de definir la misión y las restricciones del sistema a diseñar. A partir de las características de las bombillas a controlar y monitorizar, y de los componentes electrónicos de los que se dispone o que será necesario adquirir, se han de plantear distintas alternativas que cumpliendo lo requerido necesiten el menor número de componentes extra posibles.

Una vez elegido el que mejor se adapte a lo solicitado, se continúa desarrollando el software necesario. Primero se ha de diseñar el software en conjunto teniendo en cuenta todas las funcionalidades que deberá realizar el sistema. Después será necesario dividirlo en subconjuntos o módulos que realicen una función cada uno detallando y documentando que subconjunto hace que función.

Cuando el diseño del software esté completo se ha de codificar. Esto se llevará a cabo de forma inversa al diseño, es decir, primero se ha de implementar los subconjuntos y después, uniéndolos, se ha de generar el conjunto entero o programa.

Finalmente se comprobará el correcto funcionamiento del sistema desarrollado. Esto se ha de realizar mediante tests, simulando primero los módulos y después el programa.

Todo el proceso, es decir, el análisis, el diseño, el desarrollo, la implementación y la validación simulada, junto con la generación de documentos necesarios, se ha de realizar cumpliendo con la normativa correspondiente.

1.2 Justificación

La autora presenta este trabajo para optar al título de Máster en Ingeniería Industrial, siendo ésta la justificación académica del mismo.

Para la realización de este trabajo, ha resultado de gran utilidad conocimientos adquiridos en el citado Máster, tales como:

- Descripción de diferentes tipos de sensores y elegir estructuras de control para cumplir especificaciones en la asignatura de primero de máster Instrumentación y Control Industrial.
- Ampliación de conceptos básicos de automatización de procesos en la asignatura de segundo de máster Automatización Industrial.
- Alternativas y singularidades de poner en funcionamiento un sistema de control en la asignatura de segundo de máster Implementación de Sistemas de Control.
- Conocimiento y manipulación de las señales de interés de un proceso y diseño de sistemas de instrumentación en la asignatura de segundo de máster Instrumentación Industrial.

Por otra parte, el presente trabajo ha sido realizado en el marco de unas prácticas extracurriculares realizadas en la empresa internacional de transporte ferroviario Stadler Rail Valencia. La realización de las mismas se llevó a cabo durante el curso académico 2016/2017 en el área "Control Hardware and Software", dentro de ingeniería.

Los integrantes de esta área diseñan y codifican el software encargado de controlar el vehículo, las pantallas de control del conductor, las aplicaciones de control y diagnóstico y de recoger datos y alarmas que salten en vehículos operativos. Además, se encargan de la verificación y validación del software en un banco de ensayos y en el propio vehículo. Por último, realizan el análisis, diagnóstico y mantenimiento de las aplicaciones.

Este documento resume el trabajo realizado para diseñar, codificar y validar en el banco de ensayos el software encargado de controlar y diagnosticar las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros cumpliendo con la normativa correspondiente. Su justificación práctica es resolver el problema de falta de oferta por parte de los proveedores de determinados sistemas necesarios para que los vehículos cumplan requerimientos muy específicos del cliente.

2 ANTECEDENTES

2.1 Stadler Rail Valencia S.A.U.

Stadler Rail Valencia S.A.U. es la planta española de Stadler Rail AG ubicada en un polígono industrial de Albuixech. El objetivo de la empresa es:

'...diseñar y construir locomotoras tecnológicamente avanzadas y de alto rendimiento para las futuras redes de transporte de mercancías, nuevos conceptos de trenes de pasajeros y servicios de mantenimiento' (Stadler Rail Valencia, n.d.)



Figura 1. Stadler Rail Valencia. Fuente: Stadler Rail Valencia

2.1.1 Historia

Sus orígenes se remontan a 1897 cuando un valenciano metalúrgico funda Talleres Devis. En 1929, Construcciones Devis (nuevo nombre del taller) destaca por la construcción de material de transporte ferroviario y tras la segunda guerra mundial se convierte en referente nacional.



Figura 2. Historia de Stadler Rail Valencia (I). Fuente: Stadler Rail Valencia

Se consolidó como suministradora de material móvil ferroviario en 1947 tras fusionarse con la empresa catalana Material para ferrocarril y Construcciones, pasando a ser MACOSA (Material y Construcciones SA).

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

La multinacional con sede en Francia Alstom compra la empresa en 1989 y lleva a cabo el traslado de la planta a su localización actual en 1997. Años después, en 2005, es la alemana Vossloh AG la que toma el control de la planta pasando a ser conocida como Vossloh España.

Por último, en enero de 2016 pasa a manos de Stadler Rail AG y se convierte en Stadler Rail Valencia.



Figura 3. Historia de Stadler Rail Valencia (II). Fuente: Stadler Rail Valencia

2.1.2 Productos

Los productos que oferta Stadler Rail Valencia se dividen en locomotoras, vehículos de pasajeros y componentes.

Las locomotoras son la parte del vehículo ferroviario que incorpora el motor y arrastra o empuja el resto de vagones (Oxford Dictionaries, n.d.). Se las clasifica según el tipo de energía y las que Stadler oferta son:

- Locomotoras Diésel-Eléctricas: llevan incorporado un motor diésel que genera energía mecánica. Ésta pasa por un alternador que la transforma en energía eléctrica que alimenta a los motores de tracción.



Figura 4. Locomotora Diésel-Eléctrica. Fuente: Stadler Rail Valencia



Figura 5. Locomotora DUAL. Fuente: Stadler Rail Valencia

- Locomotoras DUAL: además del motor diésel llevan instalados uno o dos pantógrafos, esto permite que el vehículo se alimente de energía proveniente del motor diésel o por la recogida de la catenaria.

- Locomotoras de maniobras: locomotoras diésel-eléctricas cuya finalidad es remolcar otros vehículos ferroviarios distancias no muy largas.



Figura 6. Locomotora de maniobras. Fuente: Stadler Rail Valencia

Los vehículos de pasajeros son transportes urbanos también conocidos como trenes ligeros (Melis Maynar and González Fernández, 2008). Son en su mayoría eléctricos, poco pesados y no suelen alcanzar grandes velocidades. En Stadler Rail Valencia se distinguen tres tipos de productos dentro de los vehículos de pasajeros:

- Metro: vehículo ferroviario urbano que opera en túneles subterráneos. Incorpora los equipos de tracción, de freno, eléctricos, etc. en la parte inferior, elevando la altura del piso y haciendo necesarios los andenes para acceder a él.
- Tranvía: transporte urbano que circula por la superficie, más ligero que el metro. Lleva instalados los equipos en el techo y su altura de piso es más baja.
- Tren-Tram: es un transporte urbano e interurbano, puede operar tanto en ciudad como en líneas principales regionales. Como el tranvía lleva los equipos en el techo, pero es más pesado para alcanzar y es capaz de alcanzar mayores velocidades al salir de la ciudad.



Figura 7. De izquierda a derecha: Metro, Tranvía y Tren-Tram. Fuente: Stadler Rail Valencia y Stadler

En la planta de Albuixech no solo se fabrican bogies para los vehículos en fabricación, sino que se ofertan como producto a parte. Los bogies son los componentes sobre los que se sostiene el vehículo ferroviario. Están compuestos por el bastidor, los ejes, las ruedas, las suspensiones, el reductor, los frenos y el motor en los bogies motor, no así en los bogies remolque.



Figura 8. Bogie. Fuente: Stadler Rail Valencia

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

Además de estos productos se ofrecen los servicios de mantenimiento y repuesto de piezas tanto de locomotoras como de vehículos de pasajeros.

2.2 Metodologías de desarrollo de software

Para el desarrollo de un software existen distintos modelos de ciclo de vida. Estos, según Chandra (2015), son procesos mediante los que se completa o se desarrolla un proyecto de software siguiendo unos pasos bien definidos. Un modelo para el desarrollo de un software contiene un plan completo de cómo diseñar, desarrollar, mantener e incrementar la eficiencia de un producto software (Ali, 2017).

Los distintos modelos se diferencian en el orden de los pasos y en su organización, pero todos incluyen fases muy similares. Ali (2017) las enumera y describe en su artículo:

- Planificar: junto con el cliente plantear los objetivos y los requerimientos.
- Definir: se describen más detalladamente los requerimientos del software.
- Diseñar: se diseña la arquitectura del software.
- Construir: se codifica el proyecto según la arquitectura elegida en el paso anterior.
- Validar/testear: se comprueba que el código cumple los objetivos y los requerimientos.
- Uso y mantenimiento: se entrega al cliente y se hacen las modificaciones pertinentes.

Algunos de los ciclos de vida de desarrollo de software más conocidos son:

2.2.1 Waterfall model (modelo cascada)

El modelo en cascada fue el primer modelo de ciclo de vida de desarrollo de sistemas, versión muy popular en ingeniería de software. Describe un modelo de desarrollo rígido y lineal. Para pasar de etapa, la anterior tiene que estar finalizada, con toda la documentación realizada, y no permite volver atrás (Alexandrou, 2013). Este modelo se suele representar como muestra la Figura 9.

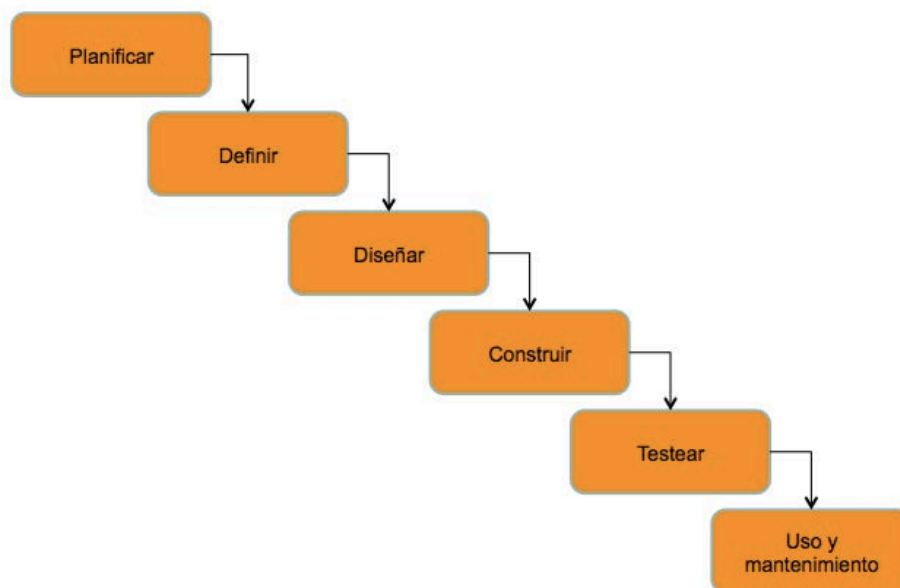


Figura 9. Waterfall model. Elaboración propia.

2.2.2 Iterative model (modelo iterativo)

En el modelo iterativo se realiza el proceso de desarrollo varias veces. Se comienza diseñando un producto que cumpla con un grupo de los requerimientos totales. En cada iteración o vuelta se van añadiendo requerimientos hasta que se obtiene el producto final que las engloba todas (Ali, 2017).

La representación gráfica del modelo iterativo se muestra en la Figura 10.

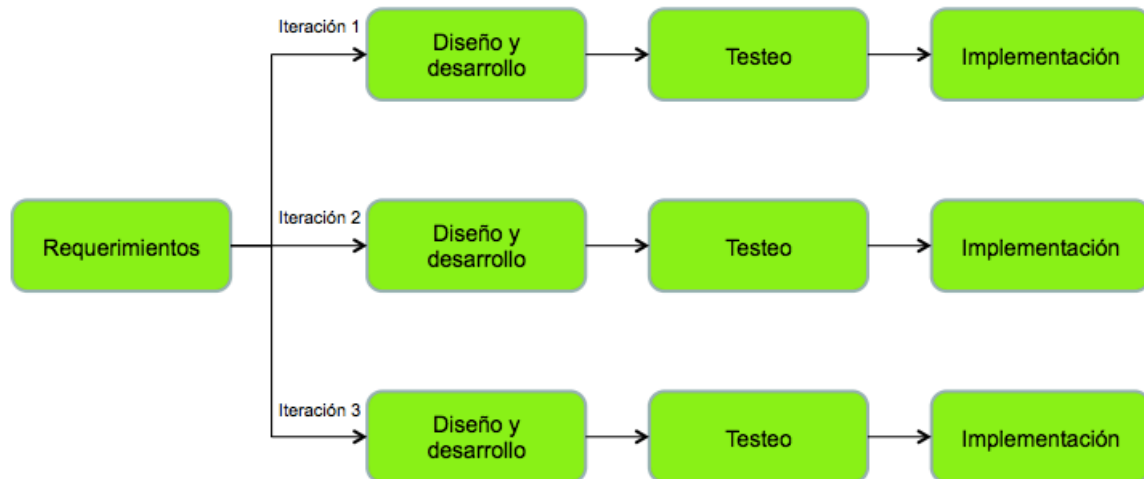


Figura 10. Iterative model. Elaboración propia.

2.2.3 V-model (modelo en V)

El modelo en V es una secuencia de pasos que no permite pasar al siguiente sin haber finalizado el anterior. Se diferencia con el modelo en cascada en que le da más importancia a la parte de testeo. El plan para realizar el test de una etapa se realiza antes de pasar a la siguiente sin haber codificado y aunque el test se vaya a realizar pasadas varias etapas (Munassar and Govardhan, 2010).

Se representa en forma de V (como se ve en la Figura 11) para poner a la misma altura las etapas que hacen referencia al mismo test, en la izquierda la etapa en la que se crea y a la derecha la etapa donde se lleva a cabo y se documenta los resultados.

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

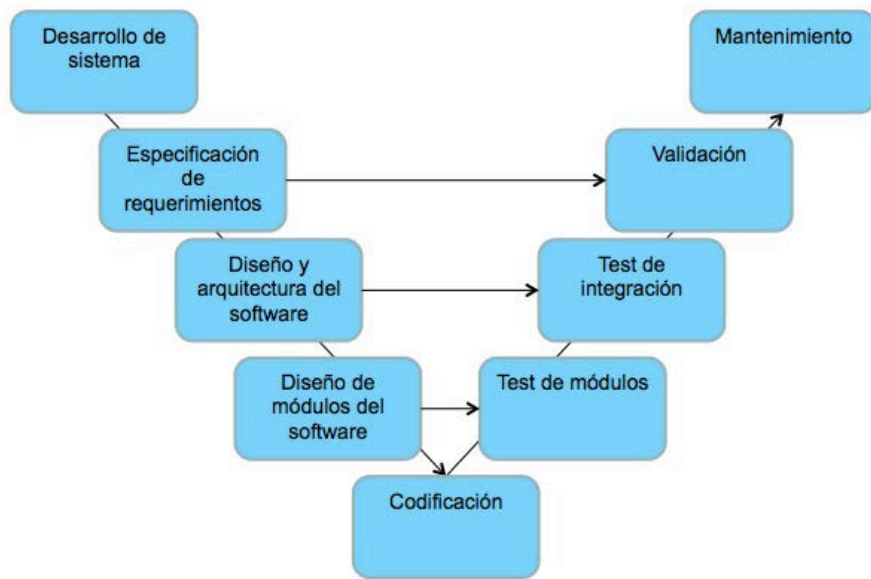


Figura 11. V-model. Elaboración propia.

2.2.4 Prototype model (modelo prototipo)

Méndez (2006) afirma que este modelo se utiliza cuando los requisitos, el procesamiento y el propio producto no se tienen detallados desde el inicio del proceso. Este modelo comienza definiendo los requerimientos iniciales del cliente. Después, se planea, modela, construye y desarrolla un prototipo que se entrega al cliente para que dé su visto bueno o indique las modificaciones necesarias. Una vez que en la retroalimentación se da el visto bueno se construye ese prototipo y se entrega como solución final. Una de las representaciones de este modelo es la que muestra la Figura 12.

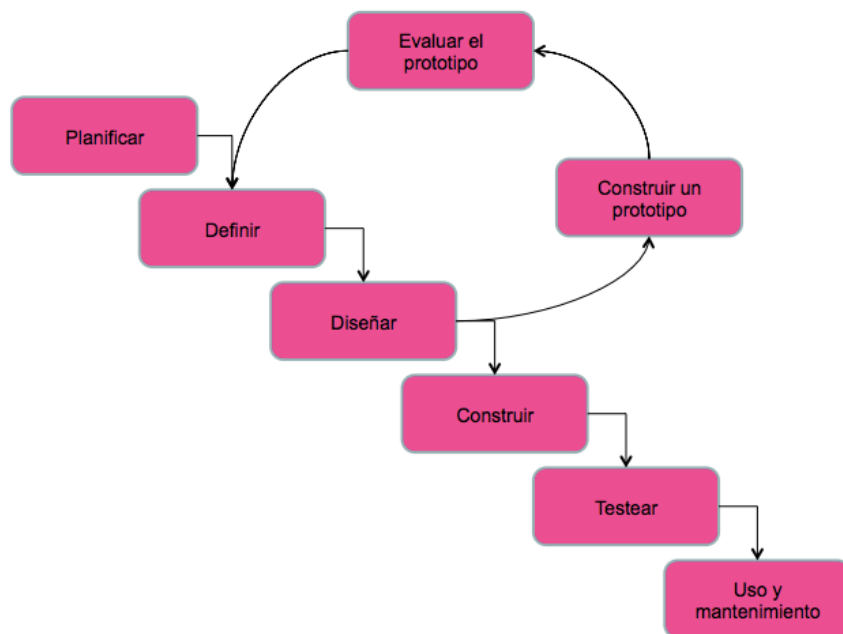


Figura 12. Prototype model. Elaboración propia.

2.3 Herramientas

En este apartado se describen las herramientas que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Para la parte de documentación se han empleado varios programas de Microsoft Office:

- Word: editor de texto con el que se ha realizado la documentación de las fases de planificación y diseño.
- Excel: aplicación que permite crear hojas de cálculo. Se ha utilizado para realizar las tablas con los casos de test para las fases de validación.
- Visio: editor de diagramas con el que se han creado los esquemas de conexión entre los módulos de entradas y salidas, las luces y la alimentación.

Para la codificación y como soporte para la validación se ha utilizado software de Selectron, compatible con el hardware seleccionado:

- CAP 1131: software que permite programar conforme a la Norma IEC 61131-3. Permite codificar con diagrama de bloques, lista de instrucciones, diagrama de contactos, texto estructurado, diagrama secuencial de funciones e incluso partes del código se pueden escribir en lenguaje de alto nivel C (Selectron Systems AG, n.d.). Con este programa se ha realizado la programación y la posterior comunicación con el PLC para llevar a cabo el testeo.
- TOP 1131: esta herramienta permite monitorizar y/o modificar el valor de las variables del programa instalado en el PLC que se desee controlar. Se ha utilizado durante la validación para visualizar pulsos o rampas de las señales más difíciles de detectar de otra manera.

También para la validación se utilizan otros dos programas:

- SoftPro: programa interno de la empresa en el que se almacenan las tablas de validación, los test y los reportes de cada módulo y programa de cada proyecto. Además de utilizarlo como base de datos también cambia el formato de las tablas de validación a un formato que pueda leer el programa de testeo (.seq).
- TestStand: desarrollado por National Instruments 'es un software de administración de pruebas estándar en la industria que ayuda a ingenieros de pruebas y validación a desarrollar e implementar sistemas de pruebas más rápido' (National Instruments, n.d.). Este programa automatiza el proceso de testeo con los archivos .seq, le entra un archivo con los distintos pasos y devuelve un informe con el resultado de si ha pasado el test o ha habido algún fallo.

3 NORMATIVA

3.1 Normativa externa

EN 50128: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.

IEC 61131-3: Autómatas programables. Parte 3: Lenguajes de programación.

3.2 Normativa interna

Software Quality Assurance Plan: normativa de la empresa relativa al desarrollo del software y garantizar su calidad

Software Coding Standards: normativa de la empresa relativa a la codificación desde tipos de variables, a reglas para nombrarlas, a extensión del código entre otras.

4 DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

En este proyecto se ha empleado el modelo en V. Se ha elegido porque dentro de los dos modelos que propone la normativa EN 50128, Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril, es el que mejor se aplica en los proyectos desarrollados en la empresa.

Como ya se ha comentado, la característica que diferencia este modelo del resto es que se diseñan los test para validar los pasos de diseño en los propios pasos de diseño, antes de codificar o de pasar a las fases de testeo.

Las fases del modelo en V son:

1. Desarrollo del sistema: se definen la misión y las restricciones del sistema.
2. Especificación de requerimientos del software: se describen las funcionalidades que debe realizar el software y se establecen los requisitos.
3. Diseño y arquitectura del software: se diseña detalladamente el nivel alto del software y el plan de testeo para comprobar que todas las piezas del software funcionan bien como sistema.
4. Diseño de módulos del software: se diseña detalladamente el nivel bajo del software y un test para cada componente.
5. Codificación: se implementa el código de acuerdo con los requerimientos, primero los módulos y después el programa en el que se juntan
6. Test de módulos: se comprueba que cada módulo del software trabaja como se ha detallado.
7. Test de integración: se comprueba que el programa realice las funciones correspondientes y que las señales estén conectadas como toca.
8. Validación: se comprueba que el software funciona instalado en el hardware y en el ambiente requerido.
9. Mantenimiento: se llevan a cabo modificaciones, revisiones y mejoras en el producto ya instalado y entregado al cliente.

En los siguientes apartados se describe el proyecto estructurado en las nueve fases del modelo.

4.1 Fase de desarrollo del sistema

El cliente solicitó que el sistema se encargara de controlar y monitorizar las luces de un tranvía y de diagnosticar fallos, tanto de cortocircuito como de circuito abierto. Las restricciones fueron cumplir la normativa, una serie de especificaciones en cuanto al funcionamiento de las luces y utilizar hardware de Selectron.

Las luces a controlar son las que se ven y enumeran en las siguientes figuras y tablas:

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

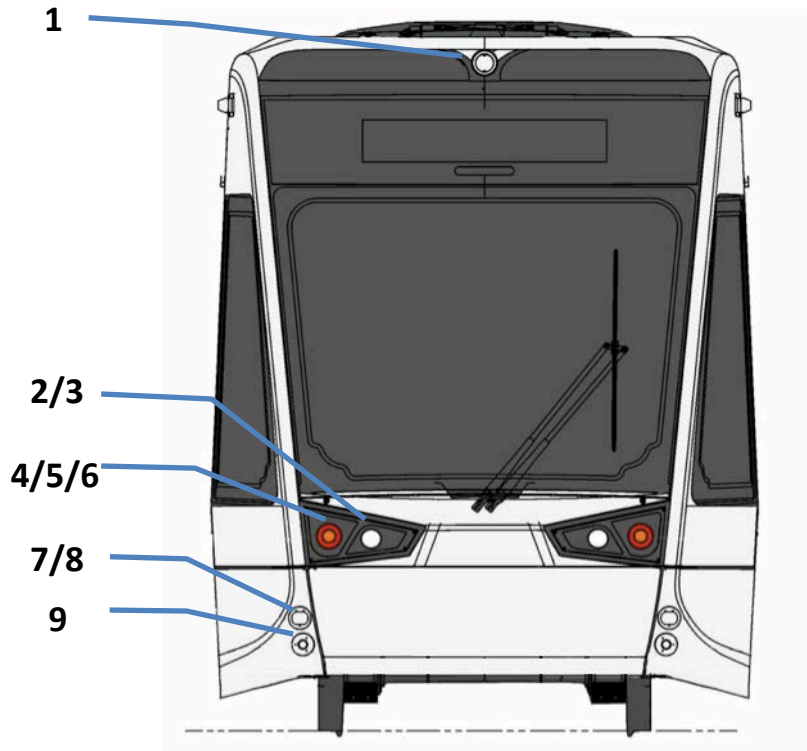


Figura 13. Luces frontales del vehículo. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

Tabla 1. Luces frontales del vehículo

Número	Descripción
1	Luz frontal superior
2	Luz corta
3	Luz larga
4	Intermitentes frontales
5	Luz trasera
6	Luz de freno
7	Luz de día
8	Luz de posición
9	Luz antiniebla



Figura 14. Luces laterales del vehículo. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

Tabla 2. Luces laterales del vehículo

Número	Descripción
10	Intermitentes laterales

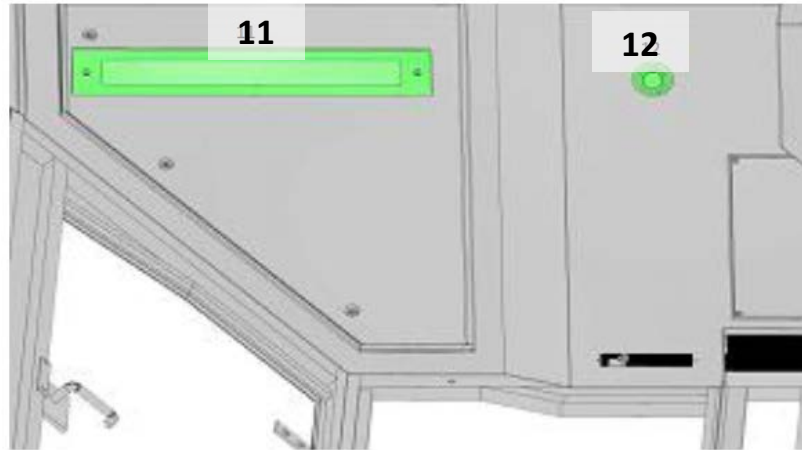


Figura 15. Luces interiores de la cabina. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

Tabla 3. Luces interiores de la cabina

Número	Descripción
11	Luz de cabina
12	Luz de lectura

Conocidos los datos de las bombillas (ver Anexo 1) y con la restricción de utilizar módulos de Selectron se realizó el diseño del hardware antes de pasar a fases de diseño de software más específicas.

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

En la empresa se utilizan CPU de Selectron, tanto en el banco de ensayos como para instalar en los vehículos. Tras consultar la información de los módulos disponibles se seleccionaron los que permitían entregar la corriente necesaria y, si se podía, que tuvieran protección frente a cortocircuito. Los que se eligieron son:

- DDC 732: acoplador de bus CANopen.
- DOT 733-TR: módulo de salidas digitales (no detecta cortocircuito, esto se suple conectando magnetotérmicos).
- DDT 732-TF/2A: módulo de 16 entradas y 16 salidas digitales. Tanto las entradas como las salidas se dividen en grupos de 8, detecta cortocircuito por grupo no por salida.
- AIT 731-TG/12B: módulo de entradas analógicas.

También fue necesario seleccionar sensores de corriente que detectaran los niveles de intensidad de las bombillas, sensores CSLW Series de Honeywell.

Se propusieron tres alternativas:

- Opción 1

Se distribuyeron las luces para necesitar el mínimo número de módulos de entrada/salida y permitía que la corriente entregada por los grupos de cada módulo fuera similar. Esta configuración no permitía monitorizar las luces ni diagnosticar circuito abierto y detectaba cortocircuito de cada grupo sin posibilidad de saber que luz había fallado.

Tabla 4. Distribución de luces 1

DOT 733-TR		DDT 732-TF/2A (1)		DDT 732-TF/2A (2)	
K0	K3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Luz corta D	Luz corta I	Shutter D	Shutter I	Luz trasera D	Luz trasera I
		Luz día D	Luz día I	Luz freno D	Luz freno I
		Luz posición D	Luz posición I	Antiniebla D	Antiniebla I
		Luz frontal	Luz de cabina	Intermitente D	Intermitente I
		Luz de lectura		Intermitentes laterales D	Intermitentes laterales I

- Opción 2

Se distribuyeron las luces en más grupos y de tal forma que facilitara detectar que luz fallaba a cortocircuito. Por ejemplo, en un grupo se conectaban solo las luces de freno de una de las cabinas, si se detectaba fallo por cortocircuito solo lo podía haber provocado una de las 2. Esta configuración tampoco permitía monitorizar las luces ni detectar fallos de circuito abierto.

Tabla 5. Distribución de luces 2 (I)

DOT 733-TR		DDT 732-TF/2A (1)		DDT 732-TF/2A (2)	
K0	K3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Luz corta D	Luz corta I	Luz día D	Luz frontal	Shutter D	Antiniebla D
K7	K4	Luz posición D Luz día I		Shutter I	Antiniebla I
Luz cabina	Luz lectura	Luz posición I			

Tabla 6. Distribución de luces 2 (II)

DDT 732-TF/2A (3)		DDT 732-TF/2A (4)	
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Luz trasera D Luz trasera I	Luz freno D Luz freno I	Intermitente D Intermitente I	Intermitentes laterales D Intermitentes laterales I

- Opción 3

Para monitorizar las luces y diagnosticar fallos de circuito abierto se añadieron a la opción 2 sensores de intensidad en cada bombilla y tres módulos de entradas analógicas para poder procesar la información que estos obtienen.

Tabla 7. Distribución de luces 3 (I)

DOT 733-TR		DDT 732-TF/2A (1)		DDT 732-TF/2A (2)	
K0	K3	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Luz corta D	Luz corta I	Luz día D	Luz frontal	Shutter D	Antiniebla D
K7	K4	Luz posición D Luz día I		Shutter I	Antiniebla I
Luz cabina	Luz lectura	Luz posición I			

Tabla 8. Distribución de luces 3 (II)

DDT 732-TF/2A (3)		DDT 732-TF/2A (4)	
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Luz trasera D Luz trasera I	Luz freno D Luz freno I	Intermitente D Intermitente I	Intermitentes laterales D Intermitentes laterales I

Tabla 9. Distribución de luces 3 (III)

(1) AIT 731-TG/12B		(2) AIT 731-TG/12B		(3) AIT 731-TG/12B	
I0C	I1C	I0C	I1C	I0C	I1C
Luz frontal	Luz día D	Shutter D	Shutter I	Luz trasera D	Luz trasera I
I2C	I3C	I2C	I3C	I2C	I3C
	Luz día I		Antiniebla I		Luz freno D
I4C	I5C	I4C	I5C	I4C	I5C
Luz posición D	Luz posición I	Antiniebla I		Luz freno I	
I6C	I7C	I6C	I7C	I6C	I7C
Intermitentes D	Intermitentes I	Luz corta D	Luz corta I	I. Laterales D	I. Laterales I

Se seleccionó la opción 3 que es la que permite controlar y diagnosticar. Las luces de cabina y de lectura no incorporan sensores de corriente ya que al estar a la vista del conductor el diagnóstico se realizará de forma visual, observando las bombillas y no un indicador.

Los planos de la distribución 3 generados están incluidos en el apartado de PLANOS.

4.2 Fase de especificación de requerimientos del software

En esta fase se describen las funcionalidades y se establecen los requisitos. En este proyecto el cliente especificó cuándo se debe encender cada luz:

- **Luz de cabina:** con el vehículo apagado se enciende para permitir la entrada y la salida del conductor. Con el vehículo en marcha se enciende al pulsar un botón en la pantalla de conducción.
- **Luz de lectura:** se enciende en la cabina activa al pulsar el botón correspondiente en la pantalla de conducción.
- **Luz frontal superior:** se enciende en la cabina activa cuando se ha seleccionado la dirección.
- **Luces de día:** se encienden en la cabina activa cuando se ha seleccionado la dirección y los sensores de crepúsculo no están activos.
- **Luces cortas:** se encienden en la cabina activa cuando se ha seleccionado la dirección y los sensores de crepúsculo están activos o se pulsa un botón en la pantalla de conducción.
- **Luces largas:** se encienden en la cabina activa al pulsar un botón en la pantalla de conducción. Se encienden de forma intermitente al accionar un botón en el reposabrazos del conductor.
- **Luces de posición:** se encienden cuando están activas las luces largas o las luces cortas.
- **Luces traseras:** siempre encendidas, en las dos cabinas cuando no está seleccionada la dirección y en la cabina no activa una vez seleccionada la dirección.
- **Luces de freno:** se encienden en la cabina no activa cuando el vehículo está en movimiento y se detecta esfuerzo de frenado.
- **Luces antiniebla:** se encienden en la cabina no activa cuando el conductor pulsa el botón de antiniebla en la pantalla de conducción.
- **Intermitentes:** se encienden para indicar la dirección (izquierda o derecha) o luces de advertencia (warning) al pulsar los botones correspondientes en la pantalla de conducción.
- Opcionalmente, se incluye una señal que permite activar el modo reverso. En esta opción, cuando el vehículo va marcha atrás, la luz frontal superior, las luces de día, las luces cortas, las luces largas y las luces de posición se encenderán en la cabina no activa; y las luces traseras y las luces de freno se activarán en la cabina activa.
- El conductor tendrá información sobre el estado de las luces y cualquier fallo (tanto cortocircuito como circuito abierto) mandará un mensaje a la pantalla de conducción.
- El mantenimiento se realizará pulsando un botón en la pantalla de conducción. Pasados 20 segundos se activarán las luces y se mantendrán activas otros 20 segundos o hasta que se desactive el test al volver a pulsar el botón de la pantalla.

La Figura 16 representa el aspecto que tiene la pantalla de conducción. Como se puede observar el conductor puede activar y desactivar las luces de cabina (1), la de lectura (2), forzar las luces de día o de cruce (3), encender y apagar las luces largas (4), indicar la dirección (5), activar y desactivar las luces de emergencia (6) y las luces antiniebla (7).

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros



Figura 16. Pantalla de conducción. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

La Figura 17 muestra donde se van a instalar los botones que permitirán al conductor encender las luz de la cabina cuando el vehículo este apagado para iluminar su camino hasta la cabina más cercana.

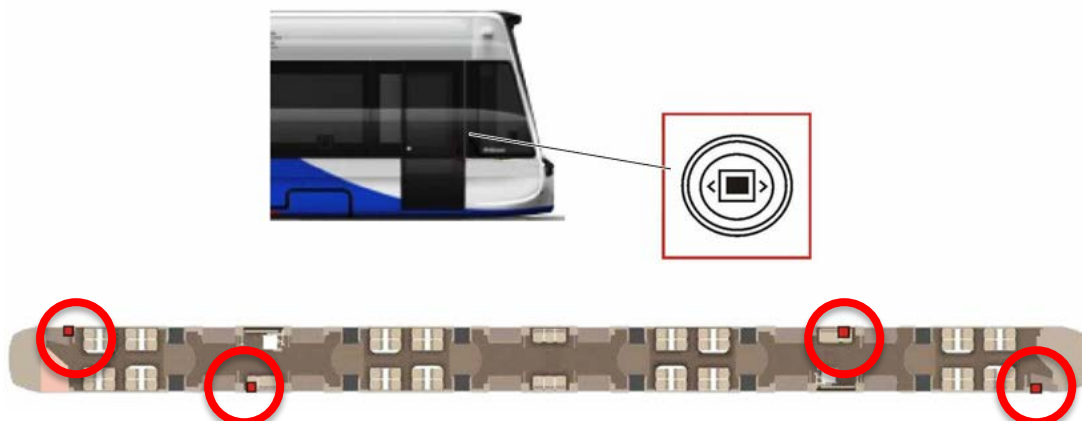


Figura 17. Botón exterior de luz de cabina. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

Dependiendo de la cabina activa, de la dirección seleccionada, de la luz exterior medida por los sensores o lo seleccionado por el conductor se encienden unas luces u otras. En las siguientes figuras se muestran distintas configuraciones que pueden darse:

- Vehículo parado: como muestra la Figura 18 cuando el vehículo está parado, encendido pero la dirección sin seleccionar se activarán las cuatro luces traseras (círculos rojos).

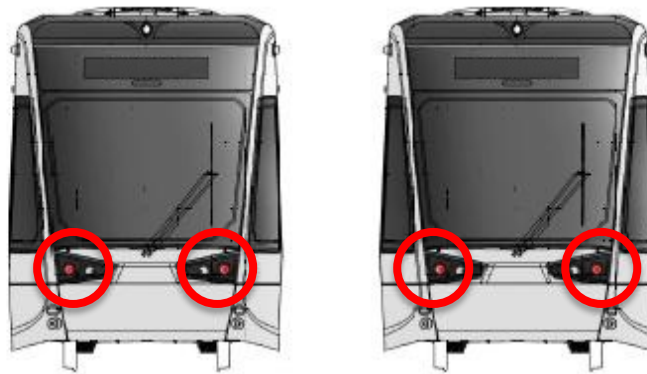


Figura 18. Vehículo parado. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

- Vehículo en movimiento: cuando el vehículo esta encendido y la dirección seleccionada se enciende la luz superior en la cabina activa (círculo amarillo) y las luces traseras en la cabina no activa (círculos rojos). Dependiendo de los sensores de crepúsculo se encenderán las luces de día o las luces cortas (círculos verdes) con las luces de posición (círculos azules). En la Figura 19 se muestra este último caso.

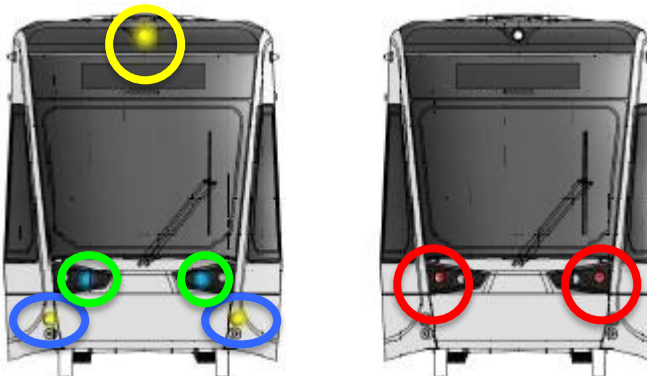


Figura 19. Vehículo en movimiento. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

- Vehículo en movimiento frenando: cuando se detecta esfuerzo de frenado se activan las luces de freno en la cabina no activa (círculos rojos). Esto es lo que muestra la Figura 20.

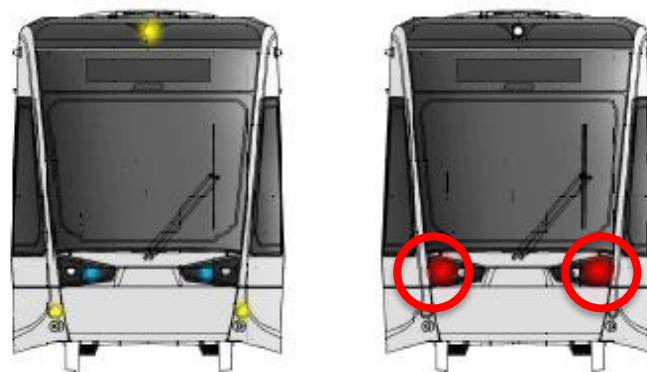


Figura 20. Vehículo en movimiento frenando. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

- Vehículo en movimiento con luces antiniebla: cuando el conductor pulsa el botón en la pantalla de conducción correspondiente a las luces antiniebla (círculos naranjas). Estas se activan en la cabina activa, como muestra la Figura 21.

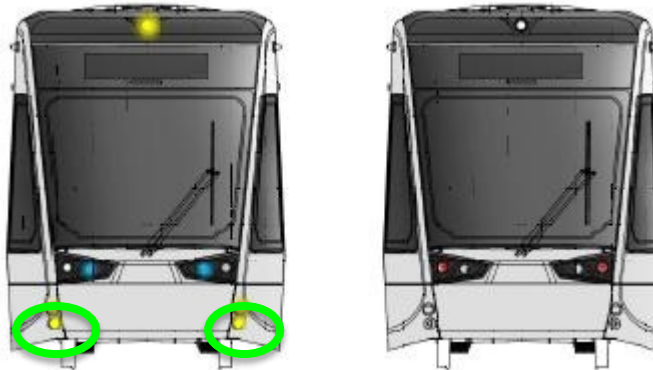


Figura 21. Vehículo en movimiento con antinieblas. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

- Vehículo en movimiento: si la dirección seleccionada no es la misma que la cabina activa existe la opción de activar el modo reverso. Si ese es el caso, como se muestra en la Figura 22, se enciende la luz superior en la cabina no activa (círculo amarillo) y las luces traseras en la cabina activa (círculos rojos). Dependiendo de los sensores de crepúsculo se encenderán las luces de día o las luces cortas (círculos verdes) con las luces de posición (círculos azules).

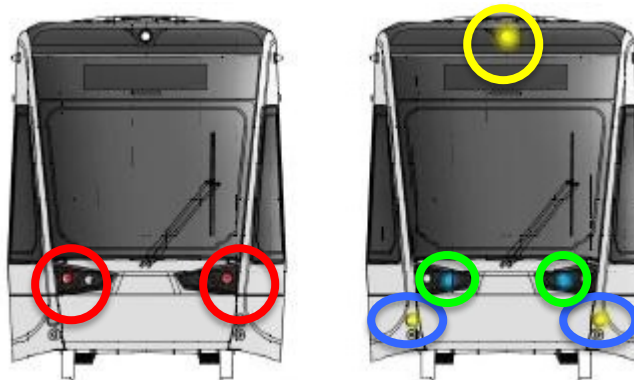


Figura 22. Vehículo en movimiento marcha atrás. Fuente: Documentos internos Stadler Rail Valencia S.A.U.

4.3 Fase de diseño y arquitectura del software

En esta fase se determina que señales de entrada se necesitan y donde irán las señales producidas, así como el número de programas necesarios y los módulos en los que estos se dividen. Además, se crea un documento en el que se nombran y definen todas las señales que se van a utilizar y se vuelven a describir los requerimientos de las luces más detalladamente y con el formato y estilo definidos en la normativa interna de la empresa. También se realiza la planificación del test de integración y su documentación correspondiente.

4.3.1 Desarrollo del diseño

El objetivo del desarrollo de este software es crear uno o varios programas que lleven a cabo el control de luces. A estos les llegarán señales de entrada de otros programas software del vehículo o medidas por sensores y sacarán señales de salida que irán a otros programas.

El sistema se ha dividido en dos programas, uno en el que se reunieron los módulos que funcionan sin datos de los sensores de corriente, P_MKR, y otro en el que se procesan los valores que llegan de los sensores, P_MKRDIAG. A ambos programas les llegan señales del programa que controla el correcto funcionamiento de la comunicación CAN. Al programa P_MKR también le llegan señales de los programas de control de cabina, dirección, pantalla, velocidad entre otros. Por otra parte, los dos programas enviarán señales al programa que controla la pantalla de conducción, para encender/apagar los indicadores que corresponda. En total entrarán 20 señales y saldrán 102 señales.

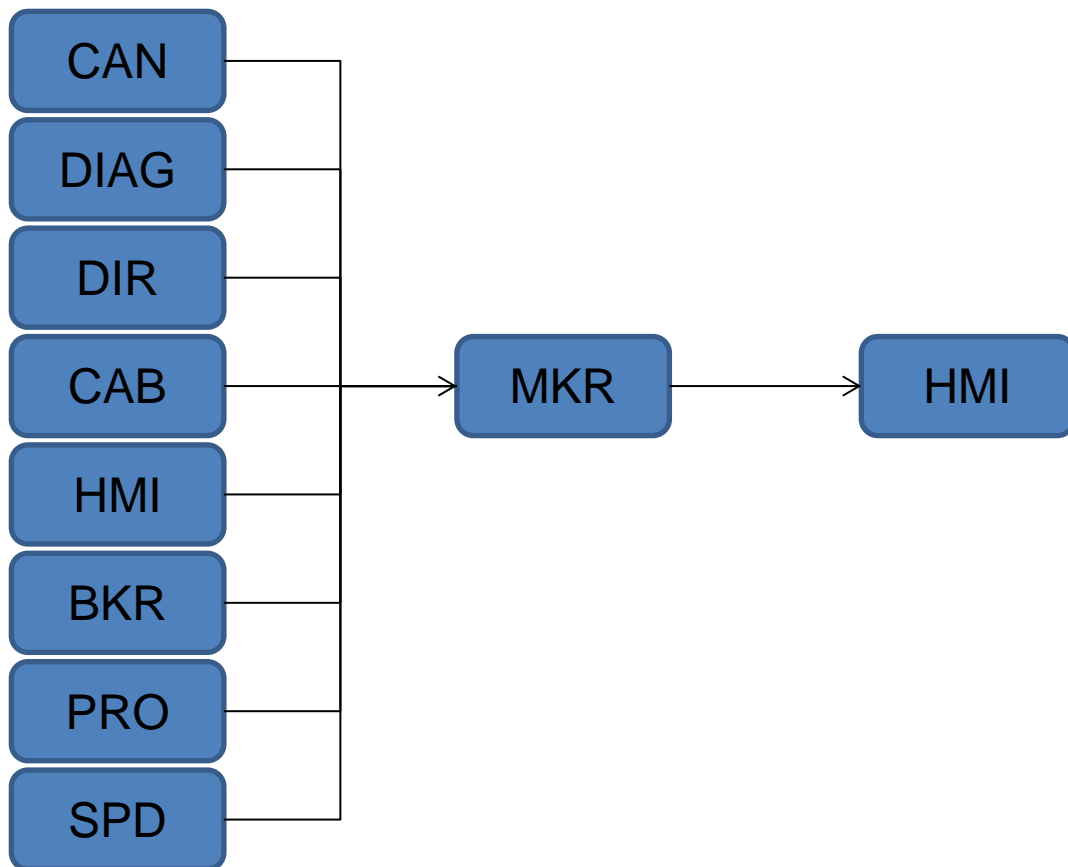


Figura 23. Arquitectura del programa MKR. Elaboración propia.



Figura 24. Arquitectura del programa MKRDIAG. Elaboración propia.

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

Algunas de las señales de entrada son las de la siguiente tabla:

Tabla 10. Señales de entrada

Identification	Source	Description	Type	Value Ranges
BRK.U_BRKEFF	Internal	Hydraulic brake effort	Uint	Initial value: 0
CAB.B_CABACTV1	Internal	Cab 1 active	Bool	Initial value: FALSE
CAB.B_CABACTV2	Internal	Cab 2 active	Bool	Initial value: FALSE
CAN.B_K7_OPERATIONAL	Internal	CAN communication	Bool	Initial value: FALSE
CAN.B_K8_OPERATIONAL	Internal	CAN communication	Bool	Initial value: FALSE
DIAG.RIOM7_FLT	Internal	RIOM7 fault	Usint	Initial value: FALSE
DIAG.RIOM8_FLT	Internal	RIOM8 fault	Usint	Initial value: FALSE
DIR.Y_DIR_SEL	Internal	Direction selected	Usint	Initial value: 0
HMI.B_ANTIFOG	Internal	Anti-fog push button	Bool	Initial value: FALSE
HMI.B_CAB1_LHT	Internal	Cab Light activation request	Bool	Initial value: FALSE

Y algunas de las salidas:

Tabla 11. Señales de salida

Identification	Source	Description	Type	Value Ranges
MKR.B_ICON_OFF	Internal	Turn OFF HMI button when R_TRIG	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_ICON_ON	Internal	Turn ON HMI button when R_TRIG	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_TWILIGHT_FLT	Internal	Twilight sensors fault	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_TEST_MODE	Internal	Test mode active	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_HEADLT1	Internal	Status Head Lamp cab1	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_HEADLT1_FLT	Internal	Head Lamp cab1 in fault	Bool	Initial value: FALSE

MKR.B_HEADLT2	Internal	Status Head Lamp cab2	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_HEADLT2_FLT	Internal	Head Lamp cab2 in fault	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_LFTBLKLT1	Internal	Status of Left Side Blinkers cab1	Bool	Initial value: FALSE
MKR.B_LFTBLKLT1_FLT	Internal	"Left Side Blinkers cab1 in fault"	Bool	Initial value: FALSE

La Figura 25 muestra las descripciones de las luces de cabina y de lectura con el formato y las señales incluidas:

4.1 DRIVER CAB LIGHTING

Cab lighting is controlled by the HMI-Driving Screen.

When pressed the Cab Light button on Cabx HMI-Driving Screen (**HMI.B_CABx_LHT**),

- If the Cab light button pressed is in the active cab (**CAB.B_CABACTVx**), then the signal for activate the cab light (**VC.Kx_B_CABLIGHT**) will be set to TRUE.
- If is not in the active cab, then the light will be ON for **LV_LGT_T_SEC_CABLIGHTON=«120 s»**.

x = 1, 2.

4.2 DRIVER CAB READING LIGHTING

Cab reading lighting is controlled by the HMI-Driving Screen.

VC.Kx_B_DESKLIGHT = HMI.B_DESK_LHT and CAB.B_CABACTVx

x = 1, 2.

Figura 25. Descripción de las luces interiores de cabina

Por último, ambos programas se dividieron en varios módulos. Siguiendo la normativa interna cada módulo debe realizar una única función y no debe ser muy extenso para facilitar la programación, la comprensión del código y la validación. Además, se debe intentar que se puedan reutilizar en el programa.

P_MKR se dividió en:

- M_LGT_CABLT
- M_LGT_READINGLT
- M_MKR_ANTIFOG_LIGHTS
- M_MKR_BLINKER_LIGHTS
- M_MKR_BEAKE_LIGHTS
- M_MKR_DIRIND_LIGHTS
- M_MKR_FRWFLAG
- M_MKR_HEADLP
- M_MKR_LIGHT_SELECT
- M_MKR_TAIL_LIGHTS
- M_MKR_TEST
- M_MKR_TRAIN_DIRECTION

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

- M_MKR_TWLTSENSOR_FLT
- M_MKR_OVERCURR
- M_MKR_OVERCURR_DAYPOS

Y P_MKRDIAG en:

- M_MKR_MONITORING
- M_MKR_DIAGNOSIS

4.3.2 Planificación del test de integración

Se crea un documento en el que se especifican los casos que se van a comprobar en el test de integración. El test se divide en distintos apartados tomando como base el índice de los requerimientos del documento realizado anteriormente en esta fase. Esos apartados a su vez se dividen en distintos pasos para comprobar que se cumple cada función o cada especificación.

En cada paso se cambian los valores de las señales de entrada a los módulos y se comprueba que el valor de las de salida es el esperado.

La Tabla 12 muestra parte de la planificación del test de integración, en concreto lo referente a las luces de cabina y de lectura. El documento completo está en el ANEXO 2.

En el caso de la luz de cabina se comprobará que se encienda en la cabina 1 de forma permanente y durante 120 segundos, y en la cabina 2 de forma permanente y 120 segundos. Para no alargar tanto el test se reduce el tiempo de 120segundos a 12 segundos.

En el caso de la luz de lectura se comprobará que se enciende en cada cabina.

Tabla 12. Planificación del test de integración

Driver Cab Lighting		
1	Cab 1 active, CABLIGHT1=TRUE	Check: cab 1 light ON
2	Cab 1 active, CABLIGHT2=TRUE	Check: cab 2 light ON 120s (test 12s)
3	Cab 1 active, CABLIGHT2=TRUE	Check: cab 2 light OFF after 120s (test 12s)
4	Cab 2 active, CABLIGHT2=TRUE	Check: cab 2 light ON
5	Cab 2 active, CABLIGHT1=TRUE	Check: cab 1 light ON 120s (test 12s)
6	Cab 2 active, CABLIGHT1=TRUE	Check: cab 1 light OFF after 120s (test 12s)
Driver Cab Reading Light		
7	Cab 1 active, DESKLIGHT=TRUE	Check: cab 1 reading light ON
8	Cab 2 active, DESKLIGHT=TRUE	Check: cab 2 reading light ON

4.4 Fase de diseño de módulos del software

Una vez diseñada la arquitectura del software, habiendo determinado las entradas, las salidas, el número de programas y los módulos en los que estos se dividen, se pasa a detallar de cada módulo la función que va a realizar, que entradas necesitan y que señales generan. También en esta fase se planificarán los test de cada módulo.

4.4.1 Desarrollo del diseño

Se realiza un documento por módulo dividido en varios apartados:

1. **Requerimientos:** del documento que se ha generado en el apartado anterior incluyen en este apartado los requisitos que hacen referencia a la funcionalidad que va a llevar a cabo el módulo.
2. **Descripción del módulo:** en este apartado se describe de forma concisa la funcionalidad que realizará el módulo.
3. **Entradas:** se nombran y describen las entradas que se definirán al programar el módulo.
4. **Salidas:** se nombran y describen las salidas que se definirán al programar el módulo.

Siguiendo con el ejemplo de la luz de cabina, M_LGT_CABLT:

1. Requerimientos:

La luz de cabina se controla mediante la pantalla de conducción (HMI-Driving Screen).

Cuando se pulsa el botón de la luz de cabina (HMI.B_CABx_LHT):

- Si se ha pulsado en la cabina activa (CAB.B_CABACTVx), entonces la señal para activar la luz de cabina (VC.Kx_B_CABLIGHT) pasará a TRUE.
- Si no se ha pulsado en la cabina activa la luz se mantendrá encendida durante LV_LGT_T_SEC_CABLIGHTON= «120 s».

Siendo x = 1, 2

2. Descripción del módulo:

Este módulo se encarga de la luz de cabina.

3. Entradas:

B_CAB_LHT: Luz de cabina solicitada

B_CABACTV: Cabina activa

T_WAIT: Tiempo que permanecerá encendida en la cabina no activa

4. Salidas:

B_CABLIGHT: Luz de cabina activa

Del resto de módulos se indica a continuación (Tabla 13) solo la descripción para no alargar en exceso el documento.

Tabla 13. Descripción de los módulos

Módulo	Descripción
M_LGT_READINGLT	Este módulo se encarga de la luz de lectura de la cabina
M_MKR_ANTIFOG_LIGHTS	Este módulo se encarga de las luces antiniebla
M_MKR_BLINKER_LIGHTS	Este módulo se encarga de las luces intermitentes laterales
M_MKR_BEAKE_LIGHTS	Este módulo se encarga de las luces de freno
M_MKR_DIRIND_LIGHTS	Este módulo se encarga de las luces intermitentes frontales
M_MKR_FRWFLAG	Este módulo define en que cabina se activan las luces frontales
M_MKR_HEADLP	Este módulo se encarga de la luz frontal superior
M_MKR_LIGHT_SELECT	Este módulo se encarga de determinar que luces frontales (día, posición, cortas o largas) se tienen que encender
M_MKR_TAIL_LIGHTS	Este módulo se encarga de las luces traseras
M_MKR_TEST	Este módulo activa el modo test
M_MKR_TRAIN_DIRECTION	Este módulo determina la dirección del tren
M_MKR_MONITORING	Este módulo se encarga de monitorizar el estado de una luz
M_MKR_TWLTSSENSOR_FLT	Este módulo declara los fallos en los sensores de crepúsculo
M_MKR_DIAGNOSIS	Este módulo declara los fallos de circuito abierto de una luz
M_MKR_OVERCURR	Este módulo declara los fallos de cortocircuito de un grupo
M_MKR_OVERCURR_DAYPOS	Este módulo declara los fallos de cortocircuito de las luces de día/posición

4.4.2 Planificación del test de módulos

Se crea un documento para cada módulo en el que se especifican los casos que se van a comprobar en el test de módulos. Se tiene que demostrar que el módulo realiza todas las funciones descritas y cumple con todos los requerimientos. Se prueban todas las posibles combinaciones de señales de entrada.

En cada paso se fuerzan los valores de las entradas de los módulos y se comprueba que los valores de las salidas son los esperados. También se especifica el tiempo de espera entre la escritura de los valores de entrada y la lectura de las señales de salida.

Las tablas de test de módulos se generan con Excel, ya que esta herramienta facilita la gestión de los valores de las señales de entrada y salida. Además, unificando el formato de las tablas se consigue que otras personas comprendan y puedan reutilizar el contenido de las mismas. Se crea una primera tabla en la que se diferencian las señales de entrada y las de salida. En las celdas de las señales de entrada se introducen los valores directamente mientras que en las de salida se introducen fórmulas para que devuelvan el valor correspondiente a las especificaciones de cada salida. Después se convierten los valores al formato requerido para introducirlos en la base SoftPro, por ejemplo, las señales booleanas se manejan con 0/1 en la primera tabla, pero hay que introducirlas como FALSE/TRUE.

La Tabla 14 y la Tabla 15 muestran las tablas generadas para el módulo de la luz de cabina.

Tabla 14. Planificación del test del módulo M_LGT_CABLT (I)

	B_CABACTV	B_CAB_LHT	T_WAIT	B_CABLIGHT	Active cab	No active cab	TP	T(ms)
	2000							200
1	0	0	2000	0	0	0	0	200
2	1	1	2000	1	1	0	0	200
3	1	0	2000	0	0	0	0	200
4	1	1	2000	1	1	0	0	200
5	1	1	2000	1	1	0	0	200
6	0	0	2000	0	0	0	0	200
7	0	1	2000	1	0	1	200	200
8	0	0	2000	1	0	0	400	200
9	0	0	2000	1	0	0	600	200
10	0	0	2000	0	0	0	0	1700
11	0	1	2000	1	0	1	200	200
12	0	0	2000	1	0	0	400	200
13	1	0	2000	1	0	0	600	200
14	0	0	2000	1	0	0	800	200
15	0	0	2000	0	0	0	0	1500
16	1	0	2000	0	0	0	0	200
17	1	1	2000	1	1	0	0	200
18	0	1	2000	1	0	1	200	200
19	0	0	2000	1	0	0	400	200
20	0	0	2000	0	0	0	0	1900

Las señales coloreadas en azul son las entradas, las naranjas son las salidas y las moradas son variables auxiliares necesarias para simplificar las fórmulas de las celdas de las señales de salida. Se numeran los pasos a la izquierda, se sombrea las casillas para facilitar la comprensión de la tabla y se especifica los tiempos de espera en cada paso indicando el tiempo en milisegundos a la derecha.

Tabla 15. Planificación del test del módulo M_LGT_CABLT (II)

	B_CABACTV	B_CAB_LHT	T_WAIT	B_CABLIGHT	T(ms)	
1	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .
2	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
3	TRUE	FALSE	2000ms	FALSE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .
4	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
5	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
6	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .
7	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
8	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
9	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
10	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	1700	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .
11	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
12	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
13	TRUE	FALSE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
14	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
15	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	1500	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .
16	TRUE	FALSE	2000ms	FALSE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .
17	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
18	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
19	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=TRUE .
20	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	1900	Action: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Verify: B_CABLIGHT=FALSE .

En este caso fue necesario pasar de 0/1 a FALSE/TRUE en las señales booleanas y en las señales de tiempo se les añadió la unidad 'ms'. En esta segunda tabla también se añade la frase de la derecha para especificar que en las señales de entrada se va a escribir un valor ('Action') y en las de salida se va a leer y comparar su valor con el de la tabla ('Verify').

Los documentos creados en esta fase relacionados con el módulo M_LGT_CABLT están en el ANEXO 3.

4.5 Fase de codificación

En la fase de codificación, primero se declaran las variables y se implementa el código de los módulos, cada uno por separado. Se ha llevado a cabo siguiendo la normativa interna de la empresa en cuanto a formato, extensión, comentarios, cabecera, declaración y nombre de las variables, etc. Los módulos se han programado con uno de los lenguajes que permite la herramienta CAP, en concreto el texto estructurado.

La Figura 26 muestra las variables declaradas y la Figura 27 muestra el código implementado del módulo de la luz de cabina.

	Class	Identifier	Type	Initial	Comment
0	VAR_INPUT	B_CAB_LHT	BOOL	FALSE	Cab light requested
1	VAR_INPUT	B_CABACTV	BOOL	FALSE	Cab active
2	VAR_INPUT	T_WAIT	TIME	T#120s	Timer no active cab
3	VAR_OUTPUT	B_CABLIGHT	BOOL	FALSE	Cab light active
4	VAR	TP_WAIT	TP		Timer
5	VAR	B_LIGHT	BOOL	FALSE	

Figura 26. Variables del módulo M_LGT_CABLT

```

1  (*****
2  *   Name: M_LGT_CABLT
3  *   Type: FB
4  *   Author: M. Lazaro
5  *   Date: 07/04/2017
6  *   Version: 0
7  *
8  *   Brief Description:
9  *       This FB is in charge of the cab light
10 *
11 *
12 *****)
13
14
15 (* Cab light requested in no active cab *)
16 B_LIGHT:=B_CAB_LHT AND NOT B_CABACTV;
17 TP_WAIT(IN:=B_LIGHT,PT:=T_WAIT); (* 120s timer *)
18
19
20 B_CABLIGHT:=TP_WAIT.Q OR (B_CAB_LHT AND B_CABACTV);
21
22

```

Figura 27. Código del módulo M_LGT_CABLT

Una vez generados todos los módulos se pasa a realizar el programa o, en este caso programas (Figura 28 y Figura 29), que los van a unir. También hay normativa específica para los programas como la cabecera, los comentarios en cada sección, donde colocar tanto comentarios como los bloques de los módulos, etc. Para cumplir esta normativa se ha utilizado el diagrama de bloques para implementar los programas.

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

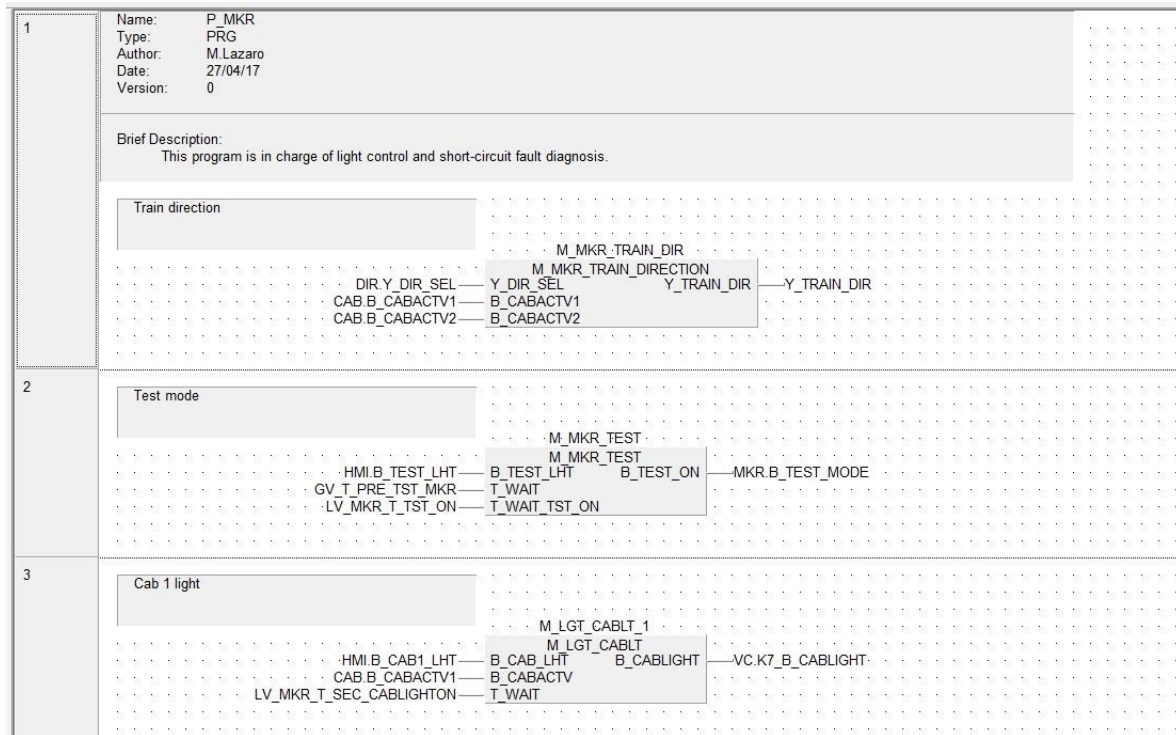


Figura 28. Cabecera e inicio del programa P_MKR

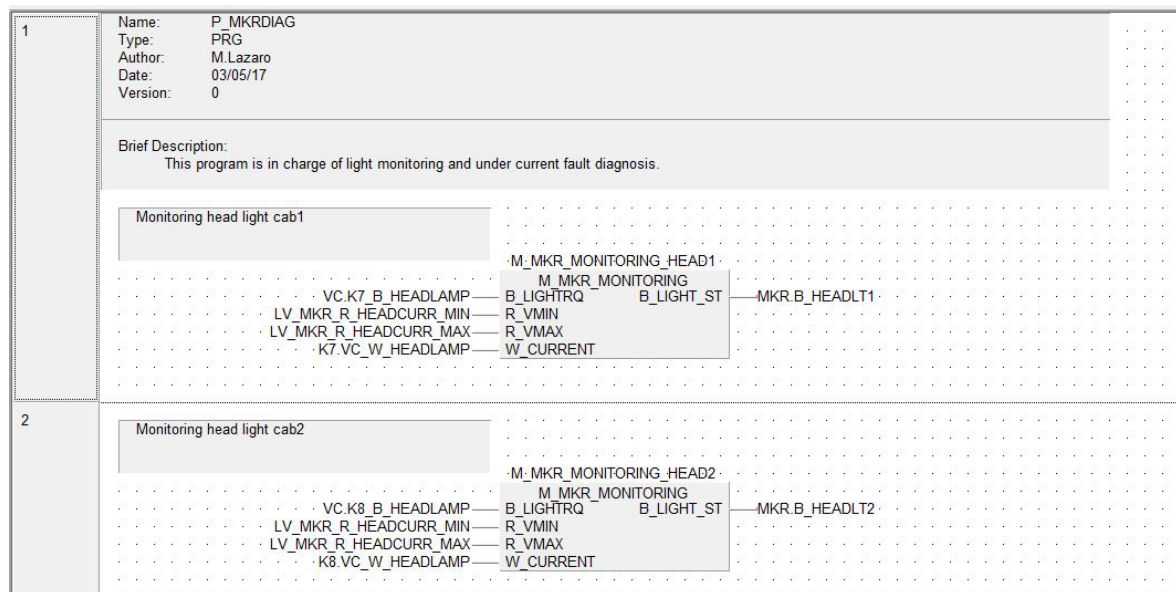


Figura 29. Cabecera e inicio del programa P_MKRDIAG

4.6 Fase de test de módulos

Una vez finalizada la parte de programación se pasa a las fases de testeo y validación. En el caso de los test de módulos se realiza el mismo proceso para cada módulo. Primero se compila el modulo en el CAP asignar a las variables un espacio en la memoria del ordenador y se instala deparado del programa en un PLC sobre el que se ejecutará el test.

En la herramienta SoftPro, primero se declara el módulo (Figura 30) indicando el nombre (1), la versión (2), el autor (3), la fecha (4) y una pequeña descripción (5).

The image shows a software window titled "Editar SMDS" with the following fields and content:

- Código SMDS:** M_LGT_CABLT (labeled 1)
- Versión de SMDS:** 0 (labeled 2)
- Autor:** mlazaro (labeled 3)
- Fecha:** 12/05/2017 (labeled 4)
- Descripción:** This FB is in charge of the cab light (labeled 5)
- Comentario:** Trabajo Final de Master Maria Lazaro Control de Luces
- Vincular a SRS:** A list containing COD_REQSRS and VER_REQSRS, with "Añadir" and "Quitar" buttons.
- Buttons:** "Aceptar" and "Cancelar" at the bottom.

Figura 30. Declaración del módulo M_LGT_CABLT en SoftPro

Después se introducen las variables de entrada y salida (Figura 31), solo deja seleccionar las variables que detecte en la memoria. También se ordenan para que coincidan con la tabla creada en Excel.

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

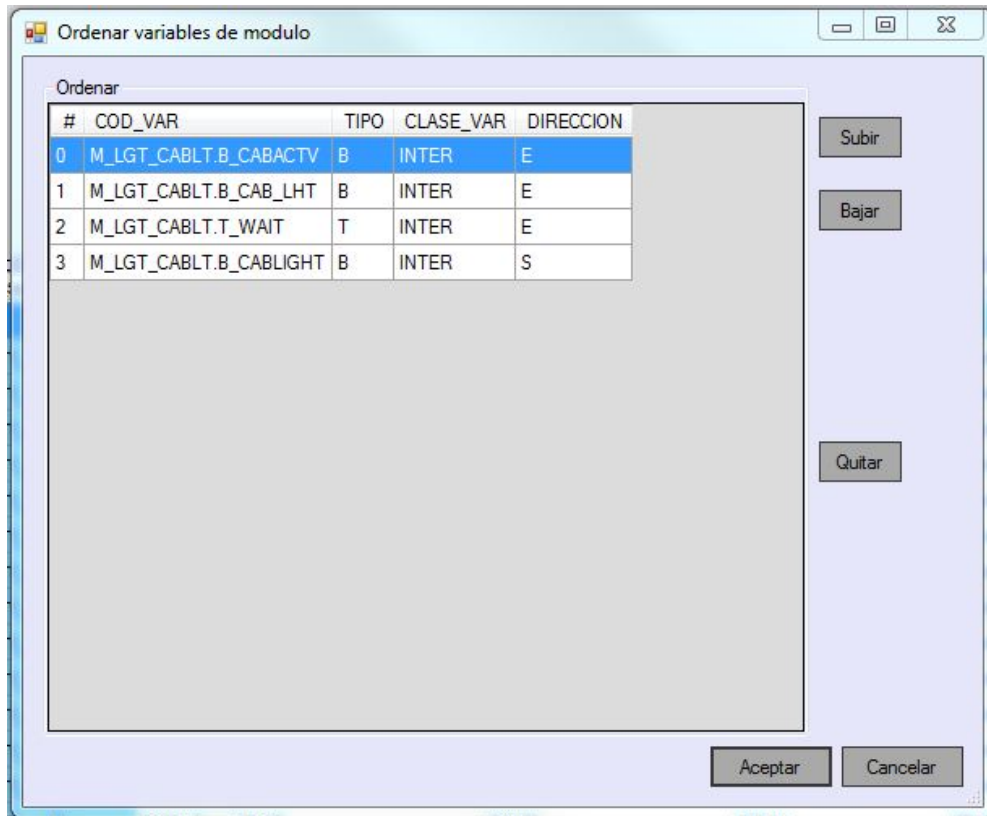


Figura 31. Variables del módulo M_LGT_CABLT en el SoftPro

Después se introduce la tabla que se generó en la planificación del test (Figura 32) y se especifica los tiempos de espera (Figura 33), esto se puede realizar copiándolo directamente desde el Excel.

	Cod_State	Ver_State	Descripcion	M_LGT_CABLT.B_CABACTV	M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT	M_LGT_CABLT.T_WAIT	M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT
				E	E	E	S
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	FALSE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	FALSE	2000ms	FALSE
	M_LGT_...	0	Action: B...	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE
	M_LGT_...	0	Action: B...	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE

Figura 32. Tabla de valores del test del módulo M_LGT_CABLT

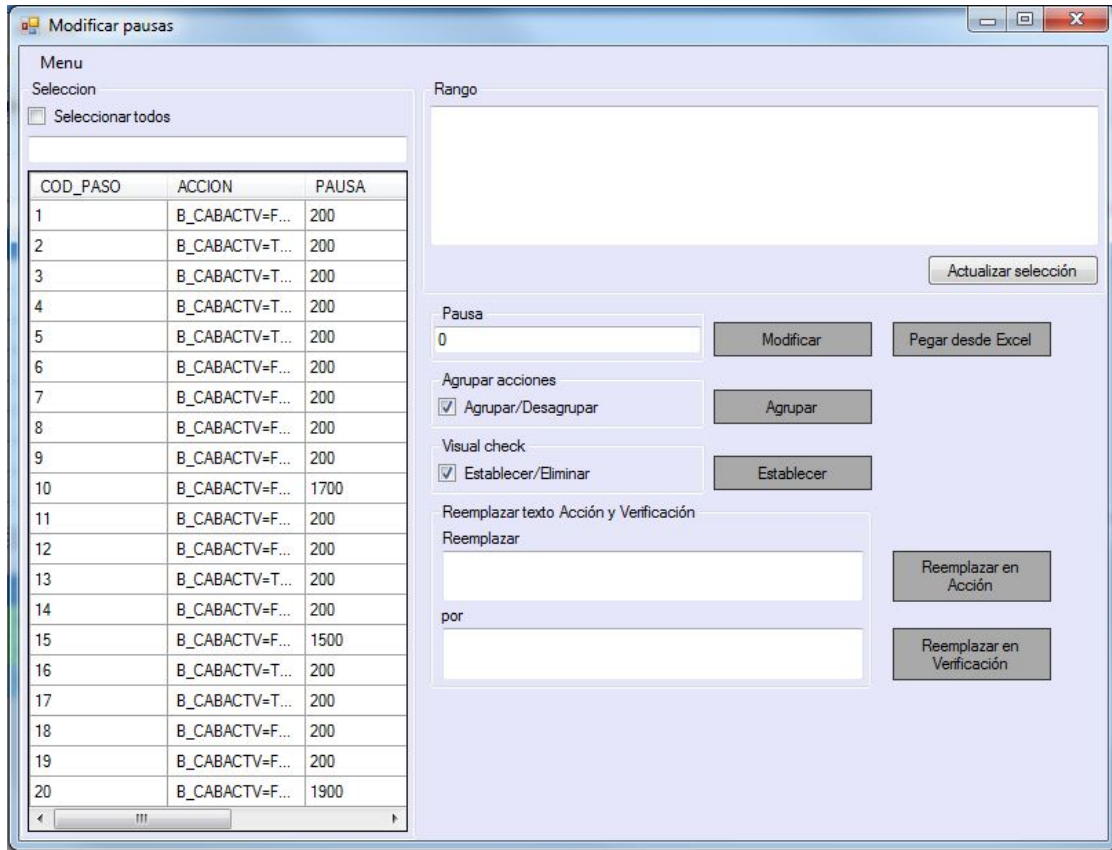


Figura 33. Tiempos de espera del test del módulo M_LGT_CABLT

La Figura 34 muestra el aspecto del test del módulo M_LGT_CABLT una vez introducido en el SoftPro

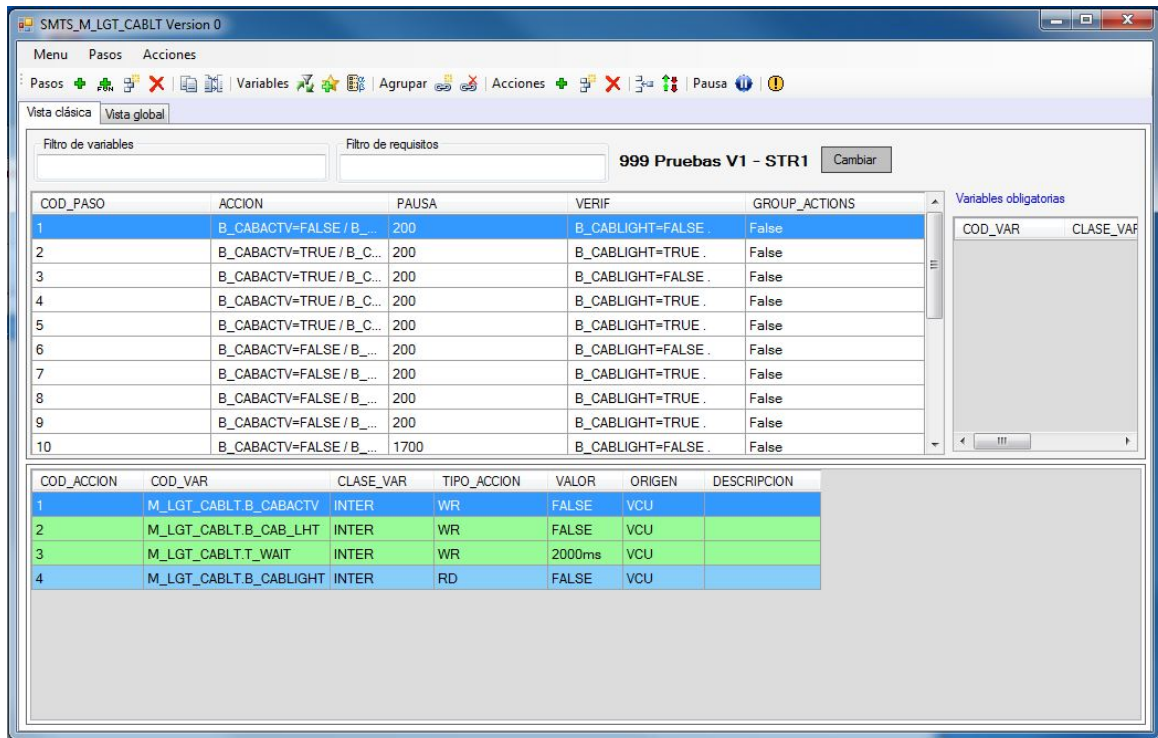


Figura 34. Test del módulo M_LGT_CABLT en SoftPro

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

Por último se genera el archivo .seq indicando la dirección IP del PLC en el que está instalado el módulo. Este archivo se abrirá y ejecutará con el TestStand (Figura 35 y Figura 36).

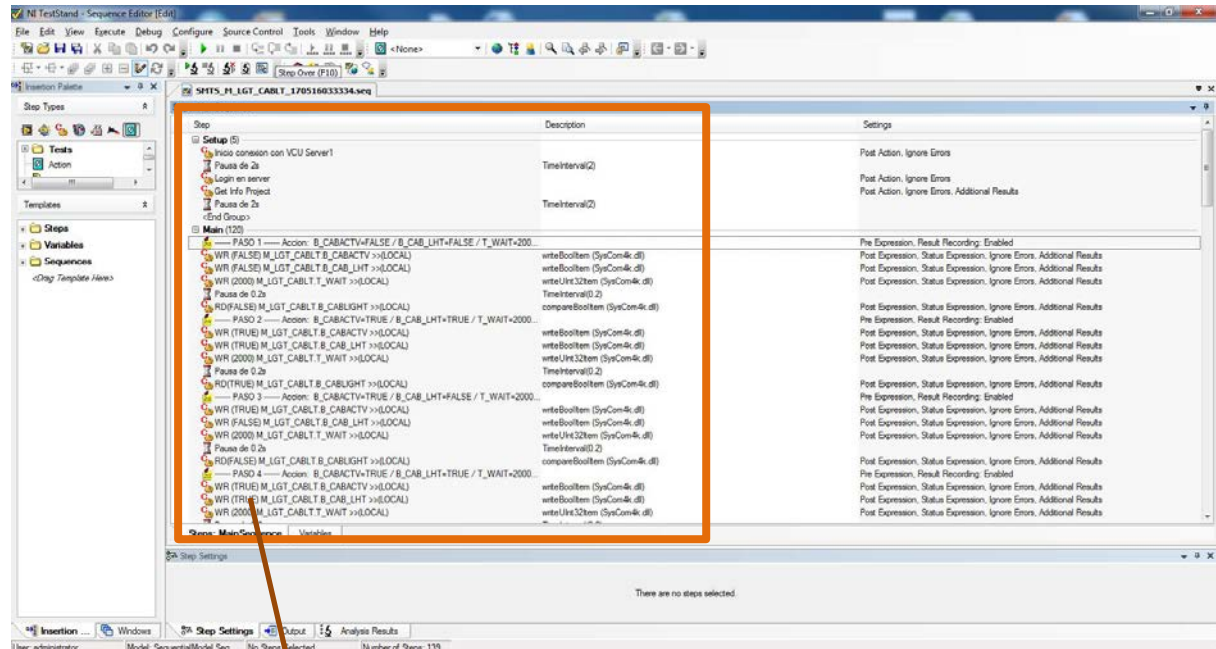


Figura 35. Test del módulo M_LGT_CABLT en TestStand

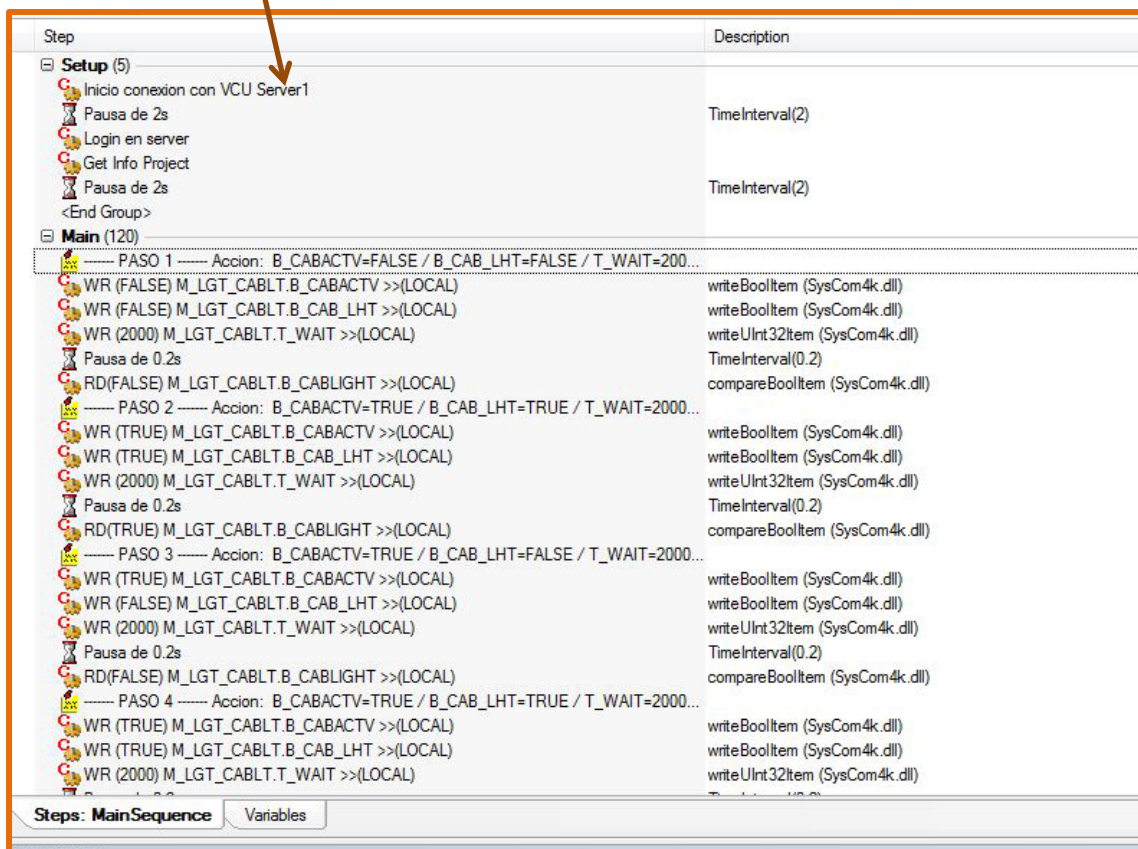


Figura 36. Zoom del test del módulo M_LGT_CABLT en TestStand

La Figura 37 muestra el inicio del informe obtenido del test del módulo M_LGT_CABLT, el documento completo está en el ANEXO 4.

UUT Report

Station ID: SLO271LP
Serial Number: NONE
Date: martes, 16 de mayo de 2017
Time: 15:34:21
Operator: administrator
Execution Time: 18.8 seconds
Number of Results: 234
UUT Result: Passed

Begin Sequence: MainSequence
 (C:\CAP_PROJ\CONTROL_LUCES\secuenciales\SMTS_M_LGT_CABLT_170516033334.seq)

Inicio conexion con VCU Server1	
Status:	Done
Module Time:	0.159
Pausa de 2s	
Status:	Done
Login en server	
Status:	Done
Module Time:	0.0549
Get Info Project	
Status:	Done
Return Value [Out]:	3
Valor [In]:	1
Module Time:	0.00113
Pausa de 2s	
Status:	Done
----- PASO 1 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.0014
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.0011
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00107
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00117

Figura 37. Inicio del informe del test del módulo M_LGT_CABLT

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

Si se encuentra algún error primero se comprobará que el test está bien planificado y ejecutado. Si ha sido fallo de la planificación del test habrá que rectificarla y añadirlo en la documentación. Si ha sido problema de ejecución se repetirá arreglando lo que ha fallado. Si no ha sido fallo del test se creará una anomalía para revisar y cambiar el código del módulo correspondiente, con el que se volverá a pasar el test. Este ciclo se repetirá hasta que el informe del test del módulo no tenga errores.

4.7 Fase de test de integración

Cuando se ha comprobado que todos los módulos funcionan como se espera se pasa a la validación de los programas o test de integración. Para este test también se realizan una serie de pasos.

En el SoftPro se crea un test vacío en el que se introducen los títulos de los distintos apartados del test, como se muestra en la Figura 38.

#	Nº Paso	Accion	Pausa	Verif	Agrupar	Variables obligatorias
1			1000	Verification objects	False	COD_VAR CLASE_VAR
2			0		False	
3			250	Analysis	False	
4			0	Demonstration	False	
5			0	Inspection	False	
6			0	Test	False	
7			0	Driver Cab Lighting	False	
14			0	Driver Cab Reading Light	False	
17			0	Train Direction	False	
24			0	Superior Front Lightt	False	
33			0	Position, Day and low high beam	False	
66			0	Tail Lights	False	
77			0	Blinker Lights	False	
88			0	Brake Lights	False	
99			0	Fog Lights	False	
104			0	Lights Diagnosis	False	
128			0	Monitoring and Lights Diagnosis	False	
183			0	Twilight sensors	False	
186			0	Light Test	False	

COD_ACCION	COD_VAR	CLASE_VAR	TIPO_ACCION	VALOR	ORIGEN	DESCRIPCION
------------	---------	-----------	-------------	-------	--------	-------------

Figura 38. Esquema del test de integración en SoftPro

En cada apartado se van añadiendo los distintos pasos, como se muestra en la Figura 39. Primero se define el número del paso (1), se describe la situación que se va a provocar (2) y el resultado que se quiere comprobar (3) y se define el tiempo de espera (4) entre la escritura de los valores de las señales de entrada del paso y la lectura de las señales de salida.

Editar paso DOORS

Código de Test: Prueba Marker and Interior Lights Ver

Versión de Test: 8.0 (r1)

Paso: 8

Absolute Number	Module Name	Predecessor	Link Name

2 Descripción de la Accion a realizar en el Paso
Cab 1 active, CABLIGHT1=TRUE

4 Pausa: 500 ms

3 Descripción de la Verificacion a realizar en el Paso
Check: cab 1 light ON

< > Aceptar Cancelar

Figura 39. Editor de los pasos del test de integración

Después se introducen las acciones que se van a realizar en cada paso. Las acciones son la escritura o lectura de las variables de entrada y salida. Primero se realizan las acciones de escritura y después las de lectura.

La Figura 40 muestra la ventana que permite añadir las acciones a cada paso, se realiza para cada variable en cada paso. Primero se busca la variable en la base de datos (1), se selecciona (2), se especifica el número de acción dentro del paso (3), si es de escritura o de lectura (4), el valor a introducir o a verificar (5) y se inserta (6).

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

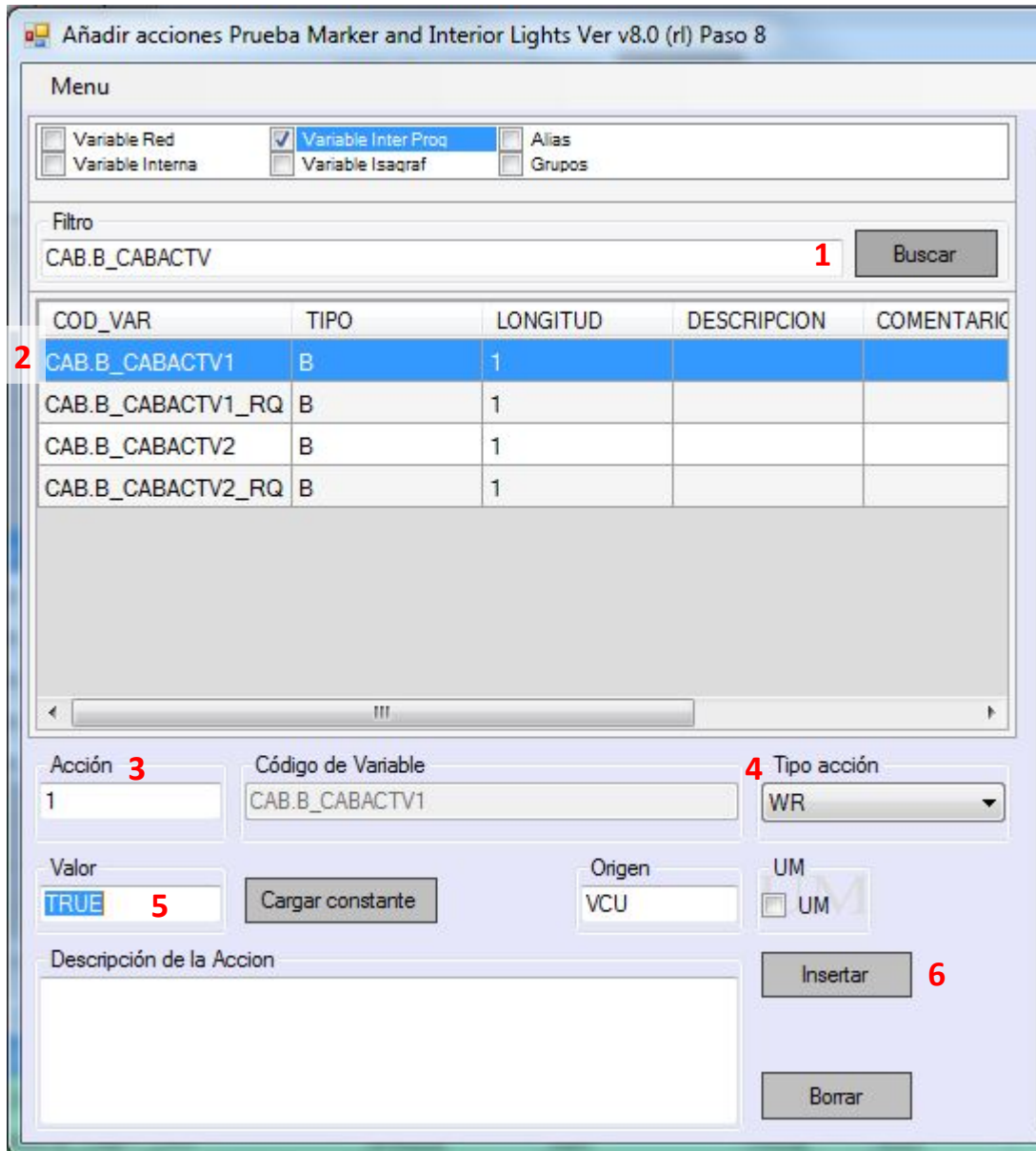


Figura 40. Ventana añadir acciones

La Figura 41 muestra el aspecto del test de test de integración una vez generado en el SoftPro.

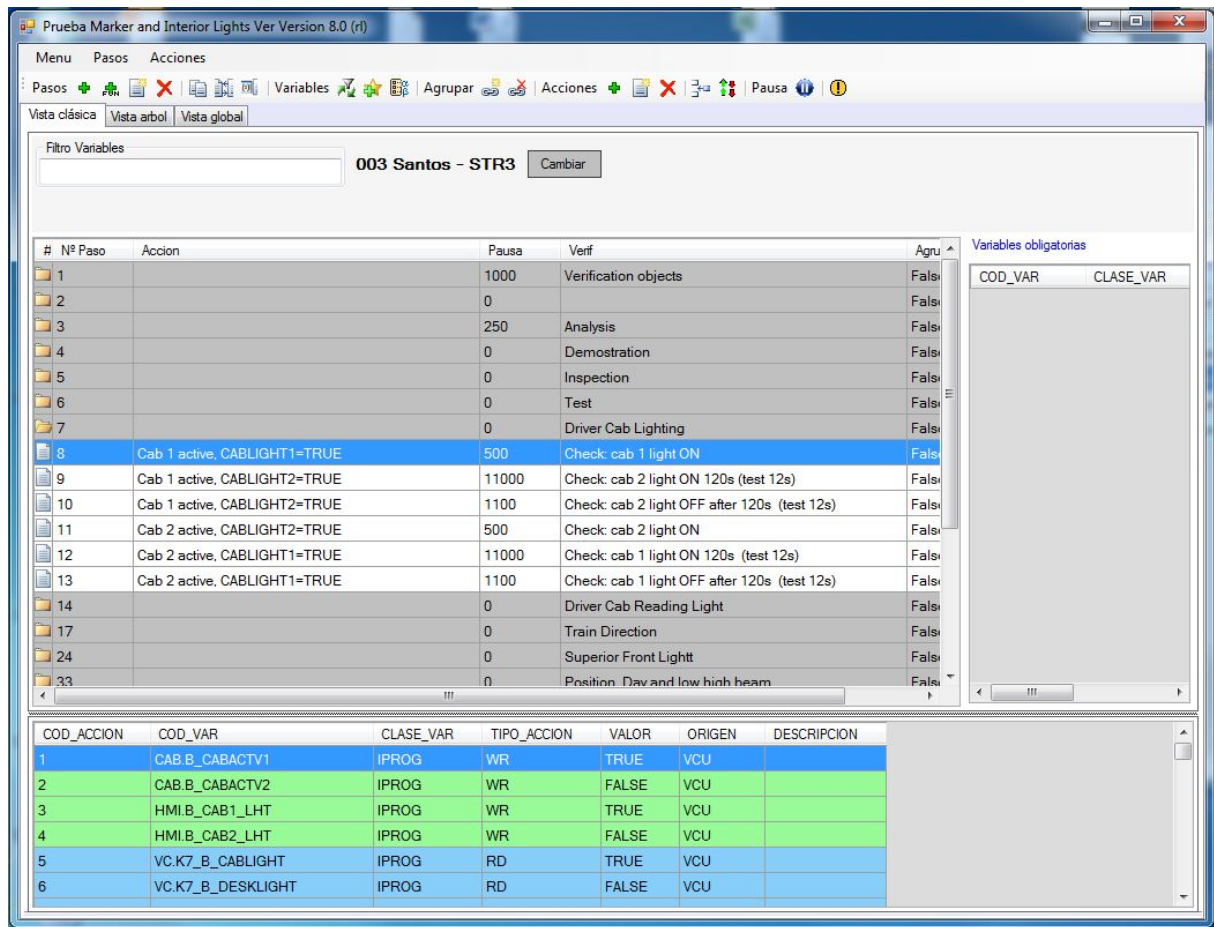


Figura 41. Test de integración en SoftPro

Como ya se ha comentado, este es un proceso laborioso ya que como en cada paso se modifican y verifican unas señales distintas no se puede automatizar copiando desde Excel, como en el caso del test de módulos.

Una vez generado el test, se crea el archivo .seq. Este se abre y ejecuta con el programa TestStand (Figura 42 y Figura 43).

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

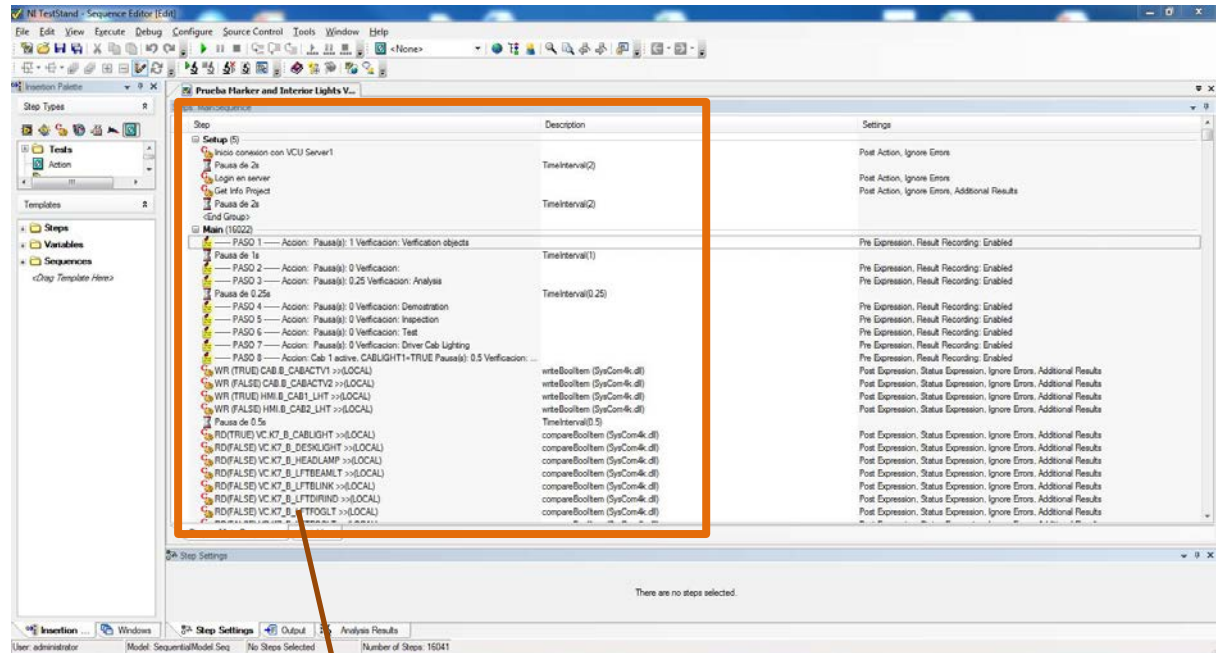


Figura 42. Test de integración en TestStand

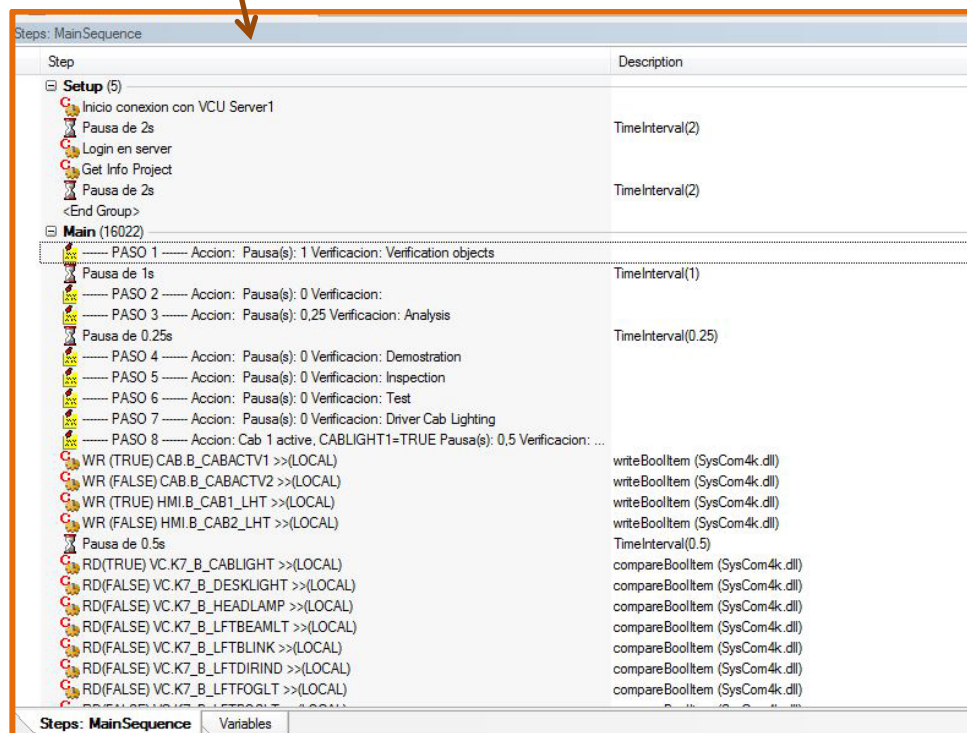


Figura 43. Zoom del test de integración en TestStand

En este caso, una vez ejecutado el test aparece en la cabecera del informe como no pasado (Figura 44). Esto se debe a que en los casos correspondientes a las ráfagas de luces largas y las luces

intermitentes laterales y frontales este programa no es capaz de detectar las intermitencias por lo que ha sido necesaria utilizar la herramienta TOP para visualizar su correcto funcionamiento.

UUT Report

Station ID: SLO271LP
Serial Number: NONE
Date: miércoles, 31 de mayo de 2017
Time: 13:17:37
Operator: administrator
Execution Time: 563 seconds
Number of Results: 16986
UUT Result: Failed
Failure Chain:

Step	Sequence	Sequence File
RD(TRUE) VC.K8_B_LFTBEAMLT >>(LOCAL)	MainSequence	Prueba Marker and Interior Lights Ver_170531011341.seq

Begin Sequence: MainSequence
 (C:\CAP_PROJ\CONTROL_LUCES\secuencias\Prueba Marker and Interior Lights Ver_170531011341.seq)

Inicio conexion con VCU Server1	
Status:	Done
Module Time:	0.327
Pausa de 2s	
Status:	Done
Login en server	
Status:	Done
Module Time:	0.103
Get Info Project	
Status:	Done
Return Value [Out]:	3
Valor [In]:	1
Module Time:	0.00143
Pausa de 2s	
Status:	Done
----- PASO 1 ----- Accion: Pausa(s): 1 Verificacion: Verification objects	
Status:	Done
Pausa de 1s	
Status:	Done
----- PASO 2 ----- Accion: Pausa(s): 0 Verificacion:	
Status:	Done

Figura 44. Inicio del informe del test de integración

La Figura 45 muestra un paso en el que el TestStand no ha detectado intermitencias.

Diseño y desarrollo de un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros

----- PASO 64 ----- Accion: Cab 2 active, DIR_SEL=2 , FLASH2=TRUE FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE Pausa(s): 0,5 Verificacion: Check: Day lights and shutter cab 2 ON, low lights cab 2 flashing; position OFF (visual check).	
Status:	Done
WR (FALSE) CAB.B_CABACTV1 >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00144
WR (TRUE) CAB.B_CABACTV2 >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00184
WR (2) DIR.Y_DIR_SEL >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2
Module Time:	0.00367
WR (TRUE) K34.B_LGHFLASH >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00423
WR (FALSE) P_MKR.LV_MKR_B_REV_CONF >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00112
Pausa de 0.5s	
Status:	Done
RD(TRUE) VC.K8_B_LFTBEAMLT >>(LOCAL)	
Status:	Failed
Return Value [Out]:	-1
Value [In]:	True
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00131
RD(TRUE) VC.K8_B_RGHBEAMLT >>(LOCAL)	
Status:	Failed
Return Value [Out]:	-1
Value [In]:	True
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00135
RD(FALSE) VC.K8_B_LFTBLINK >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00359

Figura 45. Parte del test de integración

La Figura 46 muestra el gráfico obtenido con la herramienta TOP para los casos de ráfagas en las luces largas tanto en la cabina 1 como en la cabina 2. A la izquierda del grafico está activa la cabina 2 y se pulsa el botón de ráfagas (señales rojas). Se comprueba que se activa las señales para abrir los obturadores y que las luces sean largas (señales granates) y las bombillas se encienden y se apagan de forma intermitente (señales naranjas). La izquierda de la gráfica es lo mismo, pero en la cabina 1.

Resource_1.LogResource_0

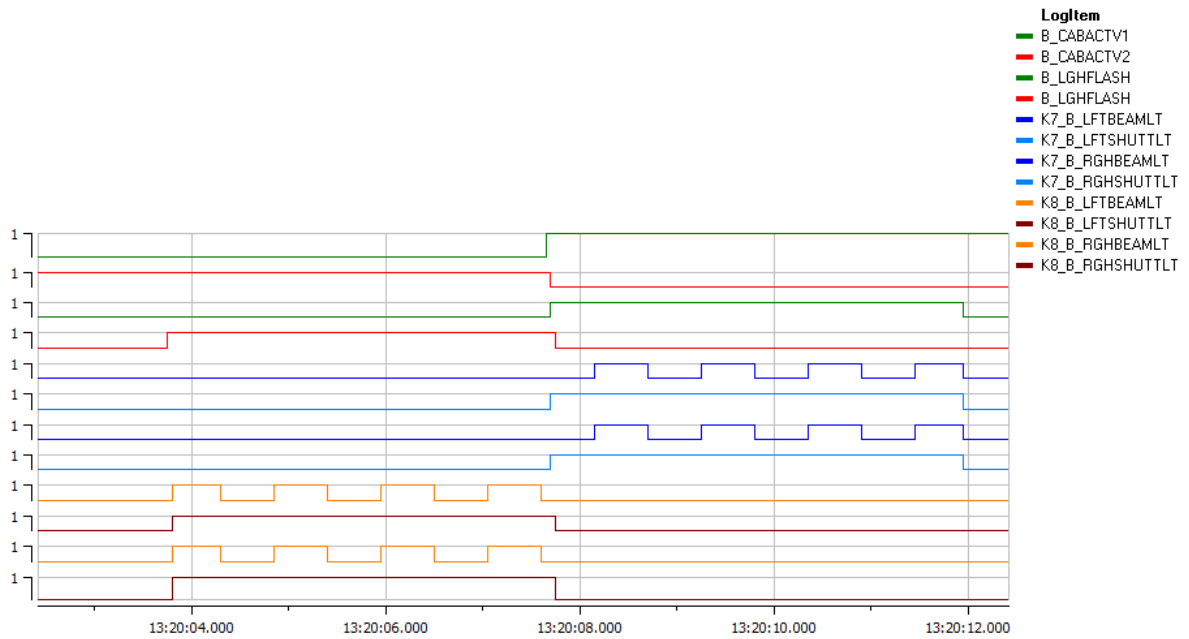


Figura 46. Ráfaga de luces largas

La Figura 47 muestra parte del gráfico obtenido monitorizando las luces intermitentes y activando el modo test. Se observa que se activan las ocho señales para encender todas las luces, las de ambas cabinas y de ambos lados.

Resource_1.LogResource_1

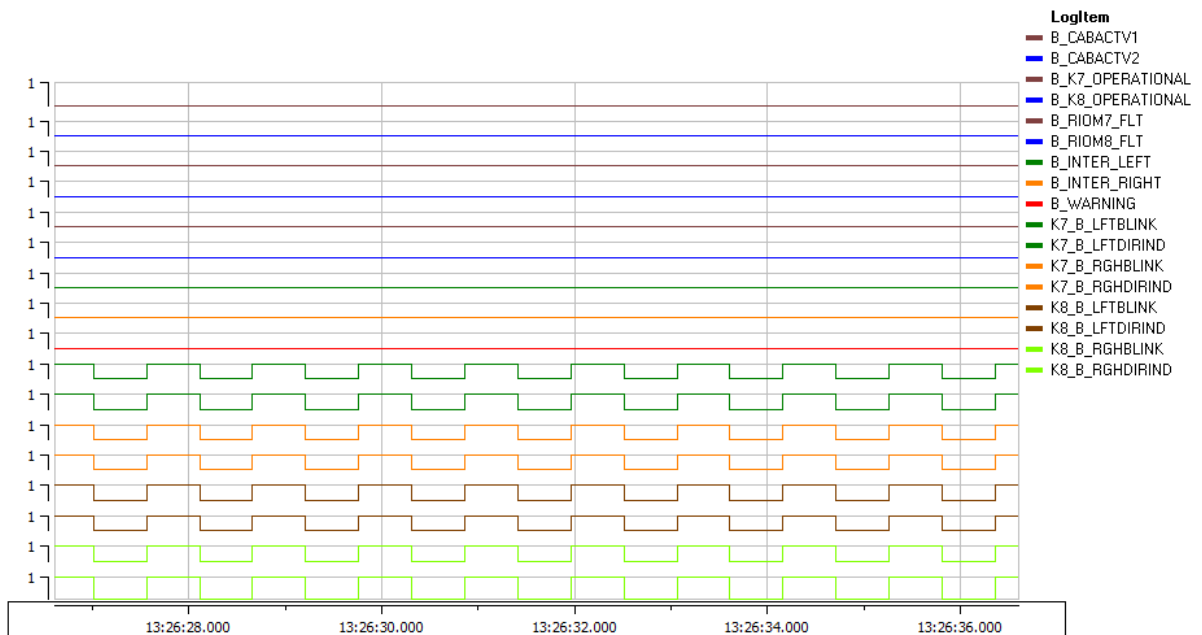


Figura 47. Luces intermitentes al activarse el modo test

4.8 Fase de validación

Como ya se ha comentado, en la fase de validación se comprueba que el software funciona en el hardware y en el ambiente requerido.

Una vez instalado el hardware en el vehículo e instalado el programa se comprueba su correcto funcionamiento forzando las mismas situaciones que en el test de integración. En esta fase se realiza modificando las variables de forma física, es decir, pulsando los botones de la pantalla de conducción, seleccionando la marcha con la llave correspondiente, etc.

Como los vehículos están en proceso de fabricación aún no es posible realizar esta fase, ni generar la documentación. Aún así se llevo a cabo una prueba en el banco de ensayos con una de las CPUs y con los módulos de Selectron DDT 732-TF/2A y DDC 732-TG. Al activar una señal del programa (Figura 48), que se había asignado a una de las salidas del módulo DDT, se comprobó que esta salida se activaba y encendía una bombilla del propio módulo (Figura 49).

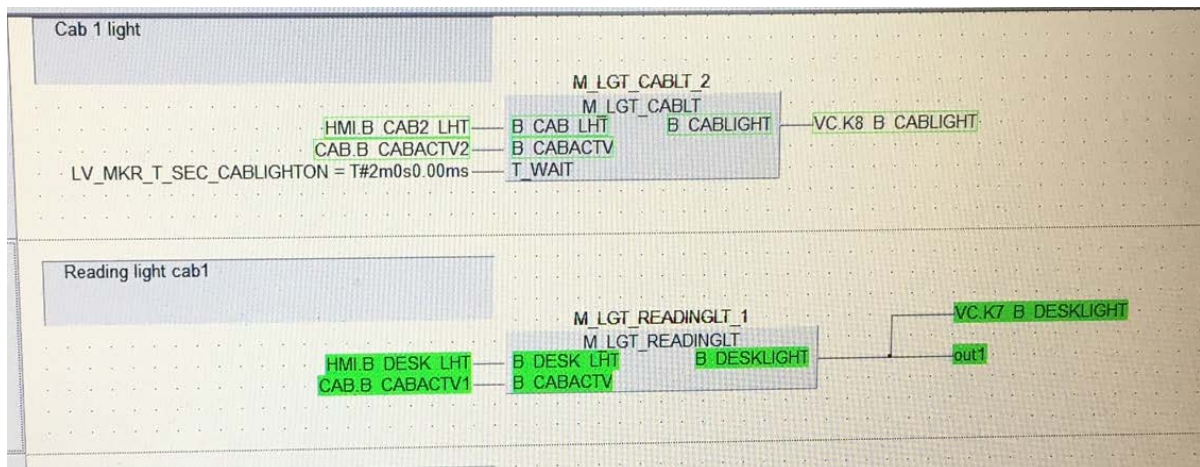


Figura 48. Luz de lectura de cabina 1 activa

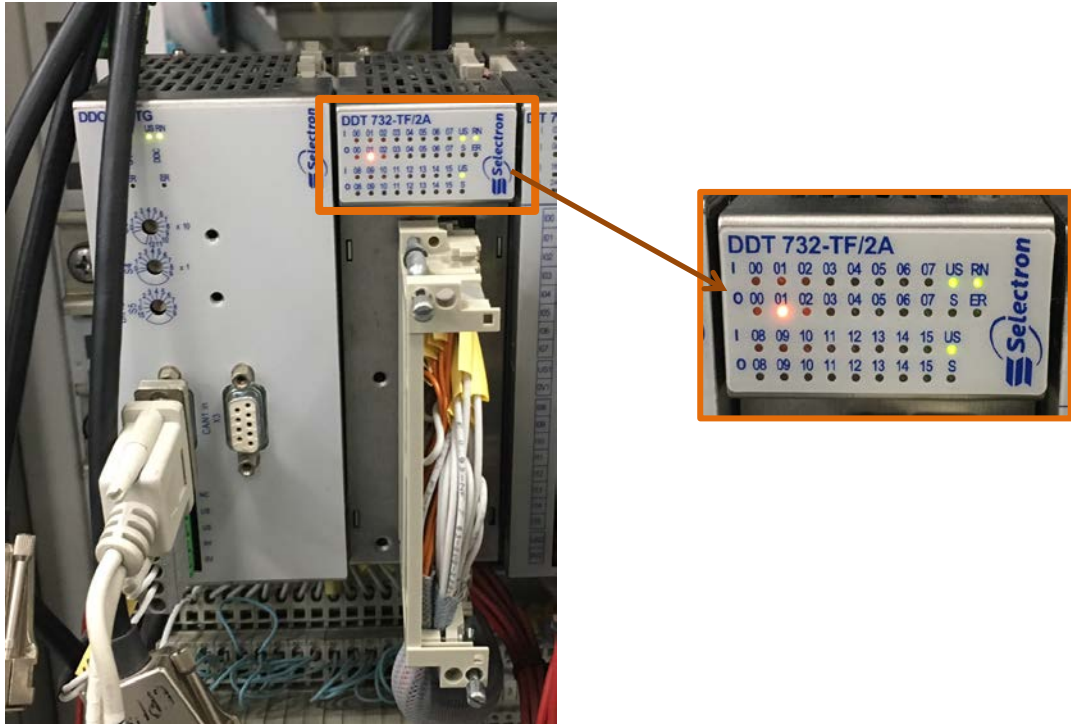


Figura 49. Luz de la salida 1 encendida

4.9 Fase de mantenimiento

En el caso de la fase de mantenimiento se llevan a cabo modificaciones, revisiones y mejoras en el producto ya instalado y entregado al cliente, una vez en vehículo ya está en su lugar de destino y funcionando.

Dentro del mantenimiento se pueden realizar distintas acciones:

- Se revisa periódicamente tanto del hardware como del software.
- Se comprueba que correcciones, mejoras o adaptaciones solicitadas por el cliente o sugeridas por los desarrolladores no afectan al comportamiento del software.
- Si es necesario cambiar el hardware y se reemplaza por uno igual comprobar que todo se ha instalado correctamente. Si el hardware está obsoleto y se reemplaza por otro se deben realizar las modificaciones necesarias para seguir cumpliendo con las especificaciones y requerimientos.

Al igual que con la fase de validación al no haber entregado el vehículo al cliente y no estar en funcionamiento esta fase todavía no se puede llevar a cabo.

5 CONCLUSIONES

En el presente trabajo final de máster se ha diseñado y desarrollado un sistema de control y diagnóstico de las luces de un vehículo ferroviario de pasajeros.

El proyecto se ha llevado a cabo siguiendo una estructura definida: primero se realizó un análisis del problema, seguido del planteamiento y diseño de varias alternativas. Después se desarrolló la que mejor se adaptaba a lo que pedía el cliente, se implementó el código y se comprobó su correcto funcionamiento mediante tests de validación, realizados en el banco de ensayos de la empresa.

En el análisis se realizó un estudio de las características de las bombillas a controlar y monitorizar, y de los componentes electrónicos necesarios para implementar el sistema. Con los datos obtenidos se propusieron tres alternativas, de las que se escogió la tercera por ser la que más se ajustaba a lo solicitado.

Una vez seleccionada, se desarrollaron primero los documentos de requerimientos del software en conjunto. Después se diseñó la arquitectura del mismo, dividiéndolo en dos programas y cada uno en varios módulos que se encargan de una función cada uno. A la vez se planificaron los test con los que comprobar su correcto funcionamiento.

Todo lo descrito hasta ahora se realizó utilizando las herramientas de Microsoft Office Word, Excel y Visio.

Cuando estuvo completo el desarrollo y diseño del software se pasó a la codificación. Primero se implementó el código de los módulos. Después estos se unieron dando lugar a los programas. En esta parte se utilizó el software de Selectron CAP.

Por último, se comprobó el correcto funcionamiento del sistema mediante test de validación en banco de ensayos utilizando las herramientas de Selectron CAP y TOP, el programa interno SoftPro y el TestStand de National Instruments. Primero se realizaron los test de los módulos y una vez comprobado que estos hacían lo que se esperaba se realizó el test del sistema completo.

Para concluir totalmente el proyecto sería necesaria la validación en el propio vehículo, pero como ya se ha comentado no es posible debido a que el mismo está en fase de fabricación.

El sistema diseñado, desarrollado e implementado en este Trabajo Final de Máster cumple con las especificaciones del cliente, controlando las luces requeridas, monitorizándolas y diagnosticando posibles fallos como de cortocircuito o circuito abierto.

6 BIBLIOGRAFÍA

Alexandrou, M. (2013) *Waterfall (a.k.a. Traditional) Methodology*, 3 Octubre, [Online], Available: <http://infolific.com/technology/methodologies/waterfall/> [Junio 2017].

Ali, K. (2017) 'A Study of Software Development Life Cycle Process Models', *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, vol. 8, no. 1, Enero/Febrero, pp. 15-23.

Chandra, V. (2015) 'Comparision between Various Software Development Methodologies', *International Journal of Computer Applications*, vol. 131, no. 9, Diciembre, pp. 7-10.

Méndez Nava, E.M. (2006) *Modelo de evaluación de metodologías para el desarrollo de software*, Caracas.

Melis Maynar, M. and González Fernández, F.J. (2008) *Ferrocarriles Metropolitanos. Tranvías, metros ligeros y metros convencionales.*, Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Munassar, N.M.A. and Govardhan, A. (2010) 'A Comparision Between Five Models Of Software Engineering', *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, vol. 7, no. 5, Septiembre, pp. 94-101.

National Instruments *TestStand*, [Online], Available: <http://www.ni.com/teststand/esa/> [Julio 2017].

Oxford Dictionaries *Definición de locomotora en español*, [Online], Available: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/locomotora> [Julio 2017].

Selectron Systems AG, [Online], Available: <http://www.selectron.ch/es/index.php> [Julio 2017].

Stadler, [Online], Available: <http://www.stadlerrail.com/en/> [Julio 2017].

Stadler Rail Valencia, [Online], Available: <http://www.stadlerrail.es/es/home/home.html> [Julio 2017].

Stadler Rail Valencia S.A.U. (n.d) *Documentos internos*, Valencia.

UNE-EN 50128:2012; (2012) *Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.*, AENOR.

Fuentes de las Imágenes

Stader Rail:

<http://stadlerrail.com/en/products/>

Stadler Rail Valencia

http://www.stadlerrail.es/es/products_1/products_3.html

Documentación interna

PRESUPUESTO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En el presente trabajo se ha realizado el diseño y desarrollo de un software de control y diagnóstico. Se ha llevado a cabo siguiendo el modelo en V de desarrollo de software, dividiéndolo en distintas etapas de diseño, implementación y testeo. La evaluación económica también se va a separar en las horas que ha requerido cada etapa. Las etapas de validación en el vehículo y mantenimiento no se incluyen porque al estar el vehículo en fase de fabricación aún no se han podido llevar a cabo.

Por otra parte, señalar que el presente trabajo solo abarca una de las muchas funcionalidades que se controlan en un vehículo ferroviario de pasajeros. El total de horas y coste económico del desarrollo del software completo de este tipo de vehículos es muy superior, y se lleva a cabo por varios ingenieros.

Las horas empleadas para la realización de lo expuesto en este trabajo han sido:

- 60 h de la fase de desarrollo del sistema. Estas horas están divididas en: 10 h de Ingeniero Senior + 50 h de Ingeniero Junior.
- 54 h de la fase de especificación de requerimientos del software. Estas horas están divididas en: 4 h de Ingeniero Senior + 50 h de Ingeniero Junior.
- 71 h de la fase de diseño y arquitectura del software. Estas horas están divididas en: 6 h de Ingeniero Senior + 65 h de Ingeniero Junior.
- 49 h de la fase de diseño de módulos del software. Estas horas están divididas en: 4 h de Ingeniero Senior + 45 h de Ingeniero Junior.
- 90 h de la fase de codificación. Estas horas están divididas en: 10 h de Ingeniero Senior + 80 h de Ingeniero Junior.
- 54 h de la fase de test de módulos. Estas horas están divididas en: 4 h de Ingeniero Senior + 50 h de Ingeniero Junior.
- 70 h de la fase de test de integración. Estas horas están divididas en: 10 h de Ingeniero Senior + 60 h de Ingeniero Junior.

Lo cual hace un total de 448 horas.

Por motivos de confidencialidad no se puede incluir en este trabajo el desglose detallado del coste de los distintos recursos empleados con los datos de Stadler, por lo que se realizarán los cálculos con tasas aproximadas. Las tasas se han calculado con la media de distintos recursos tanto internos Stadler como de las ingenierías externas subcontratadas, diferenciando entre ingenieros Senior y Junior.

• Ingenieros Senior:	48 horas	65 €/hora	3.120 euros
• Ingenieros Junior:	400 horas	40 €/hora	16.000 euros

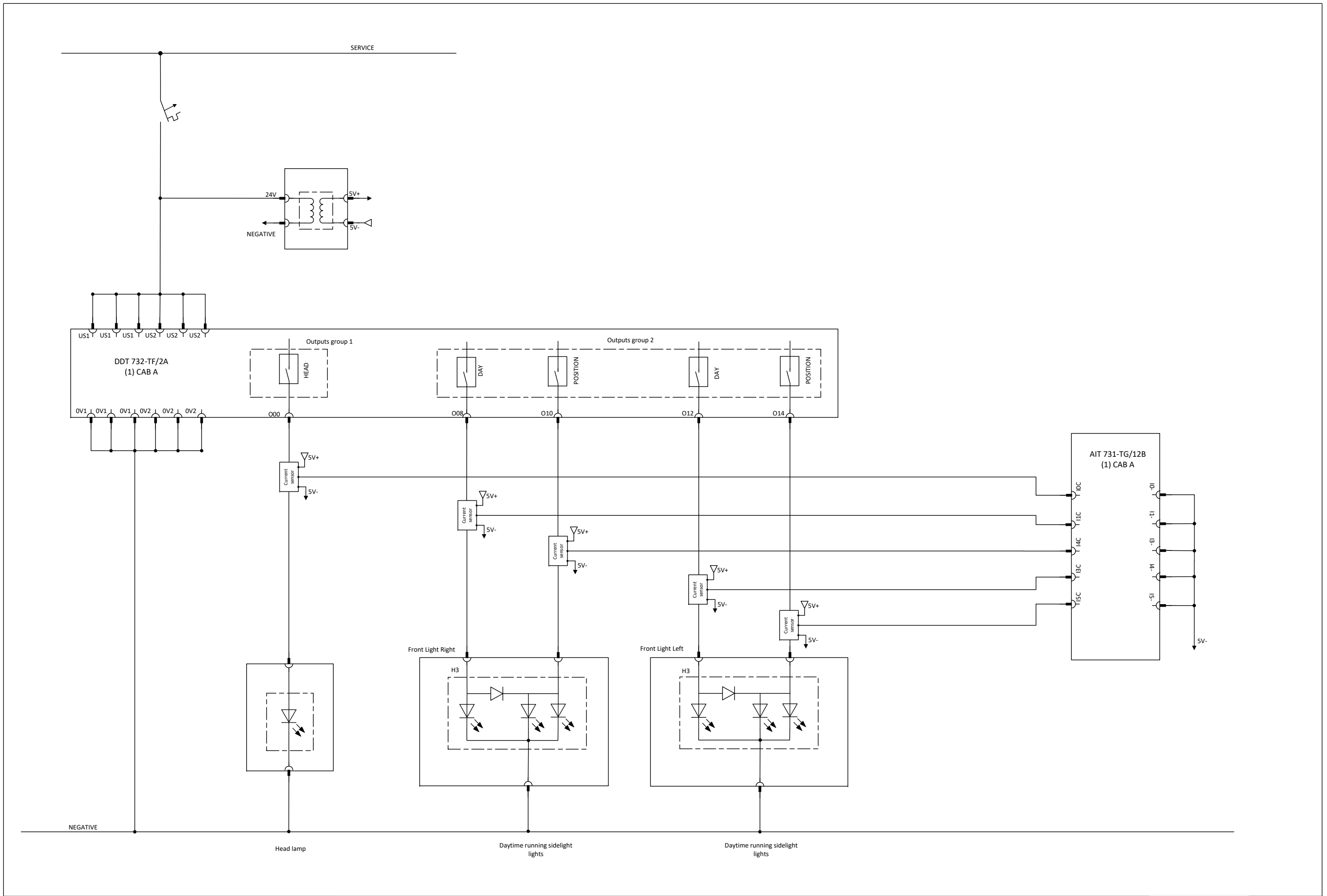
Lo cual da un total de 19.120 euros.

A esta cantidad hay que añadirle el coste de las licencias de los programas utilizados:

- NI TestStand: 1 licencia 6.000 €/licencia 6.000 euros
- Software Selectron: 1 licencia 3.000 €/licencia 3.000 euros
- Alquiler de CPU-831: 1 unidad 100 €/unidad 100 euros

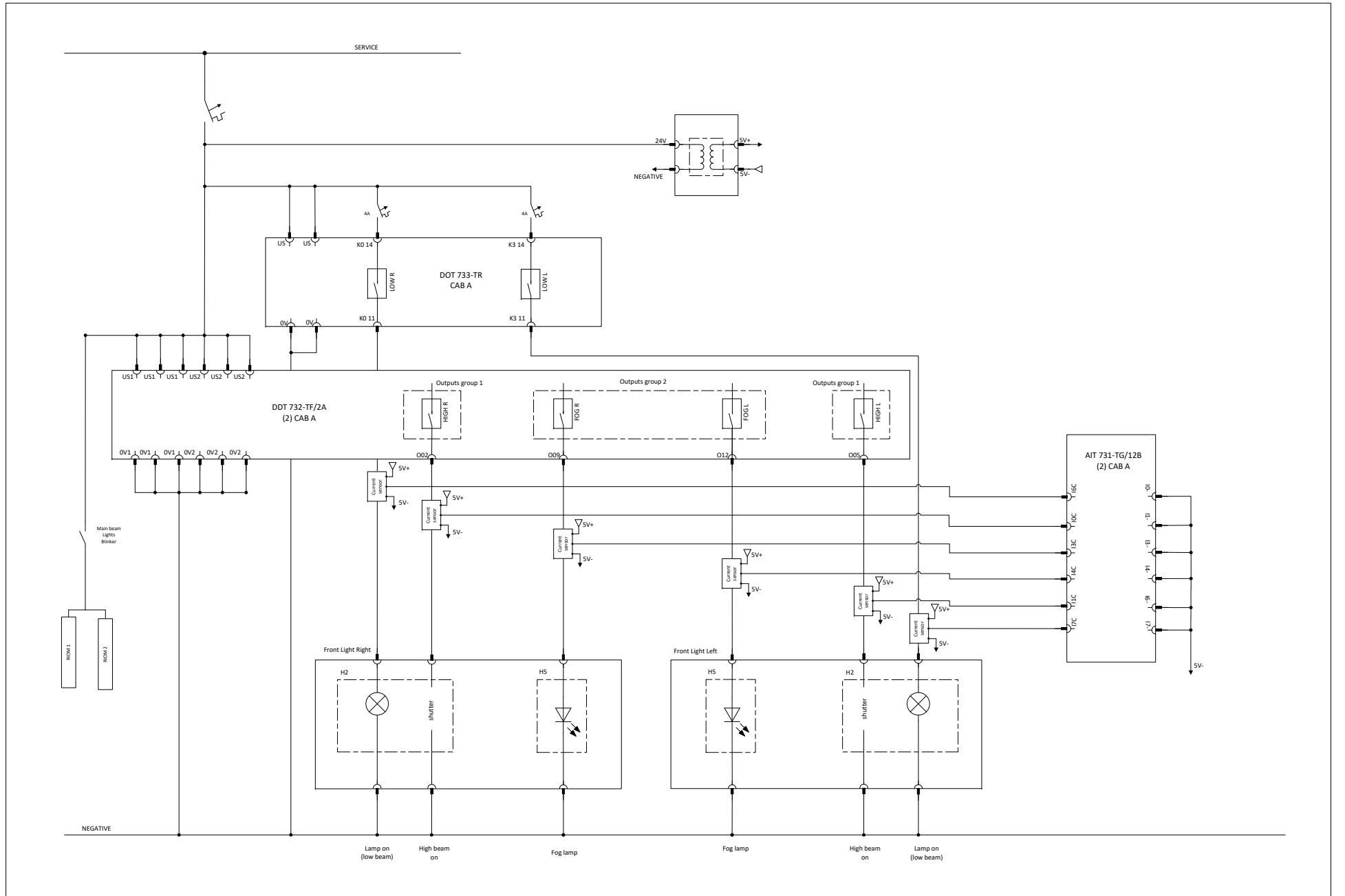
Por lo tanto, el coste total aproximado del desarrollo y diseño del sistema de control y diagnóstico descrito en este Trabajo Final de Máster ha sido de 28.220 euros.

PLANOS



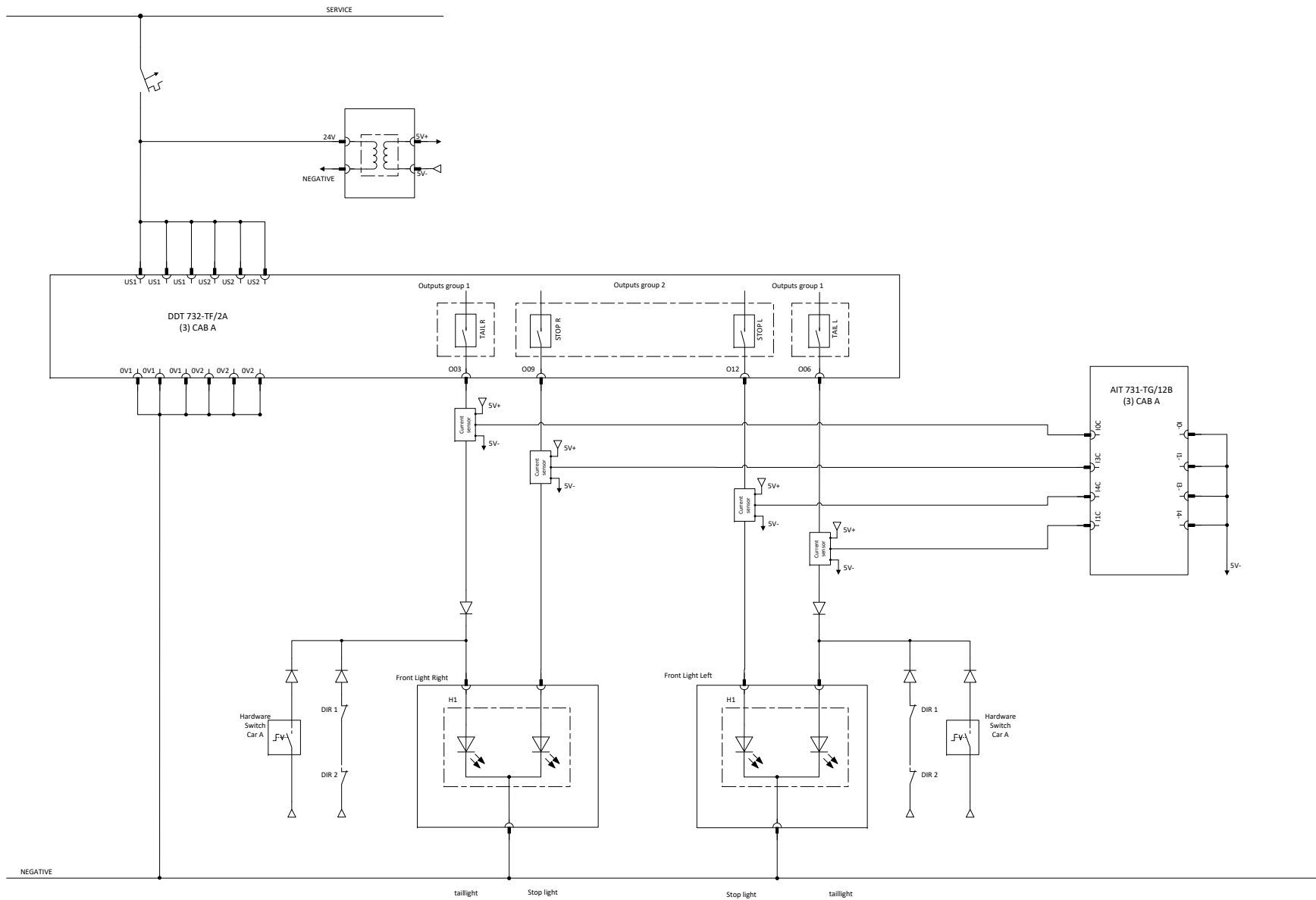
EXTERIOR LIGHTS CAR A (I)

DRAW:	M.Lazaro	Created: 09/02/17
CHECKED:		Modified: -/-/-
APPROVED:		
EDITION:	--	PAG: 1 / 8



EXTERIOR LIGHTS CAR A (II)

DRAW:	M.Lazaro	Created: 09/02/17
CHECKED:		Modified: --/--/--
APPROVED:		
EDITION:	--	PAG: 2 / 8



EXTERIOR LIGHTS CAR A (III)

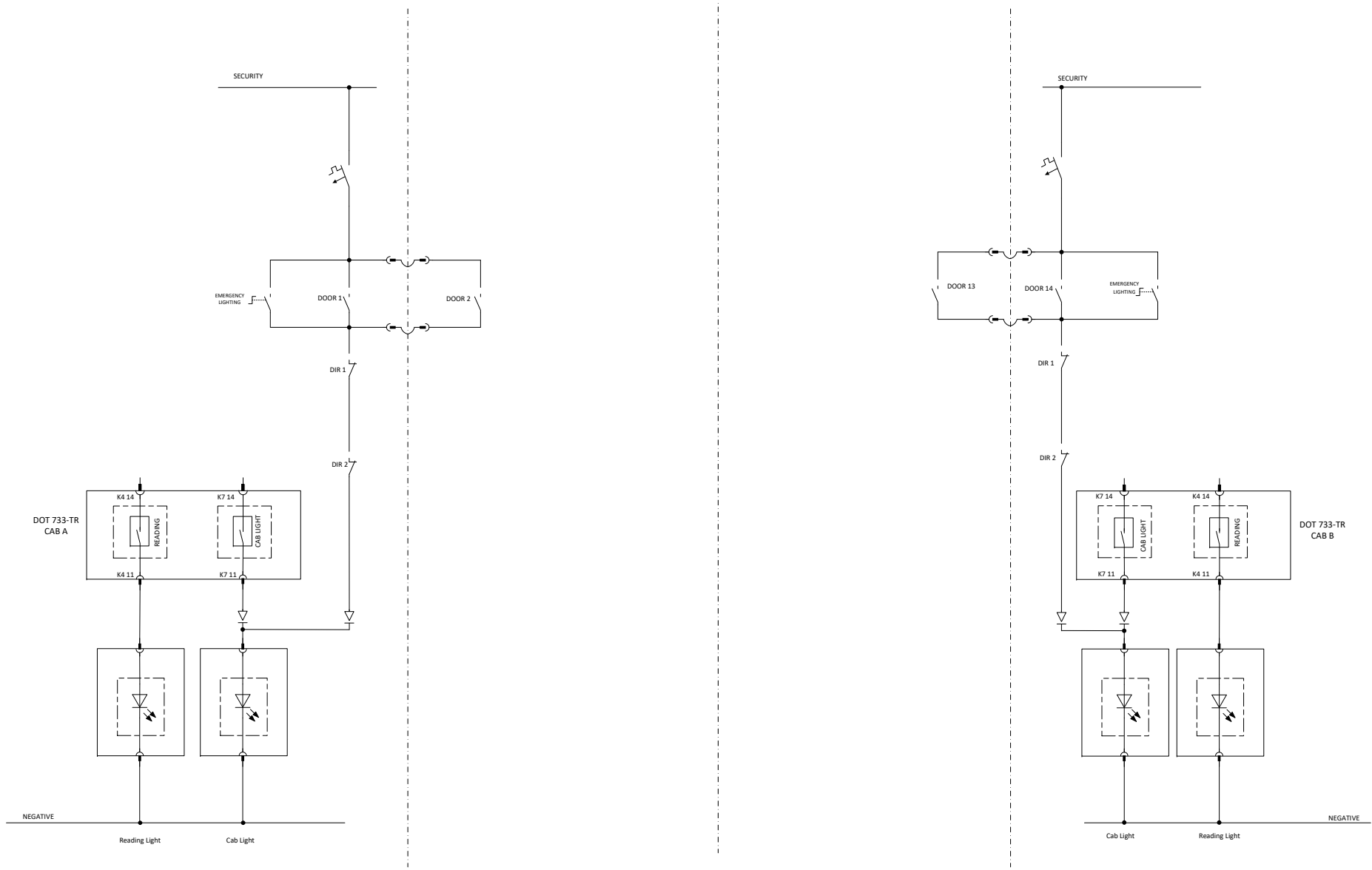
DRAW:	M.Lazaro	Created: 09/02/17
CHECKED:		Modified: --/--/--
APPROVED:		
EDITION:	--	PAG: 3 / 8

CAR A

CAR C

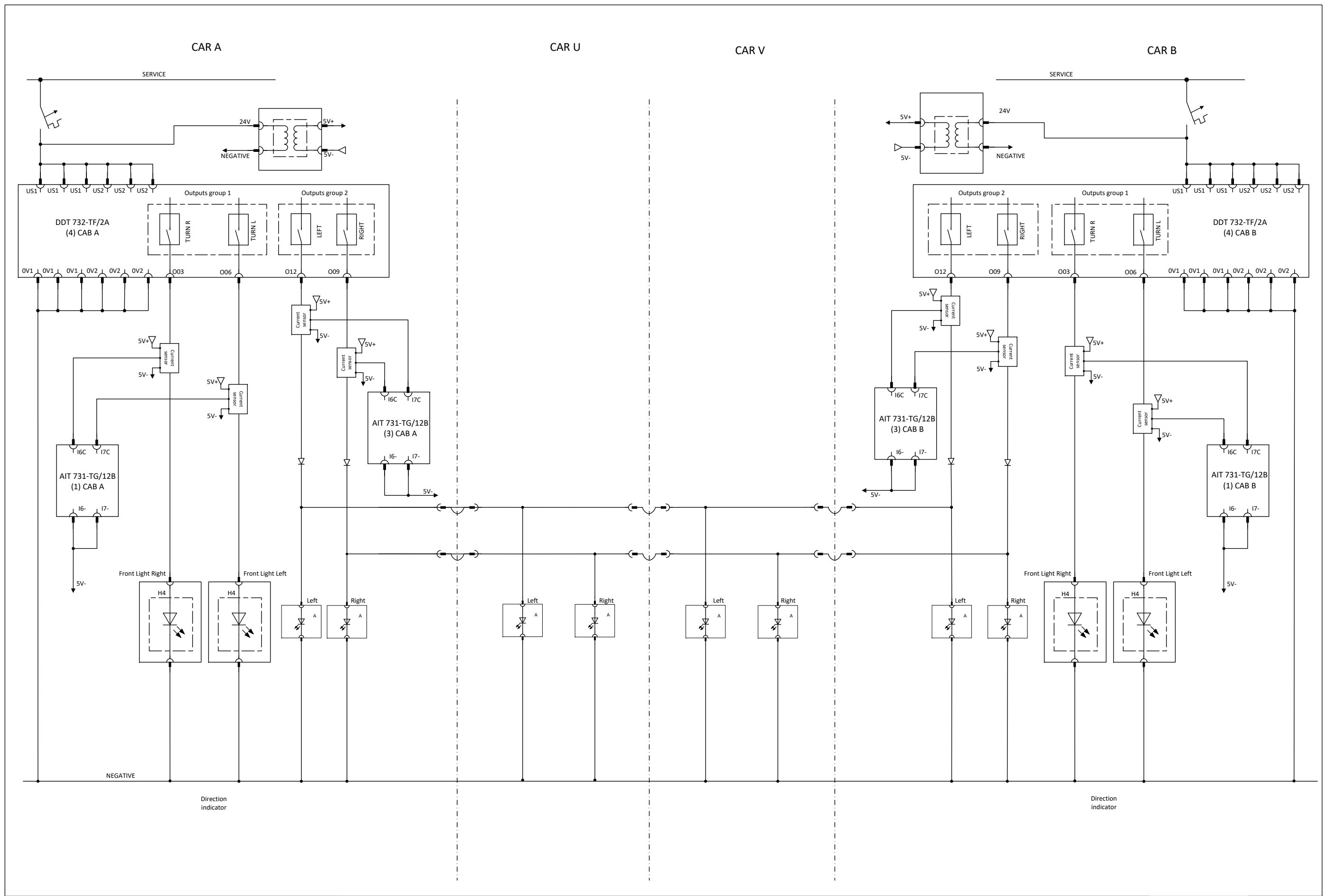
CAR D

CAR B



CAB LIGHTS

DRAWN:	M.Lazaro	Created: 09/02/17
CHECKED:		Modified: --/--/--
APPROVED:		
EDITION:	--	PAG: 7 / 8



BLINKING LIGHTS

DRAWN:	M.Lazaro	Created: 09/02/17
CHECKED:		Modified: -/-/-
APPROVED:		
EDITION:	--	PAG: 8 / 8

ANEXOS

ANEXO 1

Stadler Rail Valencia S.A.U. *Documentos internos*

1) Luz frontal superior



Figura 50. Luz frontal superior

Tabla 16. Datos de la luz frontal superior

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Helopal ST168H	24V	--	80mA

2) Luz corta

3) Luz larga



Figura 51. Luz corta/larga

Tabla 17. Datos de la luz corta/larga

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Hella 1AL009998-041	24V	70W	2369mA

4) Intermitentes frontales



Figura 52. Intermitente frontal

Tabla 18. Datos del intermitente frontal

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Hella 2BA009001-511	24V	1.5W	60.4mA

- 5) Luz trasera
- 6) Luz de freno



Figura 53. Luz trasera/freno

Tabla 19. Datos de la luz trasera/freno

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Hella 2SB009.362-011	24V	Freno:4.2W Trasera:0.2W	Freno:24.5mA Trasera:2.95mA

- 7) Luz día
- 8) Luz de posición



Figura 54. Luz día/posición

Tabla 20. Datos de la luz día/posición

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Hella 2PT009599-131 / 2PT009599-141	24V	11W	Día:250mA Posición:49.1mA

- 9) Luces antiniebla



Figura 55. Luz antiniebla

Tabla 21. Datos de la luz antiniebla

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Hella 2NE011172-481	24V	1.9W	74.7mA

10) Intermitentes laterales



Figura 56. Intermitente lateral

Tabla 22. Datos del intermitente lateral

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Helopal ST137.D	24V	10W	416.67mA

11) Luz de cabina



Figura 57. Luz de cabina

Tabla 23. Datos de la luz de cabina

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Teknoware TVK2016	24V	--	1024mA

12) Luz de lectura



Figura 58. Luz de lectura

Tabla 24. Datos de la luz de lectura

Bombilla	Voltaje	Potencia	Intensidad
Teknoware TVK5590	24V	3W	121mA

ANEXO 2

Project: --
Document: SFD Test Specification
Revision / Date: 10/03/2017
Created: María Lázaro
Number of pages: 14

**P_MKR / P_MKRDIAG
MKR LIB / LGT LIB**

SFD Test Specification

TEST SPECIFICATION

At each step we change the value of the inputs and verify that the outputs match the table's values.

Driver Cab Lighting		
1	Cab 1 active, CABLIGHT1=TRUE	Check: cab 1 light ON
2	Cab 1 active, CABLIGHT2=TRUE	Check: cab 2 light ON 120s (test 12s)
3	Cab 1 active, CABLIGHT2=TRUE	Check: cab 2 light OFF after 120s (test 12s)
4	Cab 2 active, CABLIGHT2=TRUE	Check: cab 2 light ON
5	Cab 2 active, CABLIGHT1=TRUE	Check: cab 1 light ON 120s (test 12s)
6	Cab 2 active, CABLIGHT1=TRUE	Check: cab 1 light OFF after 120s (test 12s)
Driver Cab Reading Light		
7	Cab 1 active, DESKLIGHT=TRUE	Check: cab 1 reading light ON
8	Cab 2 active, DESKLIGHT=TRUE	Check: cab 2 reading light ON
Train Direction		
9	Cab 1 active, DIR_SEL=0	Check: TRAIN_DIR=0
10	Cab 1 active, DIR_SEL=1	Check: TRAIN_DIR=1
11	Cab 1 active, DIR_SEL=2	Check: TRAIN_DIR=2
12	Cab 2 active, DIR_SEL=0	Check: TRAIN_DIR=0
13	Cab 2 active, DIR_SEL=1	Check: TRAIN_DIR=2
14	Cab 2 active, DIR_SEL=2	Check: TRAIN_DIR=1
Superior Front Light		
15	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF	Check: Superior front light cab 1 active
16	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF	Check: Superior front light cab 1 active
17	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF	Check: Superior front light cab 2 active
18	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF	Check: Superior front light cab 2 active
19	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON	Check: Superior front light cab 1 active
20	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON	Check: Superior front light cab 2 active
21	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON	Check: Superior front light cab 1 active
22	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON	Check: Superior front light cab 2 active

Position, Day and low high beam		
23	Cab 1 active, DIR_SEL=0 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day, position, low lights and shutter OFF
24	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 1 ON; position, low lights and shutter OFF
25	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors ON B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 1 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
26	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 1 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
27	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 1 ON; position, low lights and shutter OFF after 10 sec ICON_ON=FALSE, ICON_OFF=TRUE
28	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 1 ON; Day lights and shutter OFF
29	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=TRUE	Check: Position, low lights and shutter cab 1 ON; Day lights OFF
30	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 1 ON; position, low lights and shutter OFF
31	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 2 ON; position, low lights and shutter OFF
32	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors ON B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 2 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
33	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 2 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
34	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 2 ON; position, low lights and shutter OFF after 10 sec ICON_ON=FALSE, ICON_OFF=TRUE

35	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 2 ON; Day lights and shutter OFF
36	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=TRUE	Check: Position, low lights and shutter cab 2 ON; Day lights OFF
37	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 1 ON; position, low lights and shutter OFF
38	Cab 2 active, DIR_SEL=0 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day, position, low lights and shutter OFF
39	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 2 ON; position, low lights and shutter OFF
40	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors ON B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 2 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
41	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 2 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
42	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 2 ON; position, low lights and shutter OFF after 10 sec ICON_ON=FALSE, ICON_OFF=TRUE
43	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 2 ON; Day lights and shutter OFF
44	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=TRUE	Check: Position, low lights and shutter cab 2 ON; Day lights OFF
45	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 2 ON; position, low lights and shutter OFF
46	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 1 ON; position, low lights and shutter OFF

47	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors ON B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 1 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
48	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 1 ON; Day lights and shutter OFF ICON_ON=TRUE, ICON_OFF=FALSE
49	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 1 ON; position, low lights and shutter OFF after 10 sec ICON_ON=FALSE, ICON_OFF=TRUE
50	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Position, low lights cab 1 ON; Day lights and shutter OFF
51	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=TRUE, B_LIGHTS=TRUE	Check: Position, low lights and shutter cab 1 ON; Day lights OFF
52	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights cab 2 ON; position, low lights and shutter OFF
53	Cab 2 active, DIR_SEL=2 , FLASH2=TRUE FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights and shutter cab 2 ON, low lights cab 2 flashing; position OFF (visual check).
54	Cab 1 active, DIR_SEL=1 , FLASH1=TRUE FLAG reverse OFF twilight sensors OFF B_DAY_NIGHT_LHT=FALSE, B_LIGHTS=FALSE	Check: Day lights and shutter cab 1 ON, low lights cab 1 flashing; position OFF (visual check).
Tail Lights		
55	Cab 1 active, DIR_SEL=0 FLAG reverse OFF	Check: tail lights cab 1 and 2 ON
56	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF	Check: tail lights cab 2 ON
57	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF	Check: tail lights cab 2 ON
58	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON	Check: tail lights cab 1 ON
59	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON	Check: tail lights cab 2 ON
60	Cab 2 active, DIR_SEL=0 FLAG reverse OFF	Check: tail lights cab 1 and 2 ON
61	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF	Check: tail lights cab 1 ON
62	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF	Check: tail lights cab 1 ON

63	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON	Check: tail lights cab 1 ON
64	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON	Check: tail lights cab 2 ON
Blinker Lights		
65	Cab 1 active, INTER_LEFT RIOM7_FLT=FALSE, CAN_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: CAB1: left indicator, left blinker FLASHING CAB2: right indicator FLASHING (visual check).
66	Cab 1 active, INTER_LEFT RIOM7_FLT=TRUE, CAN_K7_OPERATIONAL=FALSE	Check: CAB1: left indicator, left blinker FLASHING CAB2: right indicator, right blinker FLASHING (visual check).
67	Cab 2 active, INTER_LEFT RIOM8_FLT=FALSE, CAN_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: CAB2: left indicator, left blinker FLASHING CAB1: right indicator FLASHING (visual check).
68	Cab 2 active, INTER_LEFT RIOM8_FLT=TRUE, CAN_K8_OPERATIONAL=FALSE	Check: CAB2: left indicator, left blinker FLASHING CAB1: right indicator, right blinker FLASHING (visual check).
69	Cab 1 active, INTER_RIGHT RIOM7_FLT=FALSE, CAN_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: CAB1: right indicator, right blinker FLASHING CAB2: left indicator FLASHING (visual check).
70	Cab 1 active, INTER_RIGHT RIOM7_FLT=TRUE, CAN_K7_OPERATIONAL=FALSE	Check: CAB1: right indicator, right blinker FLASHING CAB2: left indicator, left blinker FLASHING (visual check).
71	Cab 2 active, INTER_RIGHT RIOM8_FLT=FALSE, CAN_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: CAB2: right indicator, right blinker FLASHING CAB1: left indicator FLASHING (visual check).
72	Cab 2 active, INTER_RIGHT RIOM8_FLT=TRUE, CAN_K8_OPERATIONAL=FALSE	Check: CAB2: right indicator, right blinker FLASHING CAB1: left indicator, left blinker FLASHING (visual check).
73	Cab 2 active, WARNING	Check: right and left indicators and blinkers cab 1 and 2 FLASHING (visual check).
74	Cab 1 active, WARNING	Check: right and left indicators and blinkers cab 1 and 2 FLASHING (visual check).
Brake Lights		
75	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF B_STR00=FALSE U_BREFF=0, R_TOT_EFF=0	Check: Brake lights OFF

76	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF B_STR00=FALSE U_BREFF>1, R_TOT_EFF=0	Check: Brake lights cab 2 ON
77	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF B_STR00=FALSE U_BREFF=0, R_TOT_EFF<-1.0	Check: Brake lights cab 2 ON
78	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF B_STR00=FALSE U_BREFF=0, R_TOT_EFF<-1.0	Check: Brake lights cab 1 ON
79	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse OFF B_STR00=FALSE U_BREFF>1, R_TOT_EFF=0	Check: Brake lights cab 1 ON
80	Cab 1 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON B_STR00=FALSE U_BREFF>1, R_TOT_EFF<-1.0	Check: Brake lights cab 2 ON
81	Cab 1 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON B_STR00=FALSE U_BREFF>1, R_TOT_EFF<-1.0	Check: Brake lights cab 1 ON
82	Cab 2 active, DIR_SEL=1 FLAG reverse ON B_STR00=FALSE U_BREFF>1, R_TOT_EFF<-1.0	Check: Brake lights cab 2 ON
83	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse ON B_STR00=FALSE U_BREFF>1, R_TOT_EFF<-1.0	Check: Brake lights cab 1 ON
84	Cab 2 active, DIR_SEL=2 FLAG reverse OFF B_STR00=FALSE U_BREFF=0, R_TOT_EFF=0	Check: Brake lights OFF
Fog Lights		
85	Cab 1 active, ANTIFOG=FALSE	Check: fog lights OFF
86	Cab 1 active, ANTIFOG=TRUE	Check: fog lights cab 2 ON
87	Cab 2 active, ANTIFOG=TRUE	Check: fog lights cab 1 ON
88	Cab 2 active, ANTIFOG=FALSE	Check: fog lights OFF
Lights Diagnosis		
----SHORT CIRCUIT FAULT----		
89	Cab 1 active, Front light cab 1 short circuit fault	Check: Front light cab 1 short circuit fault variable ON
90	Cab 1 active, Day lights cab 1 short circuit fault	Check: Day lights cab 1 short circuit fault variable ON

91	Cab 1 active, Position lights cab 1 short circuit fault	Check: Position lights cab 1 short circuit fault variable ON
92	Cab 1 active, Left low beam cab 1 short circuit fault	Check: Left low beam cab 1 short circuit fault variable ON
93	Cab 1 active, Right low beam cab 1 short circuit fault	Check: Right low beam cab 1 short circuit fault variable ON
94	Cab 1 active, Shutter cab 1 short circuit fault	Check: Shutter cab 1 short circuit fault variable ON
95	Cab 1 active, Tail lights cab 1 short circuit fault	Check: Tail lights cab 1 short circuit fault variable ON
96	Cab 1 active, Brake lights cab 1 short circuit fault	Check: Brake lights cab 1 short circuit fault variable ON
97	Cab 1 active, Fog lights cab 1 short circuit fault	Check: Fog lights cab 1 short circuit fault variable ON
98	Cab 1 active, Direction indicator lights cab 1 short circuit fault	Check: Direction indicator lights cab 1 short circuit fault variable ON
99	Cab 1 active, Blinkers cab 1 short circuit fault	Check: Blinkers cab 1 short circuit fault variable ON
100	Cab 2 active, Front light cab 2 short circuit fault	Check: Front light cab 2 short circuit fault variable ON
101	Cab 2 active, Day lights cab 2 short circuit fault	Check: Day lights cab 2 short circuit fault variable ON
102	Cab 2 active, Position lights cab 2 short circuit fault	Check: Position lights cab 2 short circuit fault variable ON
103	Cab 2 active, Left low beam cab 2 short circuit fault	Check: Left low beam cab 2 short circuit fault variable ON
104	Cab 2 active, Right low beam cab 2 short circuit fault	Check: Right low beam cab 2 short circuit fault variable ON
105	Cab 2 active, Shutter cab 2 short circuit fault	Check: Shutter cab 2 short circuit fault variable ON
106	Cab 2 active, Tail lights cab 2 short circuit fault	Check: Tail lights cab 2 short circuit fault variable ON
107	Cab 2 active, Brake lights cab 2 short circuit fault	Check: Brake lights cab 2 short circuit fault variable ON
108	Cab 2 active, Fog lights cab 2 short circuit fault	Check: Fog lights cab 2 short circuit fault variable ON
109	Cab 2 active, Direction indicators cab 2 short circuit fault	Check: Direction indicators cab 2 short circuit fault variable ON
110	Cab 2 active, Blinkers cab 2 short circuit fault	Check: Blinkers cab 2 short circuit fault variable ON
Monitoring and Lights Diagnosis		
----MONITORING--AND--UNDERCURRENT FAULT----		
111	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_HEADLAMP=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Front light cab 1 status variable OFF, Front light cab 1 undercurrent fault variable OFF after 4s

112	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_HEADLAMP=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Front light cab 1 status variable OFF, Front light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
113	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_HEADLAMP=9280, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Front light cab 1 status variable ON, Front light cab 1 undercurrent fault variable OFF
114	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_LFTRUNLT=0, W_RGHRUNLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right day light cab 1 status variable OFF, Left and right day light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
115	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_LFTRUNLT=9120, W_RGHRUNLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left day light cab 1 status variable ON, right day light variable OFF Left day light cab 1 undercurrent fault variable OFF, right day light undercurrent fault variable ON
116	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_LFTRUNLT=9120, W_RGHRUNLT=9120, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right day light cab 1 status variable ON, Left and right day light cab 1 undercurrent fault variable OFF
117	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTPOSILT=0, W_RGHPOSILT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right position light cab 1 status variable OFF, Left and right position light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
118	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTPOSILT=8800, W_RGHPOSILT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left position light cab 1 status variable ON, right position light variable OFF, Left position light cab 1 undercurrent fault variable OFF, right position light undercurrent fault variable ON
119	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTPOSILT=8800, W_RGHPOSILT=8800, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and position light cab 1 status variable ON, Left and right position light cab 1 undercurrent fault variable OFF
120	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTBEAMLT=0, W_RGHBEAMLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right low beam cab 1 status variable OFF, Left and right low beam cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
121	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTBEAMLT=9600, W_RGHBEAMLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left low beam cab 1 status variable ON, right low beam variable OFF, Left low beam cab 1 undercurrent fault variable OFF, right low beam undercurrent fault variable ON
122	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTBEAMLT=9600, W_RGHBEAMLT=9600, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right low beam cab 1 status variable ON, Left and right low beam cab 1 undercurrent fault variable OFF

123	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, LIGHTS=TRUE, W_LFTSHUTTLT=0, W_RGSHUTTLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right shutter cab 1 status variable OFF, Left and right shutter cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
124	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, LIGHTS=TRUE, W_LFTSHUTTLT=10820, W_RGSHUTTLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left shutter cab 1 status variable ON, right shutter variable OFF, Left shutter cab 1 undercurrent fault variable OFF, right shutter undercurrent fault variable ON
125	Cab 1 active, DIR_SEL=1, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, LIGHTS=TRUE, W_LFTSHUTTLT=10820, W_RGSHUTTLT=10820, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right shutter cab 1 status variable ON, Left and right shutter cab 1 undercurrent fault variable OFF
126	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_LFTTAILLT=0, W_RGHTAILLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right tail light cab 2 status variable OFF, Left and right tail light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
127	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_LFTTAILLT=8256, W_RGHTAILLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left tail light cab 2 status variable ON, right tail light variable OFF, Left tail light cab 2 undercurrent fault variable OFF, right tail light undercurrent fault variable ON
128	Cab 1 active, DIR_SEL=1, W_LFTTAILLT=8256, W_RGHTAILLT=8256, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right tail light cab 2 status variable ON, Left and right tail light cab 2 undercurrent fault variable OFF
129	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_STR00=FALSE, U_BREFF>1, W_LFTSTOPLT=0, W_RGHSTOPLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right brake light cab 2 status variable OFF, Left and right brake light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
130	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_STR00=FALSE, U_BREFF>1, W_LFTSTOPLT=10080, W_RGHSTOPLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left brake light cab 2 status variable ON, right brake light variable OFF, Left brake light cab 2 undercurrent fault variable OFF, right brake light undercurrent fault variable ON
131	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_STR00=FALSE, U_BREFF>1, W_LFTSTOPLT=10080, W_RGHSTOPLT=10080, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right brake light cab 2 status variable ON, Left and right brake light cab 2 undercurrent fault variable OFF
132	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_ANTIFOG=TRUE, W_LFTFOGLT=0, W_RGHFOGLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right fog light cab 2 status variable OFF, Left and right fog light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s

133	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_ANTIFOG=TRUE, W_LFTFOGLT=9280, W_RGHFOGLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left fog light cab 2 status variable ON, right fog light variable OFF, Left fog light cab 2 undercurrent fault variable OFF, right fog light undercurrent fault variable ON
134	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_ANTIFOG=TRUE, W_LFTFOGLT=9280, W_RGHFOGLT=9280, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right fog light cab 2 status variable ON, Left and right fog light cab 2 undercurrent fault variable OFF
135	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_WARNING=TRUE, W_LFTDIRIND=0, W_RGHDIRIND=0, W_LFTBLINK=0, W_RGHBLINK=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right direction indicator and blinker light cab 1 status variable OFF Left and right direction indicator and blinker light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s (visual check).
136	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_WARNING=TRUE, W_LFTDIRIND=8960, W_RGHDIRIND=8960, W_LFTBLINK=0, W_RGHBLINK=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right direction indicator cab 1 status variable ON, blinker light cab 1 status variable OFF Left and right direction indicator cab 1 undercurrent fault variable OFF, blinker light cab 1 undercurrent fault variable ON (visual check).
137	Cab 1 active, DIR_SEL=1, B_WARNING=TRUE, W_LFTDIRIND=8960, W_RGHDIRIND=8960, W_LFTBLINK=9120, W_RGHBLINK=9120, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right direction indicator and blinker light cab 1 status variable ON, Left and right direction indicator and blinker light cab 1 undercurrent fault variable OFF (visual check).
138	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_HEADLAMP=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Front light cab 2 status variable OFF, Front light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
139	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_HEADLAMP=9280, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Front light cab 2 status variable ON, Front light cab 2 undercurrent fault variable OFF
140	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_LFTRUNLT=0, W_RGHRUNLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right day light cab 2 status variable OFF, Left and right day light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
141	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_LFTRUNLT=9120, W_RGHRUNLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left day light cab 2 status variable ON, right day light cab 2 status variable OFF Left day light cab 2 undercurrent fault variable OFF, right day light cab 2 undercurrent fault variable ON
142	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_LFTRUNLT=9120, W_RGHRUNLT=9120, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right day light cab 2 status variable ON, Left and right day light cab 2 undercurrent fault variable OFF

143	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTPOSILT=0, W_RGHPOSILT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right position light cab 2 status variable OFF, Left and right position light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
144	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTPOSILT=8800, W_RGHPOSILT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left position light cab 2 status variable ON, right position light cab 2 status variable OFF Left position light cab 2 undercurrent fault variable OFF, right position light cab 2 undercurrent fault variable ON
145	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTPOSILT=8800, W_RGHPOSILT=8800, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right position light cab 2 status variable ON, Left and right position light cab 2 undercurrent fault variable OFF
146	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTBEAMLT=0, W_RGHBEAMLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right low beam cab 2 status variable OFF, Left and right low beam cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
147	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTBEAMLT=9600, W_RGHBEAMLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left low beam cab 2 status variable ON, right low beam cab 2 status variable OFF Left low beam cab 2 undercurrent fault variable OFF, right low beam cab 2 undercurrent fault variable ON
148	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, W_LFTBEAMLT=9600, W_RGHBEAMLT=9600, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right low beam cab 2 status variable ON, Left and right low beam cab 2 undercurrent fault variable OFF
149	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, LIGHTS=TRUE, W_LFTSHUTTLT=0, W_RGHSHUTTLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right shutter cab 2 status variable OFF, Left and right shutter cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s
150	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, LIGHTS=TRUE, W_LFTSHUTTLT=10880, W_RGHSHUTTLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left shutter cab 2 status variable ON, right shutter cab 2 status variable OFF Left shutter cab 2 undercurrent fault variable OFF, right shutter cab 2 undercurrent fault variable ON
151	Cab 2 active, DIR_SEL=2, DAY_NIGHT_LHT=TRUE, LIGHTS=TRUE, W_LFTSHUTTLT=10880, W_RGHSHUTTLT=10880, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right shutter cab 2 status variable ON, Left and right shutter cab 2 undercurrent fault variable OFF
152	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_LFTTAILLT=0, W_RGHTAILLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right tail light cab 1 status variable OFF, Left and right tail light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s

153	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_LFTTAILLT=8256, W_RGHTAILLT=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left tail light cab 1 status variable ON, right tail light variable OFF, Left tail light cab 1 undercurrent fault variable OFF, right tail light undercurrent fault variable ON
154	Cab 2 active, DIR_SEL=2, W_LFTTAILLT=8256, W_RGHTAILLT=8256, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right tail light cab 1 status variable ON, Left and right tail light cab 1 undercurrent fault variable OFF
155	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_STR00=FALSE, U_BREFF>1, W_LFTSTOPLT=0, W_RGHSTOPLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right brake light cab 1 status variable OFF, Left and right brake light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
156	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_STR00=FALSE, U_BREFF>1, W_LFTSTOPLT=10080, W_RGHSTOPLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left brake light cab 1 status variable ON, right brake light variable OFF, Left brake light cab 1 undercurrent fault variable OFF, right brake light undercurrent fault variable ON
157	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_STR00=FALSE, U_BREFF>1, W_LFTSTOPLT=10080, W_RGHSTOPLT=10080 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right brake light cab 1 status variable ON, Left and right brake light cab 1 undercurrent fault variable OFF
158	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_ANTIFOG=TRUE, W_LFTFOGLT=0, W_RGHFOGLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right fog light cab 1 status variable OFF, Left and right fog light cab 1 undercurrent fault variable ON after 5s
159	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_ANTIFOG=TRUE, W_LFTFOGLT=9280, W_RGHFOGLT=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left fog light cab 1 status variable ON, right fog light variable OFF, Left fog light cab 1 undercurrent fault variable OFF, right fog light undercurrent fault variable ON
160	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_ANTIFOG=TRUE, W_LFTFOGLT=9280, W_RGHFOGLT=9280 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K8_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right fog light cab 1 status variable ON, Left and right fog light cab 1 undercurrent fault variable OFF
161	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_WARNING=TRUE, W_LFTDIRIND=0, W_RGHDIRIND=0, W_LFTBLINK=0, W_RGHBLINK=0 more than 5s, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right direction indicator and blinker light cab 2 status variable OFF Left and right direction indicator and blinker light cab 2 undercurrent fault variable ON after 5s (visual check).

162	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_WARNING=TRUE, W_LFTDIRIND=8960, W_RGHDIRIND=8960, W_LFTBLINK=0, W_RGHBLINK=0, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right direction indicator cab 2 status variable ON, blinker light cab 2 status variable OFF Left and right direction indicator cab 2 undercurrent fault variable OFF, blinker light cab 2 undercurrent fault variable ON (visual check).
163	Cab 2 active, DIR_SEL=2, B_WARNING=TRUE, W_LFTDIRIND=8960, W_RGHDIRIND=8960, W_LFTBLINK=9120, W_RGHBLINK=9120, START_ENA=TRUE, CAN.B_K7_OPERATIONAL=TRUE	Check: Left and right direction indicator and blinker light cab 2 status variable ON Left and right direction indicator and blinker light cab 2 undercurrent fault variable OFF (visual check).
Twilight sensors		
164	Cab 1 active, discordance between cab 1 twilight sensor and cab 2 twilight sensor during 10 min	Check: Twilight fault variable OFF after 9 mins (test 9s)
165	Cab 1 active, discordance between cab 1 twilight sensor and cab 2 twilight sensor during 10 min	Check: Twilight fault variable ON after 10 mins (test 10s)
Light Test		
166	TEST MODE	Check: Wait 20 seconds
167	TEST MODE	Check: TEST LIGHTS ON: superior front light, day lights, low beam, shutter, tail lights, brake lights, fog lights, blinkers and direction indicators in both cabs (visual check).
168	TEST MODE	Check: test off after 20 sec
169	TEST MODE OFF	Check: TEST LIGHTS OFF

ANEXO 3

Project: --
Document: Module Technical Specification
Revision / Date: 20/03/2017
Created: María Lázaro
Number of pages: 3

M_LGT_CABLT
LGT LIB

Module Technical Specification

Table of contents

1 SFD Requirements 3

2 Module description 3

3 Inputs..... 3

4 Outputs..... 3

1 SFD Requirements

Cab lighting is controlled by the HMI- Driving Screen.

When pressed the Cab Light button on Cabx HMI-Driving Screen (**HMI.B_CABx_LHT**),

If the Cab light button pressed is in the active cab (**CAB.B_CABACTVx**), then the signal for activate the cab light (**VC.Kx_B_CABLIGHT**) will be set to TRUE.

If it is not in the active cab, then the light will be ON for **LV_LGT_T_SEC_CABLIGHTON= «120 s»**.

x = 1, 2

2 Module description

This FB is in charge of the cab light

3 Inputs

B_CAB_LHT: Cab light requested

B_CABACTV: Cab active

T_WAIT: Timer no active cab

4 Outputs

B_CABLIGHT: Cab light active

Project: --
Document: Module Test Specification
Revision / Date: 28/03/2017
Created: María Lázaro
Number of pages: 4

**M_LGT_CABLT
LGT LIB**

Module Test Specification

Table of contents

1 M_LGT_CABLT 3
1.1 Module description 3
1.2 Input 3
1.3 Output..... 3
2 TEST SPECIFICATION 4

1 M_LGT_CABLT

1.1 Module description

This FB is in charge of the cab light

1.2 Input

B_CAB_LHT: Cab light requested

B_CABACTV: Cab active

1.3 Output

B_CABLIGHT: Cab light active

2 TEST SPECIFICATION

At each step we change the value of the inputs and verify that the outputs match the table's values.

Step	B_CABACTV	B_CAB_LHT	T_WAIT	B_CABLIGHT	T(ms)
1	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	200
2	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200
3	TRUE	FALSE	2000ms	FALSE	200
4	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200
5	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200
6	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	200
7	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE	200
8	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200
9	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200
10	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	1700
11	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE	200
12	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200
13	TRUE	FALSE	2000ms	TRUE	200
14	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200
15	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	1500
16	TRUE	FALSE	2000ms	FALSE	200
17	TRUE	TRUE	2000ms	TRUE	200
18	FALSE	TRUE	2000ms	TRUE	200
19	FALSE	FALSE	2000ms	TRUE	200
20	FALSE	FALSE	2000ms	FALSE	1900

ANEXO 4

UUT Report

Station ID: SLO271LP
Serial Number: NONE
Date: martes, 16 de mayo de 2017
Time: 15:34:21
Operator: administrator
Execution Time: 18.8 seconds
Number of Results: 234
UUT Result: **Passed**

Begin Sequence: MainSequence

(C:\CAP_PROJ\CONTROL_LUCES\secuenciales\SMTS_M_LGT_CABLT_170516033334.seq)

Inicio conexion con VCU Server1	
Status:	Done
Module Time:	0.159
Pausa de 2s	
Status:	Done
Login en server	
Status:	Done
Module Time:	0.0549
Get Info Project	
Status:	Done
Return Value [Out]:	3
Valor [In]:	1
Module Time:	0.00113
Pausa de 2s	
Status:	Done
----- PASO 1 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.0014
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.0011
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed

Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00107
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00117
----- PASO 2 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00103
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00103
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.000989
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00124
----- PASO 3 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00122

WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00121
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00117
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00141
----- PASO 4 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00128
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00121
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00177
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00114
----- PASO 5 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE /	

B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00105
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00115
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00103
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00123
----- PASO 6 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00248
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00118
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00098
Pausa de 0.2s	

Status:	Done
RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00132
----- PASO 7 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00157
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00118
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00115
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00143
----- PASO 8 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00151
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False

Module Time:	0.00127
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00144
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00129
----- PASO 9 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00229
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00239
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00171
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00238
----- PASO 10 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 1,7 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00265
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00126
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00135
Pausa de 1.7s	
Status:	Done
RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00197
----- PASO 11 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.0021
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00231
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00248
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0

Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00182
----- PASO 12 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00199
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00172
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00123
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00134
----- PASO 13 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00135
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00304
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0

Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00139
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00245
----- PASO 14 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00226
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00233
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00239
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.0019
----- PASO 15 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 1,5 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00237

WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00124

WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00132

Pausa de 1.5s

Status:	Done
---------	------

RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00237

----- PASO 16 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .

Status:	Done
---------	------

WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00281

WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00218

WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00268

Pausa de 0.2s

Status:	Done
---------	------

RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)

Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00262

----- PASO 17 ----- Accion: B_CABACTV=TRUE /

B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00175
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00125
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00124
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00139
----- PASO 18 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=TRUE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00199
WR (TRUE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Module Time:	0.00146
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00131
Pausa de 0.2s	

Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00123
----- PASO 19 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 0,2 Verificacion: B_CABLIGHT=TRUE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00243
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00165
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00178
Pausa de 0.2s	
Status:	Done
RD(TRUE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	True
Readed [Out]:	True
Module Time:	0.00178
----- PASO 20 ----- Accion: B_CABACTV=FALSE / B_CAB_LHT=FALSE / T_WAIT=2000ms. Pausa(s): 1,9 Verificacion: B_CABLIGHT=FALSE .	
Status:	Done
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABACTV >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Module Time:	0.00134
WR (FALSE) M_LGT_CABLT.B_CAB_LHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False

Module Time:	0.00127
WR (2000) M_LGT_CABLT.T_WAIT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	2e+003
Module Time:	0.00125
Pausa de 1.9s	
Status:	Done
RD(FALSE) M_LGT_CABLT.B_CABLIGHT >>(LOCAL)	
Status:	Passed
Return Value [Out]:	0
Value [In]:	False
Readed [Out]:	False
Module Time:	0.00304
Open Database	
Status:	Done
Inicio contador	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done

Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	

Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done

Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Done
Inicio Loop	
Status:	Done
Pasado?	
Status:	Done
Open SQL Update	
Status:	Done

Close SQL Update	
Status:	Done
Goto	
Status:	Skipped
Open SQL Update	
Status:	Done
Close SQL Update	
Status:	Done
Close Database	
Status:	Done
Logout en server	
Status:	Done
Module Time:	0.0287
Pausa de 2s	
Status:	Done
Fin conexion con VCU Server1	
Status:	Done
Module Time:	4.76e-005
Pausa de 2s	
Status:	Done

End Sequence: MainSequence

End UUT Report
