

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO

MASTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**REACONDICIONAMIENTO MECÁNICO Y CONTROL DE UNA
MAQUETA PARA LA SIMULACIÓN DE TRÁFICO FERROVIARIO**

JULIO 2014

Ing. Cristian Andrés Tasiguano Pozo

Dr. José Ángel Sirgo Blanco

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por todas las bendiciones, todo lo aprendido, todo lo vivido y de igual manera a mi Santa Madre del Quinche que nunca me has abandonado y siempre nos has bendecido.

A toda mi familia, en especial a mis padres Clarita y Miguel, por toda la fuerza y amor que me han dado y demostrado a lo largo de estos años, espero ser siempre su orgullo y que sepan lo mucho que los amo y el orgullo que es para mí ser su hijo.

A mi hermana Lili, por estar siempre ahí en todo momento, en especial en los difíciles cuando más te necesite estuviste ahí. Te amo mucho mi Flaca Dios te bendiga.

A la compañera de mi vida, Ely, gracias por todo el tiempo maravilloso compartido, alegrías y tristezas, buenos y malos tiempos, gracias por ser mi fortaleza y consuelo siempre, eres y serás el amor de mi vida Te amo mucho.

A los amigos verdaderos, que a pesar del tiempo y la distancia se han hecho presentes de una u otra manera a lo largo de estos 2 años.

A todos los profesores y miembros que conforman el máster EU4M, de manera especial a Annette, Prof. Neff, Tina, y Mike por todo su apoyo y ayuda incondicional en todo momento.

A mi Tutor, Dr. José Angel Sirgo por su excelente calidad humana y profesional, toda la paciencia, apoyo y guía brindada durante la realización de este trabajo.

Un agradecimiento especial al Gobierno Constitucional del Ecuador representado por el Economista Rafael Correa Delgado, a la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación SENESCYT y al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas IECE y a través de ellos a todos los ecuatorianos por la grandiosa oportunidad que me han brindado con el otorgamiento de esta beca y la enorme inversión en la formación de profesionales en pos del crecimiento de nuestro país.

RESUMEN

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Máster fue reacondicionar y poner en funcionamiento una maqueta ferroviaria a escala propiedad del Área de Ingeniería en Sistemas y Automática de la Universidad de Oviedo, la cual se encontraba sin uso alguno.

El reacondicionamiento se realizó tanto en la parte mecánica como en la electrónica de la maqueta para que pueda estar completamente funcional y a disposición de prácticas para los estudiantes y futuros trabajos en la misma.

El reacondicionamiento mecánico consistió en el análisis y diseño de un sistema que permita controlar el movimiento de una plataforma giratoria propia de la maqueta. Así también, el reemplazo de componentes defectuosos y el acondicionamiento de las partes nuevas.

Dentro del reacondicionamiento electrónico, se analizaron diferentes alternativas de sensores para detectar la posición de los trenes a lo largo de las vías y sobre la plataforma giratoria.

Además, se realizó el diseño e implementación de circuitos apropiados para el control de la alimentación de los rieles ferroviarios, inversión de polaridad en las vías, desconexión de la alimentación en sectores y el control de la plataforma giratoria del clasificador de vías.

Conjuntamente, se diseñó un esquema de control para la operación de la maqueta tanto en modo manual como en modo automático y se desarrolló la programación en un autómata programable (PLC) comunicado con el usuario a través de una interface gráfica para su interacción.

Por último se documentó todos los aspectos del proyecto con el debido detalle y en base a los principios de la ingeniería.

PALABRAS CLAVE

PLC – S7200 – Trenes - Wincc - Microwin – Reed– Motor a pasos

ÍNDICE GENERAL	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos del Proyecto.....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.2.1 Situación inicial de la maqueta ferroviaria.....	2
1.3 Descripción de la Documentación.....	4
2. FUNDAMENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MAQUETA	5
2.1 Modelismo Ferroviario	5
2.1.1 Trenes a escala	6
2.1.2 Sistemas de Alimentación y Control.....	6
2.1.3 Accesorios	7
2.2 PLC Siemens S7-200 CPU 224 AC/DC/RLY.....	8
2.2.1 Puerto de Comunicación	9
2.3 Módulo de expansión EM223 DC/RELAY.....	10
2.4 Motor paso a paso híbrido	10
2.4.1 Tarjeta de control motor a pasos	11
2.5 Sensor o interruptor Reed.....	11
2.6 Sensor Óptico (Interruptor fotoeléctrico)	12
3. DISEÑO DEL SISTEMA MAQUETA FERROVIARIA	13
3.1 Descripción de la maqueta.....	13
3.2 Diseño Electrónico	14
3.2.1 Diagrama unifilar de alimentación del tablero eléctrico	14
3.2.2 División y alimentación de la maqueta ferroviaria	15
3.2.3 Detección de la posición de los trenes.	17
3.2.4 Conexión y ubicación de sensores Reed en la maqueta.....	18

3.2.5	Detección de ocupación de la plataforma giratoria	20
3.2.6	Control de alimentación y dirección de movimiento de los trenes	21
3.2.7	Control de la velocidad de los trenes	23
3.2.8	Placa de control	23
3.2.9	Cambios de Vía	24
3.2.10	Semáforos.....	24
3.2.11	Movimiento de plataforma giratoria	25
3.2.12	Controlador Motor a pasos	27
3.2.13	Filtro RC Pasivo	28
3.3	Diseño Mecánico	30
3.3.1	Descripción de los elementos a acoplar	30
3.3.2	Mecanismos de transmisión del movimiento	32
3.3.3	Acoplamientos Mecánicos	33
3.3.4	Descripción del sistema mecánico diseñado	35
3.3.5	Ensamblaje del mecanismo diseñado.....	37
3.3.6	Análisis de tensiones y factor de seguridad de las piezas diseñadas.....	41
4.	SOFTWARE Y PROGRAMACIÓN	47
4.1	Descripción de Software utilizado.....	47
4.1.1	STEP 7-Micro/WIN versión 4.0.....	47
4.1.2	S7-200 PC Access versión 1.0	51
4.1.3	SIMATIC WINCC version 6.0	52
4.2	Comunicación de variables entre el autómata y la interfaz	52
4.3	Configuración de puertos, entradas y salidas del autómata.....	59
4.3.1	Configuración de puertos PTO/PWM	59
4.3.2	Direccionamiento de entradas y salidas del autómata.....	61

4.4	Descripción de la interfaz de control	63
4.4.1	Pantalla “PRESENTACIÓN”	64
4.4.2	Pantalla “SELECCIÓN”	64
4.4.3	Pantalla “CONTROL MANUAL”	65
4.4.4	Pantalla “CONTROL AUTOMÁTICO”	75
4.4.5	Control del motor a pasos.....	83
4.5	Descripción de la programación en el autómata.....	84
4.5.1	Variables auxiliares utilizadas en la programación del autómata	84
4.5.2	Descripción de acciones y resultados.....	86
5.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	93
5.1	Conclusiones.....	93
5.2	Trabajos Futuros	94
6.	PRESUPUESTO	95

1. INTRODUCCIÓN

1.1 *Objetivos del Proyecto*

El principal objetivo del proyecto es la puesta en marcha de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario que requiere del reacondicionamiento de varios elementos electromecánicos y del desarrollo de un programa de control sobre un autómata programable (PLC).

Como objetivos específicos del proyecto se tienen:

- Diseñar e incorporar a la maqueta los elementos mecánicos y eléctricos necesarios para poner en funcionamiento una plataforma giratoria para la clasificación de trenes.
- Dotar a la maqueta de los sensores necesarios para el control del tráfico.
- Diseñar los circuitos de adaptación de señales necesarios para los sensores y actuadores que se incorporen a la maqueta.
- Realizar el análisis, diseño e implementación de programas en el PLC para la simulación del control de tráfico en la maqueta.
- Y finalmente, documentar todos los aspectos del proyecto con el debido detalle y en base a los principios de la ingeniería.

1.2 *Antecedentes*

La maqueta ferroviaria se encontraba en uno de los laboratorios del Área de Ingeniería de Sistemas y Automática. El propósito inicial de la construcción de la maqueta fue para mostrarla como un ejemplo de un sistema automatizado a los estudiantes.

De acuerdo a la documentación disponible del proyecto de Fin de Carrera “CONTROL EN TIEMPO REAL DE UNA MAQUETA FERROVIARIA” [1], el último proyecto desarrollado en esta maqueta fue en el año 2005.

El objetivo principal del mencionado proyecto fue poner a funcionar nuevamente la maqueta mediante la realización de un programa de control, de tal manera que los trenes circulen

libremente por la maqueta sin riesgo de que estos colisionen entre sí; y se pueda mostrar la automatización y control de sistemas en tiempo real a los estudiantes.

Para llevar a cabo dicho proyecto, se cambió la configuración original de las vías para hacer posible la circulación de dos trenes y que puedan cambiarse de vías sin producirse colisiones.

Se realizó el programa de control en lenguaje de alto nivel Ada, que permite desarrollar aplicaciones en tiempo real. Este programa controlaba las salidas de un autómatas desde una PC, para lo cual se programó al autómatas para que interprete los comandos que reciba del PC mediante el puerto serie, sirviendo únicamente como interfaz de salida entre el controlador y la maqueta.

Para la localización de los trenes se utilizaron dos cámaras matriciales de bajo costo colocadas en soportes por encima de la maqueta. Las cámaras eran Webcam a color pero se trabajó en escala de grises y con enlace Firewire. Se utilizaron dos cámaras debido al tamaño de la maqueta; pudo haberse usado solo una pero se hubiera tenido que situarla a una altura considerable y los objetos de la maqueta se hubiesen visto muy pequeños.

1.2.1 Situación inicial de la maqueta ferroviaria

A continuación se indica el estado inicial y configuración de los componentes de la maqueta con los que se va a dar inicio al presente Trabajo de Fin de Máster.

En la Figura 1.1 se muestra la configuración de las vías inicial y el estado de la maqueta ferroviaria para empezar el proyecto.



Figura 1.1. Estado inicial maqueta ferroviaria

En la Figura 1.2 se muestra el tablero de control y conexiones eléctricas que gobernaba la maqueta ferroviaria.

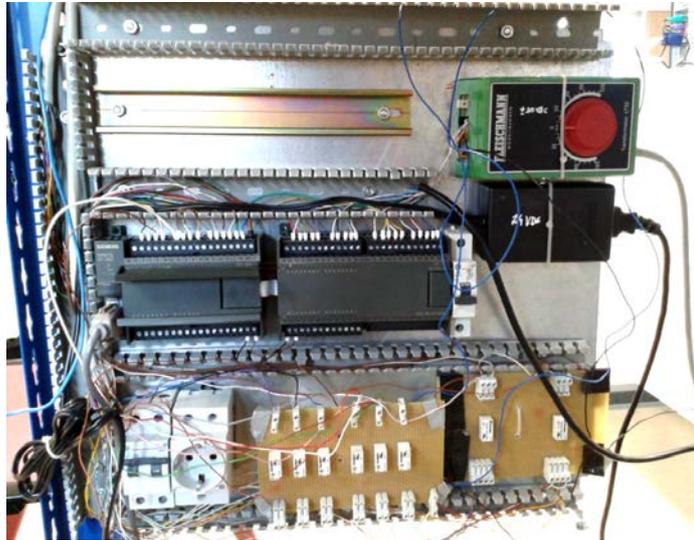


Figura 1.2. Tablero de control y conexiones.

En la Figura 1.3, se indica las placas de control mediante relés de la alimentación y habilitación de los diferentes tramos de las vías de la maqueta ferroviaria.

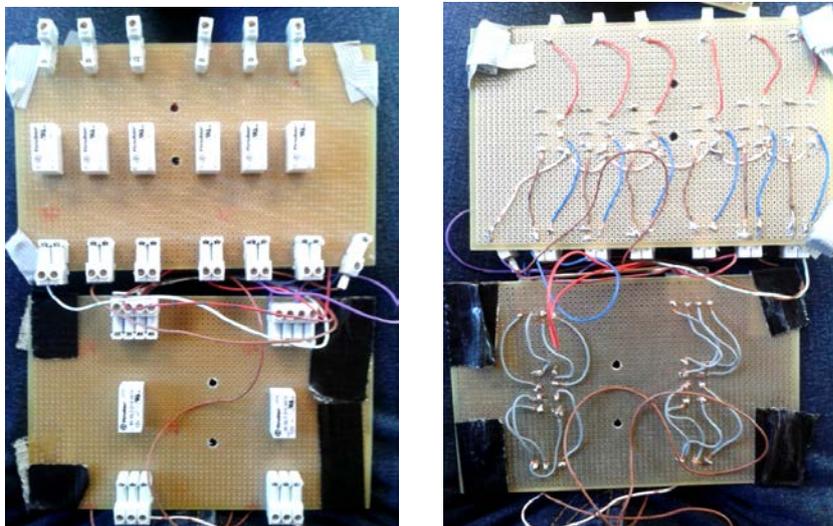


Figura 1.3. Vista frontal y posterior de placas de control de vías.

Cabe mencionar que la documentación del último trabajo realizado sobre la maqueta ferroviaria no dispone de ningún plano eléctrico o electrónico de conexiones ni de los circuitos que se encontraron implementados.

1.3 Descripción de la Documentación

El desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster ha sido organizado por capítulos, cuyo contenido se describe de manera breve a continuación.

En el Capítulo 1 se trata de manera general los objetivos planteados para este trabajo, así también los antecedentes del último proyecto realizado en la maqueta y la situación inicial de la misma.

En el Capítulo 2 se mencionan varios fundamentos y descripciones de los dispositivos más relevantes utilizados con el fin de ilustrar de una manera más clara su funcionamiento y desempeño en el presente proyecto.

En el Capítulo 3 se describe el diseño del sistema tanto en su parte electrónica como en la parte mecánica. Conjuntamente, se indican los componentes y diseños implementados junto a la motivación para su elección.

El Capítulo 4 describe el procedimiento de instalación de los programas utilizados para la aplicación y la lógica secuencial empleada para el diseño del software para la programación del autómata y de la interfaz gráfica.

En el Capítulo 5, se indican las conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del presente trabajo Fin de Máster y los trabajos futuros que se pueden realizar en base al mismo.

En el Capítulo 6, se detalla el presupuesto de los recursos invertidos en el presente Trabajo Fin de Máster.

Y finalmente, se adjunta la sección de ANEXOS donde se encuentran los planos de construcción de las piezas de la parte mecánica y también planos de situación, de conexión detallada, circuitos diseñados y hojas de datos de toda la parte electrónica del proyecto.

En este capítulo se han mencionado los objetivos del presente trabajo fin de Máster, los antecedentes, y la situación inicial de la maqueta ferroviaria. Así también, se ha descrito brevemente el contenido de la documentación capítulo por capítulo.

En el siguiente capítulo, se explican algunos conceptos y descripción de funcionamiento de los componentes a utilizarse en el presente proyecto.

2. FUNDAMENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MAQUETA

El objetivo global del presente Trabajo Fin de Máster es la puesta en marcha de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario que requiere del reacondicionamiento de varios elementos electromecánicos y del desarrollo de un programa de control sobre un PLC Siemens S7-200.

Con este objetivo, en este capítulo se inicia por tratar de manera general varios conceptos y la descripción del funcionamiento de los componentes de la maqueta más relevantes para el desarrollo y entendimiento del presente proyecto.

2.1 *Modelismo Ferroviario*

El modelismo ferroviario es un hobby o actividad recreativa que consiste en la construcción a escala de trenes y sus entornos. Este tipo de modelismo nace casi inmediatamente a la par de cuando aparecen los trenes reales.

Esta actividad se ha ido modernizando, hasta el punto de que actualmente las maquetas de modelismo ferroviario, como la mostrada en la Figura 2.1, utilizan electricidad para el movimiento de los trenes y energizar los componentes de las maquetas como la iluminación, cambios de vías, rampas de desacoplamiento, semáforos, etc., elementos que hacen a la maqueta lo más parecida a la realidad.



Figura 2.1 Maqueta de modelismo ferroviario.

2.1.1 Trenes a escala

En sus inicios se hicieron como juguetes de lata a cuerda y actualmente son trenes eléctricos a escala con aspecto muy detallado y exacto de los modelos reales.

Los trenes a escala son trenes eléctricos en miniatura utilizados como juguetes y en mayoría de las veces en maquetas de modelismo ferroviario. Los trenes pueden estar estáticos o en movimiento. En este último caso, los modelos de trenes tienen motores alimentados con voltajes entre 9 y 24 voltios de corriente tanto continua como alterna.

Los modelos se fabrican en distintas escalas, siendo las más conocidas la H0, N y Z. La escala indica la relación entre los ferrocarriles y accesorios modelo de tamaño específico con sus equivalentes en la vida real.

La escala H0, por lejos la escala más popular, tiene una proporción de 1:87 y el ancho de vías para esta escala es de 16,5 milímetros. La escala N es de una proporción de 1:160 y el ancho de vías para esta escala es de 9 milímetros. Por último, la escala Z tiene una proporción de 1:220 y el ancho de vías para esta escala es de 6,5 milímetros. [2]

Los trenes utilizados en la maqueta ferroviaria son de escala H0 y se indican a continuación en la Figura 2.2.



Figura 2.2. Trenes escala H0 a utilizarse en la maqueta

2.1.2 Sistemas de Alimentación y Control

Para controlar los trenes a escala se pueden mencionar dos tipos: el control tradicional y el control electrónico.

El control tradicional de la velocidad de los trenes se realiza variando el voltaje presente en la vía, de la cual los motores de los mismos toman su alimentación. Existen dos sistemas principales: el de dos carriles y el de tres carriles.

El sistema de dos carriles usa corriente continua y alimenta las locomotoras y vagones por uno de los carriles y retorna por el otro. Los carriles tienen, por tanto, polaridad. Cambiando esta polaridad se consigue invertir el sentido de la marcha del tren sobre las vías.

El sistema de tres carriles utiliza corriente alterna que alimenta por los carriles de circulación por un lado y tiene un tercer carril central, entre ellos, para el retorno. Como la corriente alterna no tiene una polaridad constante, para invertir el sentido de la marcha se envía a la locomotora una sobretensión de aproximadamente 20 a 24 voltios que activa un mecanismo mecánico o electrónico de inversión.

Por otro lado, el control basado en electrónica se empezó a popularizar a mediados de los años 90, y actualmente, se usan microcontroladores. Estos sistemas reciben el nombre de DCC (Digital Command Control).

El sistema requiere que las locomotoras tengan instalado un circuito electrónico capaz de mover el motor o los accesorios de acuerdo a las órdenes digitales recibidas por la vía mediante circuitos electrónicos. [2]

2.1.3 Accesorios

2.1.3.1 Cambios de Vía

Los cambios de vía son actuadores que producen el movimiento de las rieles para que un tren pueda cambiar de una vía hacia otra. En la maqueta, estos cambios de vía permiten que los trenes puedan pasar de la pista externa a la interna y viceversa.

Los cambios de vía poseen internamente una bobina dividida en dos tramos y una placa metálica.

Para controlar el cambio de vía, la bobina es energizada mediante un pulso de corriente alterna proveniente, en este caso de un autómatas, provocando el movimiento de la placa metálica a la que están acoplados de cierta forma los rieles permitiendo así su movimiento de un lado a otro.

Los cambios de vía utilizados son de marca Fleischmann para escala H0 como se muestra en la Figura 2.3 a continuación.



Figura 2.3. Cambio de vía Fleischmann para H0.

2.1.3.2 Semáforos

En la maqueta, los semáforos sirven como señalización del modo de funcionamiento: Manual o Automático.

En el modo Manual, los semáforos indican con luz roja si se encuentra activado un paso a nivel sobre las vías, de lo contrario con luz verde si no está activado.

Para el modo Automático, cuando las vías se encuentran energizadas las luces de semáforos parpadean intercambiándose entre sí.

2.2 PLC Siemens S7-200 CPU 224 AC/DC/RLY

El autómata a utilizarse para el proyecto es el PLC Siemens s7-200 con una CPU 224 AC/DC/RLY, como el indicado en la Figura 2.4.

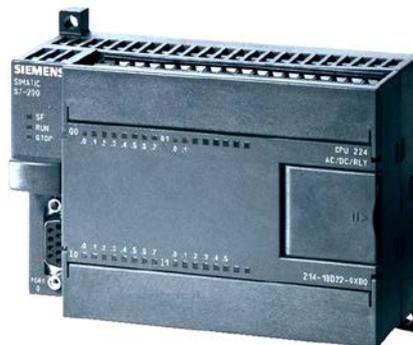


Figura 2.4. PLC Siemens S7-200 CPU 224

El autómata programable s7-200 está considerado como un micro-PLC compacto, potente, rápido, con una conectividad extraordinaria y todo tipo de facilidades en el manejo del software y del hardware.

Entre las principales prestaciones de la gama s7-200 de Siemens están:

- Pequeño y compacto, ideal para aplicaciones donde se cuenta con reducido espacio.
- Extensa funcionalidad básica uniforme en todos los tipos de CPU.
- Alta capacidad de memoria.
- Extraordinaria respuesta en tiempo real; la posibilidad de dominar en cualquier instante todo el proceso permite aumentar la calidad, la eficiencia y la seguridad.
- Manejo simplificado gracias a software de fácil uso STEP7-Micro/WIN, ideal tanto para nuevos usuarios como para expertos.

La CPU 224 a utilizarse tiene la inscripción AC/DC/RLY de la significa que el autómata se alimenta con tensión alterna 220VAC, posee una salida de continua 24VDC y las salidas son de conexión tipo relé o libre de potencial. La tensión permitida en las salidas es 24VDC o entre 24 a 230 VAC.

La CPU 224 posee 14 entradas y 10 salidas digitales y permite un máximo de 7 módulos de expansión. Además posee 6 contadores de alta velocidad y dos salidas de pulsos PTO/PWM de 2 a 20 KHz configurables. [3]

2.2.1 Puerto de Comunicación

El autómata S7-200 se comunica con el PC mediante un cable PC/PPI, como el indicado en la Figura 2.5.



Figura 2.5. Cable PC/PPI.

Este cable se conecta en el puerto del autómeta y en el puerto R-232 del CPU permitiendo cargar el programa de control en el PLC y también conectar el autómeta a otras unidades programables en una red de PLC's.

2.3 Módulo de expansión EM223 DC/RELAY

El módulo de expansión EM223 DC/RELAY tiene 16 entradas digitales y 16 salidas tipo relé. Las entradas digitales soportan una entrada de 24 - 30VDC. La salida de corriente máxima es de 2A. El modulo de expansión EM223 se indica a continuación en la Figura 2.6. [4]



Figura 2.6. EM223 DC/RELAY.

2.4 Motor paso a paso híbrido

El motor paso a paso, Figura 2.7, es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados (pasos) dependiendo de sus entradas de control.



Figura 2.7. Motor paso a paso.

El motor paso a paso a utilizarse es de tipo híbrido, el cual se caracteriza por tener varios dientes en el estator y en el rotor, el rotor con un imán concéntrico magnetizado axialmente alrededor de su eje. Esta configuración es una mezcla de los tipos de reluctancia variable e imán permanente.

Este tipo de motor tiene una alta precisión y alto par y se puede conseguir que se mueva un paso angular tan pequeño como 1.8° . [5]

En la maqueta ferroviaria, el motor a pasos cumple la función de controlar la posición angular de la plataforma giratoria de manera precisa y así evitar descarrilamientos.

2.4.1 Tarjeta de control motor a pasos

Para controlar un motor paso a paso se debe alimentar el común de las bobinas del motor con Vcc y se conmuta con tierra en los cables del devanado correspondiente con lo que se hace pasar la corriente por la bobina del motor adecuada, generando un campo electromagnético que atraerá el polo magnetizado del rotor y el eje del mismo girará. Esta secuencia de activación de los devanados del motor a pasos se logra con circuitos integrados y con tarjetas de control.

La tarjeta de control de un motor a pasos permite utilizar secuencias de activación de las bobinas de paso completo, medio paso y de onda.

La secuencia de paso completo es la secuencia más usada y la que generalmente recomendada por el fabricante de los motores. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

En la secuencia de medio paso se activan las bobinas de tal forma de brindar un movimiento igual a la mitad del paso real, es decir, el motor gira en pasos más pequeños y precisos. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente.

La secuencia de onda se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave. Por otra parte, al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor. [6]

2.5 *Sensor o interruptor Reed*

El sensor o interruptor Reed es un interruptor eléctrico accionado por un campo magnético. Este sensor consiste de un par de contactos con laminillas de metal ferroso selladas herméticamente en una cápsula de vidrio.

Los contactos pueden ser normalmente abiertos, los cuales se cierran en presencia de una bobina energizada o un imán, regresando a su posición original una vez retirada la influencia de la bobina o el imán. [7]

En la Figura 2.8, se muestra un sensor o interruptor Reed y cómo se visualiza internamente.



Figura 2.8. Sensor Reed.

Para esta aplicación, los sensores o interruptores Reed se encuentran colocados estratégicamente en las vías de la maqueta para detectar la posición de los trenes sobre la misma.

A los trenes se les ha colocado un pequeño imán en su parte inferior para que al pasar por sobre los interruptores Reed, estos se cierran dejando pasar una señal de 24Vdc hacia el autómata conociéndose así en cual tramo de las vías se encuentra cada tren.

2.6 Sensor Óptico (Interruptor fotoeléctrico)

Un sensor fotoeléctrico es un sensor sin contacto que emplea luz transmitida o reflejada como medio de detección.

El sensor consta de una fuente de luz, emisor, y un detector (receptor) los cuales pueden encontrarse en el mismo encapsulado o en encapsulados diferentes. Dependiendo del modo de operación, el sensor proporciona una salida cuando el haz de luz entre el emisor y el receptor llega completamente o cuando es bloqueado. [8]

En este capítulo se han descrito los conceptos y componentes más relevantes aplicados en la maqueta y así también se ha mencionado brevemente su funcionamiento con el fin de facilitar el desarrollo y entendimiento del presente proyecto.

En el siguiente capítulo, se detalla el diseño del sistema en la parte electrónica y mecánica, después de tomar en cuenta las opciones más factibles y sus respectivos análisis.

3. DISEÑO DEL SISTEMA MAQUETA FERROVIARIA

Para el diseño del sistema se ha considerado a la maqueta ferroviaria como un sistema completo compuesto de dos subsistemas: electrónico y mecánico.

En este capítulo se presenta una descripción de la maqueta y se desarrolla de manera individual tanto el diseño de la parte electrónica como el de la parte mecánica.

3.1 Descripción de la maqueta

La maqueta ferroviaria está compuesta de dos pistas ovaladas colocadas sobre un tablero de corcho de 244 cm de largo, 91 cm de ancho y 5 cm de espesor. Cada pista está compuesta por tramos de rieles metálicos rectos y curvos unidos entre sí mediante acoples metálicos y plásticos, como se mencionó anteriormente.

En las pistas existen cuatro cambios de vía (CV2, CV3, CV4 y CV5) situados en diferentes puntos de la maqueta, los cuales permiten la unión de la pista interna y externa. En el centro, se encuentra una plataforma giratoria rodeada de tres terminales donde se aparcan los trenes y se comunica con la pista interna a través de un cambio de vía (CV1), como se indica en la Figura 3.1.

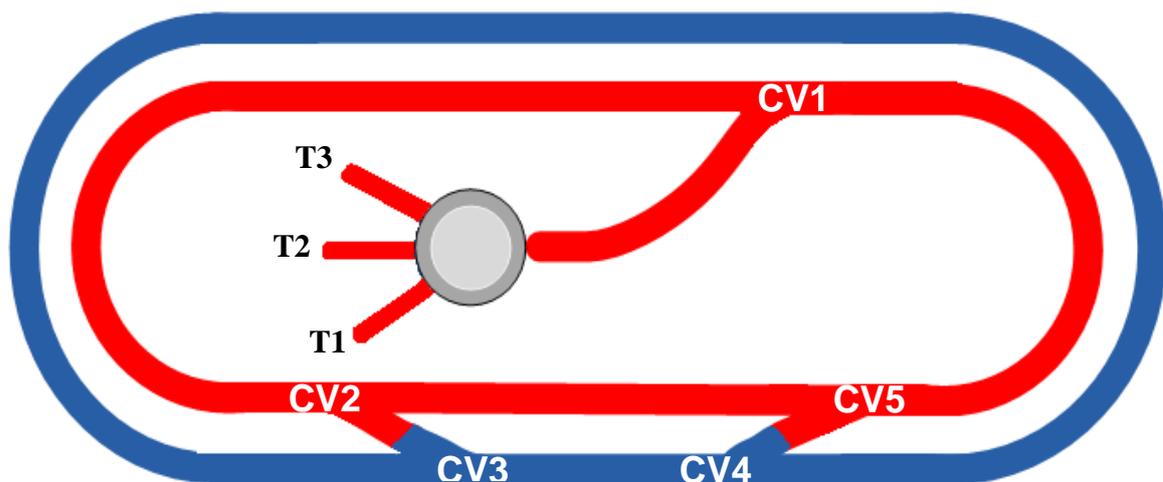


Figura 3.1. Pistas y cambios de vía de la maqueta ferroviaria.

Los componentes de la maqueta como las vías, trenes, cambios de vía, aislantes y plataforma giratoria son de escala H0, una de las más populares en el modelismo ferroviario.

3.2 Diseño Electrónico

Dentro del diseño del subsistema electrónico de la maqueta ferroviaria se encuentra todo lo que comprende la alimentación y conexiones del autómatas, fuentes de voltaje, sensores, vías y actuadores de la maqueta.

Conjuntamente, se lleva a cabo la selección de sensores para la detección de posición de los trenes sobre las vías y el motor apropiado para la plataforma giratoria. Además el diseño de circuitos para el control de la alimentación y dirección de movimiento de los trenes.

3.2.1 Diagrama unifilar de alimentación del tablero eléctrico

El circuito de alimentación del tablero eléctrico se representa mediante un diagrama unifilar, Figura 3.2, donde se muestra la instalación eléctrica realizada para proveer de alimentación al autómatas y fuentes de voltaje.

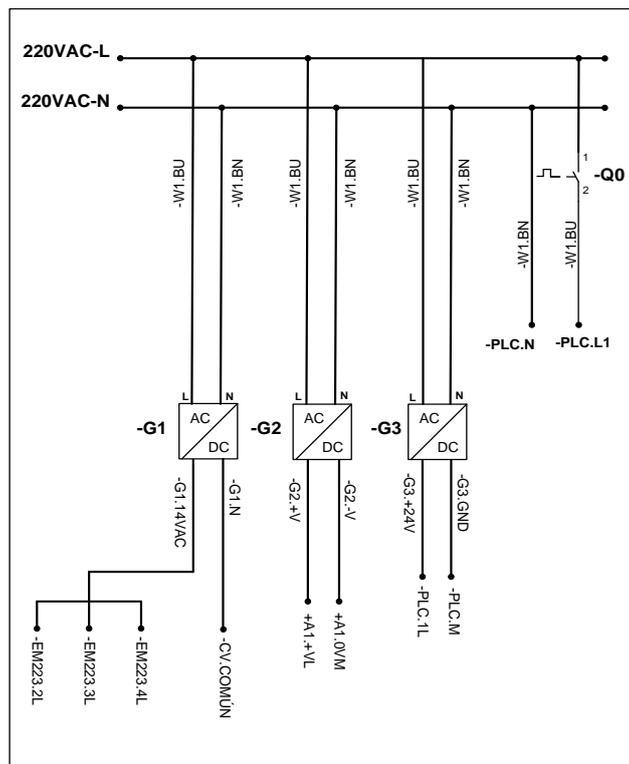


Figura 3.2. Diagrama unifilar de alimentación del tablero eléctrico.

La tensión principal de alimentación es de 220VAC a 50 Hz. A esta tensión se encuentran conectados a través de una protección termo magnética el autómatas y 3 fuentes de voltaje.

Las fuentes de voltaje, etiquetadas como G1, G2 y G3, son fuentes de 14VAC, 12VDC y 24VDC respectivamente. La Fuente de voltaje G1 es la encargada de alimentar los cambios de vía y semáforos. La fuente de voltaje G2 alimenta al motor a pasos y a su tarjeta controladora. La fuente G3 alimenta a las vías de la maqueta y al circuito de control de la alimentación y dirección de los trenes.

La conexión a GND de todas las fuentes de voltaje y del autómatas se encuentran conectadas entre sí para tener una sola referencia en todo el tablero eléctrico.

3.2.2 División y alimentación de la maqueta ferroviaria

Las pistas interna y externa están alimentadas de manera independiente. Para poder controlar la alimentación de las pistas y por ende el movimiento de los trenes sobre la maqueta, se ha considerado necesario dividir las pistas interna y externa en regiones, utilizando acoples plásticos de vías para la separación entre regiones.

A la pista externa se la ha dividido en cuatro regiones y a la pista interna se encuentra dividida en cinco regiones, incluida la región de la plataforma giratoria, como se muestra en la Figura 3.3.

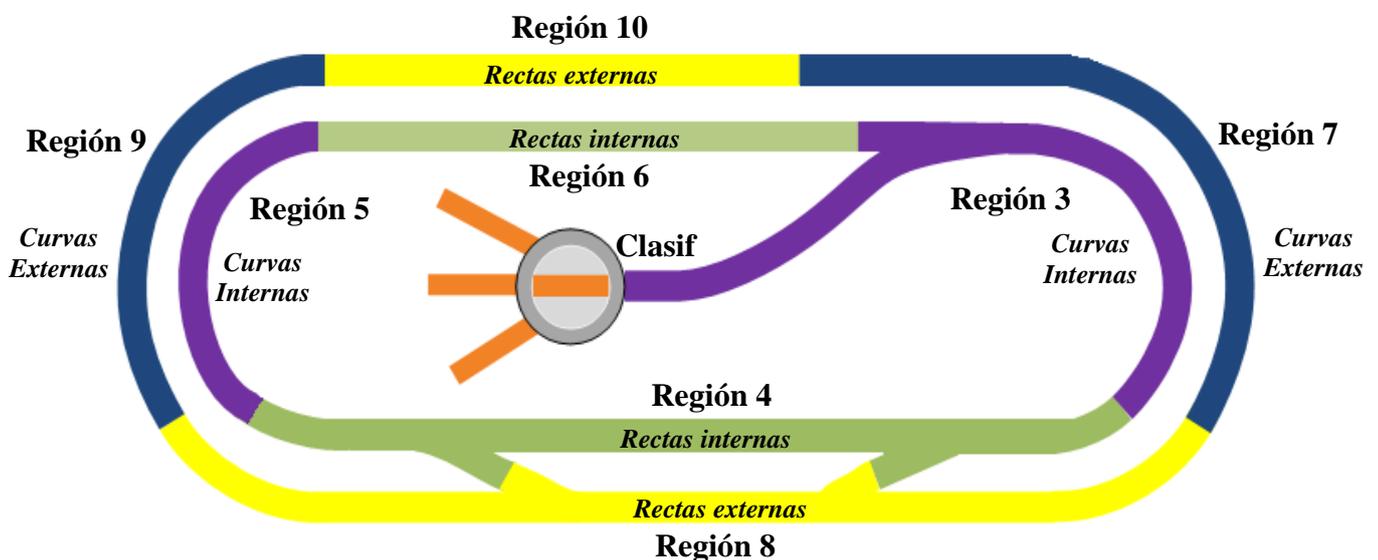


Figura 3.3. División en regiones de las pistas de la maqueta.

Para controlar cada región individualmente, se necesita de una salida del autómatas por cada región, en este caso nueve salidas. Al no disponer de esta cantidad de salidas para este objetivo, se agrupan dos regiones y controla su alimentación como que fuese una sola región. Bajo éste concepto, se agruparon las regiones 3 y 5 (curvas internas), las regiones 4 y 6 (rectas internas),

las regiones 7 y 9 (curvas externas), las regiones 8 y 10 (rectas externas) y la región del clasificador de vías, reduciendo de esta manera a cinco en número de salidas necesarias para el control de la alimentación de las pistas.

De esta manera, se permite al autómatas proveer o interrumpir la alimentación de cualquier región de la maqueta sin tener que afectar a la pista completa y así poder controlar el desplazamiento de los trenes, pero teniendo en cuenta de que si se retira la alimentación de una de las regiones parte de una agrupación de las arriba mencionadas, la otra también se verá afectada ya que comparte el cableado de control de la alimentación.

3.2.2.1 Acoples de vías

Las rieles se encuentran acopladas una a otra mediante acoples metálicos y plásticos, como los mostrados en la Figura 3.4.



Figura 3.4. Acoples de vía metálico y de plástico

Los acoples metálicos, Figura 3.5, se utilizan para conectar vías donde se necesita una alimentación continua.

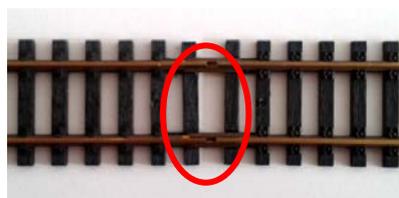


Figura 3.5. Acoplamiento de vía metálico

Los acoples de plástico, Figura 3.6, se utilizan para delimitar y separar las pistas en regiones de alimentación.

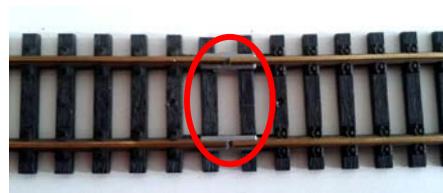


Figura 3.6. Acoplamiento de vía plástico

3.2.3 Detección de la posición de los trenes.

Para poder llevar a cabo un control eficaz de una maqueta ferroviaria, es necesario conocer la posición de los trenes a lo largo de su recorrido.

Por practicidad, en las maquetas ferroviarias se utilizan sensores que se basan en contactos que se cierran momentáneamente al paso de un tren por determinado lugar.

Existen sensores de posición comerciales que se pueden instalar sobre cualquier vía sin necesidad de levantarla, resultan ser bastante fiables y no necesitan de acondicionamiento alguno. De igual manera existen sensores que por cuenta del modelista se deben instalar y acondicionar su señal manualmente para que pueda ser utilizada.

A continuación se analizan algunos de los sensores comerciales para la detección de la posición de trenes comúnmente usados y cuál de ellos se ha elegido para la maqueta ferroviaria.

3.2.3.1 Vías de Contacto

Entre los sensores comerciales se encuentran las conocidas como vías de contacto. Las vías de contacto son elementos mecánicos que funcionan a base de que al pasar el tren por encima de este elemento especial de vía, empuja una palanca que actúa sobre un conmutador, cambiando momentáneamente su posición.

Este tipo de sensor funciona como un conmutador SPDT (single pole double throw), es decir, cierra un circuito cuando el tren pasa en una dirección y cierra otro circuito diferente cuando el tren pasa en dirección contraria. [9]

3.2.3.2 Sensores Infrarrojos

Los sensores infrarrojos funcionan mediante un emisor y un receptor situados a cada lado de la vía, o mediante un emisor y un receptor por reflexión, que se puede situar en la vía apuntando hacia arriba. Su uso resulta ser complicado ya que requieren de un circuito electrónico para su funcionamiento. En general pueden detectar cualquier objeto, no necesariamente un tren, lo cual puede resultar no tan práctico y útil para esta aplicación. [9]

3.2.3.3 *Sensores o interruptores Reed*

Entre los sensores de instalación y acondicionamiento manual se encuentran los sensores o interruptores Reed. El sensor Reed es un elemento mecánico que consiste de una cápsula de vidrio en forma cilíndrica de unos pocos milímetros de diámetro y longitud, en cuyo interior tienen dos láminas de hierro unidas a los terminales, y que inicialmente están separadas. Si se acerca un imán, las láminas se magnetizan, se atraen y entran en contacto cerrando el circuito.

Para la escala H0, es muy común utilizar imanes de Neodimio muy pequeños, 3-4 mm de diámetro y 1-2 mm de longitud, que generan un gran campo magnético, construidos con aleaciones de Neodimio. [9]

3.2.3.4 *Sensor de Efecto Hall*

El sensor de efecto Hall es parecido en funcionamiento al sensor Reed pero con la diferencia de que se trata de un componente electrónico. Son más pequeños de tamaño, más sensibles, más robustos y no más caros que los sensores Reed. Los sensores de efecto Hall son de varios tipos dependiendo de si reaccionan solamente al polo norte, al polo sur o a ambos polos de los imanes.

Desde el punto de vista práctico, estos sensores son más complejos que los Reed ya que el acondicionamiento y cableado es algo más elaborado ya que cada sensor Hall tiene tres terminales y necesita recibir una tensión continua como alimentación.

Para la elección final del sensor a implementarse en la maqueta para la detección de la posición de los trenes, se ha tomado en cuenta la practicidad, funcionamiento, fiabilidad, costo, dificultad en el montaje y acondicionamiento de su señal. [9]

Una vez analizadas las diferentes posibilidades, se ha elegido al sensor Reed para lo cual también es necesaria la incorporación de imanes en la parte inferior de los trenes.

Para mayor información de las características y especificaciones de estos sensores referirse a su hoja de datos ubicada en el ANEXO III.

3.2.4 Conexión y ubicación de sensores Reed en la maqueta

Los sensores Reed a utilizarse son del tipo interruptores de láminas SPNO (single pole normally open) unipolar, normalmente abierto. Soporta una corriente de hasta 1 Amperio y 230 voltios.

Para la conexión, Figura 3.7, es importante mencionar que cada sensor Reed carece de polaridad en sus terminales, por lo que uno de sus extremos sin importar cual se lo conecta directamente a la alimentación de 24 VDC. El otro extremo del sensor va conectado a una entrada del autómata, la cual se encuentra referenciada a GND.

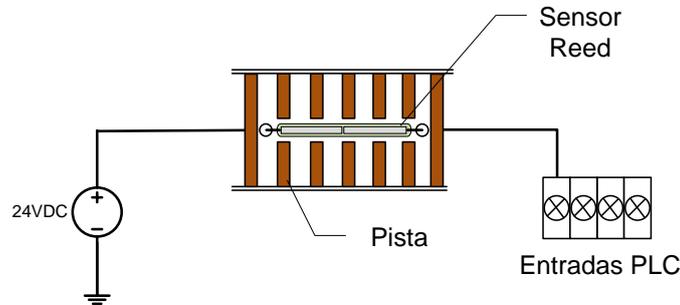


Figura 3.7. Conexión del sensor Reed.

Para el montaje de los sensores, se realizaron pequeños cortes en las rieles de las pistas, se hicieron agujeros al soporte de la maqueta para el cableado y se soldaron cables a sus terminales para su conexión.

Para la ubicación de los sensores, se han considerado las regiones donde exista mayor probabilidad de colisión entre trenes, es decir, donde se encuentran los cambios de vía, y en las demás regiones en la mitad de cada una, como se indica en la Figura 3.8.

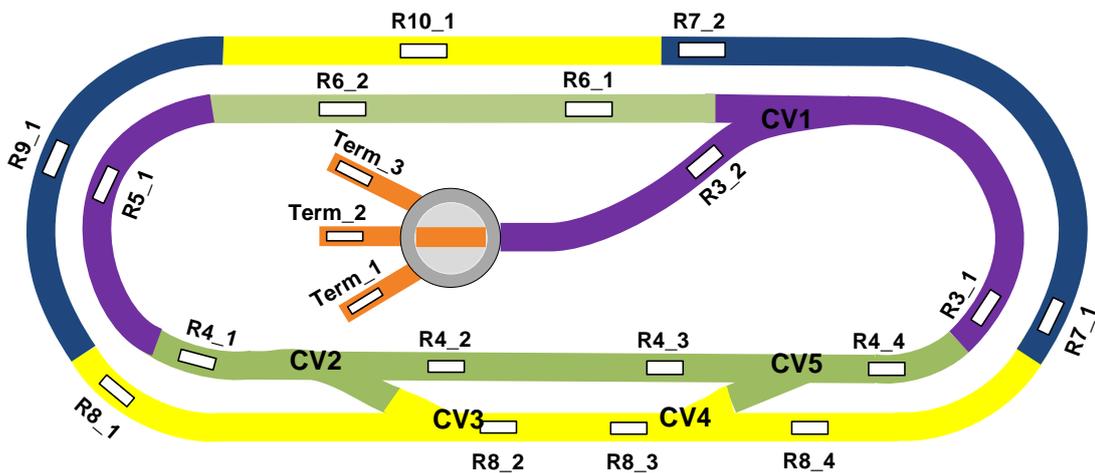


Figura 3.8. Ubicación de sensores Reed sobre las pistas.

Con la ayuda de las señales de estos sensores es posible saber en donde se encuentran los trenes durante su desplazamiento y con ello poder evitar colisiones al efectuarse cambios de pista.

Los sensores han sido denominados de acuerdo a la región donde se encuentra y el número de sensor que es, por ejemplo el sensor R8_3, es el tercer sensor de la región 8; de igual manera con los demás sensores. Los sensores denominados como Term_1, Term_2 y Term_3 son los ubicados en los terminales 1, 2 y 3 respectivamente.

Para obtener información más detallada de los diagramas de conexión de los sensores referirse a los planos eléctricos “Diagrama de Conexiones Ampliado Maqueta” ubicados en el ANEXO I.

3.2.5 Detección de ocupación de la plataforma giratoria

Para que la plataforma giratoria pueda funcionar correctamente es necesario conocer cuando un tren se encuentre ubicado sobre ella. Debido a que la plataforma es de plástico y va a estar en movimiento, resulta inadecuada la instalación de un sensor Reed en las vías. La perforación para el cableado de los sensores y los cables en sí pueden causar un desperfecto en la plataforma y comprometer su funcionamiento.

Para evitar cualquier alteración física de la plataforma se ha considerado adecuado el uso de un sensor óptico que permita saber cuando un tren se encuentra o no sobre la plataforma.

El sensor óptico utilizado en ésta aplicación es un interruptor de control fotoeléctrico SQUARE-D Class 9007, mostrado en la Figura 3.9.

Su alimentación es de 12 a 24 voltios de corriente continua y a su salida proporciona una corriente máxima de 100mA.



Figura 3.9. Sensor interruptor fotoeléctrico SQUARE-D Class 9007.

El sensor óptico cuenta con tres cables: café, negro y azul. El cable de color café es donde se conecta la tensión positiva de la alimentación de corriente continua. El cable de color negro es la

salida del sensor cuyo valor está entre 0V, cuando no hay ningún objeto que interrumpa el haz de luz entre el sensor y el espejo, y el voltaje de alimentación aplicado al sensor, cuando un objeto ha bloqueado el haz de luz entre el sensor y el espejo. Por último, el cable de color azul debe ir conectado a GND de la alimentación de corriente continua.

3.2.6 Control de alimentación y dirección de movimiento de los trenes

Para poder controlar la alimentación de las diferentes regiones y terminales, y de la dirección de movimiento de los trenes es necesario de un circuito adicional compuesto por relés controlados desde el autómata.

3.2.6.1 Control de alimentación de los terminales

A través de las vías de la plataforma giratoria se alimenta a las vías de los terminales 1, 2 o 3 dependiendo de la vía a la que este acoplada el clasificador de la plataforma. El clasificador de vías se energiza únicamente cuando un tren va a salir o a entrar a los terminales por lo que solo se lo habilita en determinados momentos.

Para tener el control de la habilitación de las vías de la plataforma y por ende de los terminales se utiliza un relé operado bajo la lógica indicada a continuación en la Figura 3.10.

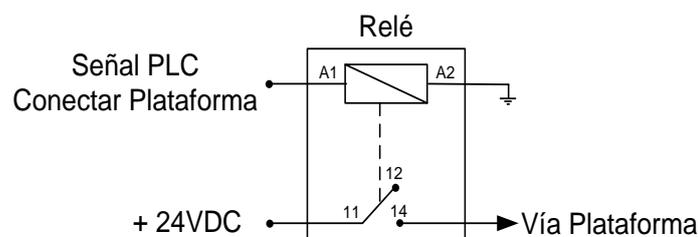


Figura 3.10. Alimentación de plataforma y terminales.

Cuando se desea que un tren salga o ingrese a un terminal, el autómata energiza la salida correspondiente a la conexión de la plataforma haciendo que el contacto normalmente abierto del relé se cierre y la alimentación de +24VDC llegue a una de las vías de la plataforma y la energice.

3.2.6.2 Control de alimentación de las regiones

Las regiones en las que se han dividido las pistas deben estar conectadas mientras la maqueta está en funcionamiento. Para detener el movimiento de los trenes se deshabilitan estas regiones.

Para la inhibición de cualquier región se utiliza un relé como se muestra en la Figura 3.11.

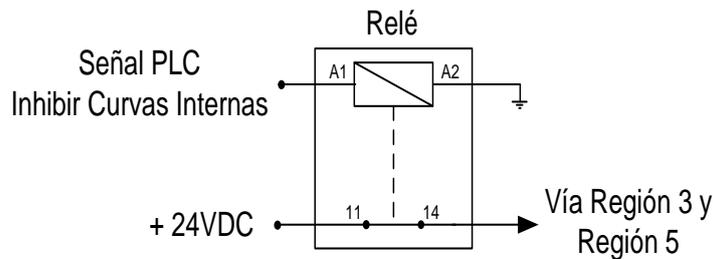


Figura 3.11. Control de inhibición de regiones.

Cuando se desean deshabilitar ya sean las curvas internas, curvas externas, rectas internas o rectas externas, el autómatas energiza la salida correspondiente al sector a inhibirse y el contacto normalmente cerrado del relé se abre y corta la alimentación de las regiones que conforman el sector seleccionado.

3.2.6.3 Control de la dirección del movimiento de los trenes

Los trenes tienen internamente un motor de corriente continua, el cual toma la alimentación de las rieles a través de las ruedas del tren y gira en determinada dirección dependiendo de la polaridad del voltaje en sus terminales. Para invertir el sentido de giro del motor y por ende la dirección en la que se mueven los trenes se debe invertir la polaridad de las vías.

El circuito para invertir la polaridad de la alimentación de las vías se compone de un relé cuyos contactos deben ir conectados como se muestra a continuación en la Figura 3.12.

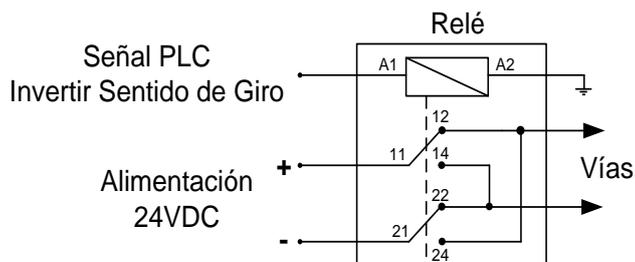


Figura 3.12. Circuito para invertir la polaridad en las vías.

Inicialmente las vías tienen una polaridad de + y – en su alimentación. Para invertir el sentido de giro, el automático energiza una de sus salidas alimentando a la bobina del relé, lo que provoca el cambio de estado de sus contactos e invierte la polaridad en la alimentación.

3.2.7 Control de la velocidad de los trenes

Para controlar la velocidad de los trenes, se varía el voltaje que se le suministra a través de las vías. Si se proporciona a las vías el voltaje de la fuente en su totalidad, 24VDC, el movimiento de los trenes es demasiado rápido y causa descarrilamientos.

Para reducir la tensión de alimentación en las vías y evitar estos problemas se utiliza la modulación por ancho de pulso PWM, como se explica en la Figura 3.13. Esta señal puede ser generada desde salidas especiales configurables del automático para alimentar la pista interna y externa de la maqueta.

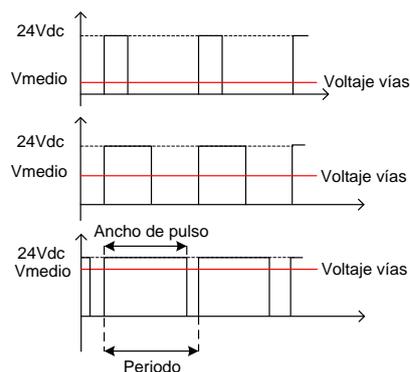


Figura 3.13. Señal PWM para el control de voltaje en las vías.

3.2.8 Placa de control

Se ha diseñado una placa electrónica, Figura 3.14, en la cual se encuentran los relés que reciben las señales desde el automático para el control de la alimentación de todas las vías de la maqueta y la dirección del movimiento de los trenes.

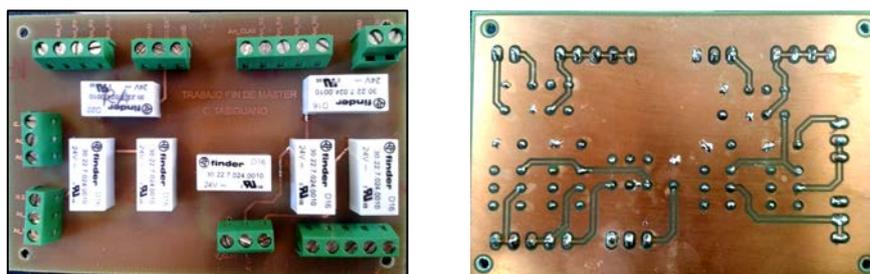


Figura 3.14. Placa de control alimentación de vías y dirección de trenes.

Para obtener información más detallada del circuito esquemático y el diseño de la placa electrónica, referirse a los planos “Circuito Esquemático Placa de Control Alimentación de Vías y Dirección de Trenes” y “Circuito Impreso Placa de Control Alimentación de Vías y Dirección de Trenes (Vista Top y Bottom)” ubicados en el ANEXO I.

3.2.9 Cambios de Vía

Estos cambios de vía tienen 3 cables, el de color negro va conectado a la tensión alterna de 14VAC, mientras que los otros 2 van conectados a dos salidas independientes del autómata como se indica a continuación en la Figura 3.15 a continuación:

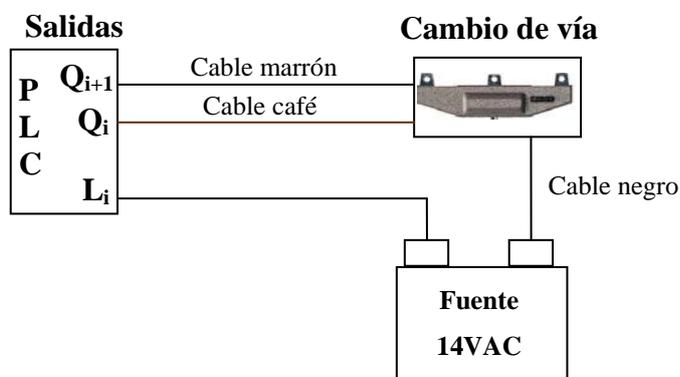


Figura 3.15. Conexión eléctrica de los cambios de vía.

El cable de color marrón recibe el pulso para que el cambio de vía este DESVIADO, Figura 3.16 (a), y el cable de color café recibe el pulso para que el cambio de vía este RECTO, (b).

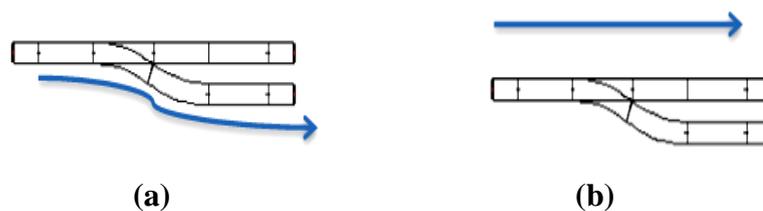


Figura 3.16. (a) Cambio de vía DESVIADO (b) Cambio de vía RECTO

3.2.10 Semáforos

Los semáforos propios de esta maqueta tienen tres cables de color amarillo, verde y rojo. El cable color amarillo va conectado a la tensión alterna común para los accionadores de 14VAC. Mediante el cable verde se recibe la señal de encendido de la luz VERDE proveniente de una

salida del autómata, y el cable rojo recibe la señal de encendido de la luz ROJA proveniente también de una salida del autómata.

La conexión eléctrica de los semáforos se indica en la Figura 3.17 a continuación:

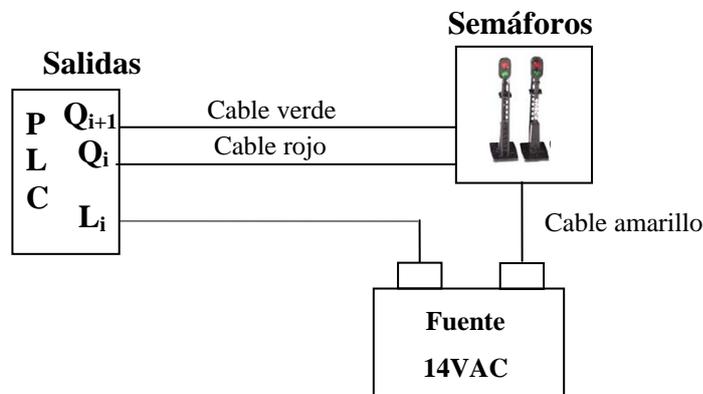


Figura 3.17. Conexión eléctrica de los semáforos.

Debido al limitado número de salidas disponibles, se conectó los cables correspondientes de 2 semáforos para que funcionen como uno solo, es decir, que ambos enciendan sus luces respectivas al mismo tiempo.

3.2.11 Movimiento de plataforma giratoria

Para poner en funcionamiento la plataforma giratoria del clasificador de vías es necesario el uso de un motor.

Para que la plataforma funcione correctamente desde el punto de vista electrónico, se requiere del motor a elegir lo siguiente:

- El motor debe permitir un control de posición preciso ya que las vías de la clasificadora deben alinearse perfectamente con las vías de los terminales para evitar descarrilamientos de los trenes cuando estas se alimenten.
- El motor debe funcionar bien a baja velocidad y tener el par suficiente para mover la plataforma.
- Debido a que la función del motor no es complicada se debe poder controlarlo y conectarlo de una manera sencilla.

Se ha realizado la comparación entre diferentes tipos de motores para seleccionar el que mejor se adapte al funcionamiento de la plataforma giratoria. Las ventajas y desventajas consideradas se muestran a continuación en la Tabla 3.1. [10]

Tabla 3.1. Ventajas y desventajas según el tipo de motor considerado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS SEGÚN EL TIPO DE MOTOR		
Tipo de Motor	Ventajas	Desventajas
<p>Motor DC</p> 	<p>Existe una amplia gama de selección.</p> <p>Control de velocidad a través de PWM.</p>	<p>Necesita de cajas reductoras para aumentar el par de salida.</p> <p>Control de posición no muy preciso y es necesario un encoder.</p>
<p>Servomotor</p> 	<p>Tiene un sensor analógico de posición interno, juego de engranajes para reducción de velocidad y aumento de par.</p> <p>Aplicaciones donde la posición tiene que ser precisa.</p> <p>Control de posición mediante PWM.</p>	<p>Angulo de rotación está limitado a 180°.</p> <p>Circuito adicional para la generación de señal de control PWM.</p> <p>Poca longitud del eje del motor para acoplamientos.</p>
<p>Motor a pasos</p> 	<p>El par a bajas velocidades es mayor que el de un servomotor del mismo tamaño.</p> <p>Posicionamiento de los más precisos.</p> <p>Fácil conexión y control mediante pulsos.</p> <p>Tamaño del eje posibilita acoplamientos.</p>	<p>Necesitan de un driver o circuito adicional para su funcionamiento.</p>

Por lo tanto, el motor que mejor se ajusta a los requerimientos para el movimiento de la plataforma giratoria es un motor a pasos.

Dentro de los tipos de motores a pasos se ha seleccionado el de tipo híbrido de 8 hilos ya que este motor tiene una alta precisión, un alto par y se le puede suministrar pasos pequeños de 1.8°.

La fuente de alimentación disponible para este motor es de 12VDC y suministra una corriente de hasta 2 amperios.

Tomando en cuenta todo lo mencionado, el motor paso a paso híbrido a utilizarse es de 8 hilos, 12VDC, 0.6 A y par de 500 mNm de RS Components código RS 191-8340.

Para obtener mayor información de las características de este motor consultar la respectiva Hoja de Datos en el ANEXO III.

3.2.12 Controlador Motor a pasos

Para controlar el motor a pasos a utilizarse en la plataforma giratoria, se emplea una tarjeta de control comercial de motor de velocidad gradual RSSM2.

La tarjeta de control RSSM2, Figura 3.18, está diseñada para controlar un motor paso a paso de 5 a 8 cables en modo unipolar y es compatible con cualquier motor paso a paso de RS Components de hasta 2A.

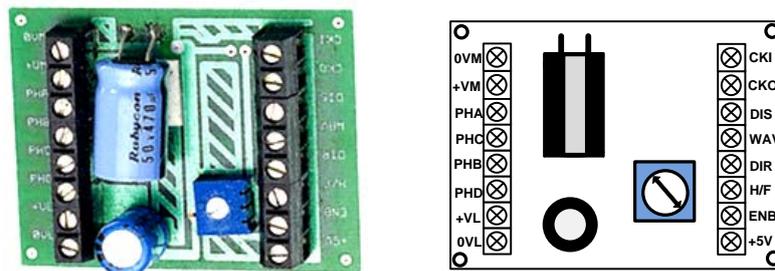


Figura 3.18. Tarjeta de control motor a pasos RSSM2

La tarjeta RSSM2 necesita de una alimentación de 9-24VDC (terminal +VL) y la alimentación para el motor puede ser de 9-40VDC (terminal +VM), la conexión a GND de ambas alimentaciones están interconectadas entre sí (0VM y 0VL). La tarjeta permite que el voltaje de control de la tarjeta y el de alimentación del motor sean las mismas por lo que se las ha fijado en 12VDC de la fuente disponible.

Por el terminal +5V se tiene una salida de 5VDC desde la placa de control, voltaje que se usa de referencia en las salidas del autómata que habilitan los terminales CKI, DIS, DIR y H/F.

La tarjeta RSSM2 permite el control en secuencia de paso completo, medio paso y onda. Para obtener pasos más pequeños y por lo tanto más precisos se ha configurado la secuencia de medio paso, habilitando el terminal H/F (half/full step) con una señal desde el autómata. [11]

Para deshabilitar el motor cuando no está siendo usado se habilita el terminal DIS (disable) de la tarjeta de control desde el autómata.

Para invertir el sentido de giro del motor desde el autómata se activa el terminal DIR (direction).

Los cables del motor a pasos se conectan como se indica en la Figura 3.19 a los terminales PHA, PHC, PHB y PHD de la tarjeta de control.

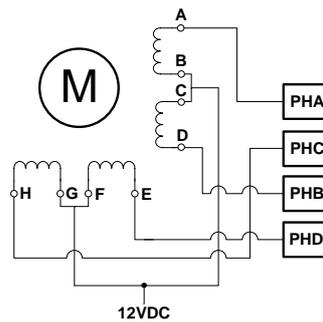


Figura 3.19. Diagrama de conexión de los cables del motor a pasos

Los pulsos generados desde el autómata para el movimiento del motor ingresan a la tarjeta por el terminal CKI (clock in), pasando por un filtro RC.

La conexión más detallada del motor a pasos RS 191-8340 y la tarjeta RSSM2 se encuentran en los planos “Diagrama de Conexiones Ampliado Tablero” y “Diagrama de Conexiones Ampliado Maqueta” ubicados en el ANEXO I y de igual manera sus hojas de datos se encuentran en el ANEXO III.

3.2.13 Filtro RC Pasivo

Los pulsos de control para el motor a pasos son generados por el autómata, con un periodo de 60 milisegundos, es decir, una frecuencia de 16,67 Hz.

La señal de los pulsos se ve afectada debido a que las salidas del autómata son de tipo relé, lo que distorsiona la forma del pulso introduciendo ruido en la señal de salida, como se indica en la Figura 3.20.

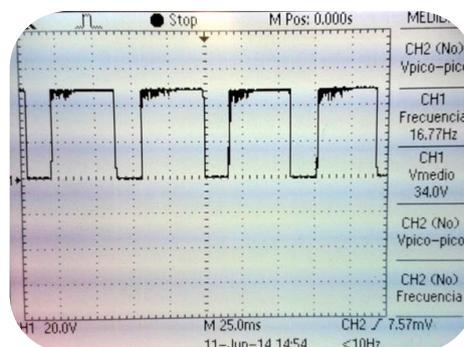


Figura 3.20. Pulsos generados por el autómata.

La distorsión en los pulsos provoca que el motor no funcione apropiadamente y sobrecaliente sus bobinas.

Para solucionar este inconveniente se diseñó un filtro RC pasivo pasa bajos, para eliminar la señal de ruido de alta frecuencia.

Un filtro RC pasivo pasa bajo, es un circuito formado por una resistencia y un capacitor colocados en serie, Figura 3.21, y permite únicamente el paso de frecuencias por debajo de la frecuencia de corte f_c y elimina las frecuencias que son mayores a ésta frecuencia. [12]

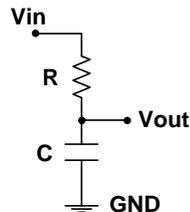


Figura 3.21. Filtro RC pasa bajo.

Para el diseño del filtro RC pasivo pasa bajo se establece la frecuencia de corte, en este caso 50Hz. Van a pasar todas las señales de frecuencias menores a 50Hz y se eliminarán las que superen esta frecuencia.

La ecuación de la frecuencia de corte es la siguiente:

$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C} \quad (3.1)$$

Reemplazando los valores de la frecuencia de corte y el valor de una resistencia comercial existente en la ecuación (3.1):

$$50Hz = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 330K\Omega \cdot C} \quad (3.2)$$

De la ecuación (3.2) se obtiene un valor de capacitancia de 9.65 nF, y al no ser comercial se toma el existente más cercano de 10 nF.

El circuito del filtro RC implementado se indica a continuación en la Figura 3.22.

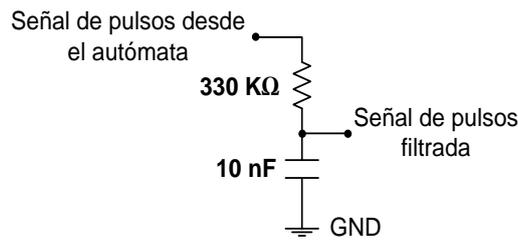


Figura 3.22. Filtro RC pasa bajo implementado.

Una vez implementado el filtro a la salida de los pulsos desde el autómata se comparan las señales mediante un osciloscopio como se indica en la Figura 3.23.

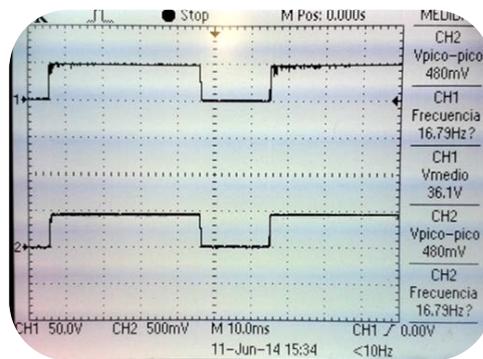


Figura 3.23. Señales de pulsos antes y después del filtro RC implementado.

Con la señal filtrada obtenida después del filtro RC implementado el motor funciona con normalidad y no sufre de sobrecalentamiento.

3.3 Diseño Mecánico

El diseño del subsistema mecánico de la maqueta ferroviaria consiste en determinar e implementar un mecanismo de transmisión de potencia mecánica y un acoplamiento adecuado entre la plataforma giratoria del clasificador de vías y el eje del motor a pasos seleccionado.

3.3.1 Descripción de los elementos a acoplar

3.3.1.1 Plataforma giratoria

La plataforma giratoria, Figura 3.24, consta de una base circular fija sobre la cual se encuentra acoplado un elemento móvil concéntrico a través de un eje de 5 milímetros de largo y 3 milímetros de diámetro.



Figura 3.24. Plataforma giratoria clasificadora de vías.

3.3.1.2 Motor a pasos.

Debido a que la clasificación de las vías mediante el movimiento de la plataforma giratoria es una tarea donde la velocidad del motor y tiempo de posicionamiento no son factores críticos, para la determinación del par del motor necesario únicamente se toma en cuenta la carga a mover y el diámetro del eje del motor.

La plataforma giratoria va a soportar una carga aproximada de 600 gramos, valor basado en el peso máximo de los trenes disponibles para la maqueta actualmente.

Si se toma un motor con un eje de diámetro de 6.5 milímetros (3,25 milímetros o 0,00325 metros de radio), y se necesita que mueva una carga de 600 gramos (peso de 6 Newtons) para dar la vuelta, el par mínimo es $0.00325 * 10 = 0.02$ Nm. Por seguridad se duplica este valor, es decir, un par de 0.04 Nm.

Por cuestión de disponibilidad comercial, se adquirió un motor a pasos de 500mNm muy superior al que idealmente se ha considerado para esta aplicación. Obviamente, es mejor tomar un par más elevado para obtener más margen. En la práctica, el par de un motor paso a paso disminuye a medida que aumenta su velocidad y la fuerza ejercida sobre el eje aumenta cuando funciona a mayor velocidad.

El motor a pasos seleccionado tiene un eje de 6,5 milímetros y un largo de 19 milímetros y su representación en CAD se muestra en la Figura 3.25.



Figura 3.25. Modelo CAD del motor a pasos seleccionado.

3.3.2 Mecanismos de transmisión del movimiento

Un mecanismo de transmisión es un dispositivo que transmite el movimiento producido por un elemento motriz en un punto hasta otro distinto. La transmisión de la fuerza y el movimiento producido, generalmente por un motor, se suelen realizar mediante sistemas de elementos mecánicos conectados entre sí para transmitir potencia mecánica del elemento motriz a la carga. En la mayoría de casos, la transmisión se realiza a través de elementos rotantes, ya que la transmisión por rotación ocupa menos espacio que aquella por traslación. [13]

Entre los mecanismos de transmisión más importantes se pueden mencionar directos, sistemas de poleas y correas, sistemas de ruedas de fricción, sistemas de engranajes, sistemas de ruedas dentadas y cadenas, sistemas de tornillo sin fin y rueda helicoidal, sistemas piñón y cremallera, etc., los cuales se indican en la Figura 3.26.

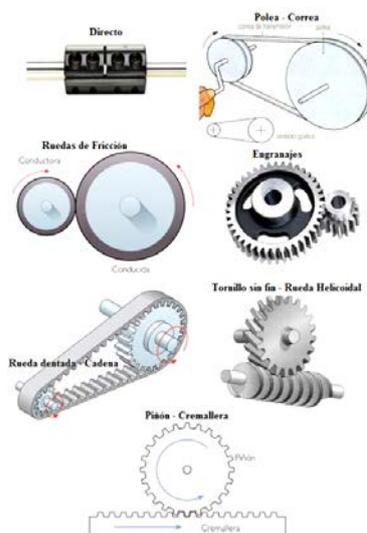


Figura 3.26. Ejemplos de mecanismos de transmisión mecánica.

Para la transmisión mecánica del subsistema mecánico ya descrito, se ha estimado adecuada la conexión directa entre el eje del motor a pasos y la plataforma giratoria a través de un acoplamiento. El funcionamiento del subsistema mecánico no es complicado, la velocidad a la que va a girar el motor no es considerable y el diámetro del eje de la plataforma es pequeño por lo que resulta poco práctico el montaje de un mecanismo de transmisión complejo.

3.3.3 Acoplamientos Mecánicos

Teniendo en cuenta que se va a conectar directamente el eje del motor y de la plataforma, es necesario hacerlo mediante un acoplamiento mecánico.

Un acoplamiento mecánico es un elemento que se utiliza para unir dos ejes en sus extremos con el fin de transmitir el movimiento del uno al otro y absorber las vibraciones en la unión entre ambos ejes debido a desalineaciones. La desalineación normalmente se manifiesta con una fuerte vibración en las direcciones axiales y radiales. [14]

Comercialmente existe gran cantidad de elementos para acoplar ejes. Todos estos componentes presentan ventajas e inconvenientes, siendo siempre necesario escoger el que resulte más apropiado para dar solución al problema planteado.

A continuación, se describen brevemente los principales sistemas de acoplamiento entre ejes.

- Acoplamiento Rígido

Este tipo de acoplamiento sirve para unir dos ejes ajustados de manera rígida ó apretada para que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos.

El acoplamiento rígido no permite ningún tipo de desalineaciones, vibraciones, ni movimientos axiales ó radiales de un eje con respecto al otro. Con esta alineación precisa y una unión apretada, los acoples rígidos son capaces de maximizar el rendimiento de una máquina.

Estos acoples pueden ser de platillos, de sujeción cónica y de manguito o con prisionero, como se puede ver en la Figura 3.27.



Figura 3.27. Tipos de acoplamientos rígidos.

○ Acoplamiento Flexible

Los acoplamientos flexibles, Figura 3.28, son diseñados de tal manera que sean capaces de transmitir torque con suavidad, en tanto permiten cierta desalineación axial, radial o angular.

Dependiendo del método utilizado para absorber la desalineación, los acoplamientos flexibles pueden dividirse en acoplamientos de elementos deslizantes, de elementos flexionantes y combinación de acoplamientos deslizantes y flexionantes.



Figura 3.28. Tipos de acoplamientos flexibles.

○ Acoplamiento Articulado

Los acoplamientos articulados o angulares se utilizan cuando se requiere la transmisión de potencia entre ejes que se cortan con un ángulo determinado o con ejes en diferentes posiciones.

Los más conocidos son los acoplamientos articulados de tipo Oldham y mediante Cardan indicados a continuación en la Figura 3.29. [15]



Figura 3.29. Tipos de acoplamientos articulados.

Una vez revisados los diferentes tipos de acoplamientos mecánicos y sus características, se opta por utilizar un acoplamiento rígido. Usando un acoplamiento rígido se espera tener una mayor precisión en el posicionamiento de la plataforma giratoria, evitar desalineaciones y cualquier tipo de movimiento de un eje respecto al otro.

3.3.4 Descripción del sistema mecánico diseñado

Para el diseño del sistema mecánico se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debido a que el eje original de la plataforma giratoria es muy corto se debe diseñar un nuevo eje para hacer posible el acoplamiento con el eje del motor.
- Se debe diseñar el acoplamiento rígido entre los ejes ya que no se encontró un acoplamiento rígido comercial para los diámetros del eje de la plataforma (3mm) y el del motor a pasos (6,5 mm).
- Las piezas diseñadas para el soporte del motor deben ser lo suficientemente robustas para soportar su peso.
- El mecanismo diseñado debe ubicarse en un lugar donde cualquier peligro que represente sea mínimo o reducido para el usuario.
- El mecanismo diseñado debe ser compacto, ligero, de fácil montaje y fabricación.

Tomando en cuenta las consideraciones mencionadas, se ha diseñado el mecanismo mostrado a continuación en conjunto con el motor en la Figura 3.30.



Figura 3.30. Sistema mecánico diseñado.

Los diferentes componentes del mecanismo diseñado se detallan a continuación en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Componentes del mecanismo diseñado.

N.º DE PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	MATERIAL / PLANO	CANTIDAD
1	Pasante Sólido	Aluminio / MEC-MF-01-1	1
2	Acople Rígido	Aluminio / MEC-MF-01-2	1
3	Base 1	Aluminio / MEC-MF-01-3	2
4	Base 2	Aluminio / MEC-MF-01-4	2
5	Base Motor	Aluminio / MEC-MF-01-5	1
6	Plataforma	Comercial / NA	1
7	Motor	Comercial / NA	1
8	B18.2.4.5M - Hex jam nut, M5 x 0.8 --D-N	Comercial / NA	8
9	B18.22M -Plain washer, 5 mm, narrow	Comercial / NA	4
10	B18.3.6M - M2 x 0.4 x 5 Hex Socket Oval Pt. SS -N	Comercial / NA	1
11	B18.3.1M -3 x 0.5 x 6 Hex SHCS - 6NHX	Comercial / NA	1
12	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 30 ex SHCS - 30NHX	Comercial / NA	4
13	B18.3.1M -3 x 0.5 x 8 Hex SHCS - 8NHX	Comercial / NA	8
14	B18.3.1M -5 x 0.8 x16Hex SHCS - 16NHX	Comercial / NA	4
15	Mesa	Comercial / NA	1

3.3.5 Ensamblaje del mecanismo diseñado

Para el ensamblaje del mecanismo diseñado primero se debe colocar el eje pasante sólido (Pieza N° 1) en el agujero central de la plataforma giratoria (Pieza N° 6) como se muestra en la Figura 3.31.

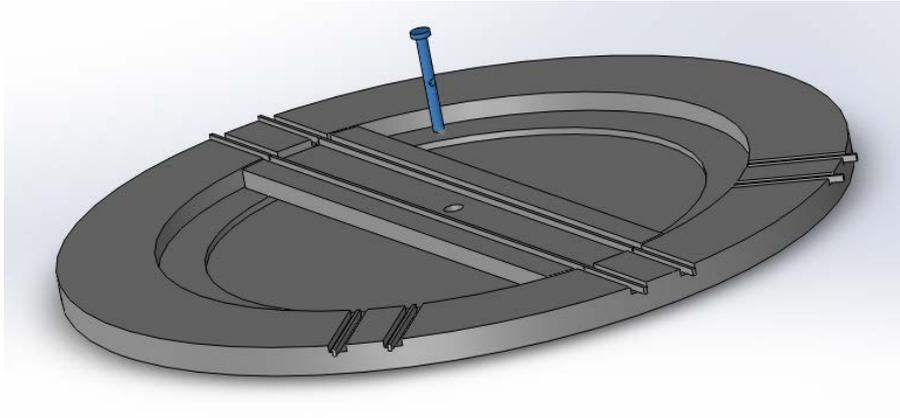


Figura 3.31. Colocación del eje pasante sólido en la plataforma giratoria.

A continuación se introduce el eje pasante sólido (Pieza N°1) en el acople rígido (Pieza N°2) y se lo fija mediante un tornillo sin cabeza (Pieza N°10) como se indica en la Figura 3.32.

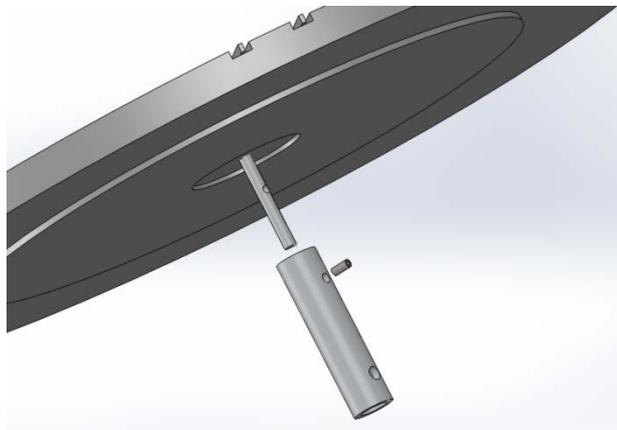


Figura 3.32. Fijación del eje pasante sólido en el acople rígido.

Una vez colocado y ajustado el acople al eje pasante sólido de la plataforma giratoria, se pasa el acople a través de un agujero en el tablero de la maqueta como se muestra a continuación en la Figura 3.33.

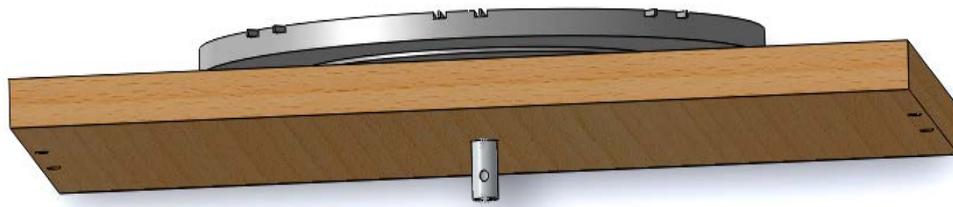


Figura 3.33. Colocación de la plataforma en el tablero de la maqueta.

Ahora se empieza por armar el conjunto que forma el soporte donde se va a colocar el motor. Se coloca la pieza Base 1 (Pieza N°3) en horizontal y se la une a las pieza Base 2 (Pieza N°4) por la parte superior mediante 2 tornillos (Pieza N° 13). En la parte inferior de la Base 2 se une a la Base Motor (Pieza N°5) mediante 2 tornillos (Pieza N°13). De igual manera se arma el conjunto compuesto entre la Base 2 y Base 1 para el otro extremo de la Base Motor.

La estructura del conjunto para el soporte del motor se indica a continuación en la Figura 3.34.

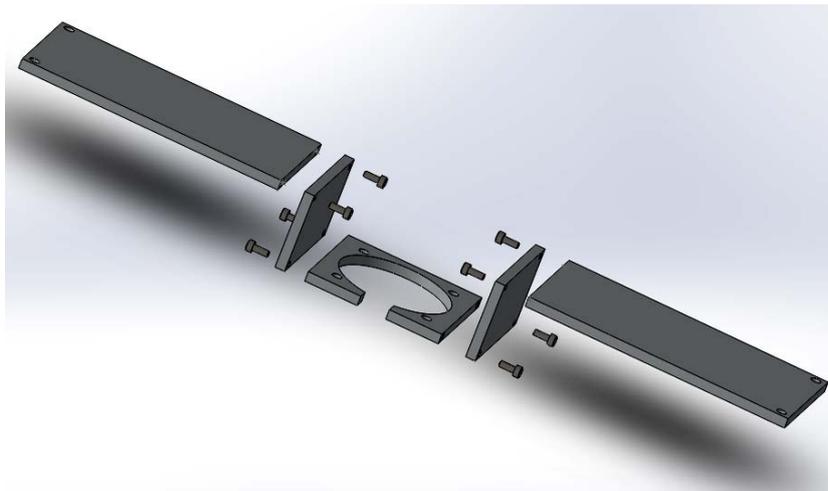


Figura 3.34. Ensamble del conjunto para el soporte del motor.

Una vez armada el soporte para el motor se procede a montar el motor (Pieza N° 7) en la Base Motor (Pieza N° 5) y se la fija con 4 tornillos (Pieza N° 14) y se la ajusta con pernos (Pieza N° 8) como se indica en la Figura 3.35.

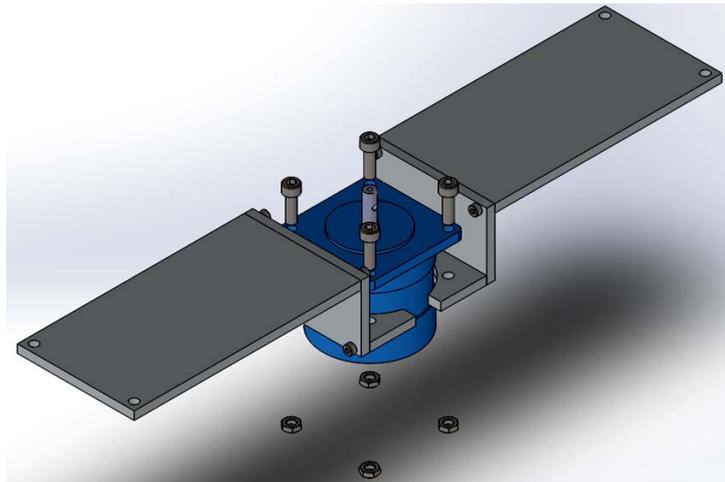


Figura 3.35. Montaje del motor en su soporte.

Una vez montado el motor en su soporte se introduce su eje en el acople rígido y se lo ajusta mediante un tornillo (Pieza N° 2), quedando el mecanismo como se indica a continuación en la Figura 3.36.

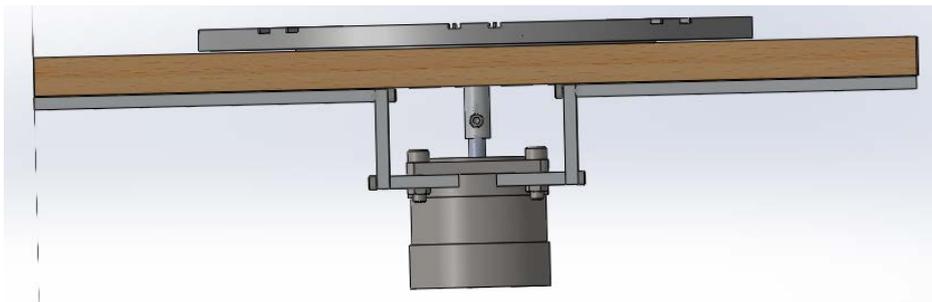


Figura 3.36. Acople del eje del motor con eje de plataforma.

Para finalizar, se ajustan el mecanismo de soporte al tablero de la maqueta con los tornillos (Pieza N° 12), las arandelas (Pieza N° 9) y las tuercas (Pieza N° 8), como se indica en la Figura 3.37.



Figura 3.37. Ajuste de mecanismo de soporte al tablero.

A continuación se muestran las representaciones en CAD y reales de la vista superior, Figura 3.38, vista inferior, Figura 3.39, y la vista frontal, Figura 3.40, del mecanismo de acoplamiento de ejes de la plataforma y el motor con su respectivo soporte, una vez que ha sido montado en el tablero de la maqueta ferroviaria.

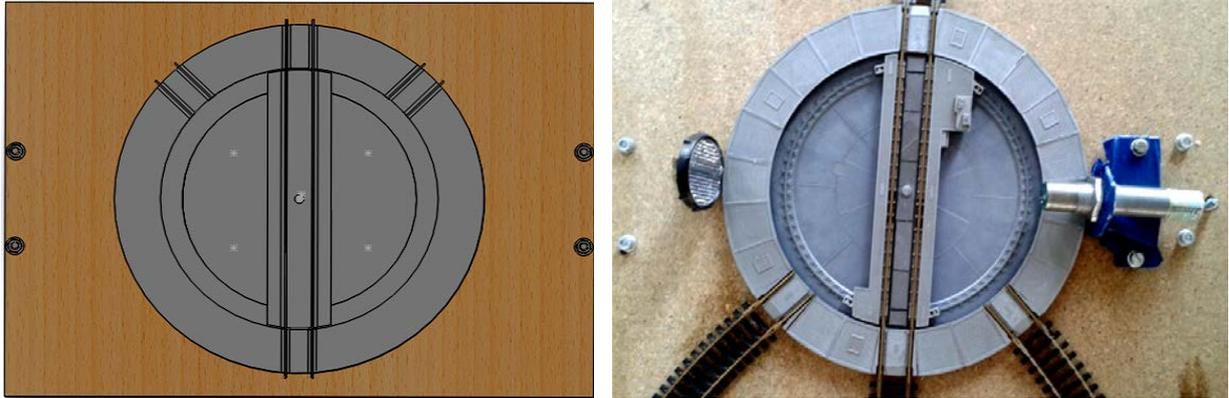


Figura 3.38. Vista superior en CAD y real del mecanismo.



Figura 3.39. Vista inferior en CAD y real del mecanismo.

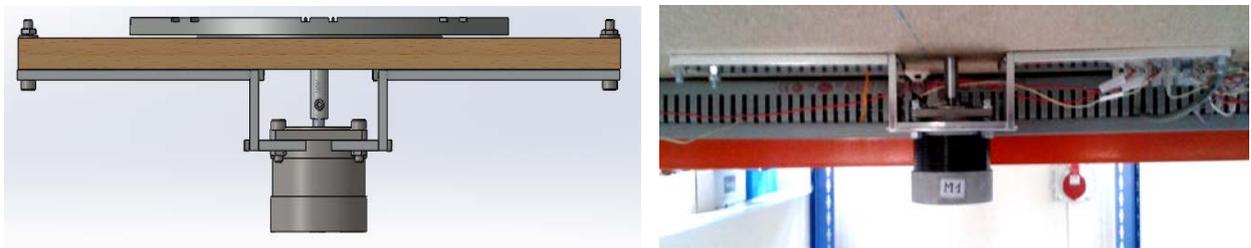


Figura 3.40. Vista frontal en CAD y real del mecanismo.

Los planos detallados de diseño y fabricación del mecanismo y cada una de sus piezas se adjuntan en el ANEXO II.

3.3.6 Análisis de tensiones y factor de seguridad de las piezas diseñadas

Una vez diseñado el subsistema mecánico es necesario comprobar que cada una de sus piezas no sufrirá de fallos durante su funcionamiento, para lo cual se somete cada pieza del subsistema a un análisis de tensiones y factor de seguridad mediante el método de elementos finitos.

El análisis de tensiones permite mostrar los efectos de cargas de movimiento en deformaciones y tensiones para uno o varios componentes tomando en cuenta el límite elástico de la pieza bajo análisis.

El factor de seguridad evalúa la seguridad del diseño sobre la base de un criterio de fallos. Los criterios de fallos normalmente predicen el fallo de un material sujeto a un estado multiaxial de tensiones. Un factor de seguridad inferior a 1 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa área ha fallado. Cuando el factor de seguridad tiene el valor de 1 en un área significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha empezado a fallar. Para un factor de seguridad mayor a 1 en un área significa que el material que se encuentra en esa ubicación es seguro.

Para el análisis se ha considerado una masa del motor sobreestimada de 1 kilogramo.

La pieza Base 1 (Pieza N° 3) mostrada en la Figura 3.41, tiene una sujeción fija en un extremo en los orificios debido a los tornillos que la sujetan al tablero de la maqueta. El otro extremo de la pieza está sometido a una fuerza externa de 10 Newtons, peso del motor, en los orificios laterales de los tornillos.

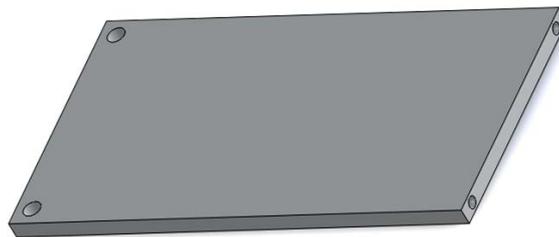


Figura 3.41. Pieza Base 1.

Una vez llevada a cabo la simulación para el análisis de tensiones, Figura 3.42, se puede ver que el valor de tensión máxima para la pieza Base 1 es de $25'796.075 \text{ N/m}^2$ y se encuentra por debajo del valor del límite elástico del aluminio de $27'574.200 \text{ N/m}^2$ lo que significa que la pieza no sufrirá deformaciones permanentes.

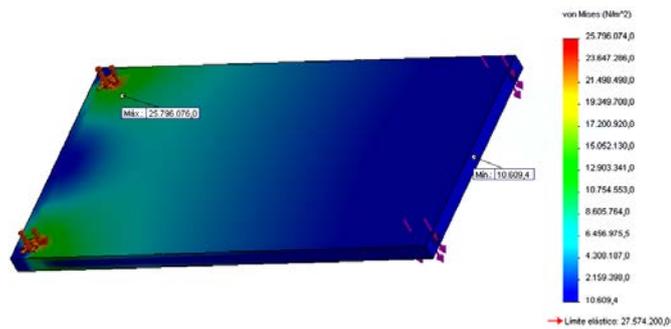


Figura 3.42. Análisis de tensiones pieza Base 1.

En el análisis del factor de seguridad, Figura 3.43, muestra que el valor mínimo encontrado sobre la pieza es de 1.07, lo que significa que el material en la pieza es seguro y no tendría que fallar pero se encuentra al límite.

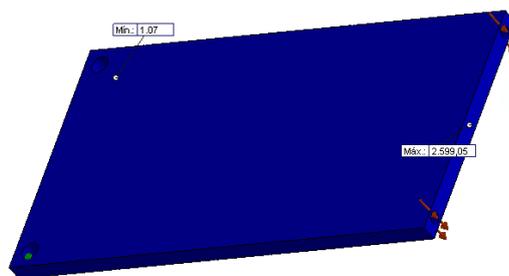


Figura 3.43. Análisis factor de seguridad pieza Base 1.

La pieza Base 2 (Pieza N° 4) mostrada en la Figura 3.44, tiene sujeción fija en ambos extremos, en los orificios de los tornillos que la sujetan a la pieza Base 1 (Pieza N° 3) y a la pieza Base Motor (Pieza N° 5). El extremo inferior de la pieza está sometido a una fuerza externa de 10 Newtons, del peso del motor, en los orificios de los tornillos.



Figura 3.44. Pieza Base 2.

Una vez llevada a cabo la simulación para el análisis de tensiones, Figura 3.45, se puede ver que el valor de tensión máxima para la pieza Base 2 es de 756.787,3 N/m² y se encuentra por debajo del valor del límite elástico del aluminio de 27'574.200 N/m² lo que significa que la pieza no sufrirá deformaciones permanentes.

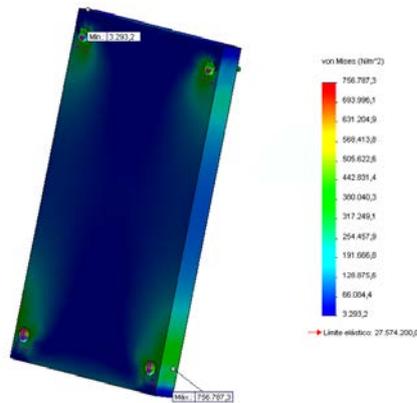


Figura 3.45. Análisis de tensiones pieza Base 2.

En el análisis del factor de seguridad, Figura 3.46, muestra que el valor mínimo encontrado sobre la pieza es de 36,44 lo que significa que el material en la pieza es muy seguro y no tendría que fallar.

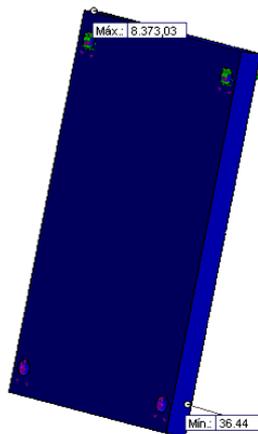


Figura 3.46. Análisis factor de seguridad pieza Base 2.

La pieza Base Motor (Pieza N°5) mostrada en la Figura 3.47, tiene sujeción fija en ambos extremos laterales en los orificios de los tornillos que la sujetan a las piezas Base 2 (Pieza N°4). Toda la pieza está sometida a una fuerza externa de 10 Newtons, que es el peso del motor.

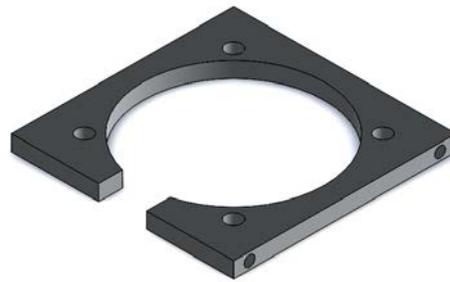


Figura 3.47. Pieza Base Motor.

Una vez llevada a cabo la simulación para el análisis de tensiones, Figura 3.48, se puede ver que el valor de tensión máxima para la pieza Base Motor es de $370.533,9 \text{ N/m}^2$ y se encuentra por debajo del valor del límite elástico del aluminio de $27'574.200 \text{ N/m}^2$ lo que significa que la pieza no sufrirá deformaciones permanentes.

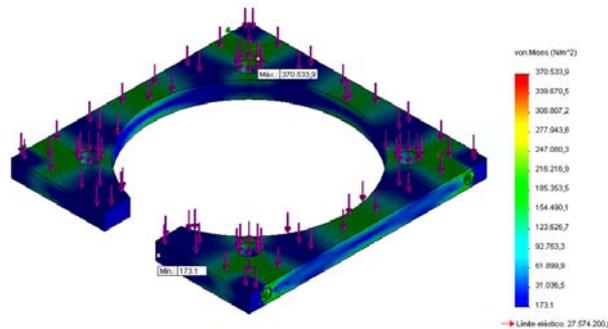


Figura 3.48. Análisis de tensiones pieza Base Motor.

En el análisis del factor de seguridad, Figura 3.49, muestra que el valor mínimo encontrado sobre la pieza es de 74,42 lo que significa que el material en la pieza es muy seguro y no tendría que fallar.

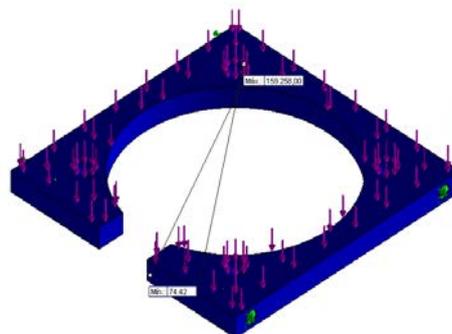


Figura 3.49. Análisis factor de seguridad pieza Base Motor.

La pieza acople rígido (Pieza N°2) mostrada en la Figura 3.50, está afectada por una fuerza de torsión del valor del torque del motor 0.5 N-m en los orificios donde entran los ejes de la plataforma giratoria y el del motor.



Figura 3.50. Pieza Acople rígido.

Una vez llevada a cabo la simulación para el análisis de tensiones, Figura 3.51, se puede ver que el valor de tensión máxima para la pieza Acople rígido es de 10'020.235 N/m² y se encuentra por debajo del valor del límite elástico del aluminio de 27'574.200 N/m² lo que significa que la pieza no sufrirá deformaciones permanentes.

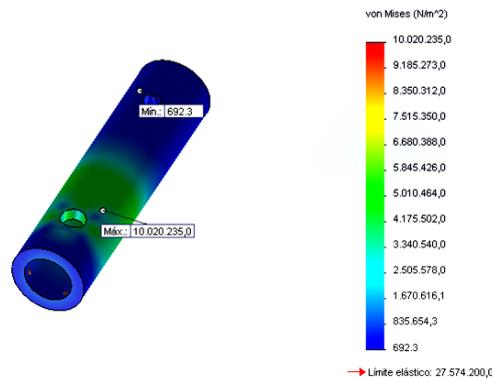


Figura 3.51. Análisis de tensiones pieza Acople rígido.

En el análisis del factor de seguridad, Figura 3.52 , muestra que el valor mínimo encontrado sobre la pieza es de 2,75 lo que significa que el material en la pieza es seguro y no tendría que fallar.

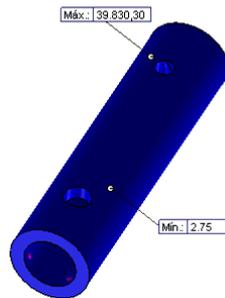


Figura 3.52. Análisis factor de seguridad pieza Acople rígido.

En este capítulo se ha descrito el diseño del sistema maqueta ferroviaria es su parte electrónica y mecánica.

Dentro del diseño del subsistema electrónico, se ha descrito la estructura de la maqueta, funcionamiento y conexión de sus componentes, diagrama unifilar del tablero eléctrico y de división y de alimentación de la maqueta. Además, se han analizado varios tipos de sensores para la detección de la posición de los trenes en las vías y de ocupación de la plataforma giratoria, detallando su respectiva conexión y ubicación en la maqueta. De igual manera se menciona la lógica y diseño de la placa de control de alimentación y dirección de movimiento de los trenes. Se han analizado las ventajas y desventajas para la selección del motor para el movimiento de la plataforma giratoria, su respectivo controlador y las conexiones. Se explica mediante cálculos el diseño de un filtro RC para la señal de pulsos de control del motor.

Dentro del diseño del subsistema mecánico, se analizan mecanismos de transmisión del movimiento y acoplamientos mecánicos. Además, se describe el sistema mecánico diseñado, su ensamble paso por paso y el análisis de tensiones y factor de seguridad de cada una de las piezas.

En el siguiente capítulo, se indica el software utilizado para la programación, comunicación y desarrollo de la interfaz y su respectiva configuración. De igual forma, se detalla la lógica de programación del autómata y la interfaz.

4. SOFTWARE Y PROGRAMACIÓN

4.1 Descripción de Software utilizado

Para la programación del autómatas, comunicación autómatas-interfaz y el desarrollo de la interfaz gráfica se emplearon 3 programas propios de la marca Siemens: STEP7-Micro/WIN, S7-200 PC Access y SIMATIC WinCC respectivamente.

4.1.1 STEP 7-Micro/WIN versión 4.0

El software de programación STEP 7 Micro/WIN versión 4.0 utilizado en la programación del autómatas Siemens, Figura 4.1, contiene todas las herramientas necesarias para programar la serie completa de PLC's S7-200 mediante una amplia cantidad de instrucciones de gran rendimiento como la programación conforme a la norma IEC 1131. [16]



Figura 4.1. STEP 7 Micro/WIN para autómatas serie s7-200.

El software STEP7-Micro/WIN tiene una memoria de datos segmentada, permite un manejo más eficaz de estructuras de programas e instrucciones, funciones personalizadas de diagnóstico del PLC, historial de fallos, edición de programas y descarga online.

Al programar es posible seleccionar entre lenguaje de programación de esquema de contactos (KOP), bloques lógicos (FUP) y lista de instrucciones (AWL).

El lenguaje de programación KOP es un esquema de contactos, escalera o ladder. Este lenguaje emula la circulación de corriente eléctrica desde una fuente, a través de una serie de condiciones

lógicas de entrada (contactos abiertos y cerrados) que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida.

El lenguaje de programación FUP es un lenguaje de bloques lógicos que utiliza la lógica booleana, es decir, simbología de compuertas lógicas OR, AND, NOT, NAND, NOR, etc., para desarrollar la programación.

El AWL es un lenguaje de programación textual orientado a la máquina cuyas instrucciones equivalen en gran medida a los pasos con los que la CPU ejecuta el programa. Para facilitar la programación, AWL utiliza estructuras de lenguajes de alto nivel como accesos estructurados a datos y parámetros de bloques. [17]

En la Figura 4.2, se muestra gráficamente la estructura de los diferentes lenguajes de programación disponibles en el software STEP 7 Micro/WIN.

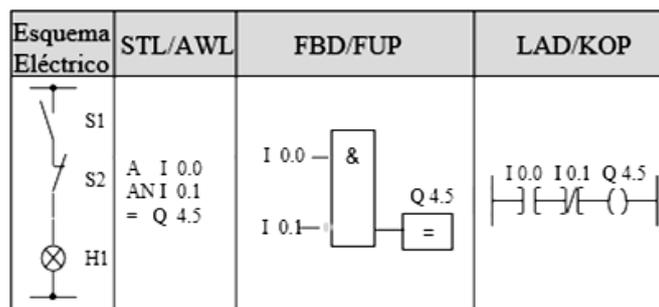


Figura 4.2. Tipos de lenguaje disponibles es STEP7 Micro/WIN.

4.1.1.1 Conexión del autómata S7-200 al computador

La conexión entre el computador y el autómata S7-200 se la realiza mediante el cable de comunicación PC/PPI propio de Siemens como se indica en la Figura 4.3.

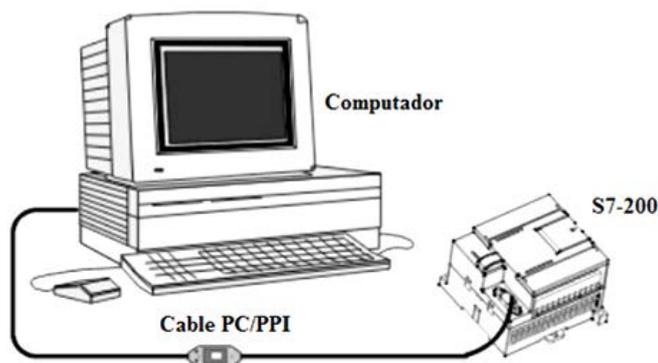


Figura 4.3. Conexión entre computador y autómata.

Se debe conectar al puerto RS-232 del computador el extremo del cable identificado como “PC” y al autómata el extremo identificado como “PPI”.

El cable posee varios interruptores DIP los cuales sirven para configurar la velocidad de transmisión de datos. Se debe asegurar que los interruptores tengan la posición de 010 (interruptor abajo = 0, interruptor arriba = 1) cuyo valor configura la velocidad de transmisión en 9600 bits/s.

4.1.1.2 Establecimiento de la comunicación con el autómata S7-200

Para establecer la comunicación entre el software de programación STEP 7 Micro/WIN y el autómata es necesario abrir el programa STEP 7 Micro/WIN y en la barra lateral izquierda se selecciona el icono “Comunicación” y se despliega una ventana auxiliar como se indica en la Figura 4.4.

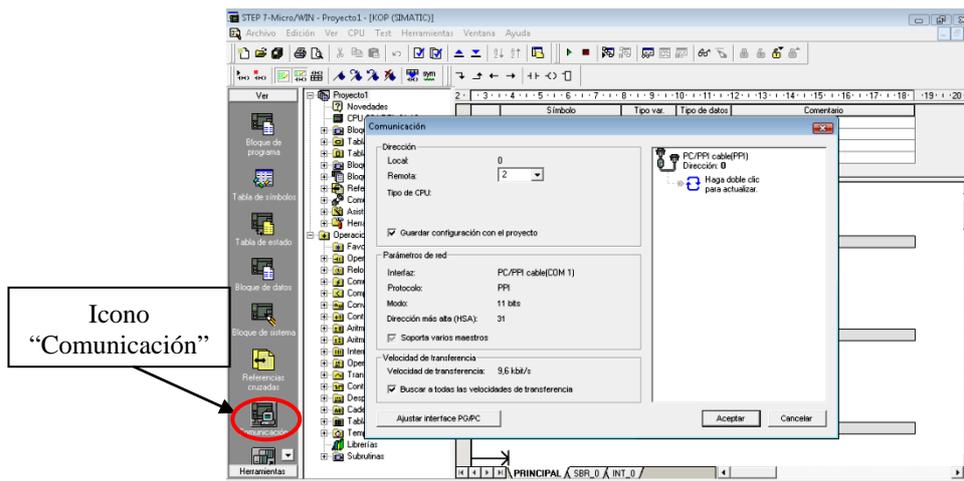


Figura 4.4. Ventana para configuración de comunicación con el autómata.

Una vez en esta ventana, se debe dar clic en el botón inferior “Ajustar interface PG/PC” para configurar las propiedades de la conexión con el cable PC/PPI. Al dar clic se despliega una nueva ventana en la que se debe seleccionar el parámetro PC/PPI Cable (PPI) y presionar el botón “Propiedades”.

Se abre una nueva ventana “Propiedades – PC/PPI cable (PPI)” y en la pestaña “PPI” se configura la Dirección en 0 y la velocidad de transferencia 9.6 Kbit/s como se muestra en la Figura 4.5.

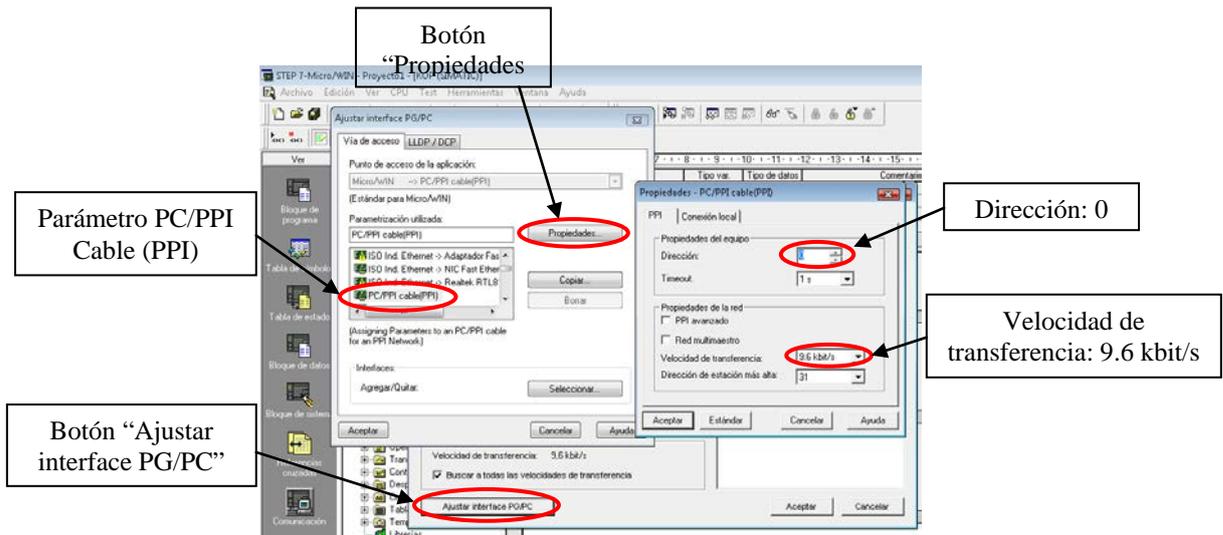


Figura 4.5. Configuración de ventana “Propiedades – PC/PPI cable (PPI)”.

En la pestaña “Conexión Local” se debe seleccionar la opción de Conexión a: “COM1” como se indica a continuación en la Figura 4.6.

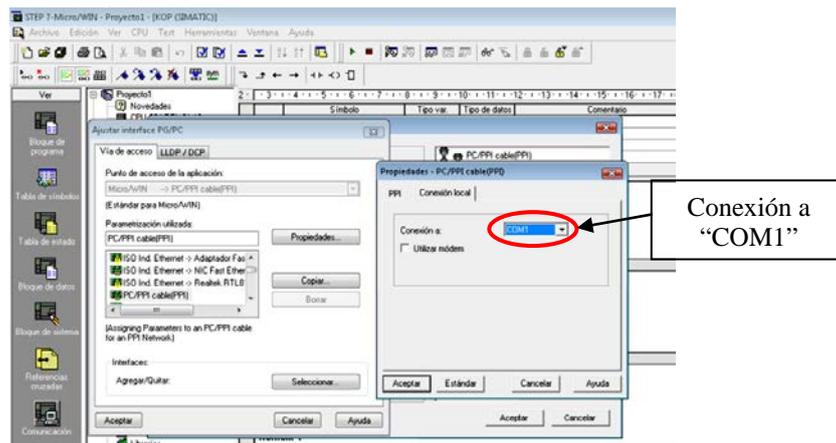


Figura 4.6. Configuración de pestaña “Conexión Local”.

Se presiona “Aceptar” en todas las ventanas hasta llegar a la primera ventana que se despliega, la ventana “Comunicación”.

Sobre la izquierda de la ventana se da doble clic para actualizar la conexión, y automáticamente el software reconoce al autómatas que está conectado y muestra su información, en este caso la CPU 224 REL 01.10 Dirección 2, 9.6 kbit/s como se indica en la Figura 4.7.

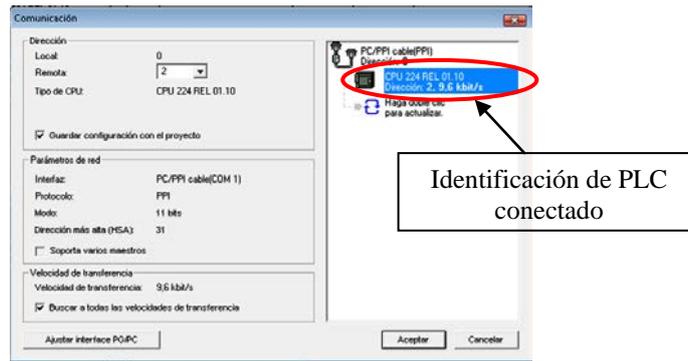


Figura 4.7. Comunicación establecida entre el software y el PLC.

Una vez establecida la comunicación entre el automático y el software STEP 7 se presiona el botón “Aceptar” y se puede empezar a programar.

Se debe tener en cuenta que para la configuración y establecimiento de la comunicación el automático debe estar conectado y encendido durante todo el proceso.

4.1.2 S7-200 PC Access versión 1.0

El software S7-200 PC Access es un servidor OPC para los autómatas S7-200. OPC es un estándar de comunicación en el control y supervisión de procesos industriales cuyas especificaciones están definidas por la OPC Foundation.

Como servidor OPC, el software S7-200 PC Access cumple la función de interfaz comunicando por un lado una o más fuentes de datos, en este caso el PLC, utilizando sus protocolos propios, y por el otro lado clientes OPC típicamente SCADA's y HMI's. La comunicación entre el servidor y el cliente OPC son bidireccionales, es decir en este caso, que el cliente (HMI) puede leer o escribir datos en el PLC a través del servidor OPC S7-200 PC Access, Figura 4.8. [18]



Figura 4.8. Servidor OPC S7-200 PC Access.

4.1.3 SIMATIC WINCC version 6.0

El software SIMATIC WinCC (Windows Control Center) es una aplicación que integra el software de control supervisor y adquisición de datos (SCADA) y la interfaz hombre-máquina (HMI) para supervisar y controlar sistemas y procesos, infraestructura industrial a gran escala y a largas distancias. [19]

WinCC, Figura 4.9, combina la arquitectura de las aplicaciones de Windows con la programación de entornos gráficos.



Figura 4.9. SIMATIC WinCC 6.0

Sus características más importantes se pueden resumir en:

- Arquitectura de desarrollo abierta (programación en C).
- Soporte de tecnologías Active X.
- Comunicación con otras aplicaciones vía OPC.
- Comunicación sencilla mediante drivers (código que implementa el protocolo de comunicaciones con un determinado equipo inteligente) implementados.
- Programación online: no es necesaria detener el runtime del desarrollo para poder actualizar las modificaciones en la misma.

4.2 *Comunicación de variables entre el autómata y la interfaz*

La comunicación de variables entre el autómata y la interfaz es una de las partes más importantes de la programación ya que permite el control y visualización de variables del autómata desde la interfaz haciendo la manipulación de la maqueta ferroviaria más práctica para el usuario.

Para poder interconectar entre sí a la interfaz con el autómatas, cualquier variable debe ser creada y/o modificada primero en el software de programación STEP 7 Micro/WIN, luego cargada en el programa que hace de servidor OPC S7-200 PC Access y por último leerla o escribirla en la interfaz desarrollada en el SIMATIC WinCC.

Para ilustrar el proceso de establecimiento de comunicación de variables entre el autómatas y la interfaz se hará uso de un ejemplo sencillo.

Primero se realiza un programa en el software de programación STEP 7 Micro/WIN usando contactos abiertos y cerrados y una bobina a la salida como se indica a continuación en la Figura 4.10.

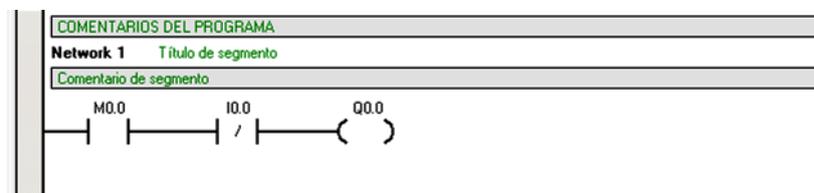


Figura 4.10. Programa sencillo arranque de un motor.

A estas variables es necesario identificarlas con un nombre y una dirección ya que mediante estos datos el servidor OPC y la interfaz las identifican. Para asignarles su respectivo nombre y dirección en la barra izquierda de la pantalla se selecciona con un clic el icono “Tabla de Símbolos” y se despliega la tabla mostrada en la Figura 4.11, donde se rellena el nombre (símbolo) y dirección de cada variable.

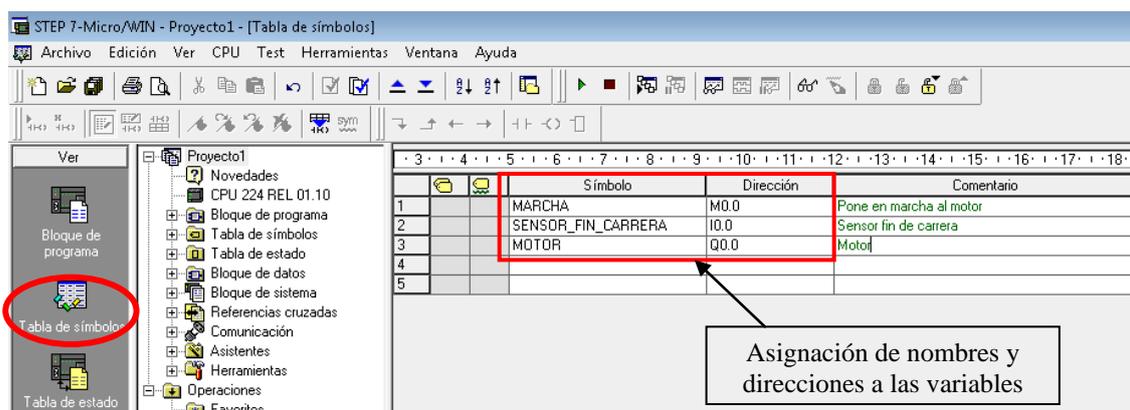


Figura 4.11. Tabla de símbolos del PLC.

Una vez asignados los nombres y direcciones, el bloque de programa debe verse de la manera indicada en la Figura 4.12.

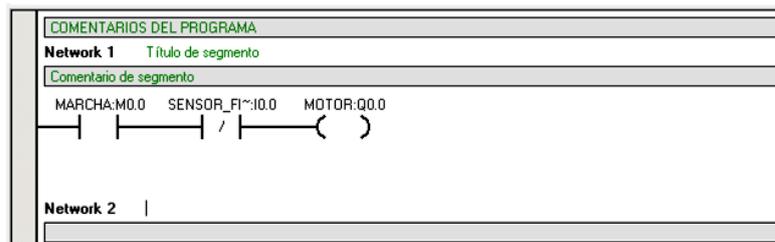


Figura 4.12. Variables con nombre y dirección.

Después de haber etiquetado las variables, se debe cargar el programa en el autómatas y se guarda el proyecto con un nombre, en este caso “Motor”, en cualquier carpeta, Figura 4.13.

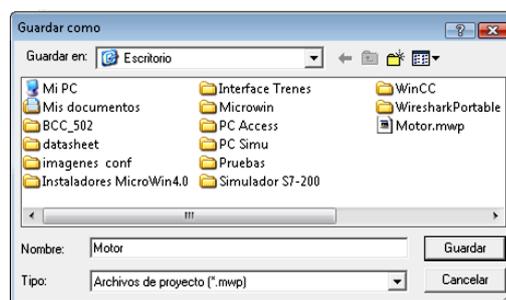


Figura 4.13. Guardar programa “Motor” en el escritorio.

Posteriormente, se abre el software del servidor OPC S7-200 PC Access y en el menú “**Archivo**” se selecciona la opción “**Importar símbolos...**” y automáticamente se abre la ventana “**Importar**”, en la cual se busca el archivo del programa “Motor” guardado en STEP 7 Micro/WIN como se indica en la Figura 4.14.

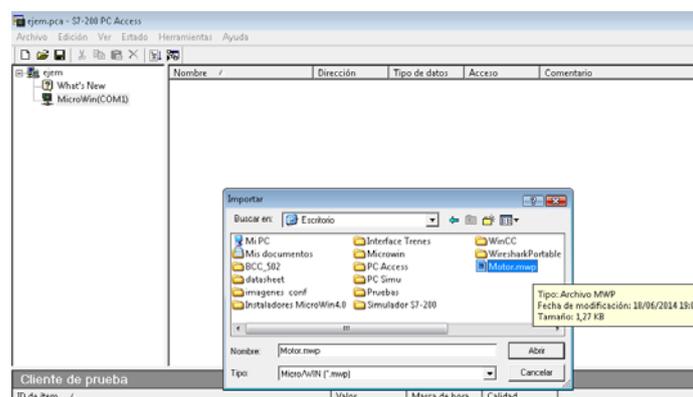


Figura 4.14. Abrir el archivo “Motor.mwp” desde el OPC S7-200 PC Access.

Una vez seleccionado el programa “Motor” al servidor OPC aparecen los nombres de las variables importadas.

Para probar la conectividad de las variables del servidor OPC con las del autómeta, se debe marcar las variables y arrastrarlas hasta la ventana inferior “**Cliente de prueba**”. Una vez situadas aquí las variables se debe dar clic sobre el icono “**Estado del cliente de prueba**” ubicado bajo la barra de herramientas y comprobar la columna “**Calidad**” en la ventana “**Cliente de prueba**”. En esta columna, frente a cada variable se muestra la palabra “**Good**” cuando la comunicación entre el servidor y el autómeta se ha establecido y no presenta problemas, como se indica en la Figura 4.15.

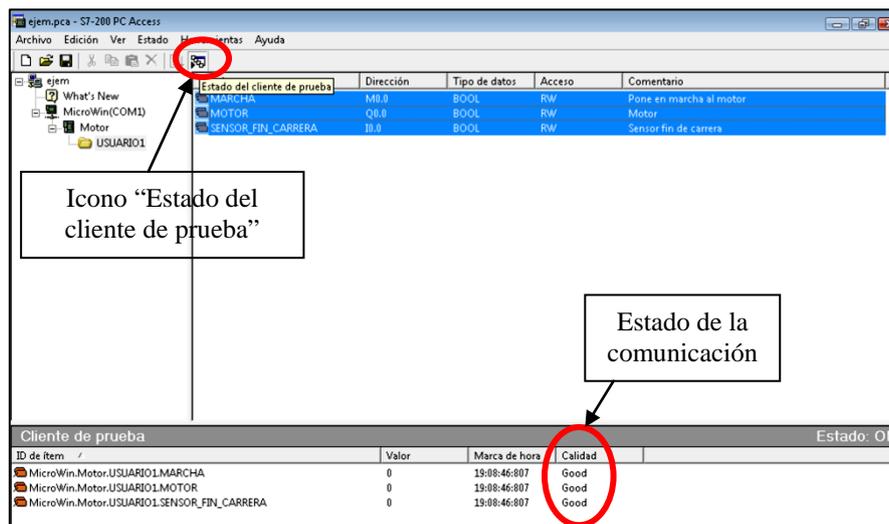


Figura 4.15. Comprobación de conexión entre el servidor OPC y el autómeta.

Una vez establecida la conexión entre el servidor OPC y el programa del autómeta se procede a abrir el software de la interfaz SIMANTEC WinCC.

Al abrir el WinCC sin que con anterioridad se haya abierto otro proyecto, se despliega la ventana indicada en la Figura 4.16, donde se muestra los tipos de proyecto que se pueden crear.

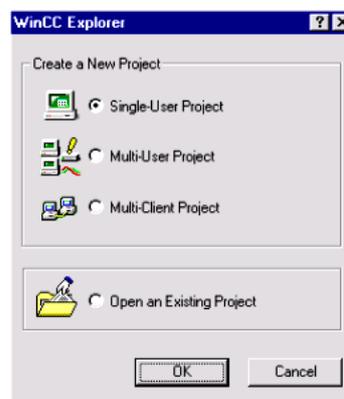


Figura 4.16. Tipos de Proyectos que se pueden crear en WinCC

Las diferentes opciones son:

- Crear “Single - User Project”: crea un proyecto para un único computador.
- Crear “Multi - User Project”: crea un proyecto con un servidor y varios clientes.
- Crear “Multi - Client Project”: crea un proyecto con varios servidores y un cliente.
- “Open an Existing Project”: para abrir un proyecto que ya existiese anteriormente.

Como el proyecto a realizarse va a ser para un único computador, se selecciona la opción “**Single - User Project**”.

El siguiente paso es asignar un nombre al proyecto y al subdirectorio que lo contiene al cual es aconsejable colocar el mismo nombre en ambos.

Después de haber asignado un nombre al proyecto, es necesario agregar un driver de comunicación y configurar la conexión con el autómeta.

Se empieza haciendo clic derecho sobre “**Administración de variables**” ubicado al lado izquierdo de la pantalla de “**WinCC Explorer**” para que se despliegue un menú auxiliar. En éste menú se debe seleccionar “**Agregar nuevo driver...**” y en la ventana que se abre seleccionar el driver “**OPC.chn**” y se presiona el botón “**Abrir**” como se indica en la Figura 4.17.

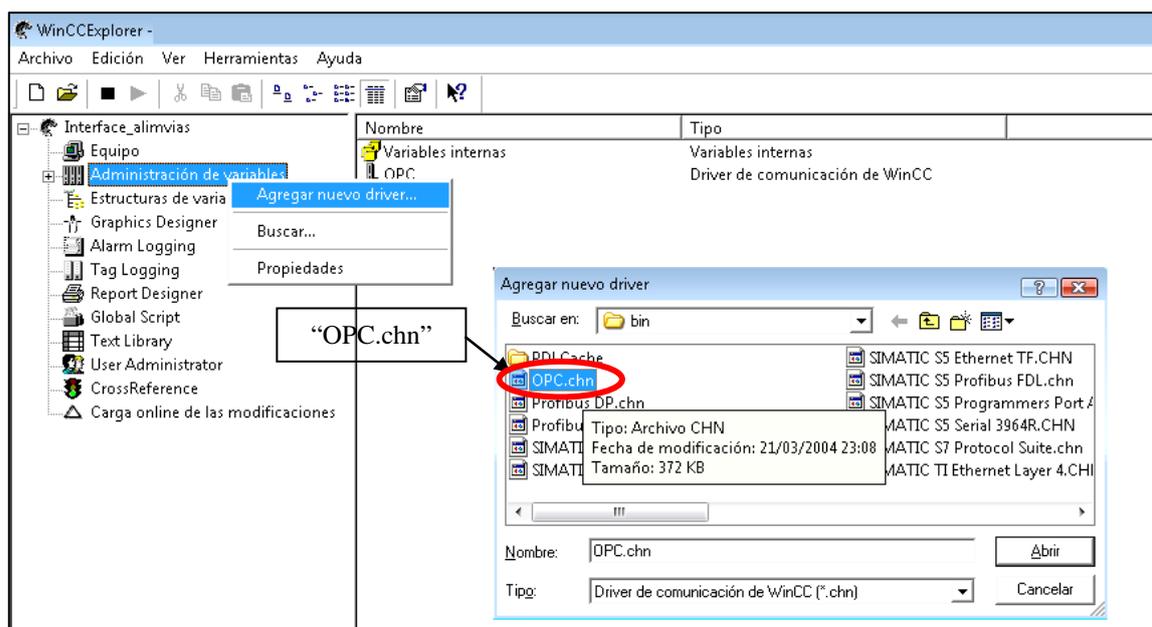


Figura 4.17. Selección del driver para el servidor OPC.

Después de haber seleccionado el driver “**OPC.chn**”, dentro del “**Administrador de variables**” ya aparece el driver OPC, el cual contiene al “**OPC Groups (OPCCHN Unit #1)**”. Se hace clic derecho sobre él y en el menú auxiliar seleccionar “**Parámetros de sistema**”.

Se despliega la ventana “**OPC-Item-Manager**” donde se selecciona con un clic “**\\<LOCAL>**” para que inicie la búsqueda de servidores OPC disponibles. Cuando ha finalizado la búsqueda aparece el servidor “**S7200.OPCServer**” seleccionar y presionar el botón “**Examinar servidor**” como se indica en la Figura 4.18.

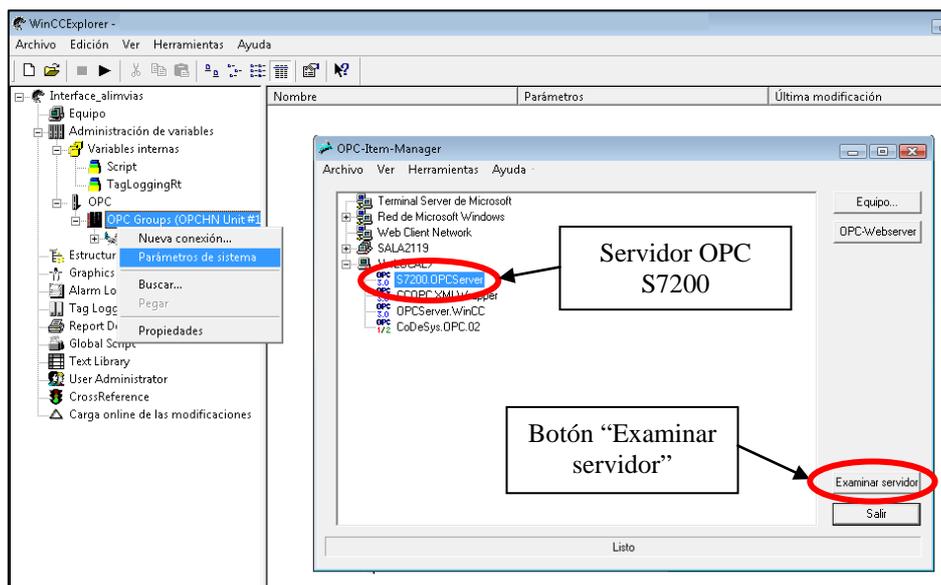


Figura 4.18. Selección del servidor S7-200 OPC Server.

Posteriormente, aparece la ventana “**Criterios de filtro**” en la cual se seleccionan en Derechos de acceso “**Lectura**” y “**Escritura**” y se presiona el botón “**Siguiente**”, como se indica en la Figura 4.19.

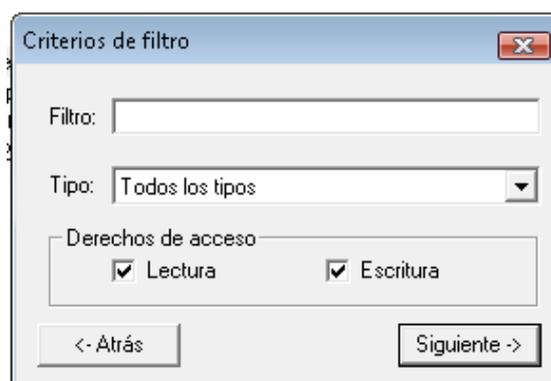


Figura 4.19. Ventana “Criterios de filtro”.

En seguida de haber seleccionado los filtros, se despliega la ventana “**S7200.OPCServer**” donde aparecen las variables que creamos en el PLC y están en el servidor OPC. Se procede a seleccionarlas y se presiona el botón “**Agregar elementos**” como se indica en la Figura 4.20.

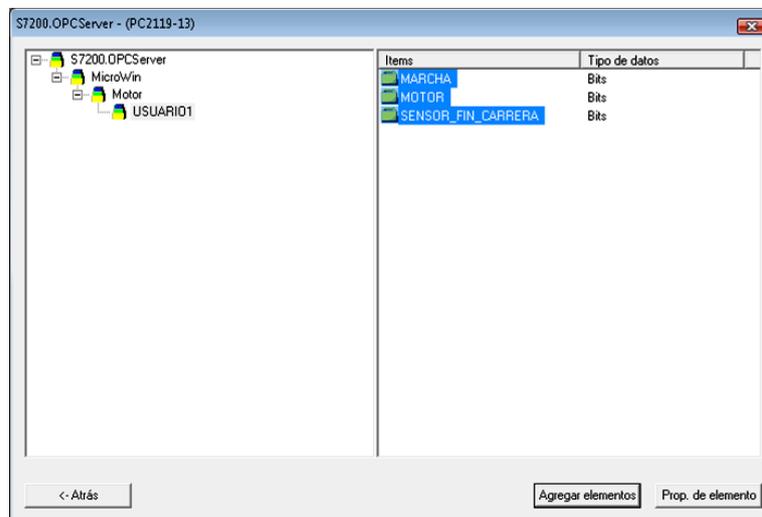


Figura 4.20. Variables disponibles en el servidor OPC.

A continuación se despliega la ventana “**Agregar variables**”, Figura 4.21, y se selecciona el nombre del proyecto donde se desea guardar las variables y se presiona el botón “**Finalizar**”.

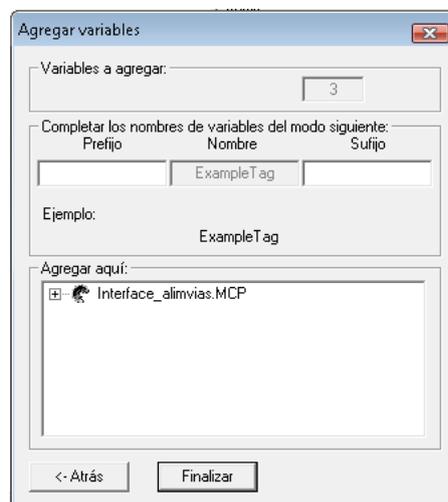


Figura 4.21. Ventana “Agregar variables”.

Una vez realizado todo este procedimiento, las variables que se tenían en el autómata ya se encuentran disponibles, Figura 4.22, para el uso desde el software SIMATIC WinCC 4.0 en la interfaz ya sea para visualización o control de las mismas.

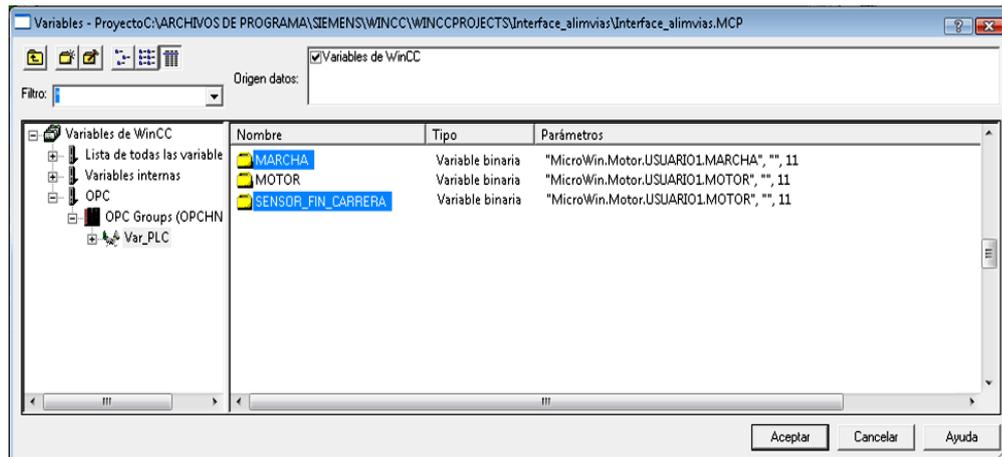


Figura 4.22. Variables del autómata disponibles desde la interfaz.

Es muy importante tomar en cuenta que cualquier cambio en el programa del autómata, ya sea cambio de dirección, cambio de nombre, creación o eliminación de variables; estas deben ser actualizadas manualmente tanto en el servidor OPC S7-200 PC Access como en la interfaz del WinCC de manera parecida al procedimiento anteriormente explicado, caso contrario se pueden producir mal funcionamiento del programa debido a direccionamientos y etiquetados discordantes entre programas.

4.3 Configuración de puertos, entradas y salidas del autómata

4.3.1 Configuración de puertos PTO/PWM

Es necesario el uso de la señal PWM para controlar la tensión suministrada a las pistas internas y externas de la maqueta ferroviaria y por ende controlar la velocidad de los trenes.

La CPU 224 del autómata Siemens S7-200 dispone de dos generadores de pulsos PTO (trenes de pulsos rápidos) y PWM (pulsos de ancho modulado), y para utilizarlos es necesario configurar sus respectivos puertos PTO/PWM.

Los generadores de pulsos están asignados a las salidas Q0.0 y Q0.1. Cada generador tiene un byte de control, un valor de tiempo de ciclo, un valor de ancho de impulso y un valor de conteo de impulsos, los cuales se encuentran almacenados en direcciones específicas del área de marcas especiales.

Para el generador PWM de la salida Q0.0 se configuran las marcas especiales SMB67 para asignar un valor al byte de control, SMW68 para asignar el valor de tiempo de ciclo PWM y SMW70 para asignar el valor de ancho de pulsos PWM.

Por otro lado, para el generador PWM de la salida Q0.1 se configuran las marcas especiales SMB77 para asignar un valor al byte de control, SMW78 para asignar el valor de tiempo de ciclo PWM y SMW80 para asignar el valor de ancho de pulsos PWM.

En la Tabla 4.1 se describen bit a bit los registros de configuración para el control de las funciones PTO/PWM. [20]

Tabla 4.1. Registros de control funciones PTO/PWM.

MARCA ESPECIAL REGISTRO DE CONTROL (bit a bit)		DESCRIPCIÓN
Q0.0	Q0.1	
SM67.0	SM77.0	Actualizar tiempo de ciclo PTO/PWM0: 0 = no actualizar, 1 = actualizar
SM67.1	SM77.1	Actualizar ancho de impulsos de PWM0: 0 = no actualizar, 1 = actualizar
SM67.2	SM77.2	Actualizar el valor de conteo de impulsos de PTO0: 0 = no actualizar, 1 = actualizar
SM67.3	SM77.3	Elegir base de tiempo PTO/PWM: 0 = 1µs/ciclo, 1 = 1 ms/ciclo
SM67.4	SM77.4	Actualización de PWM0: 0 = asíncrona, 1 = síncrona
SM67.5	SM77.5	Función PTO0: 0 = monosegmento, 1 = multisegmento
SM67.6	SM77.6	Elegir modo PTO0/PWM0 0 = PTO, 1 = PWM
SM67.7	SM77.7	Bit de habilitación de PTO0/PWM0: 0 = deshabilitar, 1 = habilitar
SMW68	SMW78	Valor del tiempo de ciclo PTO0/PWM0 (de 2 a 65.535 unid. de la base de tiempo)
SMW70	SMW80	Valor del ancho de impulsos PWM0 (de 0 a 65.535 unidades de la base de tiempo)

Con ayuda de esta tabla, para que el puerto generador de pulsos se encuentre habilitado, modo PWM, actualización síncrona, con una base de tiempo de 1ms/ciclo y permita cargar el valor de ancho de pulsos y el tiempo de ciclos se debe cargar el valor binario 11011011, es decir el valor DB en hexadecimal, en los registros de las marcas especiales SMB67 y SMB77.

4.3.2 Direccionamiento de entradas y salidas del autómata.

Entre el autómata Siemens S7-200 CPU 224 AC/DC/RLY y el módulo de expansión EM223 DC/RELAY disponibles para este proyecto se han utilizado un total de 21 entradas y 26 salidas las cuales se detallan a continuación.

4.3.2.1 Entradas del autómata

A continuación en la Tabla 4.2 se detallan el nombre de las entradas, su dirección y la descripción de cada una.

Tabla 4.2. Direccionamiento de entradas del autómata.

Símbolo	Dirección	Descripción
Terminal_1	I0.0	Sensor Reed en T1
Terminal_2	I0.1	Sensor Reed en T2
Terminal_3	I0.2	Sensor Reed en T3
R3_2	I0.3	Sensor Reed 2 en Región 3
R3_1	I0.4	Sensor Reed 1 en Región 3
R4_4	I0.5	Sensor Reed 4 en Región 4
R4_3	I0.6	Sensor Reed 3 en Región 4
R4_2	I0.7	Sensor Reed 2 en Región 4
R4_1	I1.0	Sensor Reed 1 en Región 4
R5_1	I1.1	Sensor Reed 1 en Región 5
R6_2	I1.2	Sensor Reed 2 en Región 6
R6_1	I1.3	Sensor Reed 1 en Región 6
R8_4	I1.4	Sensor Reed 4 en Región 8
R8_3	I1.5	Sensor Reed 3 en Región 8
R8_2	I2.0	Sensor Reed 2 en Región 8
R8_1	I2.1	Sensor Reed 1 en Región 8
R9_1	I2.2	Sensor Reed 1 en Región 9
R10_1	I2.3	Sensor Reed 1 en Región 10
R7_2	I2.4	Sensor Reed 2 en Región 7
R7_1	I2.5	Sensor Reed 1 en Región 7
Sensor_Plataforma	I2.6	Sensor óptico en la plataforma

4.3.2.2 Salidas del autómata

A continuación en la Tabla 4.3 se detallan el nombre de las salidas, su dirección y la descripción de cada una.

Tabla 4.3. Direccionamiento de salidas del autómata.

Símbolo	Dirección	Descripción
PWM_Interno	Q0.0	Señal PWM velocidad pista interna
PWM_Externo	Q0.1	Señal PWM velocidad pista externa
Cambio_Sentido_Int	Q0.2	Cambiar polaridad vía interna
Cambio_Sentido_Ext	Q0.3	Cambiar polaridad vía externa
Off_curvas_interiores	Q0.4	Inhibir alimentación curvas interiores
Off_rectas_interiores	Q0.5	Inhibir alimentación rectas interiores
Off_curvas_exteriores	Q0.6	Inhibir alimentación curvas exteriores
Off_rectas_exteriores	Q0.7	Inhibir alimentación rectas externas
Alimentar_Terminales	Q1.0	Habilitar terminales de trenes
Salida_Pulsos_Motor	Q2.0	Salida de pulsos control motor a pasos
Dirección_Giro_Motor	Q2.1	Cambiar sentido de giro de motor a pasos
Disable_Motor	Q2.2	Deshabilitar motor a pasos
Half_Steps	Q2.3	Activar medios pasos para motor
CV2_Recto	Q2.4	Cambiar de vía 2 recto
CV2_Desv	Q2.5	Cambiar de vía 2 desviado
CV3_Recto	Q2.6	Cambiar de vía 3 recto
CV3_Desv	Q2.7	Cambiar de vía 3 desviado
CV4_Recto	Q3.0	Cambiar de vía 4 recto
CV4_Desv	Q3.1	Cambiar de vía 4 desviado
CV5_Recto	Q3.2	Cambiar de vía 5 recto
CV5_Desv	Q3.3	Cambiar de vía 5 desviado
CV6_Recto	Q3.4	Cambiar de vía 6 recto
CV6_Desv	Q3.5	Cambiar de vía 6 desviado
Semáforo_verde	Q3.6	Encender luz verde de semáforos
Semáforo_rojo	Q3.7	Encender luz roja de semáforos

4.4 Descripción de la interfaz de control

La interfaz de la aplicación está compuesta por varias pantallas, dentro de las cuales el usuario puede interactuar con la maqueta ferroviaria de una manera fácil y práctica.

La secuencia de despliegue de cada pantalla durante el desarrollo de la aplicación se indica a continuación en la Figura 4.23.

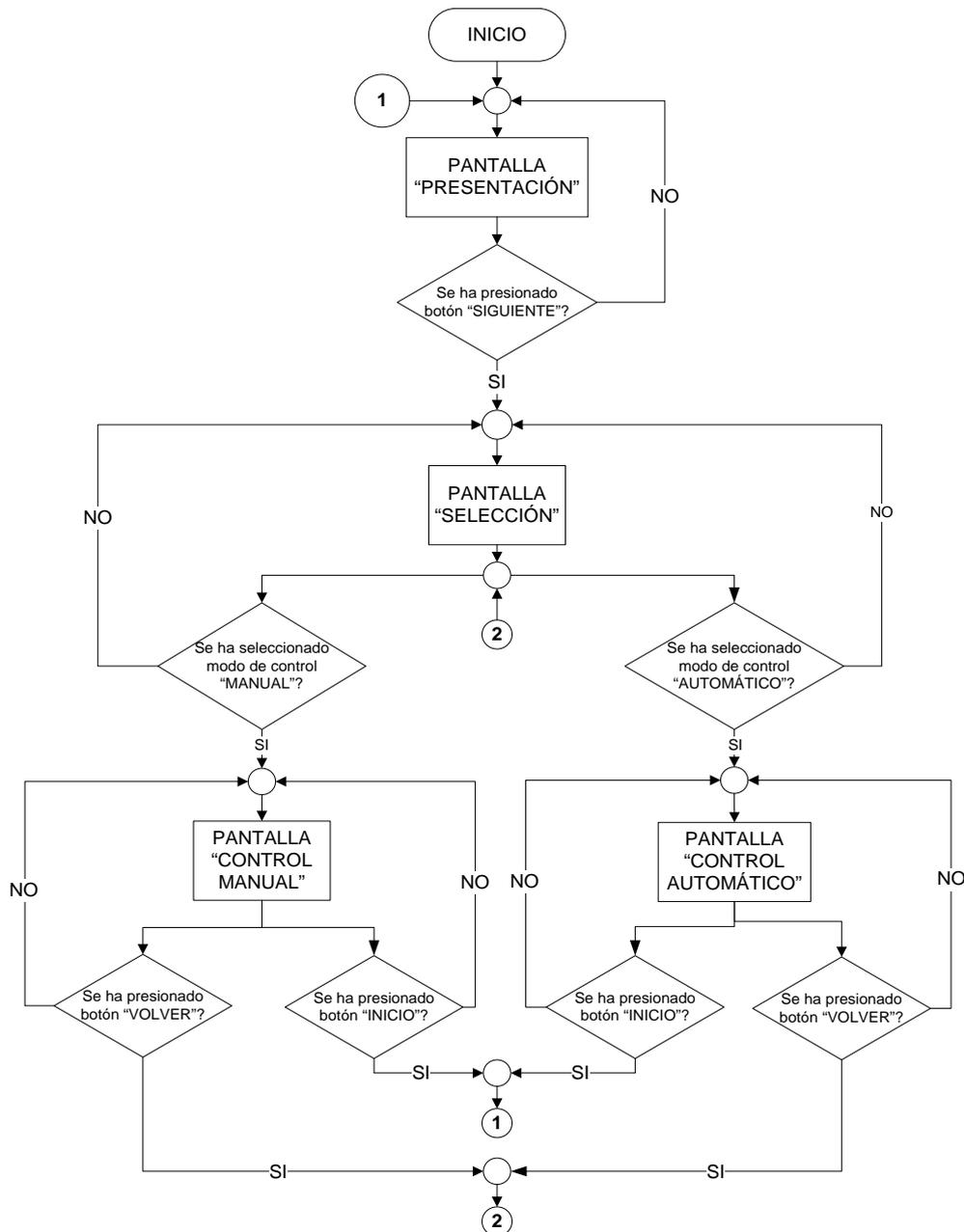


Figura 4.23. Esquema principal del desarrollo de la interfaz.

En cada una de estas pantallas se ejecutan diferentes partes de la programación y a continuación se las describe una por una.

4.4.1 Pantalla “PRESENTACIÓN”

La pantalla “PRESENTACIÓN” es la introducción a la interfaz en sí. En esta pantalla se muestra el tema del trabajo fin de máster, el nombre del autor y del director del mismo. Esta pantalla aparece cuando se da inicio a la aplicación y cuando desde las otras pantallas se presiona el botón “VOLVER”.

El botón “SIGUIENTE” que aparece en la esquina inferior derecha permite al usuario pasar a la siguiente ventana.

La pantalla “PRESENTACIÓN” se muestra a continuación en la Figura 4.24.



Figura 4.24. Pantalla “PRESENTACIÓN”.

4.4.2 Pantalla “SELECCIÓN”

En esta pantalla, Figura 4.25, el usuario puede elegir el modo de control MANUAL o AUTOMÁTICO para operar la maqueta ferroviaria presionando el botón respectivo.



Figura 4.25. Pantalla "SELECCIÓN".

4.4.3 Pantalla "CONTROL MANUAL"

Si el usuario en la pantalla "SELECCIÓN" ha presionado el botón "MANUAL", se despliega la ventana "CONTROL MANUAL", mostrada en la Figura 4.26.

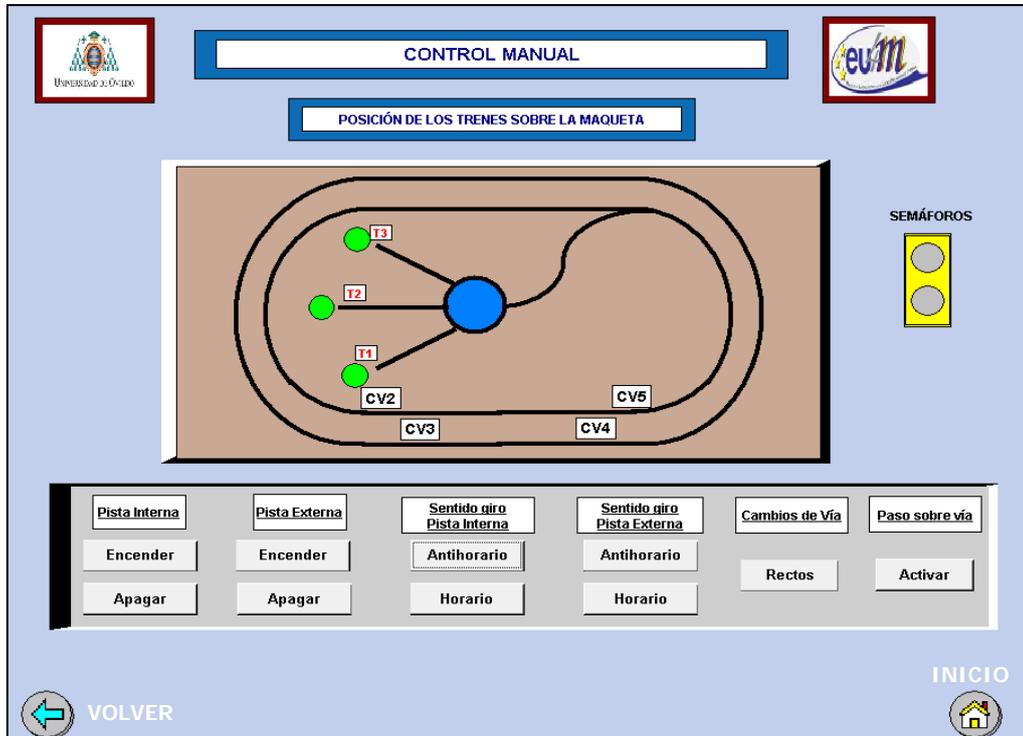


Figura 4.26. Pantalla "CONTROL MANUAL".

En esta pantalla, el usuario puede operar de manera manual cada componente de la maqueta ferroviaria como encender y apagar las pistas internas y externas, cambiar el sentido de circulación de los trenes, cambiar de posición los cambios de vía, simular el paso sobre las vías y probar el control de tráfico en los cambios de vías.

4.4.3.1 Botones Pista Interna

El control de la alimentación de la pista interna se realiza mediante dos botones “Encender” y “Apagar”.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.27, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Encender” en la pista interna.

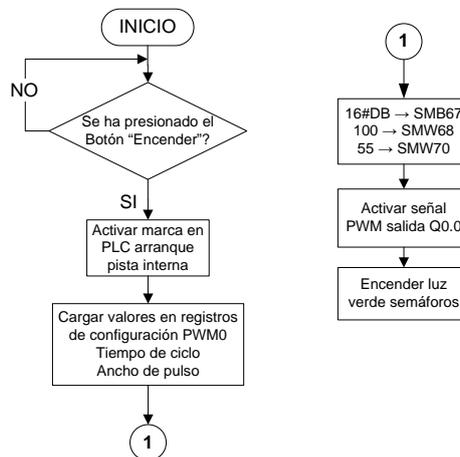


Figura 4.27. Funcionamiento de la rutina del botón “Encender” en la pista interna.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.28, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Apagar” en la pista interna.

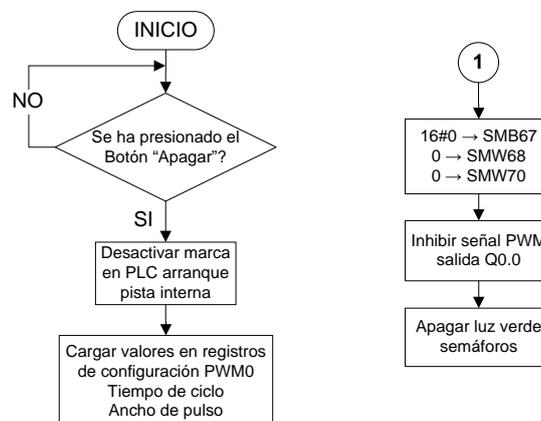


Figura 4.28. Funcionamiento de la rutina del botón “Apagar” en la pista interna.

4.4.3.2 Botones Pista Externa

El control de la alimentación en la pista externa se realiza mediante dos botones “Encender” y “Apagar”.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.29, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Encender” en la pista externa.

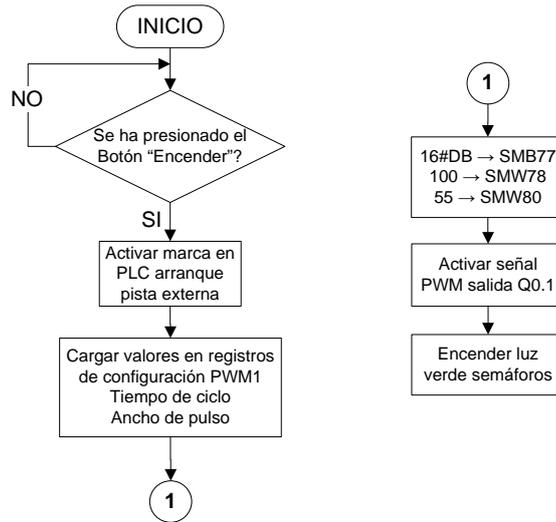


Figura 4.29. Funcionamiento de la rutina botón “Encender” en la pista externa.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.30, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Apagar” en la pista externa.

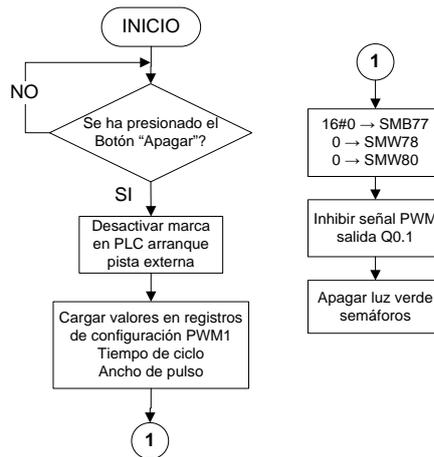


Figura 4.30. Funcionamiento de la rutina del botón “Apagar” en la pista externa.

4.4.3.3 Botones Sentido de giro Pista Interna

El control del sentido de giro en la pista interna se la hace mediante dos botones “Antihorario” y “Horario”.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.31, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Antihorario” en la pista interna.

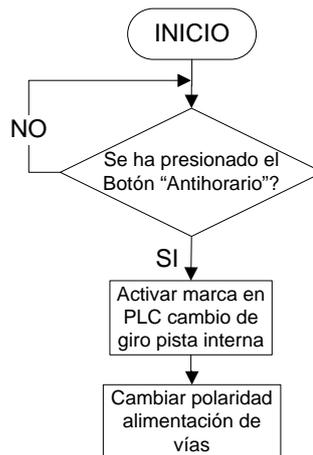


Figura 4.31. Funcionamiento de la rutina del botón “Antihorario” en la pista interna.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.32, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Horario” en la pista interna.



Figura 4.32. Funcionamiento de la rutina del botón “Horario” en la pista interna.

4.4.3.4 Botones Sentido de giro Pista Externa

El control del sentido de giro en la pista externa se la hace mediante dos botones “Antihorario” y “Horario”.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.33, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Antihorario” en la pista externa.

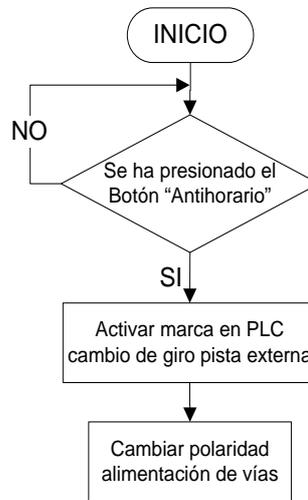


Figura 4.33. Funcionamiento de la rutina del botón “Antihorario” en la pista externa.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.34, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Horario” en la pista externa.

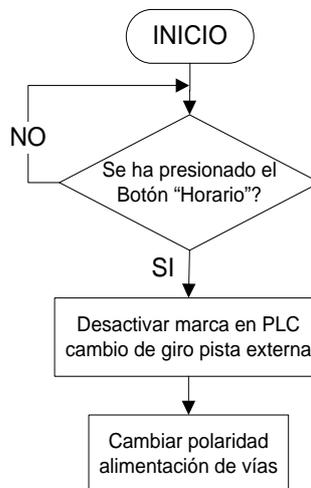


Figura 4.34. Funcionamiento de la rutina del botón “Horario” en la pista externa.

4.4.3.5 Botón Cambios de Vía

El control de los cambios de vía para que todos ellos se coloquen en la posición recta se lo hace mediante el botón “Rectos”.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.35, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Rectos”.

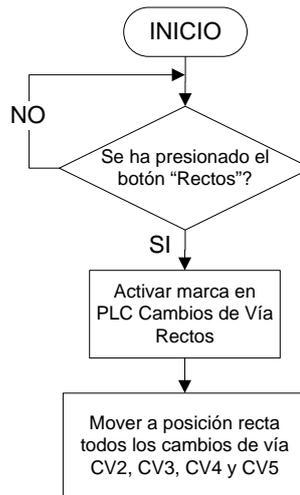


Figura 4.35. Funcionamiento de la rutina del botón “Rectos”.

4.4.3.6 Botón Pasos sobre vía

Para simular el paso sobre las vías ferroviarias se lo hace mediante el botón “Activar”. En el diagrama de flujo de la Figura 4.36, se indica el funcionamiento de la rutina del botón “Activar”.

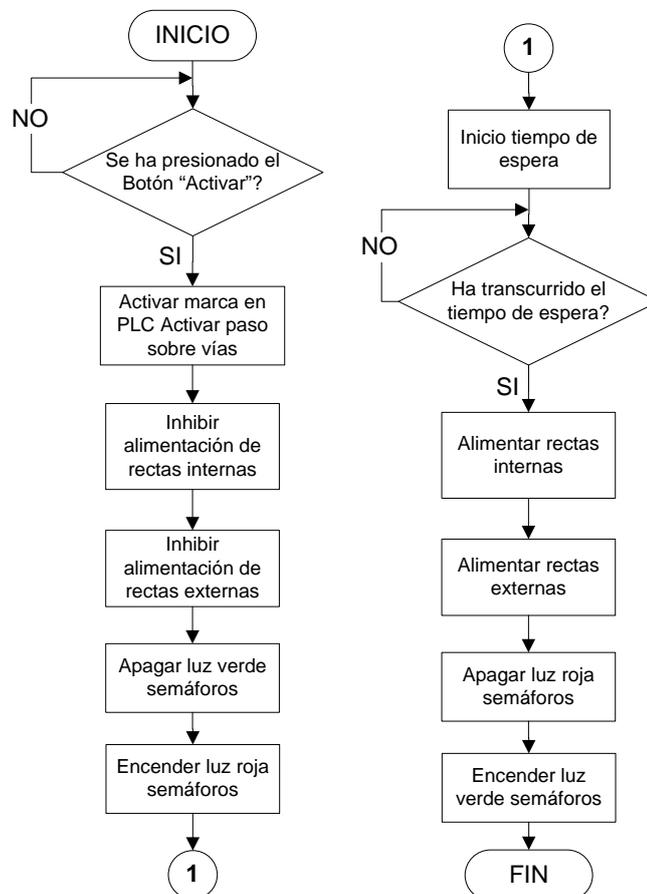


Figura 4.36. Funcionamiento de la rutina del botón “Activar”.

4.4.3.7 Control ferroviario en cambios de vía

El control ferroviario de la maqueta está enfocado a evitar colisiones entre trenes al momento de que un tren cambie de vía de la pista interna a la externa y viceversa. El control ferroviario consiste en la comprobación de riesgos de colisión, inhibición de la alimentación de vías de ser posible la colisión y restablecimiento del funcionamiento normal de las vías.

Durante la operación de la maqueta, los cambios de vía intervienen dependiendo del sentido de desplazamiento en las vías, es decir, los cambios de vía 2 y 4 intervienen cuando los trenes se desplazan en sentido anti horario y los cambios de vía 3 y 5 cuando los trenes se mueven en sentido horario.

Es posible controlar uno a uno los cambios de vía haciendo clic sobre el nombre del cambio de vía que se desee controlar. Una vez presionado cualquiera de los nombres CV2, CV3, CV4 o CV5, se despliega una ventana emergente como se muestra en la Figura 4.37.

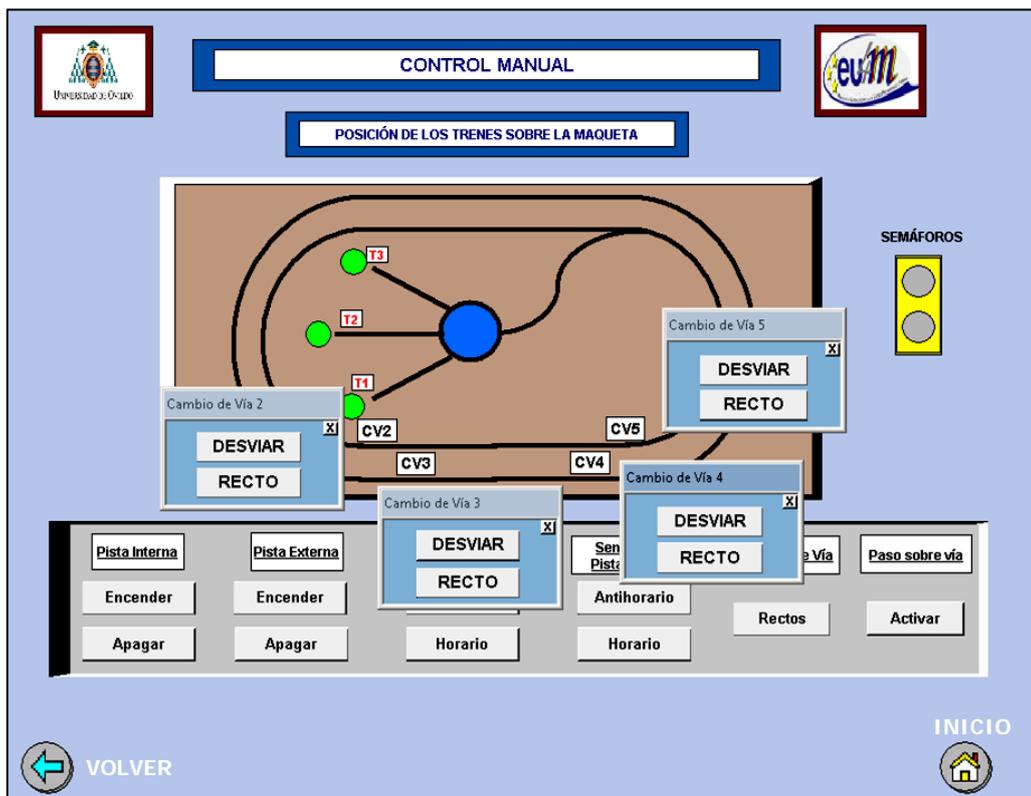


Figura 4.37. Despliegue de ventanas emergentes para el control de cambios de vía.

Cada una de estas ventanas emergentes posee dos botones: “DESVIAR” y “RECTO”, los cuales controlan la posición de cada cambio de vía.

4.4.3.7.1 Control ferroviario en sentido horario de desplazamiento

Debido a la ubicación de los cambios de vía en las pistas, cuando los trenes se desplazan en sentido horario los cambios de vías que influyen en el trayecto son el 3 y el 5.

Para el algoritmo de control para evitar colisiones en el cambio de vía 3 se ha considerado que el tren que va a cambiarse desde la vía externa hacia la interna debe esperar hasta que el tren que está circulando por esa vía se haya alejado del cambio de vía para poder avanzar.

El diagrama de flujo de la Figura 4.38 indica el algoritmo de control implementado para evitar una colisión en el cambio de vía 3 una vez que se presiona el botón “DESVIAR” de la ventana emergente “CV3”.

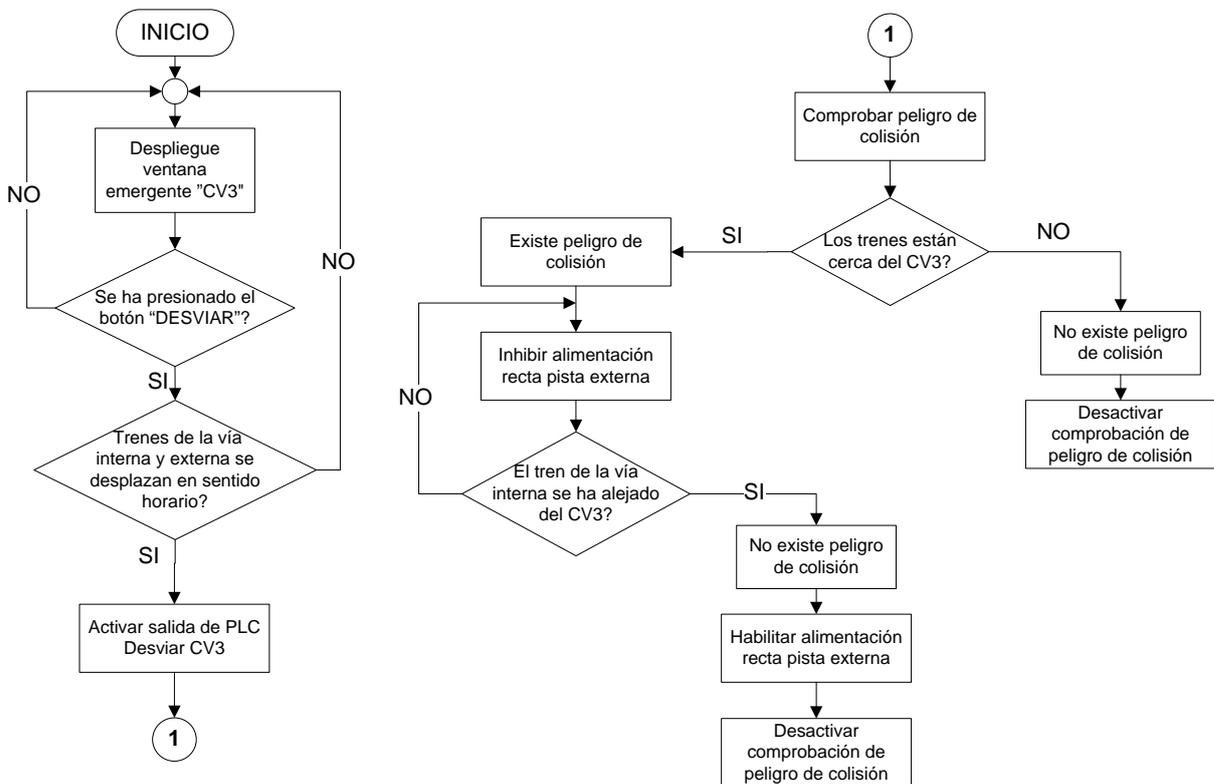


Figura 4.38. Algoritmo de control para evitar colisión en el CV3.

En el algoritmo de control para evitar colisiones en el cambio de vía 5 se ha considerado que el tren que va a cambiarse desde la vía interna hacia la externa debe esperar hasta que el tren que está circulando esa vía se haya alejado del cambio de vía para poder avanzar.

El diagrama de flujo de la Figura 4.39 indica el algoritmo de control implementado para evitar una colisión en el cambio de vía 5 una vez que se presiona el botón “DESVIAR” de la ventana emergente “CV5”.

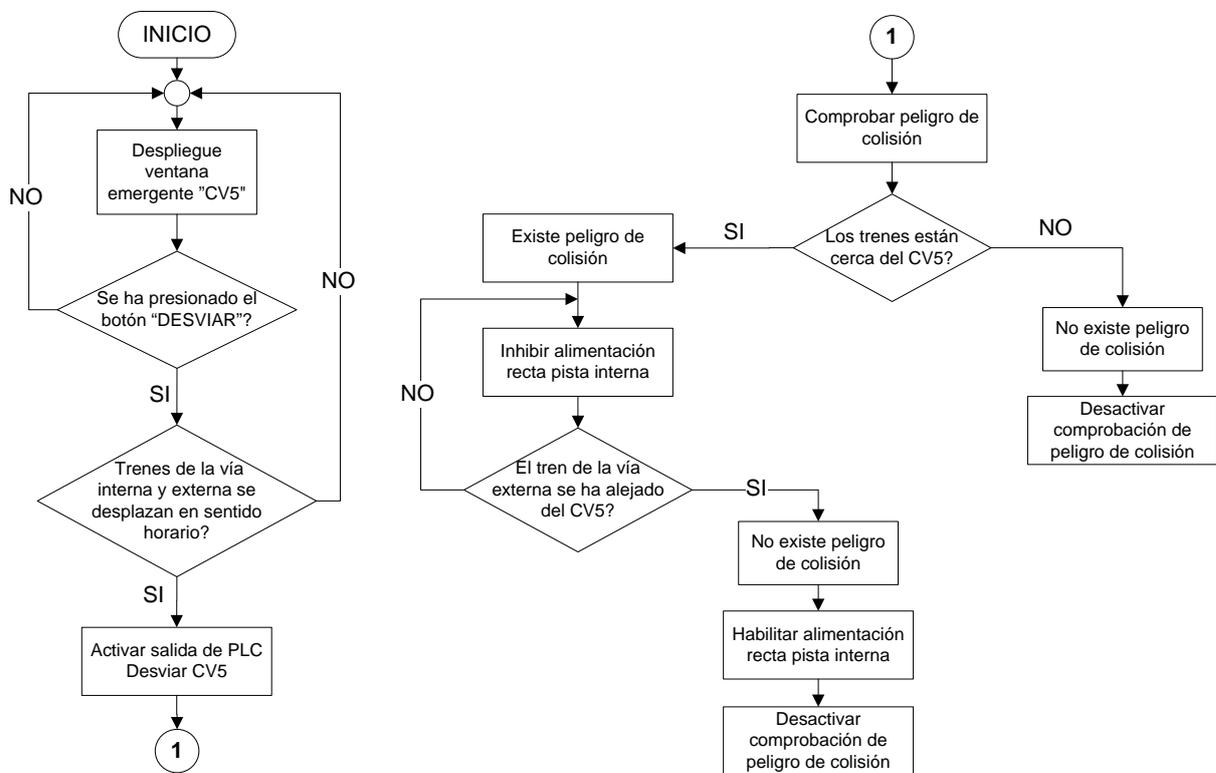


Figura 4.39. Algoritmo de control para evitar colisión en el CV5.

4.4.3.7.2 Control ferroviario en sentido anti horario de desplazamiento

Debido a la ubicación de los cambios de vía en las pistas, cuando los trenes se desplazan en sentido anti horario los cambios de vías que influyen en el trayecto son el 2 y el 4.

Para el algoritmo de control para evitar colisiones en el cambio de vía 2 se ha considerado que el tren que va a cambiarse desde la vía interna hacia la externa debe esperar hasta que el tren que está circulando por esa vía se haya alejado del cambio de vía para poder avanzar.

El diagrama de flujo de la Figura 4.40 indica el algoritmo de control implementado para evitar una colisión en el cambio de vía 2 una vez que se presiona el botón “DESVIAR” de la ventana emergente “CV2”.

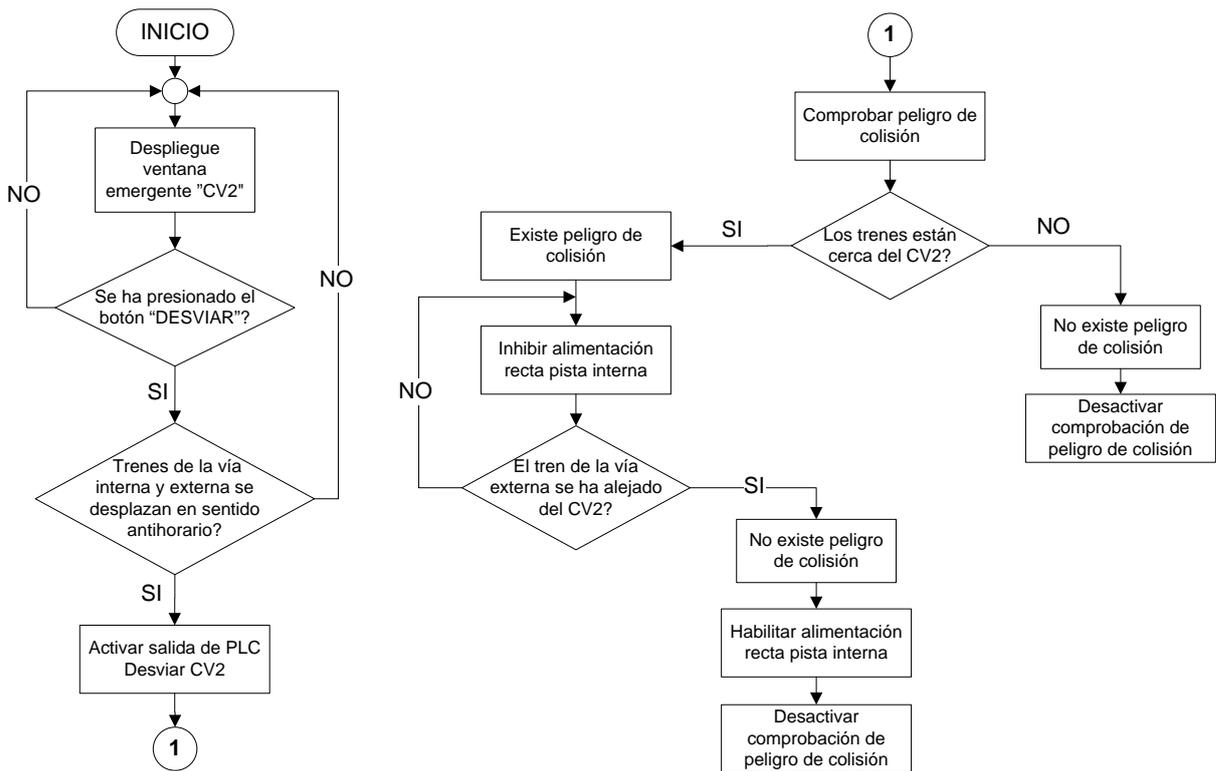


Figura 4.40. Algoritmo de control para evitar colisión en el CV2.

En el algoritmo de control para evitar colisiones en el cambio de vía 4 se ha considerado que el tren que va a cambiarse desde la vía externa hacia la interna debe esperar hasta que el tren que está circulando esa vía se haya alejado del cambio de vía para poder avanzar.

El diagrama de flujo de la Figura 4.41 indica el algoritmo de control implementado para evitar una colisión en el cambio de vía 4 una vez que se presiona el botón “DESVIAR” de la ventana emergente “CV4”.

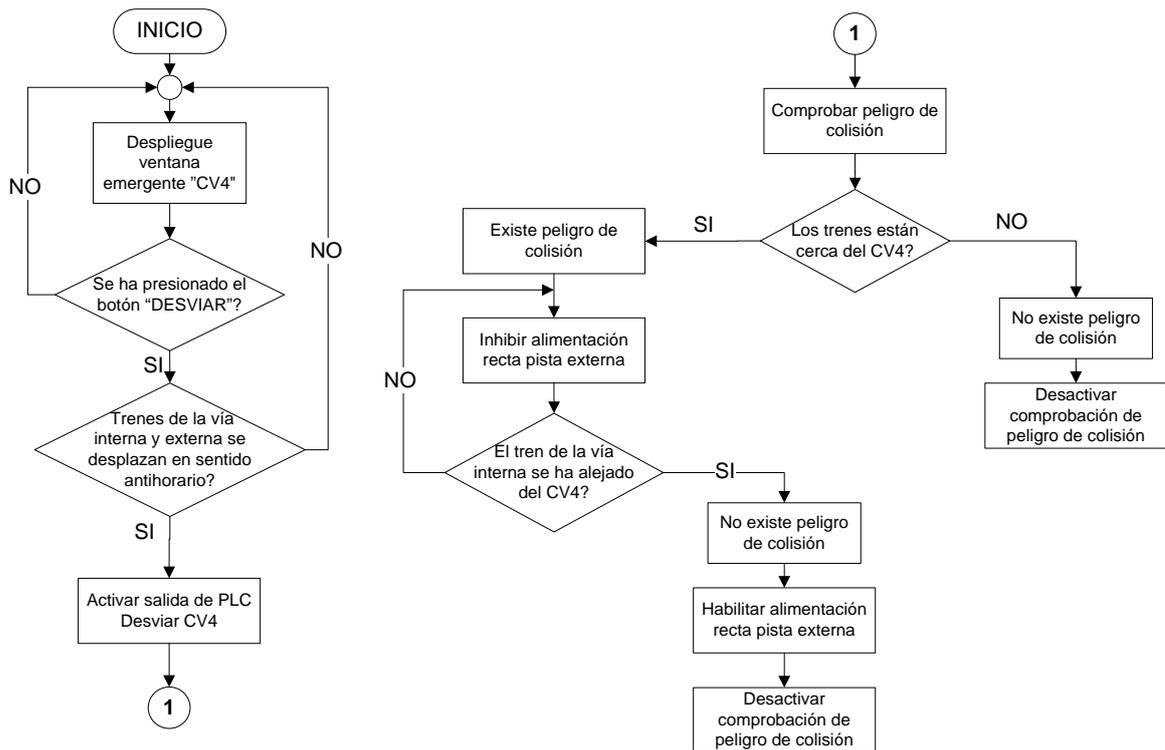


Figura 4.41. Algoritmo de control para evitar colisión en el CV4.

4.4.4 Pantalla “CONTROL AUTOMÁTICO”

Si el usuario en la pantalla “SELECCIÓN” ha presionado el botón “AUTOMÁTICO”, se despliega la ventana “CONTROL AUTOMÁTICO”, mostrada en la Figura 4.42.

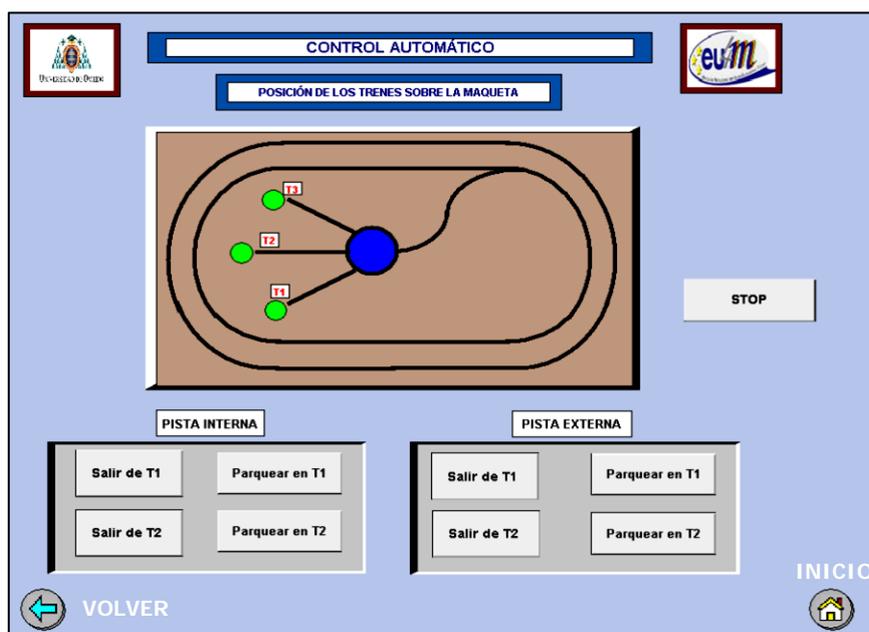


Figura 4.42. Pantalla “CONTROL AUTOMÁTICO”.

Mediante los controles de esta pantalla, se tiene una operación automática de salida desde y hacia los terminales desde cualquiera de las vías ya sea interna o externa.

4.4.4.1 PISTA INTERNA: botón “Salir de T1”

El botón “Salir de T1” permite al usuario desplazar a un tren ubicado en el Terminal 1 hacia la pista interna.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.43 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Salir de T1”.

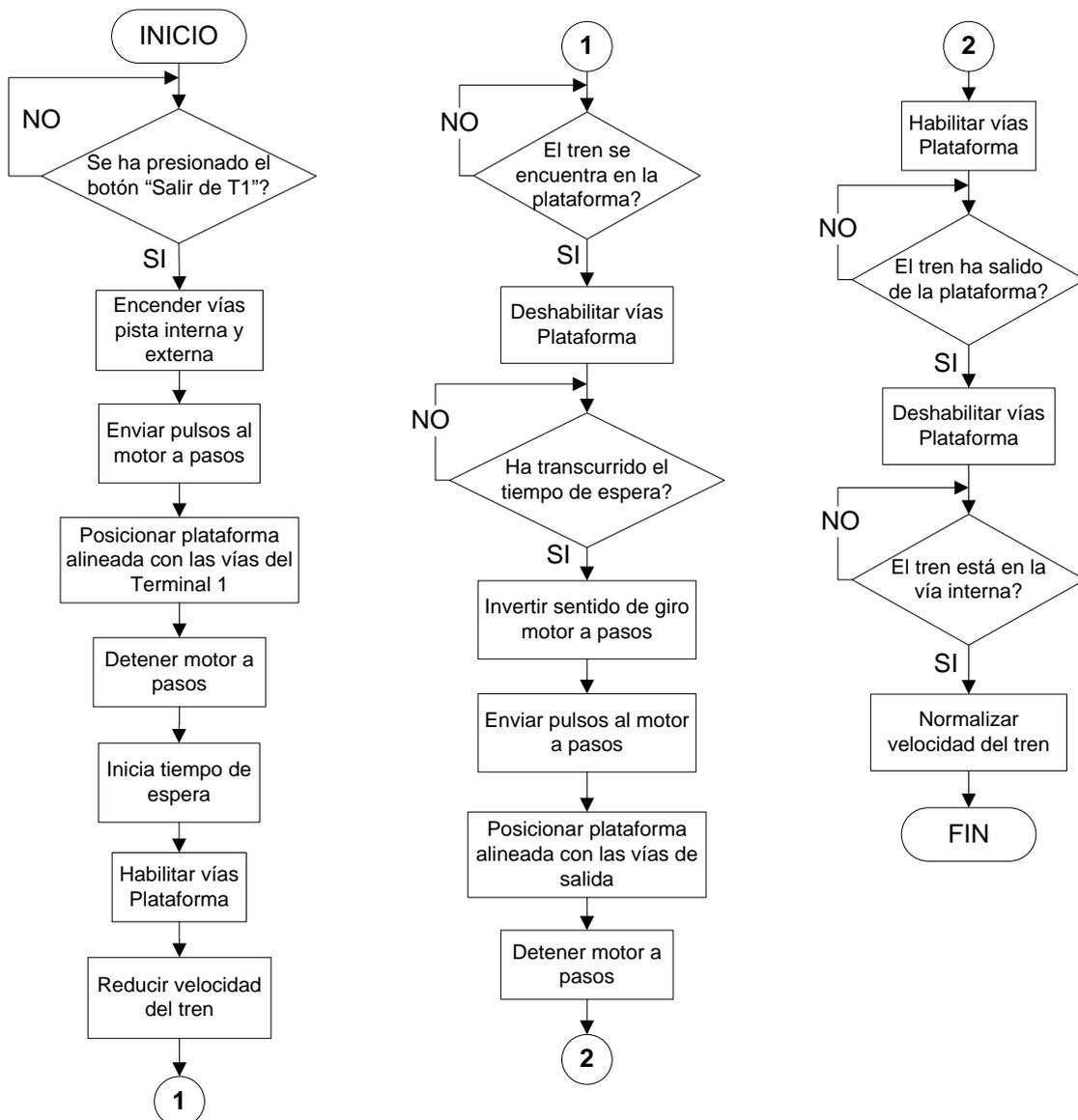


Figura 4.43. Descripción de la rutina del botón “Salir de T1” hacia la pista interna.

4.4.4.2 PISTA INTERNA: botón “Salir de T2”

El botón “Salir de T2” permite al usuario desplazar a un tren ubicado en el Terminal 2 hacia la pista interna.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.44 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Salir de T2”.

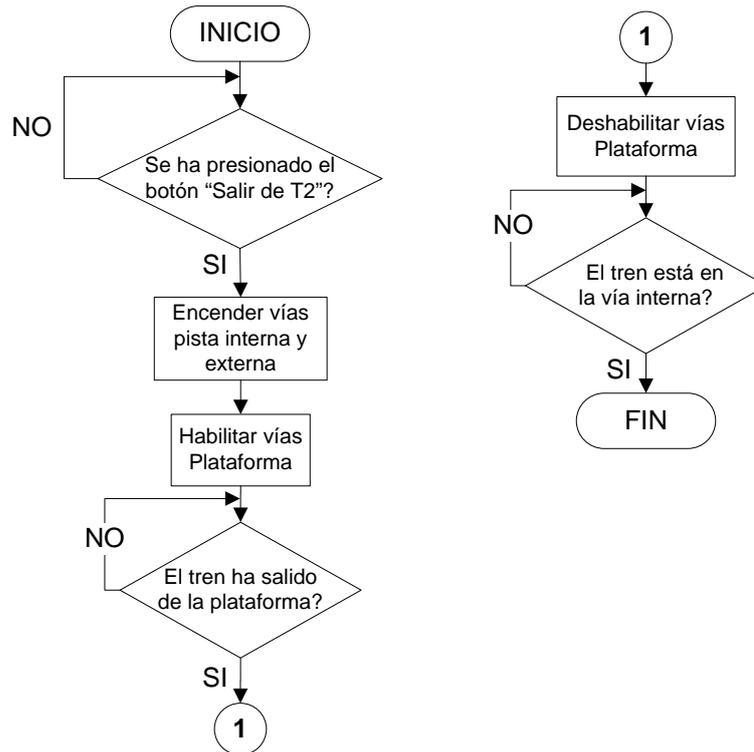


Figura 4.44. Descripción de la rutina del botón “Salir de T2” hacia la pista interna.

4.4.4.3 PISTA INTERNA: botón “Parquear en T1”

El botón “Parquear en T1” permite al usuario desplazar a un tren que se esté moviendo por la pista interna hacia el Terminal 1 y estacionarlo.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.45 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Parquear en T1”.

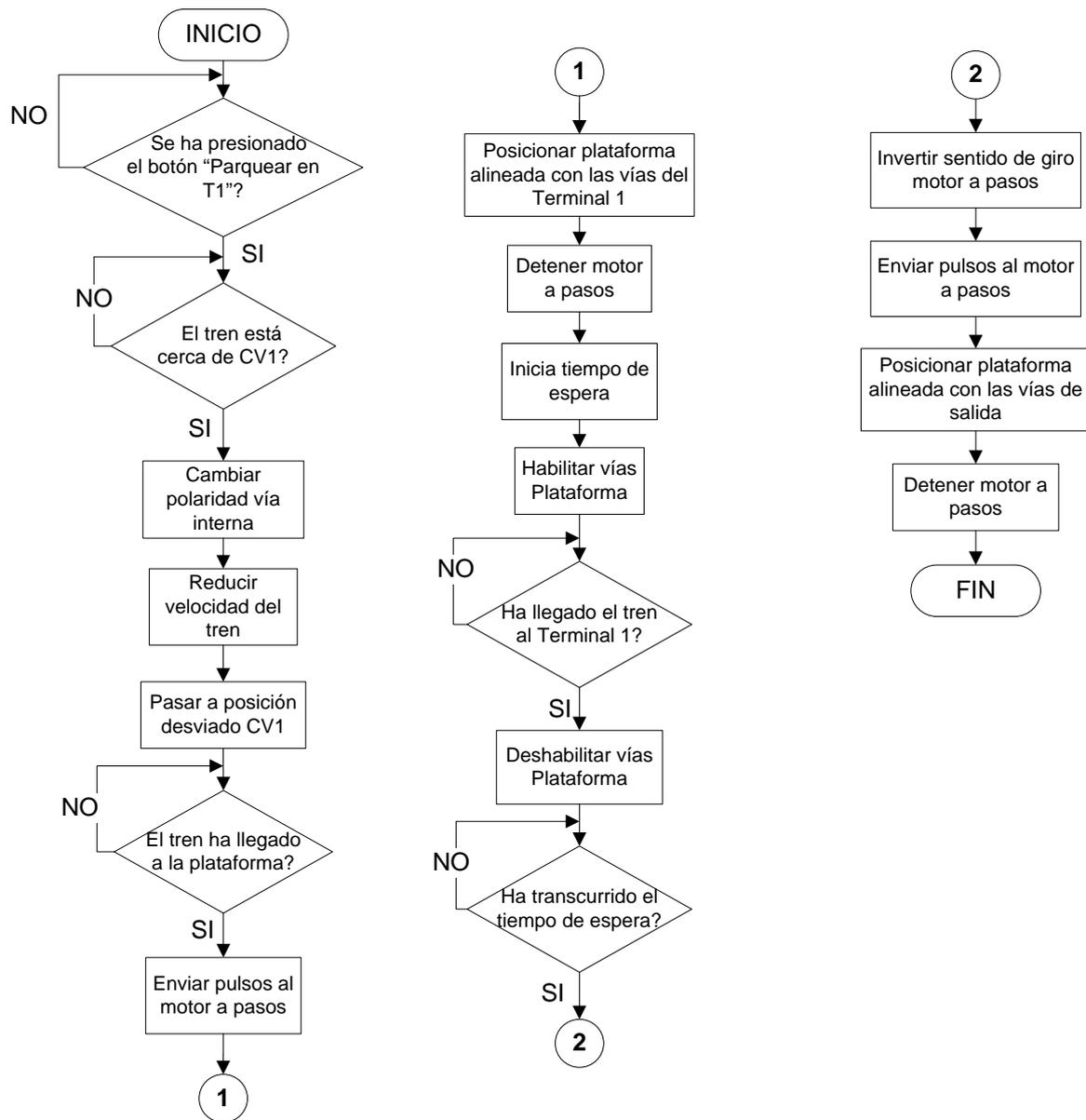


Figura 4.45. Descripción de la rutina del botón “Parquear en T1” desde la pista interna.

4.4.4.4 PISTA INTERNA: botón “Parquear en T2”

El botón “Parquear en T2” permite al usuario desplazar a un tren que se esté moviendo por la pista interna hacia el Terminal 2 y estacionarlo.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.46 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Parquear en T2”.

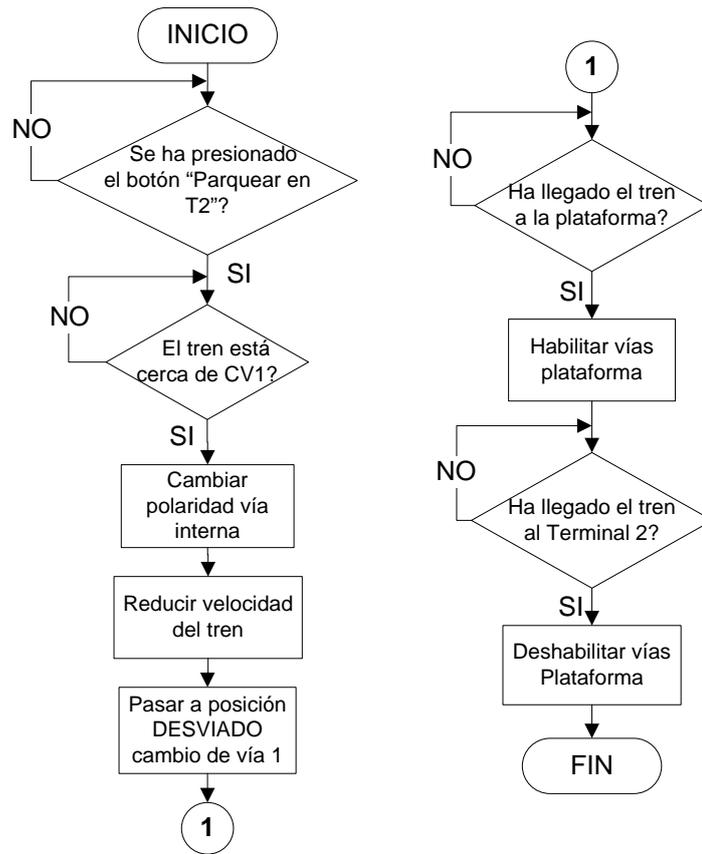


Figura 4.46. Descripción de la rutina del botón “Parquear en T2” desde la pista interna.

4.4.4.5 PISTA EXTERNA: botón “Salir de T1”

El botón “Salir de T1” permite al usuario desplazar a un tren ubicado en el Terminal 1 hacia la pista externa.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.47 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Salir de T1”.

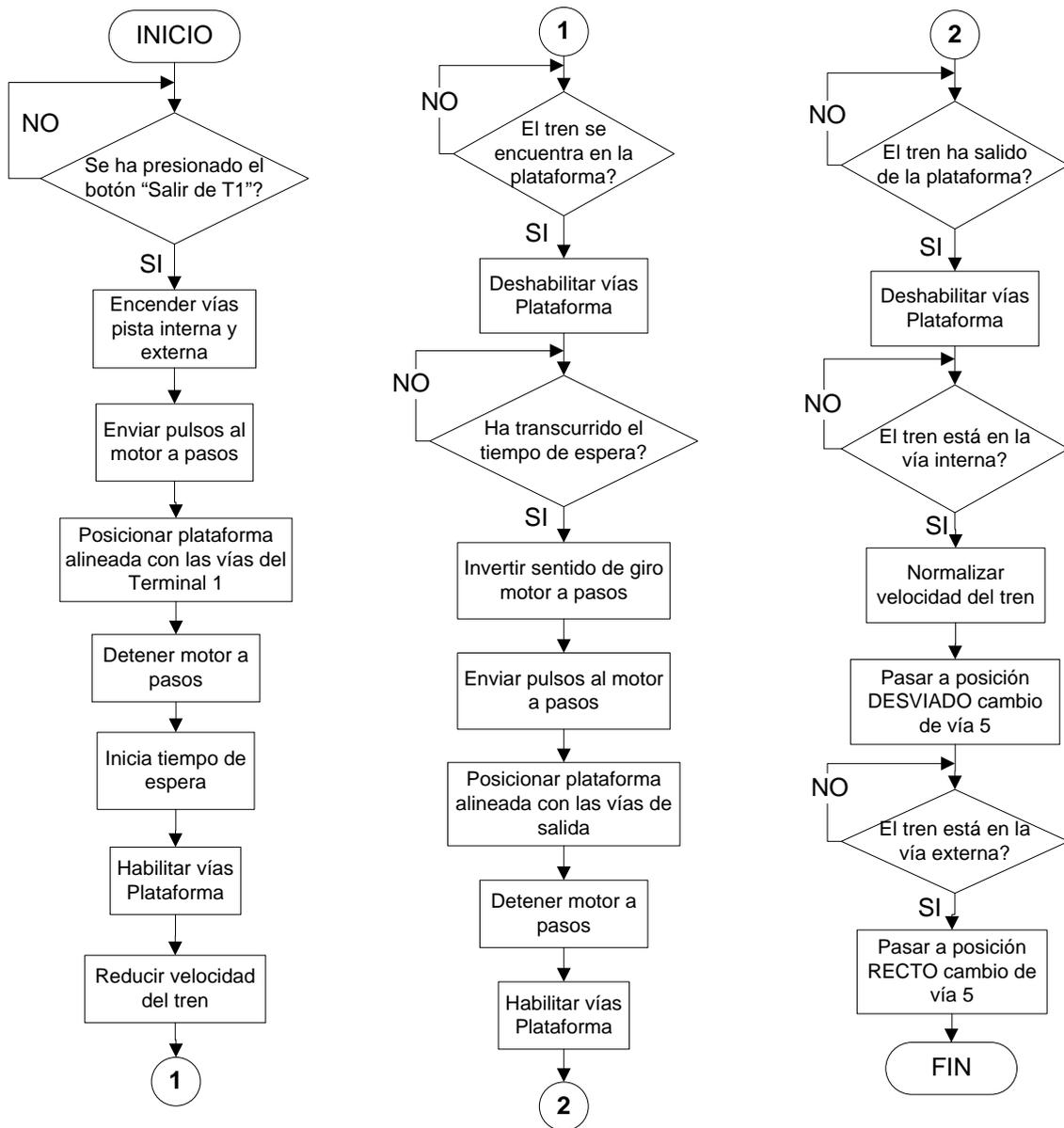


Figura 4.47. Descripción de la rutina del botón “Salir de T1” hacia la pista externa.

4.4.4.6 PISTA EXTERNA: botón “Salir de T2”

El botón “Salir de T2” permite al usuario desplazar a un tren ubicado en el Terminal 2 hacia la pista externa.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.48 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Salir de T2”.

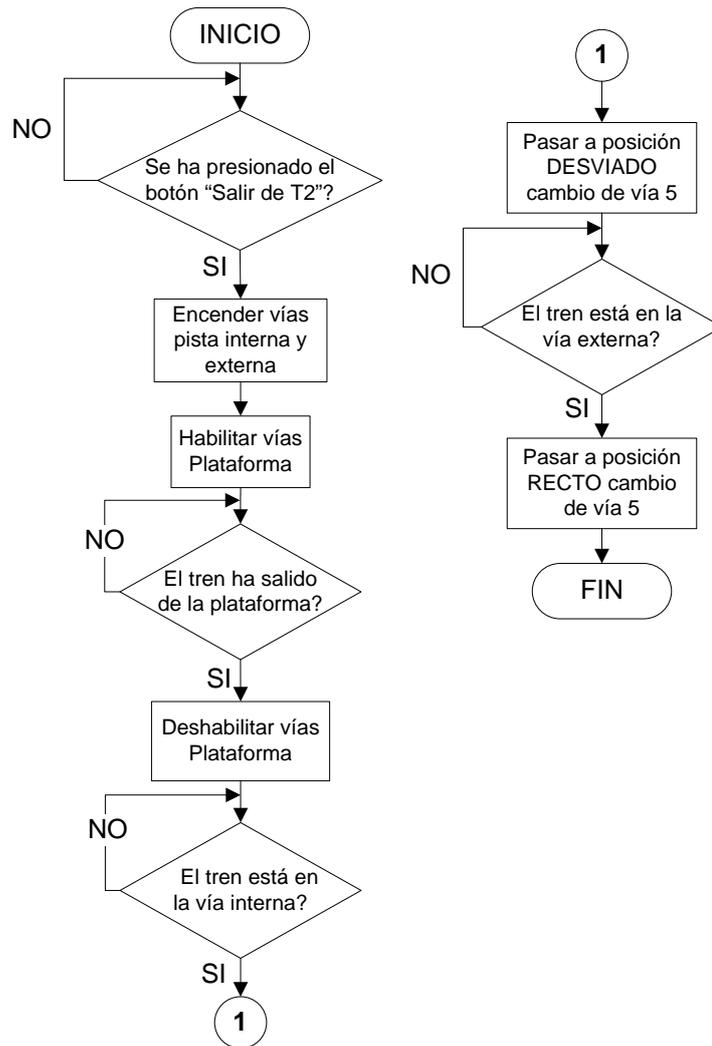


Figura 4.48. Descripción de la rutina del botón “Salir de T2” hacia la pista externa.

4.4.4.7 PISTA EXTERNA: botón “Parquear en T1”

El botón “Parquear en T1” permite al usuario desplazar a un tren que se esté moviendo por la pista externa hacia el Terminal 1 y estacionarlo.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.49 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Parquear en T1”.

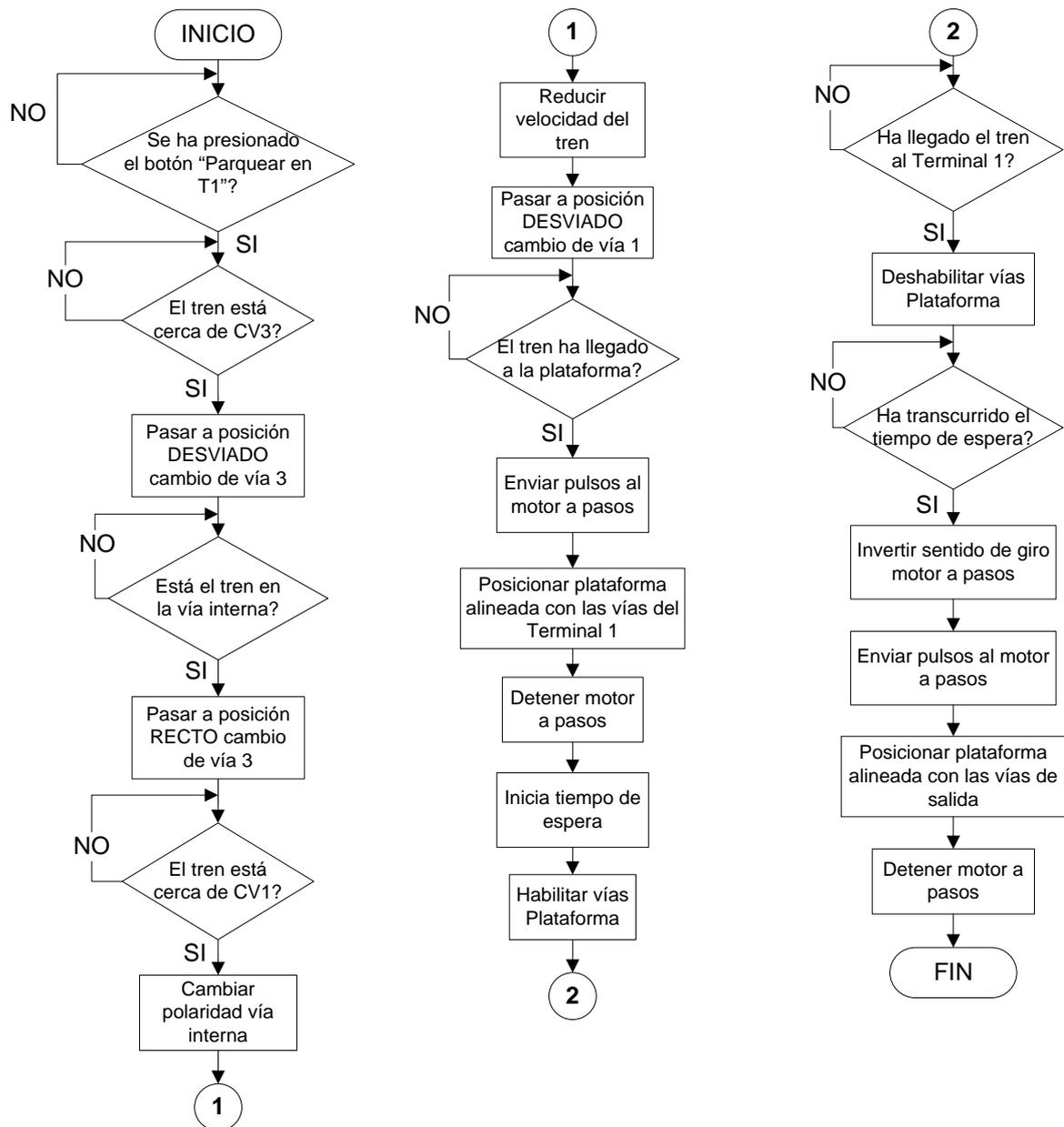


Figura 4.49. Descripción de la rutina del botón “Parquear en T1” desde la pista externa.

4.4.4.8 PISTA EXTERNA: botón “Parquear en T2”

El botón “Parquear en T2” permite al usuario desplazar a un tren que se esté moviendo por la pista externa hacia el Terminal 2 y estacionarlo.

En el diagrama de flujo de la Figura 4.50 se indica la secuencia de funcionamiento de la rutina del botón “Parquear en T2”.

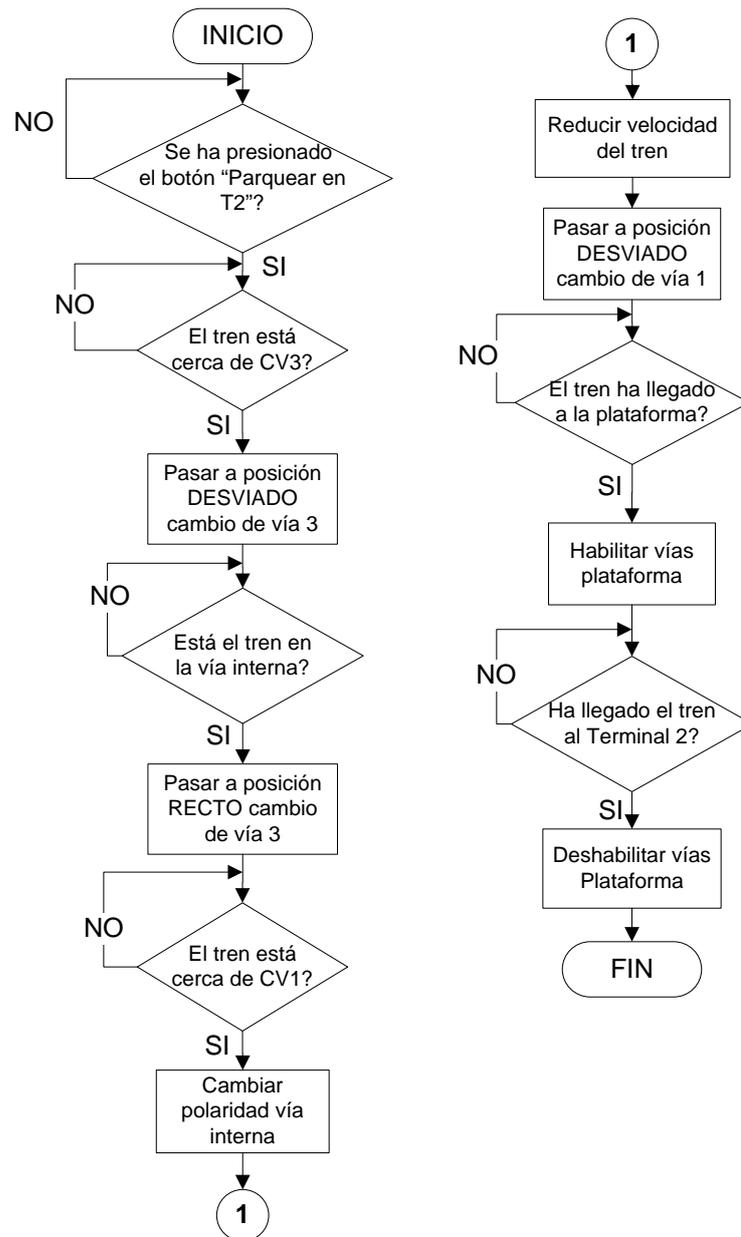


Figura 4.50. Descripción de la rutina del botón “Parquear en T2” desde la pista externa.

4.4.4.9 Botón “STOP”

El botón “STOP” actúa como una especie de reset sobre la interfaz en el modo automático y sirve para cancelar cualquier rutina que se esté ejecutando en la maqueta ferroviaria.

4.4.5 Control del motor a pasos

La secuencia de control implementada en el autómata para el control del motor a pasos se indica a continuación en el diagrama de flujo de la Figura 4.51.

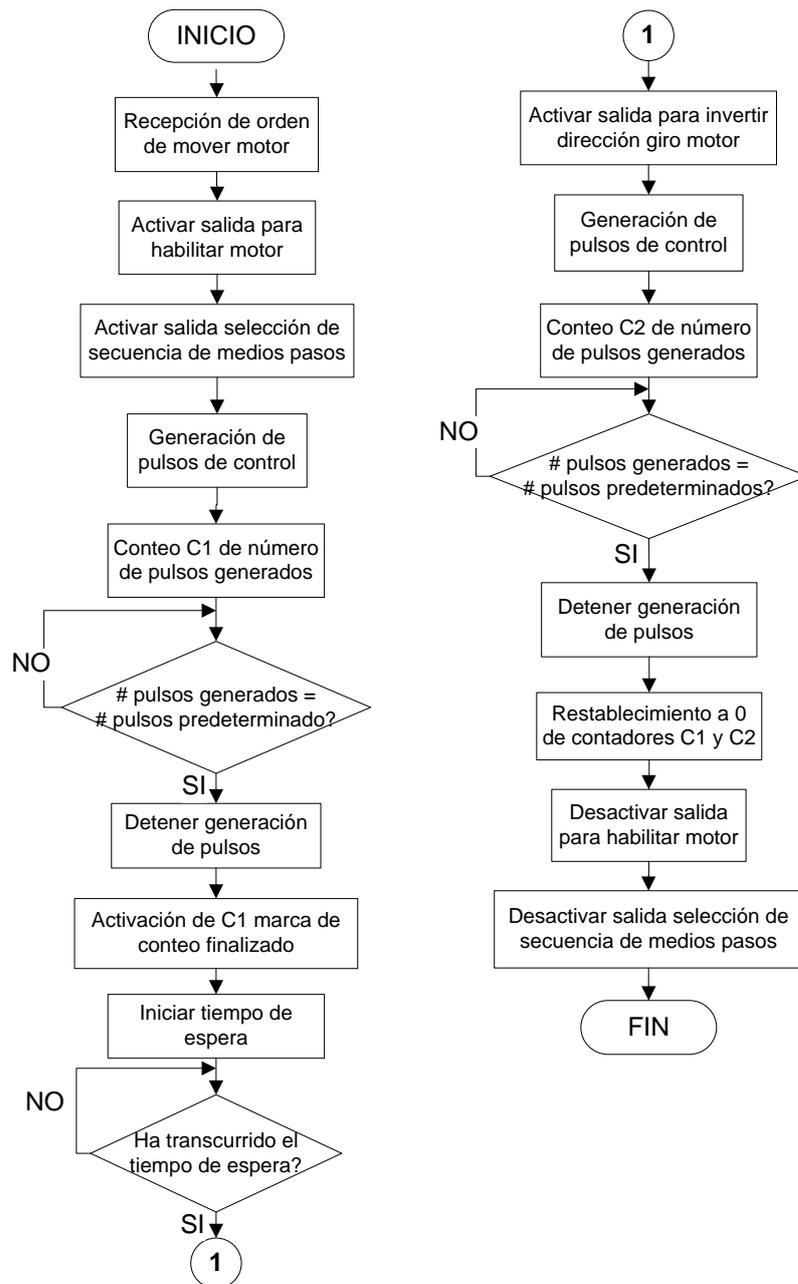


Figura 4.51. Descripción del funcionamiento de la rutina de control del motor a pasos.

4.5 Descripción de la programación en el autómata

4.5.1 Variables auxiliares utilizadas en la programación del autómata

En la Tabla 4.4 se detallan las variables auxiliares utilizadas durante la programación del autómata. Las variables que en su descripción tienen las letras (VI) son marcas que son controladas desde la interfaz.

Tabla 4.4. Variables auxiliares utilizadas en el autómata.

Símbolo	Dirección	Descripción
Arranque_Interno	M0.0	Inicia PWM para pista interna.
Arranque_Externo	M0.1	Inicia PWM para pista externa.
Aux_Apagarvías	M0.3	Auxiliar apagar las vías en modo automático.
Ir_Exterior	M0.4	Activar secuencia salir tren T2 a la pista externa. (VI)
Aux_Alimvías	M0.5	Auxiliar para encender vías desde modo automático.
Parar	M0.6	Detener cualquier rutina en cualquier momento. (VI)
Manual	M1.0	Marca Auxiliar se ha seleccionado control Manual.
Automático	M1.1	Marca Auxiliar se ha seleccionado control Automática.
Regresar_T1	M2.0	Auxiliar de regreso automático motor de T1 al centro.
Aux_Ir_Ext	M2.2	Auxiliar de Ir_Exterior desde T2.
Reset_C2	M2.4	Encera el contador C2.
CV_Rectos	M3.0	Colocar todos los cambios de vía RECTOS. (VI)
PT2_EXT	M3.1	Activar secuencia parqueo en T2 desde p. externa. (VI)
Aux_PT2Ext	M3.2	Auxiliar de parqueo en T2 desde pista externa.
Salir_T1_ext	M4.0	Activar secuencia salir tren T1 a la pista externa. (VI)
Aux_SalirT1ext	M4.1	Auxiliar de Salir_T1_ext.
Inicio	M10.0	Volver al inicio del programa. (VI)
Sel_Manual	M10.1	Seleccionar modo de control Manual. (VI)
Sel_Automático	M10.2	Seleccionar modo de control Automático. (VI)
Volver_selección	M10.3	Volver a la pantalla de selección modo de control. (VI)
On_Vía_Interna	M10.4	Encender pista interna. (VI)
Off_Vía_Interna	M10.5	Apagar pista interna. (VI)
On_Vía_Externa	M10.6	Encender pista externa. (VI)
Off_Vía_Externa	M10.7	Apagar pista externa. (VI)
On_GiroAH_int	M11.0	Activar sentido giro anti horario pista interna. (VI)
Off_GiroAH_int	M11.1	Desactivar sentido giro anti horario pista interna. (VI)
On_GiroAH_ext	M11.2	Activar sentido giro anti horario pista externa. (VI)
Off_GiroAH_ext	M11.3	Desactivar sentido giro anti horario pista externa. (VI)
Reducir_Vel	M11.4	Reducir la velocidad en la pista interna.
Activar_Motor	M11.5	Activa rutina del motor.
PT1_EXT	M11.6	Activar secuencia parqueo en T1 desde p. externa. (VI)
Aux_PT1Ext	M11.7	Marca auxiliar de PT1_EXT.
Salir_T1_INT	M12.0	Activar secuencia salir tren T1 hasta la p. interna. (VI)
Aux_SalirT1INT	M12.1	Marca auxiliar de Salir_T1_INT.
Salir_T2_INT	M12.2	Activar secuencia salir tren T2 a la pista interna. (VI)
Aux_SalirT2INT	M12.3	Marca auxiliar de Salir_T2_INT.
PT1_INT	M12.4	Activar secuencia parqueo en T1 desde p. interior. (VI)

Símbolo	Dirección	Descripción
Aux_PT1Int	M12.5	Marca auxiliar de PT1_INT.
PT2_INT	M12.6	Activar secuencia parqueo en T2 desde p. interna. (VI)
Aux_PT2Int	M12.7	Marca auxiliar de PT2_INT.
CV2_Desv_man	M13.0	Cambio de vía 3 desvío Manual. (VI)
CV3_Desv_man	M13.1	Cambio de vía 4 desvío Manual. (VI)
CV4_Desv_man	M13.2	Cambio de vía 5 desvío Manual. (VI)
CV5_Desv_man	M13.3	Cambio de vía 6 desvío Manual. (VI)
CV2_Recto_man	M13.4	Cambio de vía 3 recto Manual. (VI)
CV3_Recto_man	M13.5	Cambio de vía 4 recto Manual. (VI)
CV4_Recto_man	M13.6	Cambio de vía 5 recto Manual. (VI)
CV5_Recto_man	M13.7	Cambio de vía 6 recto Manual. (VI)
Comprobación_H	M20.0	Comprobar probabilidad choque en sentido horario.
Comprobación_AH	M20.1	Comprobar probabilidad choque en sentido anti horario.
Activar_paso_vías	M21.1	Activar paso sobre vías. (VI)

4.5.2 Descripción de acciones y resultados

En la Tabla 4.5 se describe el desarrollo de la programación en el autómata mostrando en la columna izquierda “Acciones” la combinación de variables (marcas) para producir la activación o desactivación de las variables (bobinas) indicadas en la columna derecha bajo el nombre de “Resultados.

Tabla 4.5. Descripción de la programación en el autómata.

ACCIONES	RESULTADO
SM0.1 = 1	SET Inicio
Volver_selección = 1	
Manual = 1	RESET Inicio
Automático = 1	
Inicio = 1 AND Sel_Manual = 1	SET Manual
Inicio = 1 AND Sel_Automático = 1	SET Automático
Volver_selección = 1	RESET Manual RESET Automático
Manual = 1 AND On_Vía_Interna = 1	SET Arranque_Interno
Manual = 1 AND Off_Vía_Interna = 1	RESET Arranque_Interno
Manual = 1 AND On_Vía_Externa = 1	SET Arranque_Externo
Manual = 1 AND Off_Vía_Externa = 1	RESET Arranque_Externo
Manual = 1 AND Arranque_Interno = 0	16#0 → MOV_B → SMB67 Enable PLS (Q0.0)
Aux_Apagarvías = 1	

ACCIONES	RESULTADO
Manual= 1 AND Arranque_Interno = 1 AND R3_2=0	16#DB → MOV_B → SMB67 100 → MOV_W → SMW68 55 → MOV_W → SMW70 Enable PLS (Q0.0)
Aux_Alimvías = 1	
Manual = 1 AND Arranque_Externo = 0	16#0 → MOV_B → SMB77 Enable PLS (Q0.1)
Aux_Apagarvías = 1	
Inicio = 1	
Manual = 1 AND Arranque_Externo = 1	16#DB → MOV_B → SMB77 100 → MOV_W → SMW78 50 → MOV_W → SMW80 Enable PLS (Q0.1)
Aux_Alimvías = 1	
Manual = 1 AND On_GiroAH_int = 1	SET Cambio_Sentido_Int
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND R3_1= 1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Ext = 1 AND R3_1= 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Int = 1 AND R3_1 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Int = 1 AND R3_1 = 1	
Manual = 1 AND Off_GiroAH_int = 1	RESET Cambio_Sentido_Int
Automático = 1 AND Aux_PT2Ext = 1 AND Terminal_2 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Int = 1 AND Terminal_2 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND Terminal_1 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Int = 1 AND Terminal_1 = 1	
Manual = 1 AND On_GiroAH_ext = 1	SET Cambio_Sentido_Ext
Manual = 1 AND Off_GiroAH_ext = 1	RESET Cambio_Sentido_Ext
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND R3_1= 1	SET Reducir_Vel
Automático = 1 AND Aux_PT2Ext = 1 AND R3_1= 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Int = 1 AND R3_1 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Int = 1 AND R3_1 = 1	
Automático = 1 AND Aux_SalirT1ext = 1 AND C1= 1	
Automático = 1 AND Aux_SalirT1int = 1 AND C1= 1	
Reducir_Vel = 1	Enable SBR_0
Aux_PT2Ext = 1 AND Terminal_2 = 1	RESET Reducir_Vel
Aux_PT2Int = 1 AND Terminal_2 = 1	
Aux_PT1Ext = 1 AND Terminal_1 = 1	
Aux_PT1Int = 1 AND Terminal_1 = 1	
Aux_SalirT1ext = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_SalirT1int = 1 AND R3_2 = 1	
Manual = 1 AND CV_Rectos = 1	CV2_Recto = 1
Manual = 1 AND CV2_Recto_man = 1	
Automático = 1 AND R3_2 = 1	

ACCIONES	RESULTADO
Manual = 1 AND CV_Rectos = 1	CV4_Recto = 1
Manual = 1 AND CV4_Recto_man = 1	
Automático = 1 AND R3_2 = 1	
Manual = 1 AND CV2_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_int = 1 AND Cambio_Sentido_ext=1	CV2_Desv=1
Manual = 1 AND CV_Rectos = 1	CV3_Recto=1
Manual = 1 AND CV3_Recto_man = 1	
Automático = 1 AND R3_2 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Ext = 1 AND R4_1= 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND R4_1= 1	
Manual = 1 AND CV4_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_int = 1 AND Cambio_Sentido_ext=1	CV4_Desv=1
Manual = 1 AND CV_Rectos = 1	CV5_Recto=1
Manual = 1 AND CV5_Recto_man = 1	
Automático = 1 AND R3_2 = 1	
Automático = 1 AND Aux_Ir_Ext = 1 AND R8_3 = 1	
Automático = 1 AND Aux_SalirT1 = 1 AND R8_3= 1	
Automático = 1 AND Salir_T1_int = 1	SET Aux_SalirT1int
Automático=1 AND Salir_T2_int=1	SET Aux_SalirT2int
Aux_Alímavías = 1 AND R4_4 = 1	RESET Aux_SalirT1int RESET Aux_SalirT2int
Inicio = 1	
Parar = 1	
Automático = 1 AND Ir_Exterior = 1	SET Aux_Ir_Ext
Aux_Alímavías = 1 AND R8_2 = 1	RESET Aux_Ir_Ext RESET Aux_SalirT1ext
Inicio = 1	
Parar = 1	
Automático = 1 AND Aux_Ir_Ext = 1	SET Aux_Alímavías
Automático = 1 AND Aux_SalirT1ext=1 AND R3_2 = 1	
Automático = 1 AND Aux_SalirT1int = 1 AND R3_2=1	
Automático = 1 AND Aux_SalirT2int = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND R8_2 =1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Ext = 1 AND R8_2 =1	RESET Aux_Alímavías
Parar = 1	
Inicio = 1	
Reducir_Vel = 1	SET Aux_Apagarvías
Aux_PT2Ext = 1 AND Terminal_2 = 1	
Aux_PT1Ext = 1 AND Terminal_1 = 1	
Parar = 1	

ACCIONES	RESULTADO
Aux_Alimvías = 1	RESET Aux_Apagarvías
Reducir_Vel = 1	
Inicio = 1	
Automático = 1 AND Ir_Exterior = 1	SET Alimentar_Terminales
Automático = 1 AND Salir_T2_Int = 1	
Aux_PT2Ext = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_PT2Int = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_SalirT1ext = 1 AND C1 = 1	
Aux_SalirT1int = 1 AND C2 = 1	
Aux_PT1Ext = 1 AND C1 = 1 AND Sensor_Plataforma = 1	
Aux_PT1Int = 1 AND C1 = 1 AND Sensor_Plataforma = 1	
Aux_Ir_Ext = 1 AND R3_2 = 1	RESET Alimentar_Terminales
Aux_SalirT1ext = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_SalirT1int = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_SalirT2int = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_PT2Ext = 1 AND Terminal_2 = 1	
Aux_PT2Int = 1 AND Terminal_2 = 1	
Aux_SalirT1ext = 1 AND Sensor_Plataforma = 1 AND C1 = 1	
Aux_SalirT1int = 1 AND Sensor_Plataforma = 1 AND C1 = 1	
Aux_PT1Ext=1 AND Terminal_1=1	
Aux_PT1Int = 1 AND Terminal_1 = 1	
Inicio = 1	
Parar = 1	
Automático = 1 AND Aux_Ir_Ext = 1 AND R3_1 = 1	
Automático =1 AND Aux_SalirT1ext=1 AND R3_1=1	
Manual = 1 AND CV6_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_Int =0 AND Cambio_Sentido_Ext=0	
Automático = 1 AND PT1_EXT = 1	SET Aux_PT1Ext
Parar = 1	RESET Aux_PT1Ext
T40 = 1	
Aux_PT1Int = 1	
Aux_PT1Ext = 1 AND C2 = 1	Enable Temporizador T40 (100 ms)
Aux_PT1Int = 1 AND C2 = 1	
Automático = 1 AND PT2_EXT = 1	SET Aux_PT2Ext
Terminal_2 = 1	RESET Aux_PT2Ext
Parar = 1	
Aux_PT2Int = 1	
Automático = 1 AND PT1_INT = 1	SET Aux_PT1Int

ACCIONES	RESULTADO
Parar = 1	RESET Aux_PT1Int
T40 = 1	
Aux_PT1Ext = 1	
Automático = 1 AND PT2_INT = 1	SET Aux_PT2Int
Terminal_2 = 1	RESET Aux_PT2Int
Parar = 1	
Aux_PT2Ext = 1	
Aux_PT2Ext = 1 AND R8_2 = 1	CV4_Desv=1
Aux_PT1Ext = 1 AND R8_2 = 1	
Manual = 1 AND CV4_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_Int= 0 AND Cambio_Sentido_Ext=0	CV2_Desv=1
Automático = 1 AND Aux_PT2Ext = 1 AND R3_1= 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND R3_1= 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Int = 1 AND R3_1 = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT2Int = 1 AND R3_1 = 1	
Automático = 1 AND Ir_Exterior = 1	
Automático = 1 AND Salir_T1_ext = 1	
Automático = 1 AND Salir_T2_int = 1	
Automático = 1 AND Salir_T1_int = 1	
Automático = 1 AND Salir_T1_ext = 1	
Automático = 1 AND Aux_PT1Ext = 1 AND Sensor_Plataforma = 1	SET Activar_Motor
Automático = 1 AND Aux_PT1Int = 1 AND Sensor_Plataforma = 1	
Automático = 1 AND Salir_T1_ext = 1	
Automático = 1 AND Salir_T1_int = 1	
Aux_SalirT1ext = 1 AND R3_2 = 1	RESET Activar_Motor
Aux_SalirT1int = 1 AND R3_2 = 1	
Aux_PT1Ext = 1 AND T37 = 1	
Aux_PT1Int = 1 AND T37 = 1	
Parar = 1	
Activar_Motor = 1 AND C1 = 0 AND C2 = 0 AND T34 = 1	
Regresar_T1 = 1 AND C2 = 0 AND T34 = 1	
Terminal_3 = 1 AND C3 = 0 AND C2 = 0 AND T34 = 1	
Regresar_T3 = 1 AND C2 = 0 AND T34 = 1	
Activar_Motor=1 AND T33=0	Enable Temporizador T34 (20 ms)
Regresar_T1=1 AND T33=0	
T34 = 1	Salida_Pulsos_Motor=1
Salida_Pulsos_Motor = 1 AND Activar_Motor = 1	Enable Contador C1 (PV=51)

ACCIONES	RESULTADO
C2 = 1	RESET Contador C1
T37 = 1	SET Regresar_T1
C1 = 1 AND C2 = 0	Enable Temporizador T37 (4000 ms)
C2 = 1	RESET Regresar_T1
Regresar_T1 = 1 AND Salida_Pulsos_Motor = 1	Enable Contador C2 (PV=52)
Aux_SalirT1ext = 1 AND R3_2 = 1	RESET Contador C2
Aux_SalirT1int = 1 AND R3_2 = 1	
T40 = 1	
Parar = 1	
Reset_C2 = 1	
Activar_Motor = 1	SET Dirección_Giro_Motor
Regresar_T1 = 1	RESET Dirección_Giro_Motor
C2 = 1	
Activar_Motor = 1	Half_steps=1
Regresar_T1 = 1	
C2 = 1	Disable_Motor=1
Manual = 1 AND CV6_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_Int= 0 AND Cambio_Sentido_Ext=0	SET Comprobación_H
Manual = 1 AND CV4_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_Int= 0 AND Cambio_Sentido_Ext=0	
Manual = 1 AND CV5_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_Int= 1 AND Cambio_Sentido_Ext=1	SET Comprobación_AH
Manual = 1 AND CV3_Desv_man = 1 AND Cambio_Sentido_Int= 1 AND Cambio_Sentido_Ext=1	
Manual = 1 AND Comprobación_H = 1 AND R7_1 = 1 AND R3_1 = 1	SET Off_Rectas_interiores
Manual = 1 AND Comprobación_H = 1 AND R8_4 = 1 AND R4_4 = 1	
Manual = 1 AND Comprobación_AH = 1 AND R8_1 = 1 AND R5_1 = 1	
Manual = 1 AND Comprobación_AH = 1 AND R9_1 = 1 AND R4_1 = 1	
Manual = 1 AND Activar_paso_vías = 1	
Manual = 1 AND Comprobación_H = 1 AND R4_2 = 1 AND R8_2 = 1	SET Off_rectas_exteriores
Manual = 1 AND Comprobación_AH = 1 AND R4_3 = 1 AND R8_3 = 1	
Manual=1 AND Activar_paso_vías=1	
Inicio = 1	RESET Off_rectas_interiores
Comprobación_H = 1 AND R9_1 = 1	
Comprobación_AH = 1 AND R7_1 = 1	
T38 = 1	

ACCIONES	RESULTADO
Inicio = 1	RESET Off_rectas_exteriores
Comprobación_H = 1 AND R3_1 = 1	
Comprobación_AH = 1 AND R5_1 = 1	
T38 = 1	
Inicio = 1	RESET Comprobación_H
CV4_Recto_man = 1	
CV6_Recto_man = 1	
Comprobación_H = 1 AND R10_1 = 1	
Comprobación_H = 1 AND R6_2 = 1	
Inicio = 1	RESET Comprobación_AH
CV3_Recto_man = 1	
CV5_Recto_man = 1	
Comprobación_AH = 1 AND R7_2 = 1	
Comprobación_AH = 1 AND R6_1 = 1	
Manual = 1 AND On_Vía_Interna = 1	SET Semáforo_verde
Manual = 1 AND On_Vía_Externa = 1	
Manual = 1 AND T38 = 1	
Automático = 1 AND T41 = 1	
Manual = 1 AND Activar_paso_vías = 1	
Automático=1 AND T39=1	SET Semáforo_rojo
Manual = 1 AND Activar_paso_vías = 1	RESET Semáforo_verde
Manual = 1 AND Off_Vía_Externa = 1	
Manual = 1 AND Off_Vía_Interna = 1	
Automático = 1 AND T39 = 1	
Inicio = 1	
Manual = 1 AND Semáforo_rojo = 1	Enable Temporizador T38 (3000 ms)
Manual = 1 AND T38 = 1	RESET Semáforo_rojo
Automático = 1 AND T41 = 1	
Inicio = 1	
Automático = 1 AND T41 = 1	Enable Temporizador T39 (700 ms)
Automático = 1 AND T39 = 0	Enable Temporizador T41 (700 ms)

En este capítulo se ha descrito de una manera detallada la configuración del software de comunicación y el desarrollo de la programación tanto del autómata como de la interfaz gráfica.

En el siguiente capítulo, se realizan las conclusiones correspondientes del presente trabajo y los trabajos futuros que podría realizarse a partir del mismo.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este capítulo se formulan las conclusiones y recomendaciones en base a las pruebas realizadas, los resultados obtenidos y la experiencia adquirida durante el desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster.

5.1 Conclusiones

- Es muy importante disminuir la velocidad de los trenes mediante el uso de una señal PWM, ya que si se alimenta las vías enteramente con los 24VDC, se producen descarrilamientos y corto circuitos en las vías lo que disminuye la vida útil de los accesorios de la maqueta.
- A la salida del autómatas por donde se envían los pulsos de control al motor a pasos fue necesaria e imprescindible la colocación de un filtro pasa bajos, ya que las salidas de tipo relé del PLC al ser un elemento interno mecánico, su conexión y desconexión a ciertas frecuencias introduce ruido a las señales de salida.
- La incorrecta conexión y el envío de pulsos con demasiado ruido para el control del motor a pasos provoca su funcionamiento defectuoso y sobrecalentamiento de sus bobinas ocasionando daños al motor.
- Es importante considerar que a pesar de que se alimenten las vías con la misma tensión no significa que todos los trenes se van a desplazar con la misma velocidad, más bien depende del peso y el motor DC que contenga cada locomotora.
- Al momento de retirar la alimentación en un tramo de una vía para detener el avance de un tren, se debe tener muy en cuenta que éste no se va a detener inmediatamente debido a la inercia que lleva consigo, lo que complicó en cierto grado el desarrollo del algoritmo de control para la evasión de choques.
- La selección de un motor a pasos para la operación de la plataforma giratoria resulto adecuado ya que el posicionamiento que ofrece es exacto, siempre y cuando antes de iniciar el uso de la maqueta se verifique que la plataforma se encuentra alineada con la vía central para así garantizar la alimentación de los terminales y evitar descarrilamientos.

- Aunque existen otros mecanismos de acoplamiento y montaje para el motor, se ha elegido una opción de bajo costo, de fácil fabricación, montaje y mantenimiento al ser una aplicación educativa y recreativa más no industrial.
- La implementación de esta maqueta permite a los usuarios familiarizarse con el uso de autómatas y módulos de expansión para el manejo de entradas y salidas digitales. De igual manera muestra un ejemplo práctico de enlace entre una interfaz gráfica, un autómata y una planta.

5.2 Trabajos Futuros

Entre los trabajos futuros que se pueden desarrollar a partir del presente proyecto está la detección diferenciada de la posición de los trenes sobre la maqueta. Se lo podría hacer utilizando sensores de efecto hall. Estos sensores pueden detectar solamente al polo norte, al polo sur o a ambos polos de los imanes haciendo posible discriminar entre varios tipos de trenes, dependiendo de la colocación de los polos del imán en cada uno.

De igual manera, se podría controlar la velocidad de cada tren de manera individual sin importar que todos se desplacen sobre la misma vía. Existe un sistema llamado DCC (Digital Command Control), el cual requiere que cada tren tenga instalado un circuito electrónico capaz de interpretar los comandos digitales recibidos por las vías. Con esto se podría desarrollar un programa con el cuál, dependiendo de las características de funcionamiento, modelo y marca de cada tren, comandar a qué velocidad se debe mover cada uno mediante rampas de aceleración y frenado, y así controlar con toda precisión el posicionamiento de los trenes en la maqueta.

Por último, para incrementar la estética y vistosidad de la maqueta se puede añadir un paso a nivel sobre las vías controlado y accesorios como montañas, casas, arboles y demás. Cabe recalcar que para cualquier mejora que se desee realizar en el presente proyecto se deben aumentar u optimizar el número de entradas y salidas disponibles para el control de la maqueta ferroviaria.

En este capítulo se han descrito las conclusiones más importantes obtenidas del presente trabajo así como también los trabajos futuros que pueden desarrollarse partiendo del mismo.

En el siguiente capítulo se detalla el presupuesto invertido en la realización de este TFM.

6. PRESUPUESTO

PARTE 1	96
PARTE 2	97
PARTE 3	98
PARTE 3	99
PARTE 4	100
PARTE 5	101
PRESUPUESTO TOTAL	102

**MÁSTER DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA**
*Reacondicionamiento mecánico y control de una
maqueta para la simulación de tráfico ferroviario*

 Pág. 96
PARTE 1: Recursos Humanos

Nº ORDEN	CONCEPTOS	Nº UNIDADES (HORAS)	FABRICANTE	TIPO	PRECIO UNITARIO MATERIAL	PRECIO UNITARIO MANO OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
1.01	Recopilación de información	80	-	-	-	12	12	960
1.02	Planificación del proyecto	40	-	-	-	12	12	480
1.03	Diseño electrónico y eléctrico	80	-	-	-	12	12	960
1.04	Diseño mecánico	40	-	-	-	12	12	480
1.05	Elaboración de planos eléctricos, mecánicos y de fabricación.	80	-	-	-	12	12	960
1.06	Montaje y conexionado	120	-	-	-	12	12	1440
1.07	Programación del autómata e interfaz	140	-	-	-	12	12	1680
1.08	Pruebas y correcciones	100	-	-	-	12	12	1200
1.09	Elaboración de documentación final	160	-	-	-	12	12	1920
SUBTOTAL:								10080,00

**MÁSTER DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA***Reacondicionamiento mecánico y control de una
maqueta para la simulación de tráfico ferroviario*

Pág. 97

PARTE 2: Material Inventariable

Nº ORDEN	CONCEPTOS	Nº UNIDADES	FABRICANTE	TIPO	PRECIO UNITARIO MATERIAL	PRECIO UNITARIO MANO OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
2.01	Computador personal	1	Toshiba	Satellite M305D- S4830	650	-	650	650
2.02	Computador de escritorio	1	Acer	-	550	-	550	550
2.03	PLC S7-200	1	Siemens	6ES7 214 1AD23 0XB0	384,13	-	384,13	384,13
2.04	Módulo EM 223	1	Siemens	6ES72231BL220XA0	344,28	-	344,28	344,28
SUBTOTAL:							1928,41	

**MÁSTER DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA***Reacondicionamiento mecánico y control de una
maqueta para la simulación de tráfico ferroviario*

Pág. 98

PARTE 3: Material electrónico y eléctrico

Nº ORDEN	CONCEPTOS	Nº UNIDADES	FABRICANTE	TIPO	PRECIO UNITARIO MATERIAL	PRECIO UNITARIO MANO OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
3.01	WDU 2.5, standard terminal, 24 A	21	Weidmuller	1020000000	0,02	-	0,02	0,42
3.02	Motor a pasos, 1.8°, 500mNm, 12V	1	RS	1918340	55,72	-	55,72	55,72
3.03	Placa activación motor Pap 2A 1P	1	Greenwich Instruments	GSM 2	61,59	-	61,59	61,59
3.04	Relé PCB Submin DPCO, 2A, 24Vdc	7	Finder	30.22.7.024.0010	3,28	-	3,28	22,96
3.05	Conector Pcb 2 way 5mm Termi Block	1	TE Connectivity	796683-2	0,71	-	0,71	0,71
3.06	Terminal PCB c/tornillo 3 vías, 5mm	4	TE Connectivity	282836-3	0,12	-	0,12	0,48
3.07	Terminal PCB c/tornillo 4 vías, 5mm	1	TE Connectivity	282836-4	0,24	-	0,24	0,24
3.08	Terminal PCB c/tornillo 5 vías, 5mm	2	TE Connectivity	282836-5	0,19	-	0,19	0,38
3.09	Interruptor de láminas A SPNO, 1A, 230V	20	Assemtech	RI-46A	0,98	-	0,98	19,6
3.10	Motores de cambio de vía a izquierda	2	Fleischmann	HO 9422	21,50	-	21,50	43
3.11	Rieles H0 modelado de trenes (tramo curvo)	2	PIKO	55211	0,28	-	0,28	0,56

**MÁSTER DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA***Reacondicionamiento mecánico y control de una
maqueta para la simulación de tráfico ferroviario*

Pág. 99

PARTE 3: Material electrónico y eléctrico

Nº ORDEN	CONCEPTOS	Nº UNIDADES	FABRICANTE	TIPO	PRECIO UNITARIO MATERIAL	PRECIO UNITARIO MANO OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
3.12	Rieles H0 modelado de trenes (tramo recto)	6	PIKO	55203	0,28	-	0,28	1,68
3.13	Disco magnético, 5x2 mm neodymium	3	Eclipse	N804	0,06	-	0,06	0,18
3.14	Puntas para cable AWG 18 (paquete 50 unidades)	2	Te Connectivity	154708	0,54	-	0,54	1,08
3.15	Riel DIN	1	Phoenix Contact	1207640	2,93	-	2,93	2,93
3.16	Cambio de vía izquierda	1	Hornby	R 8072	11,95	-	11,95	11,95
3.17	Resistencia de 100 Ω (1/4 W)	1	Multicomp	MCF 0.25W 330K	0,02	-	0,02	0,02
3.18	Capacitor cerámico de 10 nF	1	Vishay	20VLSS10- R	0,81	-	0,81	0,81
SUBTOTAL:								224,31

**MÁSTER DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA***Reacondicionamiento mecánico y control de una
maqueta para la simulación de tráfico ferroviario*

Pág. 100

PARTE 4: Material mecánico

Nº ORDEN	CONCEPTOS	Nº UNIDADES	FABRICANTE	TIPO	PRECIO UNITARIO MATERIAL	PRECIO UNITARIO MANO OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
4.01	Piezas mecanizadas en aluminio	7	UNIOVI	Aluminio	22,86	-	22,86	160,02
4.02	ISO 4762 M5 x 0.8 x 30	4	RS	Allen	0,18	-	0,18	0,72
4.03	ISO 4762 M5 x 0.8 x 16	4	RS	Allen	0,17	-	0,17	0,68
4.04	ISO 4762 M3 x 0.5 x 6	1	RS	Allen	0,14	-	0,14	0,14
4.05	ISO 4762 M3 x 0.5 x 8	8	RS	Allen	0,14	-	0,14	1,12
4.06	ISO 4028 M2 x 0.4 x 5	1	RS	Sin cabeza con hueco hexagonal	0,12	-	0,12	0,12
4.07	ISO 4032 Hex Jam Nut M5x0.8	8	RS	NA	0,07	-	0,07	0,56
4.08	ISO 7090 Arandela plana para tornillo M5	4	RS	NA	0,05	-	0,05	0,20
SUBTOTAL:								163,56

**MÁSTER DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA***Reacondicionamiento mecánico y control de una
maqueta para la simulación de tráfico ferroviario*

Pág. 101

PARTE 5: Licencias de Software

Nº ORDEN	CONCEPTOS	Nº UNIDADES	FABRICANTE	TIPO	PRECIO UNITARIO MATERIAL	PRECIO UNITARIO MANO OBRA	PRECIO UNITARIO TOTAL	TOTAL
5.01	Solidworks 2012	0,2	SolidWorks Corp.	Académico	79	-	79	15,80
5.02	Microsoft Office 2010	0,2	Microsoft	Professional plus	395	-	395	79
5.03	Eagle PCB Software	0,2	Cadsoft	Professional	2132	-	2132	426,4
5.04	SIMATIC WinCC V6.0	0,3	Siemens	-	1960	-	1960	588
5.05	Step 7 Micro/WIN 4.0	0,3	Siemens	-	362,88	-	362,88	108,86
5.06	S7-200 PC Access 1.0	0,3	Siemens	-	4726,08	-	4726,08	1417,82
SUBTOTAL:							2635,88	

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA					
PRESUPUESTO TOTAL					
Nº	NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	PRECIO DE LAS UNIDADES	IMPORTES	
				PARCIALES	TOTALES
				Euros	Euros
1	1	Recursos Humanos	10080,00	10080,00	10080,00
2	1	Material Inventariable	1928,41	1928,41	1928,41
3	1	Material Mecánico	224,31	224,31	224,31
4	1	Material electrónico y eléctrico	163,56	163,56	163,56
5	1	Licencias de Software	2635,88	2635,88	2635,88
Total sin I.V.A					15032,16
I.V.A. (21%)					3156,76
TOTAL					18188,92

BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Suárez. “Control en Tiempo Real de una maqueta ferroviaria”, Universidad de Oviedo, Septiembre 2005.
- [2] Wikipedia®, http://es.wikipedia.org/wiki/Modelismo_ferroviano. Acceso el 01/06/2014.
- [3] ©Siemens AG 2009, <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/pages/s7200.aspx>. Acceso el 03/06/2014.
- [4] ©Siemens AG 2009, <https://w3.usa.siemens.com/us/internet-dms/ia/Microsystems/MicroSystems/SmallPLCsandProgrammableRelays/S7-200%20Technical%20Specifications.pdf>. Acceso el 03/06/2014.
- [5] Wikipedia®, http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_paso_a_paso. Acceso el 03/06/2014.
- [6] “Control de motores paso a paso”. http://www.tecnologiafacil.net/documentacion/Control_Motor_pap.pdf. Acceso el 03/06/2014.
- [7] Wikipedia®, http://es.wikipedia.org/wiki/Reed_switch. Acceso el 03/06/2014.
- [8] J. Quiroz. “Sensores Ópticos”. <http://es.scribd.com/doc/81546437/SENSORES-OPTICOS>. Acceso el 03/06/2014.
- [9] I. de la Fuente. “Quiero una Maqueta”. <https://sites.google.com/site/quierounamaqueta/componentes-electronicos>. Acceso el 05/06/2014.
- [10] “Motor por pasos o servomotor”. <http://todoproductividad.blogspot.com.es/2009/10/motor-por-pasos-o-servomotor.html>. Acceso el 20/04/2014.
- [11] RS Components. <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0d24/0900766b80d24199.pdf>. Acceso el 06/06/2014.
- [12] J.I. Escudero, M. Parada, F. Simón. “Filtros”. http://www.dte.us.es/ing_inf/ins_elec/temario/Tema%204.%20Filtros.pdf. Acceso el 20/05/2014.
- [13] Wikipedia®. http://es.wikipedia.org/wiki/Transmisi%C3%B3n_mec%C3%A1nica. Acceso el 06/05/2014.

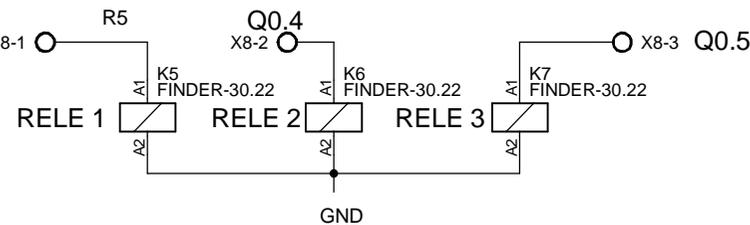
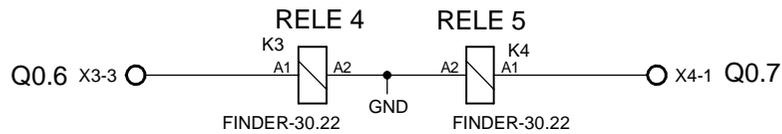
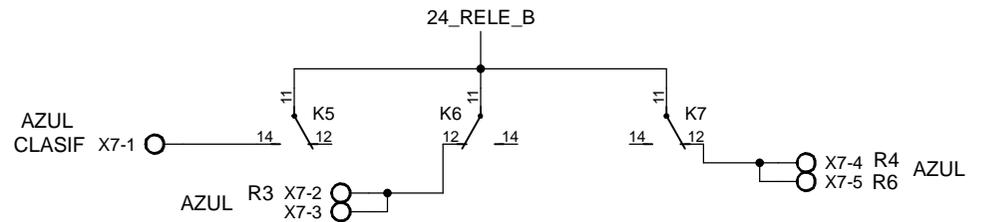
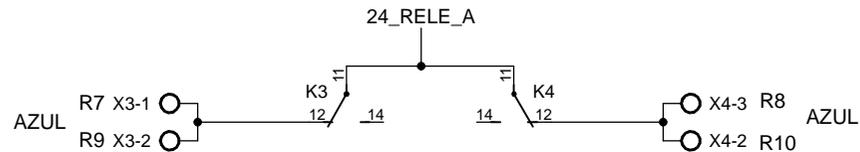
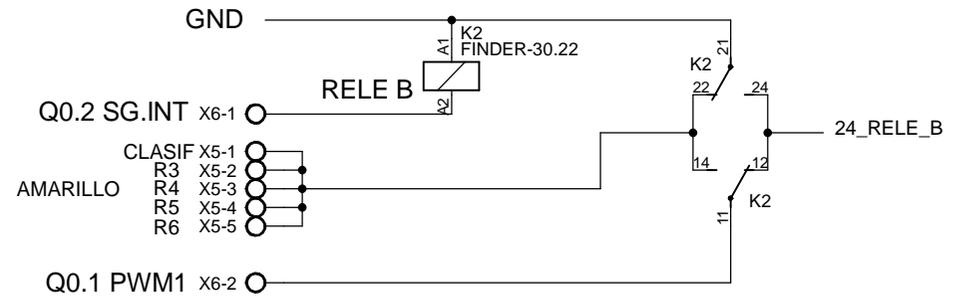
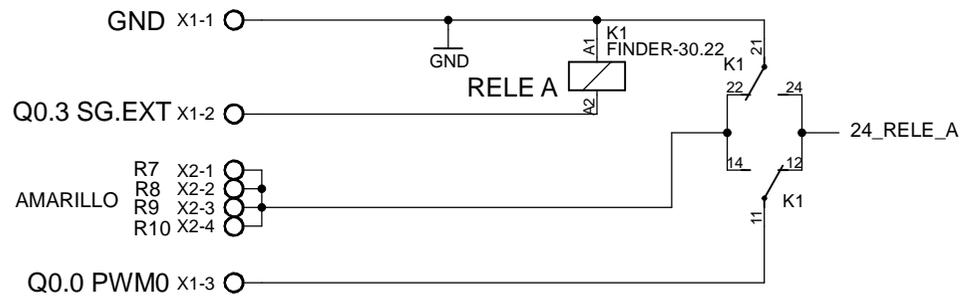
- [14] E.Mireles. “Transmisiones y Acoplamientos”. <http://www.monografias.com/trabajos14/acoplamientos/acoplamientos.shtml>. Acceso el 10/05/2014.
- [15] Lemac. “Acoplamiento entre ejes”. <http://www.klugers.net/web/mecanica-/46-acoplamiento-entre-ejes>. Acceso el 10/05/2014.
- [16] ©Siemens AG 2009. https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/steps7_s7200/pages/step7microwinparas7-200.aspx. Acceso el 12/06/2014.
- [17] I. Gútiez. “Programación Siemens”. <http://programacionsiemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/>. Acceso 15/06/14.
- [18] ©Siemens AG 2009. “Software for S7-200 controllers”. <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-200/software/pages/default.aspx>. Acceso 15/06/14.
- [19] Universidad de Valencia. Laboratorio de Sistemas Industriales Distribuidos. “WinCC. Manual de Uso e Iniciación”. http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/manuales/SID_practica7_WinCC_iniciacion.pdf. Acceso 17/06/14.
- [20] ©Siemens AG 2009, “Manual del sistema de automatización S7-200”. <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7200ManualSistema.pdf> Acceso el 20/06/14.

ANEXOS

ANEXO I

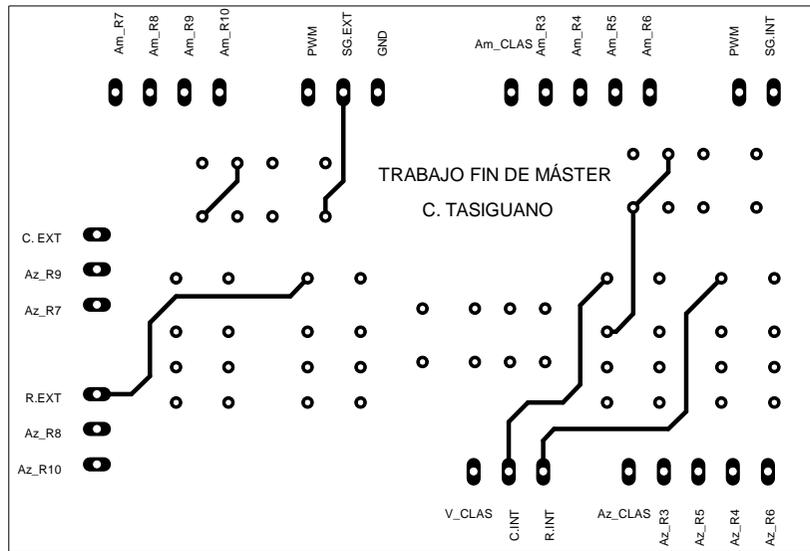
PLANOS DISEÑO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

ELEC-MF-01	CIRCUITO ESQUEMÁTICO PLACA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE VÍAS Y DIRECCIÓN DE TRENES.
ELEC-MF-02	CIRCUITO IMPRESO PLACA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE VÍAS Y DIRECCIÓN DE TRENES (VISTA TOP).
ELEC-MF-03	CIRCUITO IMPRESO PLACA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE VÍAS Y DIRECCIÓN DE TRENES (VISTA BOTTOM).
ELEC-MF-04	DIAGRAMA DE SITUACIÓN.
ELEC-MF-05	DIAGRAMA UNIFILAR.
ELEC-MF-06	DIAGRAMA DE CONEXIONES TABLERO ELÉCTRICO.
ELEC-MF-07	DIAGRAMA DE CONEXIONES MAQUETA.
ELEC-MF-08-A	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO TABLERO ELÉCTRICO.
ELEC-MF-08-B	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO TABLERO ELÉCTRICO.
ELEC-MF-09-A	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO MAQUETA.
ELEC-MF-09-B	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO MAQUETA.
ELEC-MF-10	LISTADO DE COMPONENTES ADQUIRIDOS.



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"
Proyectado	01-03-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	15-03-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	01-06-14	J. Sirgo	J.S	
ESCALA N/A	CIRCUITO ESQUEMÁTICO PLACA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE VÍAS Y DIRECCIÓN DE TRENES			PLANO N° ELEC-MF-01
				Sustituye a
				Sustituido por

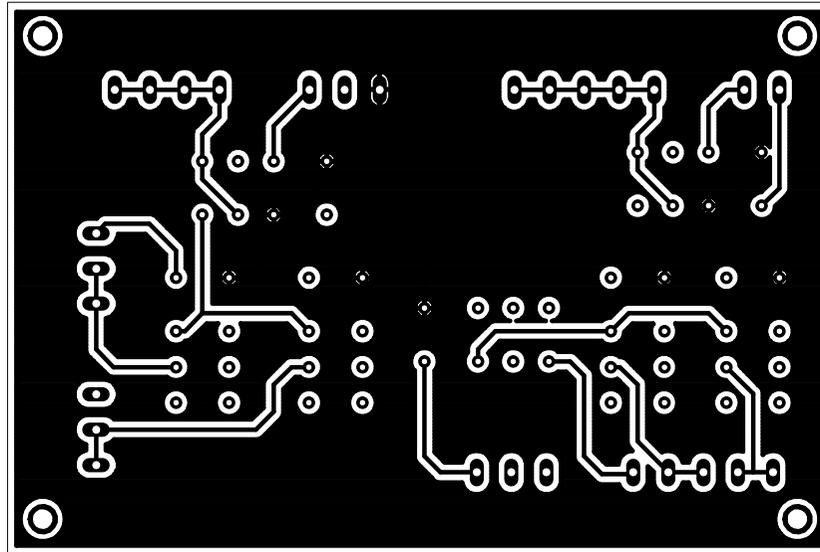


MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Proyectado	01-03-14	C.Tasiguano	C.T
Dibujado	15-03-14	C.Tasiguano	C.T
Comprobado	01-06-14	J. Sirgo	J.S

"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"

ESCALA 1:1	CIRCUITO IMPRESO PLAÇA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE VÍAS Y DIRECCIÓN DE TRENES (VISTA TOP)	PLANO N° ELEC-MF-02
		Sustituye a
		Sustituido por

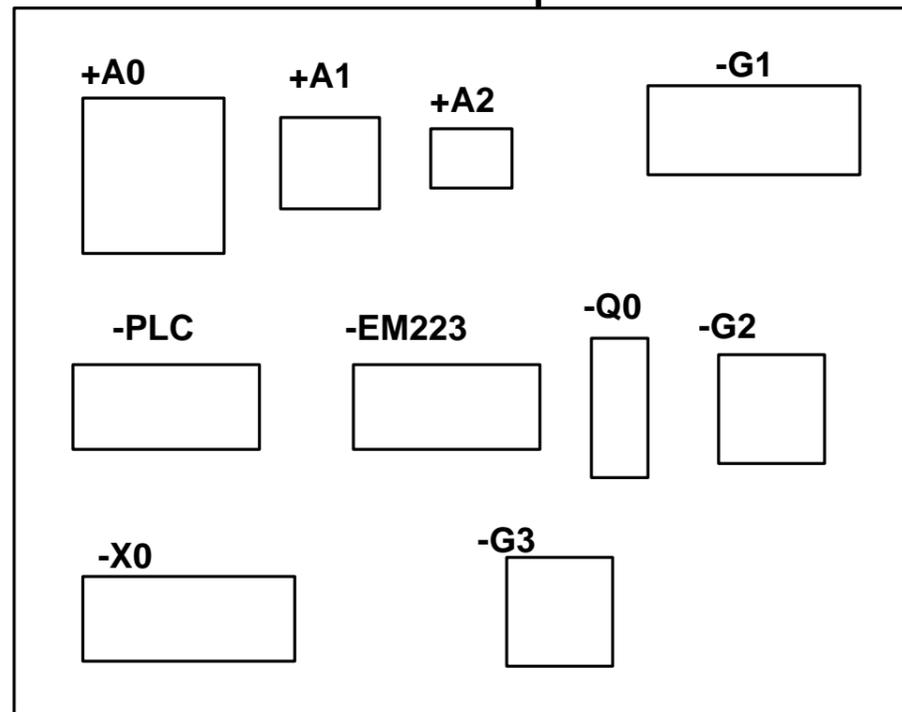


MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"
Proyectado	01-03-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	15-03-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	01-06-14	J. Sirgo	J.S	
ESCALA 1:1	CIRCUITO IMPRESO PLACA DE CONTROL ALIMENTACIÓN DE VÍAS Y DIRECCIÓN DE TRENES (VISTA BOTTOM)			PLANO N° ELEC-MF-03 Sustituye a Sustituido por

-W1

+A3



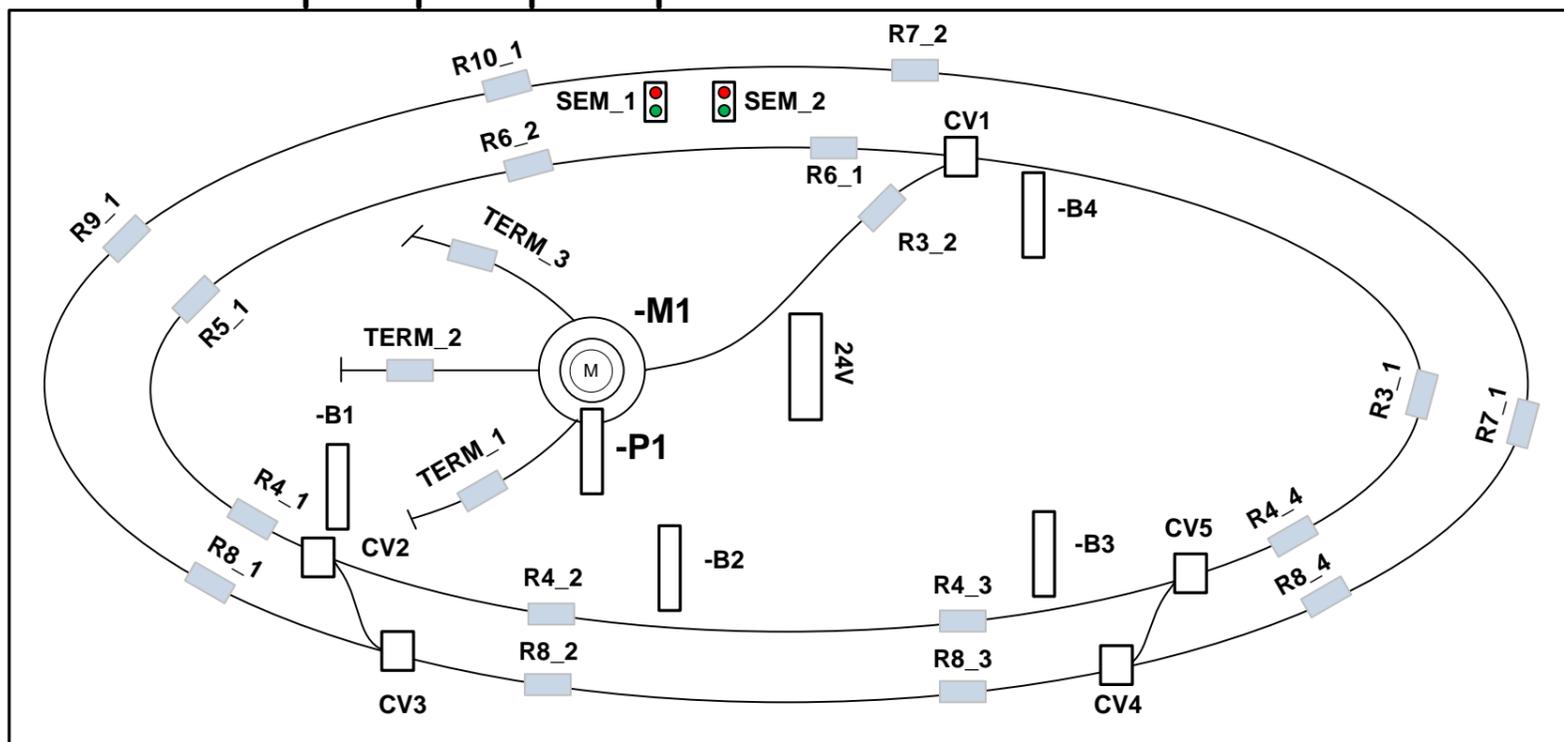
-W2

-W3

-W4

-W5

+A4



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
+A0	Placa de relés de control de vías
+A1	Tarjeta de control motor a pasos RSSM2
+A2	Filtro RC señal de control motor Pap
+A3	Tablero de Control
+A4	Maqueta de Trenes
-G1	Fuente 14VAC Fleischmann
-G2	Fuente de Alimentación 12VDC
-G3	Fuente de Alimentación 24VDC
-PLC	PLC Siemens S7-200
-EM223	Módulo de Expansión Siemens DC/RLY
-Q0	Interruptor magneto térmico
-X0	Borneras de Entrada al PLC
RX_X	Sensores Reed
CV	Cambios de Vía
SEM_X	Semáforos
24VDC	Bornera de 24VDC
-B1, -B2, -B3, -B4	Borneras para Sensores
-M1	Motor a Pasos
-P1	Sensor Óptico
-W1	Cable de alimentación 220VAC tablero
-W2	Cables de conexión de sensores
-W3	Cables de conexión de motor
-W4	Cables de conexión de vías y semáforos
-W5	Cables de conexión sensor óptico



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER



	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S

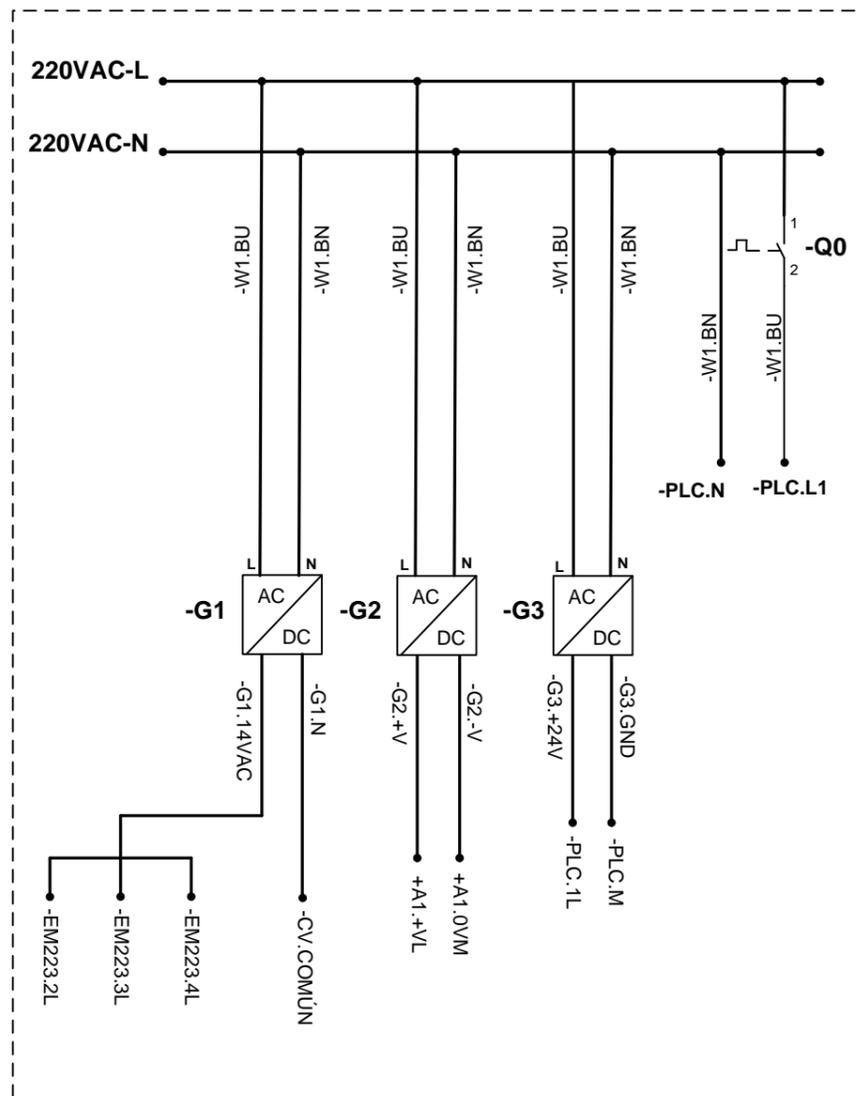
“Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario”

ESCALA
N/A

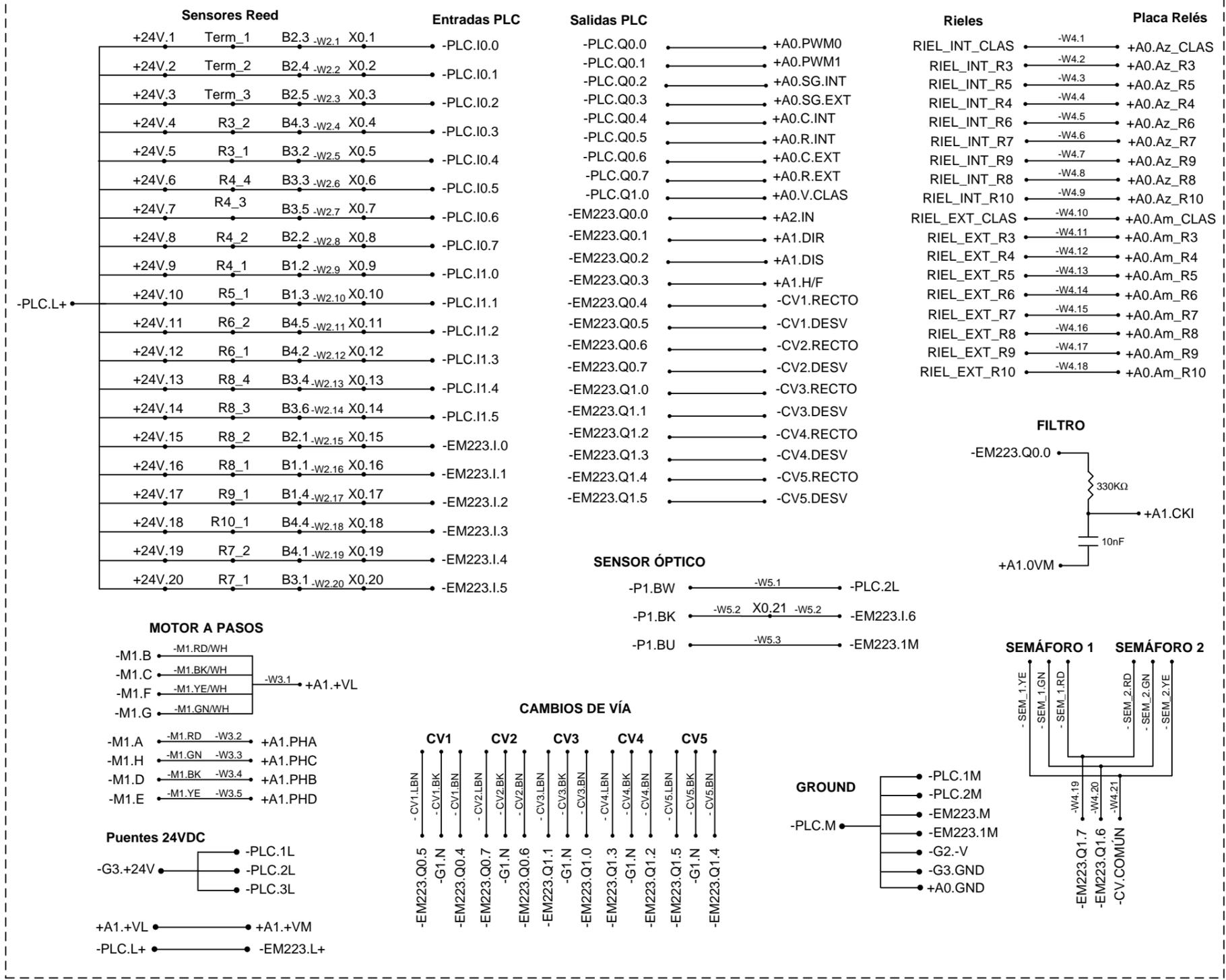
DIAGRAMA DE
SITUACIÓN

PLANO N° ELEC-MF-04
Sustituye a
Sustituido por

CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN



CIRCUITO DE CONTROL



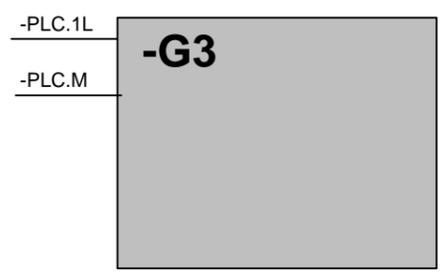
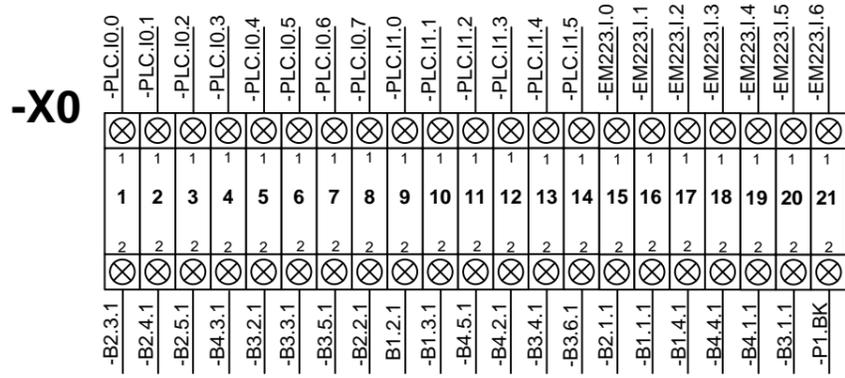
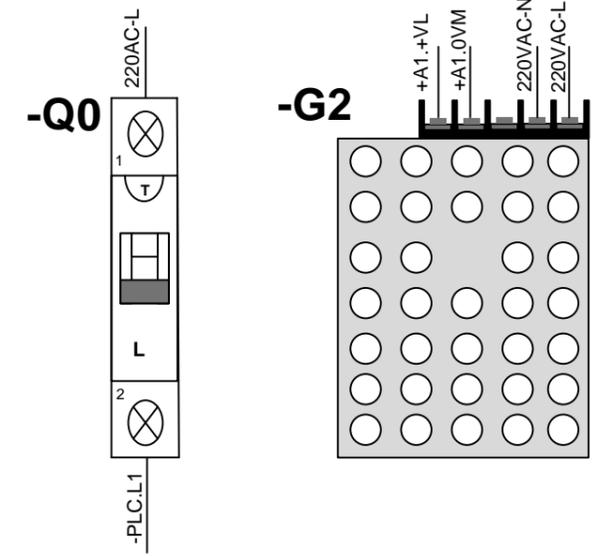
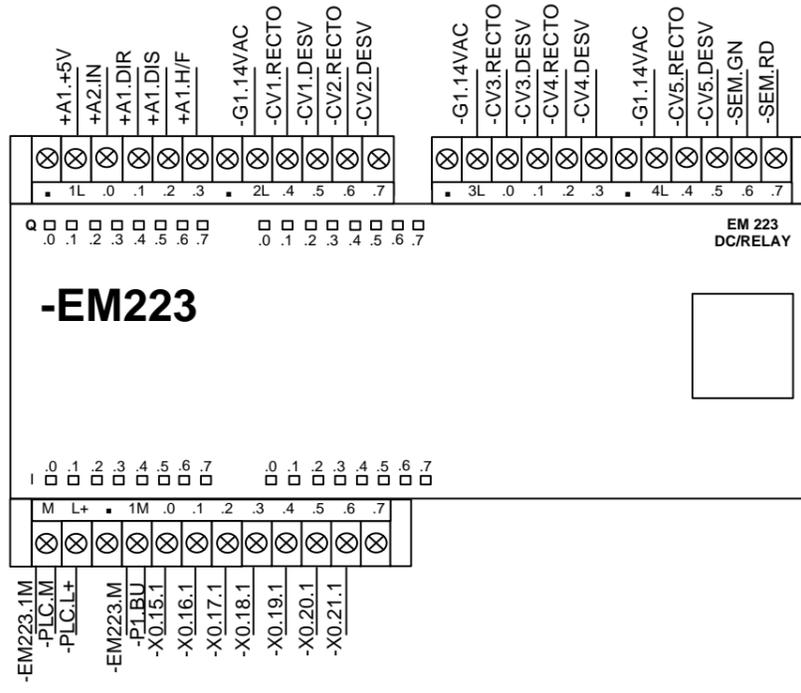
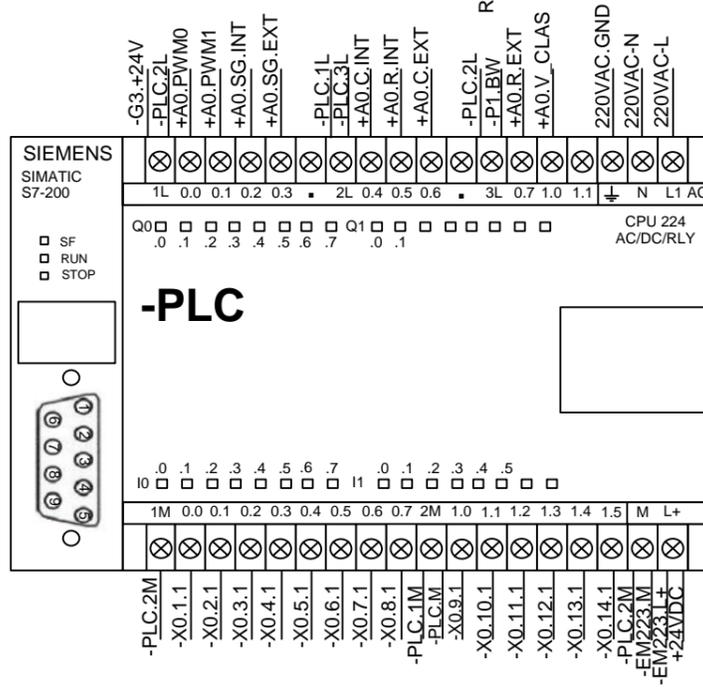
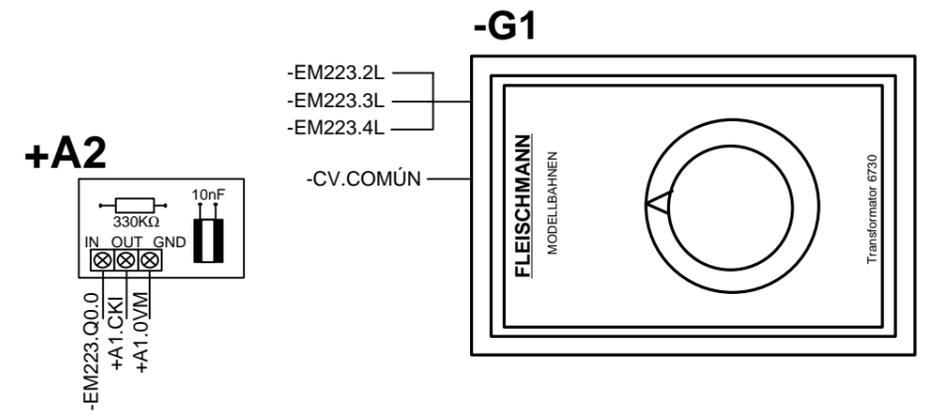
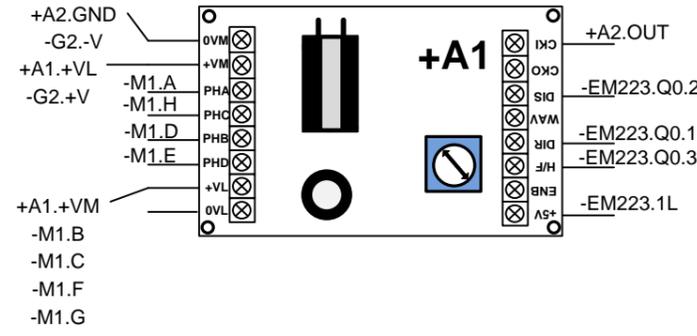
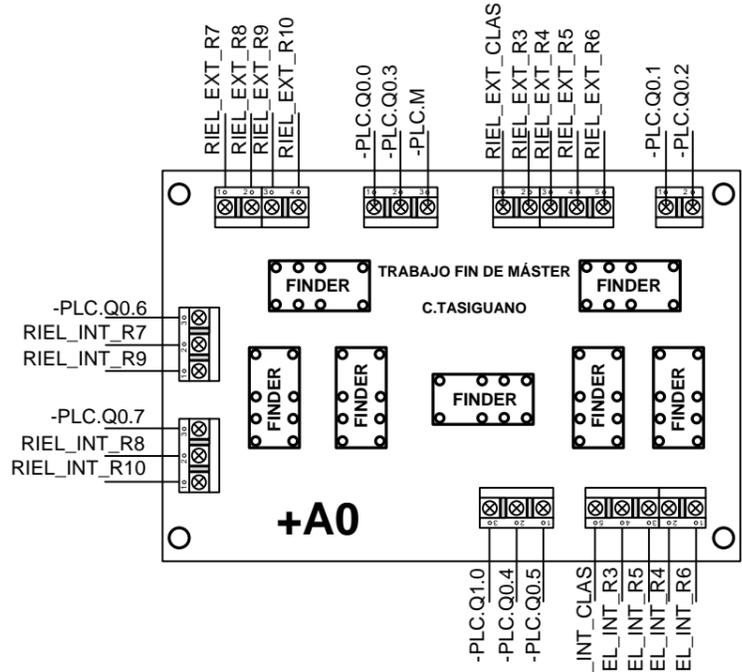
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S	
ESCALA	DIAGRAMA UNIFILAR			PLANO N° ELEC-MF-05
N/A				Sustituye a
				Sustituido por

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

+A3

CONEXIONES TABLERO ELÉCTRICO

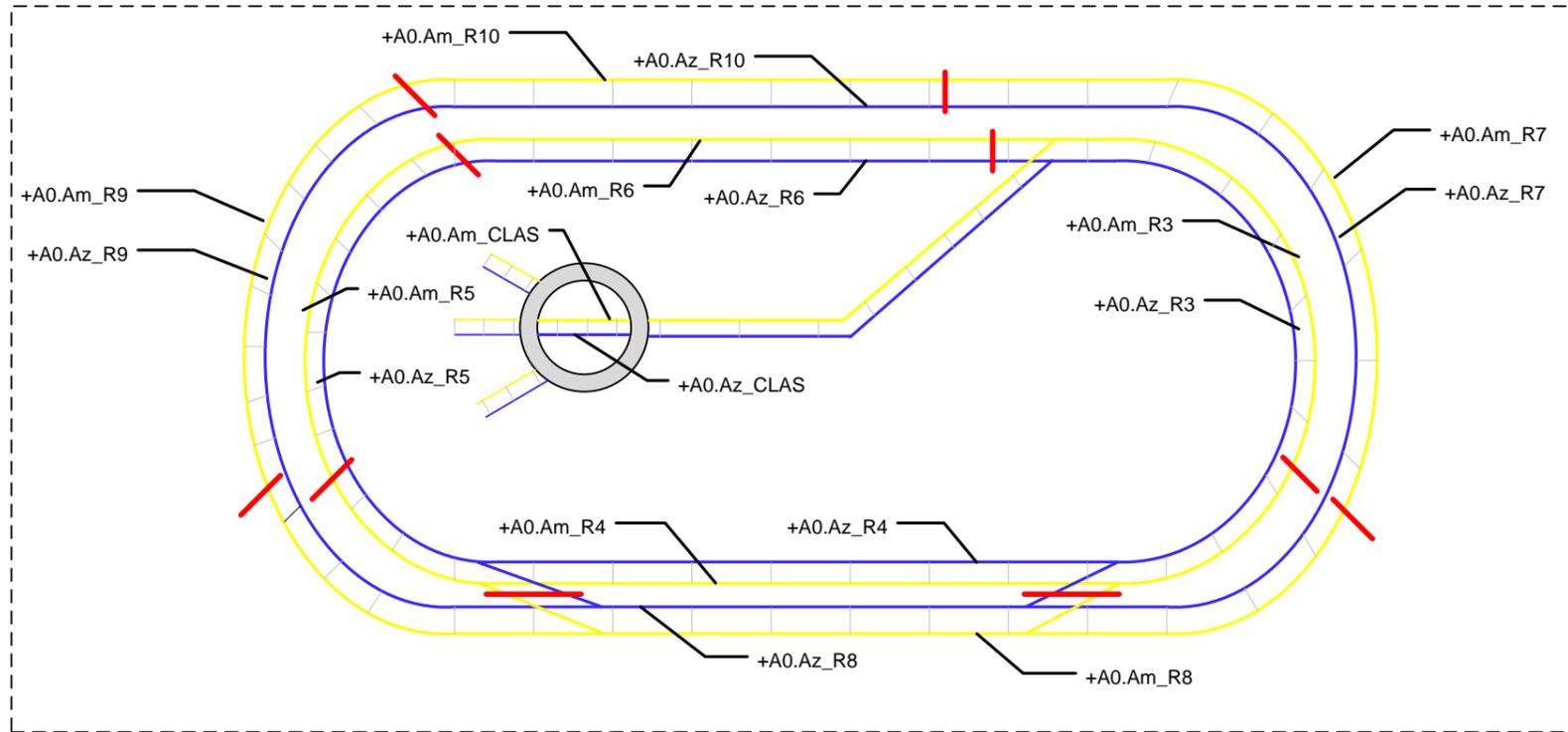


MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA				UNIVERSIDAD DE OVIEDO
TRABAJO FIN DE MÁSTER				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S	
ESCALA	DIAGRAMA DE CONEXIONES TABLERO ELÉCTRICO			PLANO N° ELEC-MF-06
N/A				Sustituye a
				Sustituido por

SENSORES REED

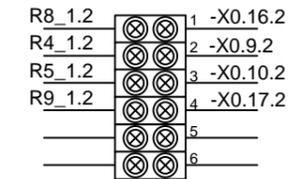
+24V.1	Term_1	B2.3.2
+24V.2	Term_2	B2.4.2
+24V.3	Term_3	B2.5.2
+24V.4	R3_2	B4.3.2
+24V.5	R3_1	B3.2.2
+24V.6	R4_4	B3.3.2
+24V.7	R4_3	B3.5.2
+24V.8	R4_2	B2.2.2
+24V.9	R4_1	B1.2.2
+24V.10	R5_1	B1.3.2
+24V.11	R6_2	B4.5.2
+24V.12	R6_1	B4.2.2
+24V.13	R8_4	B3.4.2
+24V.14	R8_3	B3.6.2
+24V.15	R8_2	B2.1.2
+24V.16	R8_1	B1.1.2
+24V.17	R9_1	B1.4.2
+24V.18	R10_1	B4.4.2
+24V.19	R7_2	B4.1.2
+24V.20	R7_1	B3.1.2

CONEXIÓN DE RIELES EN MAQUETA

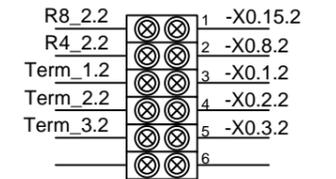


REGLETAS DE CONEXIÓN

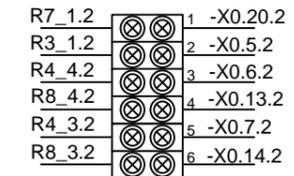
-B1



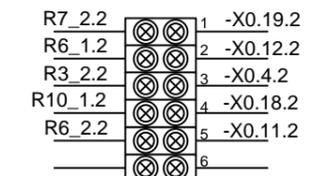
-B2



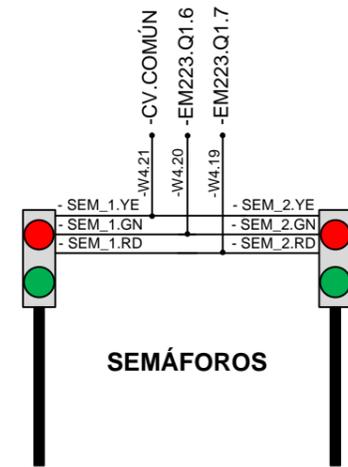
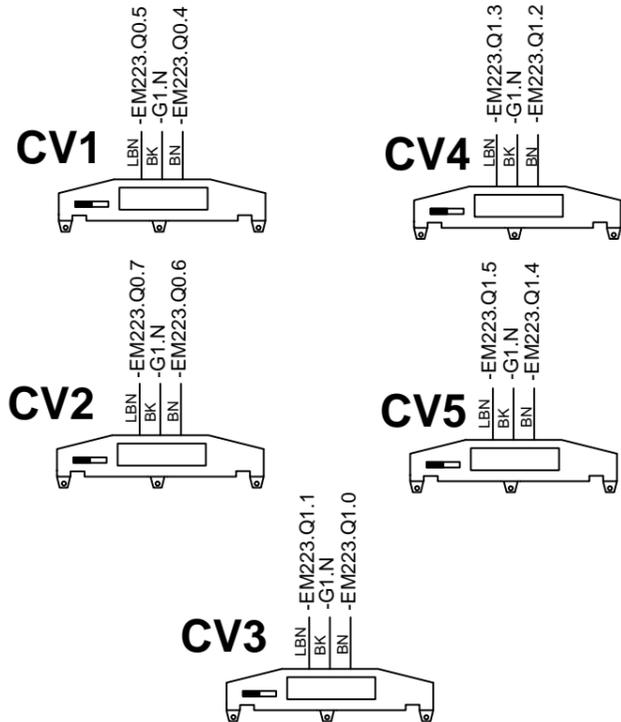
-B3



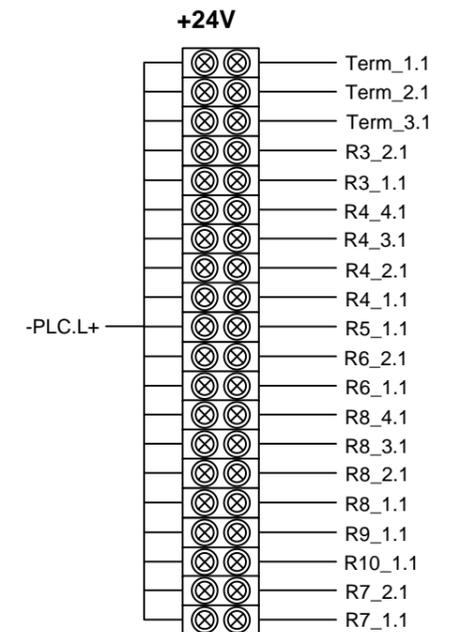
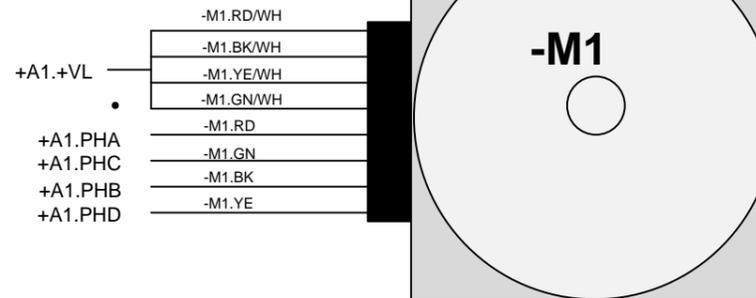
-B4



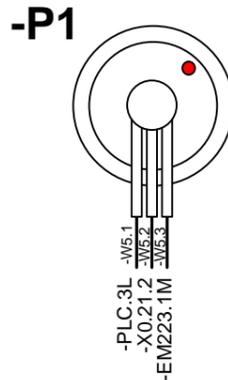
CAMBIOS DE VÍA



MOTOR A PASOS



SENSOR ÓPTICO



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA TRABAJO FIN DE MÁSTER



	FECHA	NOMBRE	FIRMA
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S

“Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario”

ESCALA
N/A

DIAGRAMA DE CONEXIONES
MAQUETA

PLANO N° ELEC-MF-07
Sustituye a
Sustituido por

ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	BORNERA	PUNTO CONEXIÓN	CONEXIÓN HACIA	DESCRIPCIÓN
+A0	-PLC.Q0.6	+A0.C.EXT	-	-	-	Señal PLC para inhibir curvas externas
	-	-	-	+A0.Az_R7	RIEL_INT_R7	Conexión alimentación riel interna Reg7
	-	-	-	+A0.Az_R9	RIEL_INT_R9	Conexión alimentación riel interna Reg9
	-PLC.Q0.7	+A0.R.EXT	-	-	-	Señal PLC para inhibir rectas externas
	-	-	-	+A0.Az_R8	RIEL_INT_R8	Conexión alimentación riel interna Reg8
	-	-	-	+A0.Az_R10	RIEL_INT_R10	Conexión alimentación riel interna Reg10
	-PLC.Q1.0	+A0.V_CLAS	-	-	-	Señal PLC para habilitar clasificador vías
	-PLC.Q0.4	+A0.C.INT	-	-	-	Señal PLC para inhibir curvas internas
	-PLC.Q0.5	+A0.R.INT	-	-	-	Señal PLC para inhibir rectas internas
	-	-	-	+A0.Az_CLAS	RIEL_INT_CLA	Conexión alimentación riel interna Clasific
	-	-	-	+A0.Az_R3	RIEL_INT_R3	Conexión alimentación riel interna Reg3
	-	-	-	+A0.Az_R5	RIEL_INT_R5	Conexión alimentación riel interna Reg5
	-	-	-	+A0.Az_R4	RIEL_INT_R4	Conexión alimentación riel interna Reg4
	-	-	-	+A0.Az_R6	RIEL_INT_R6	Conexión alimentación riel interna Reg6
	-PLC.Q0.2	+A0.SG.INT	-	-	-	Señal PLC cambiar sentido giro interno
	-PLC.Q0.1	+A0.PWM1	-	-	-	Señal PLC PWM para alimentación rieles
	-	-	-	+A0.Am_CLAS	RIEL_EXT_CLA	Conexión alimentación riel externa Clasific
	-	-	-	+A0.Am_R3	RIEL_EXT_R3	Conexión alimentación riel externa Reg3
	-	-	-	+A0.Am_R4	RIEL_EXT_R4	Conexión alimentación riel externa Reg4
	-	-	-	+A0.Am_R5	RIEL_EXT_R5	Conexión alimentación riel externa Reg5
	-	-	-	+A0.Am_R6	RIEL_EXT_R6	Conexión alimentación riel externa Reg6
	-PLC.M	+A0.GND	-	-	-	Conexión GND del PLC
	-PLC.Q0.3	+A0.SG.EXT	-	-	-	Señal PLC cambiar sentido giro interno
	-PLC.Q0.0	+A0.PWM0	-	-	-	Señal PLC PWM para alimentación rieles
-	-	-	+A0.Am_R7	RIEL_EXT_R7	Conexión alimentación riel externa Reg7	
-	-	-	+A0.Am_R8	RIEL_EXT_R8	Conexión alimentación riel externa Reg8	
-	-	-	+A0.Am_R9	RIEL_EXT_R9	Conexión alimentación riel externa Reg9	
-	-	-	+A0.Am_R10	RIEL_EXT_R10	Conexión alimentación riel externa Reg10	
+A1	+A2.GND	+A1.0VM	-	-	-	Conexión a GND
	-G2.-V		-	-	-	
	+A1.+VL		+A1.+VM	-	-	
	-	-	-	+A1.PHA	-M1.A	Conexión Terminal A motor al driver
	-	-	-	+A1.PHC	-M1.H	Conexión Terminal H motor al driver
	-	-	-	+A1.PHB	-M1.D	Conexión Terminal D motor al driver
	-	-	-	+A1.PHD	-M1.E	Conexión Terminal E motor al driver
	+A1.+VM	+A1.+VL	-	-	-	Conexión de placa y bobinas del motor a 12VDC
	-M1.B					
	-M1.C					
	-M1.F					
	-M1.G					
	+A2.OUT	+A1.CKI	-	-	-	Ingreso pulsos filtrados tarjeta de control
	-EM223.Q0.2	+A1.DIS	-	-	-	Señal PLC para deshabilitar motor
-EM223.Q0.1	+A1.DIR	-	-	-	Señal PLC control dirección de giro motor	
-EM223.Q0.3	+A1.H/F	-	-	-	Señal PLC selección medios pasos motor	
-	-	-	+A1.+5V	-EM223.1L	Alimentación de 5VDC a salida1L	
+A2	-EM223.Q0.0	+A2.IN	-	-	-	Señal de pulsos para filtrar
	-	-	-	+A2.OUT	+A1.CKI	Ingreso pulsos filtrados tarjeta de control
	+A1.0VM	+A2.GND	-	-	-	Conexión a GND placas A1 y A2
-Q0	220VAC-L	-Q0.1	-	-Q0.2	-PLC.L1	Protección termomagnética para PLC

ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	BORNERA	PUNTO CONEXIÓN	CONEXIÓN HACIA	DESCRIPCIÓN	
-G1	-	-	-	-	-G1.14VAC	-EM223.2L -EM223.3L -EM223.4L	Alimentación de 14VAC a Salidas del módulo de expansión EM223
	-	-	-	-	-G1.N	-CV1.BK -CV2.BK -CV3.BK -CV4.BK -CV5.BK	Conexión común entre todos los cambios de vía. (Cable Negro)
-G2	-	-	-	-	-G2.+V	+A1.+VL	Alimentación 12VDC placa control motor
	-	-	-	-	-G2.-V	+A1.0VM	GND placa de control motor
	220VAC-L	-G2.L	-	-	-	-	Alimentación Fase fuente -G2
	220VAC-N	-G2.N	-	-	-	-	Alimentación Neutro fuente -G2
-G3	-	-	-	-	-G3.+24V	-PLC.1L	Alimentación 24VDC salidas PLC
	-	-	-	-	-G3.GND	-PLC.M	Conexión a GND entre G3 y PLC
-PLC	-G3.+24V -PLC.2L	-PLC.1L	-	-	-	-	Conexión a 24VDC de salidas del PLC
	-	-	-	-	-PLC.Q0.0	+A0.PWM0	Señal PLC PWM para alimentación rieles
	-	-	-	-	-PLC.Q0.1	+A0.PWM1	Señal PLC PWM para alimentación rieles
	-	-	-	-	-PLC.Q0.2	+A0.SG.INT	Señal PLC cambiar sentido giro interno
	-	-	-	-	-PLC.Q0.3	+A0.SG.EXT	Señal PLC cambiar sentido giro externo
	-PLC.1L -PLC.3L	-PLC.2L	-	-	-	-	Conexión a 24VDC de salidas del PLC
	-	-	-	-	-PLC.Q0.4	+A0.C.INT	Señal PLC para inhibir curvas internas
	-	-	-	-	-PLC.Q0.5	+A0.R.INT	Señal PLC para inhibir rectas internas
	-	-	-	-	-PLC.Q0.6	+A0.C.EXT	Señal PLC para inhibir curvas externas
	-PLC.2L -P1.BW	-PLC.3L	-	-	-	-	Conexión a 24VDC de salidas del PLC y del sensor óptico
	-	-	-	-	-PLC.Q0.7	+A0.R.EXT	Señal PLC para inhibir rectas externas
	-	-	-	-	-PLC.Q1.0	+A0.V_CLAS	Señal PLC para habilitar clasificador vías
	220VAC.GND	-PLC.GND	-	-	-	-	Conexión a GND del PLC
	220VAC-N	-PLC.N	-	-	-	-	Conexión de Neutro del PLC
220VAC-L	-PLC.L1	-	-	-	-	Conexión a 220V fase del PLC	

		MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA		
		TRABAJO FIN DE MÁSTER		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S	
ESCALA N/A	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO TABLERO ELÉCTRICO		PLANO N° ELEC-MF-08-A	
			Sustituye a Sustituido por	

ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	BORNERA	PUNTO CONEXIÓN	CONEXIÓN HACIA	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	BORNERA	PUNTO CONEXIÓN	CONEXIÓN HACIA	DESCRIPCIÓN
-PLC	-PLC.2M	-PLC.1M	-	-	-	Interconexión a GND de las entradas PLC	-X0	-PLC.I0.0	-X0.1.1	1	-X0.1.2	-B2.3.1	Señal del sensor reed Term_1
	-X0.1.1	-PLC.I0.0	-	-	-	Señal del sensor reed Term_1		-PLC.I0.1	-X0.2.1	2	-X0.2.2	-B2.4.1	Señal del sensor reed Term_2
	-X0.2.1	-PLC.I0.1	-	-	-	Señal del sensor reed Term_2		-PLC.I0.2	-X0.3.1	3	-X0.3.2	-B2.5.1	Señal del sensor reed Term_3
	-X0.3.1	-PLC.I0.2	-	-	-	Señal del sensor reed Term_3		-PLC.I0.3	-X0.4.1	4	-X0.4.2	-B4.3.1	Señal del sensor reed R3_2
	-X0.4.1	-PLC.I0.3	-	-	-	Señal del sensor reed R3_2		-PLC.I0.4	-X0.5.1	5	-X0.5.2	-B3.2.1	Señal del sensor reed R3_1
	-X0.5.1	-PLC.I0.4	-	-	-	Señal del sensor reed R3_1		-PLC.I0.5	-X0.6.1	6	-X0.6.2	-B3.3.1	Señal del sensor reed R4_4
	-X0.6.1	-PLC.I0.5	-	-	-	Señal del sensor reed R4_4		-PLC.I0.6	-X0.7.1	7	-X0.7.2	-B3.5.1	Señal del sensor reed R4_3
	-X0.7.1	-PLC.I0.6	-	-	-	Señal del sensor reed R4_3		-PLC.I0.7	-X0.8.1	8	-X0.8.2	-B.2.2.1	Señal del sensor reed R4_2
	-X0.8.1	-PLC.I0.7	-	-	-	Señal del sensor reed R4_2		-PLC.I1.0	-X0.9.1	9	-X0.9.2	-B.1.2.1	Señal del sensor reed R4_1
	-PLC.1M	-PLC.2M	-	-	-	Interconexión a GND de las entradas PLC		-PLC.I1.1	-X0.10.1	10	-X0.10.2	-B.1.3.1	Señal del sensor reed R5_1
	-PLC.M	-	-	-	-	-		-PLC.I1.2	-X0.11.1	11	-X0.11.2	-B4.5.1	Señal del sensor reed R6_2
	-X0.9.1	-PLC.I1.0	-	-	-	Señal del sensor reed R4_1		-PLC.I1.3	-X0.12.1	12	-X0.12.2	-B4.2.1	Señal del sensor reed R6_1
	-X0.10.1	-PLC.I1.1	-	-	-	Señal del sensor reed R5_1		-PLC.I1.4	-X0.13.1	13	-X0.13.2	-B3.4.1	Señal del sensor reed R8_4
	-X0.11.1	-PLC.I1.2	-	-	-	Señal del sensor reed R6_2		-PLC.I1.5	-X0.14.1	14	-X0.14.2	-B3.6.1	Señal del sensor reed R8_3
	-X0.12.1	-PLC.I1.3	-	-	-	Señal del sensor reed R6_1		-EM223.I.0	-X0.15.1	15	-X0.15.2	-B2.1.1	Señal del sensor reed R8_2
	-X0.13.1	-PLC.I1.4	-	-	-	Señal del sensor reed R8_4		-EM223.I.1	-X0.16.1	16	-X0.16.2	-B1.1.1	Señal del sensor reed R8_1
	-X0.14.1	-PLC.I1.5	-	-	-	Señal del sensor reed R8_3		-EM223.I.2	-X0.17.1	17	-X0.17.2	-B1.4.1	Señal del sensor reed R9_1
	-PLC.2M	-PLC.M	-	-	-	Conexión a GND PLC y entradas EM223		-EM223.I.3	-X0.18.1	18	-X0.18.2	-B4.4.1	Señal del sensor reed R10_1
	-EM223.M	-	-	-	-	-		-EM223.I.4	-X0.19.1	19	-X0.19.2	-B4.1.1	Señal del sensor reed R7_2
	-EM223.L+	-PLC.L+	-	-	-	Conexión a 24VDC PLC y módulo EM223		-EM223.I.5	-X0.20.1	20	-X0.20.2	-B3.1.1	Señal del sensor reed R7_1
+24VDC	-	-	-	-	-	-EM223.I.6	-X0.21.1	21	-X0.21.2	-P1.BK	Señal del sensor óptico -P1		
-EM223	+A1.+5V	-EM223.1L	-	-	-	Conexión a 5VDC de las salidas de 1L							
	-	-	-	-EM223.Q0.0	+A2.IN	Señal de pulsos para filtrar							
	-	-	-	-EM223.Q0.1	+A1.DIR	Señal PLC control dirección de giro motor							
	-	-	-	-EM223.Q0.2	+A1.DIS	Señal PLC para deshabilitar motor							
	-	-	-	-EM223.Q0.3	+A1.H/F	Señal PLC selección medios pasos motor							
	-G1.14VAC	-EM223.2L -EM223.3L -EM223.4L	-	-	-	Interconexión a 14VAC de las salidas 2L, 3L y 4L del PLC							
	-	-	-	-EM223.Q0.4	-CV1.RECTO	Señal control cambio de vía 1 recto							
	-	-	-	-EM223.Q0.5	-CV1.DESV	Señal control cambio de vía 1 desviado							
	-	-	-	-EM223.Q0.6	-CV2.RECTO	Señal control cambio de vía 2 recto							
	-	-	-	-EM223.Q0.7	-CV2.DESV	Señal control cambio de vía 2 desviado							
	-	-	-	-EM223.Q1.0	-CV3.RECTO	Señal control cambio de vía 3 recto							
	-	-	-	-EM223.Q1.1	-CV3.DESV	Señal control cambio de vía 3 desviado							
	-	-	-	-EM223.Q1.2	-CV4.RECTO	Señal control cambio de vía 4 recto							
	-	-	-	-EM223.Q1.3	-CV4.DESV	Señal control cambio de vía 4 desviado							
	-	-	-	-EM223.Q1.4	-CV5.RECTO	Señal control cambio de vía 5 recto							
	-	-	-	-EM223.Q1.5	-CV5.DESV	Señal control cambio de vía 5 desviado							
	-	-	-	-EM223.Q1.6	-SEM.GN	Señal encender luz verde de semáforos							
	-	-	-	-EM223.Q1.7	-SEM.RD	Señal encender luz roja de semáforos							
	-PLC.M	-EM223.M	-	-	-	Conexión a GND PLC y entradas EM223							
	-EM223.1M	-	-	-	-	-							
	-PLC.L+	-EM223.L+	-	-	-	Interconexión de 24V entre PLC y EM223							
-EM223.M	-EM223.1M	-	-	-	Conexión a GND EM223 y sensor óptico								
-P1.BU	-	-	-	-	-								
-X0.15.1	-EM223.I.0	-	-	-	Señal del sensor reed R8_2								
-X0.16.1	-EM223.I.1	-	-	-	Señal del sensor reed R8_1								
-X0.17.1	-EM223.I.2	-	-	-	Señal del sensor reed R9_1								
-X0.18.1	-EM223.I.3	-	-	-	Señal del sensor reed R10_1								
-X0.19.1	-EM223.I.4	-	-	-	Señal del sensor reed R7_2								
-X0.20.1	-EM223.I.5	-	-	-	Señal del sensor reed R7_1								
-X0.21.1	-EM223.I.6	-	-	-	Señal del sensor óptico P1								

		MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA			
TRABAJO FIN DE MÁSTER		FECHA		NOMBRE	
FIRMA		01-04-14		C.Tasiguano	
Proyectado		15-05-14		C.Tasiguano	
Dibujado		15-06-14		J.Sirgo	
Comprobado		15-06-14		J.S	
ESCALA		DIAGRAMA DE CONEXIONES		PLANO N° ELEC-MF-08-B	
N/A		AMPLIADO TABLERO ELÉCTRICO		Sustituye a	
				Sustituido por	

ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	BORNERA	PUNTO CONEXIÓN	CONEXIÓN HACIA	DESCRIPCIÓN
SENS REED	+24V.1	Term_1.1	-	Term_1.2	-B2.3.2	Conexión y alimentación Term_1
	+24V.2	Term_2.1	-	Term_2.2	-B2.4.2	Conexión y alimentación Term_2
	+24V.3	Term_3.1	-	Term_3.2	-B2.5.2	Conexión y alimentación Term_3
	+24V.4	R3_2.1	-	R3_2.2	-B4.3.2	Conexión y alimentación R3_2
	+24V.5	R3_1.1	-	R3_1.2	-B3.2.2	Conexión y alimentación R3_1
	+24V.6	R4_4.1	-	R4_4.2	-B3.3.2	Conexión y alimentación R4_4
	+24V.7	R4_3.1	-	R4_3.2	-B3.5.2	Conexión y alimentación R4_3
	+24V.8	R4_2.1	-	R4_2.2	-B2.2.2	Conexión y alimentación R4_2
	+24V.9	R4_1.1	-	R4_1.2	-B1.2.2	Conexión y alimentación R4_1
	+24V.10	R5_1.1	-	R5_1.2	-B1.3.2	Conexión y alimentación R5_1
	+24V.11	R6_2.1	-	R6_2.2	-B4.5.2	Conexión y alimentación R6_2
	+24V.12	R6_1.1	-	R6_1.2	-B4.2.2	Conexión y alimentación R6_1
	+24V.13	R8_4.1	-	R8_4.2	-B3.4.2	Conexión y alimentación R8_4
	+24V.14	R8_3.1	-	R8_3.2	-B3.6.2	Conexión y alimentación R8_3
	+24V.15	R8_2.1	-	R8_2.2	-B2.1.2	Conexión y alimentación R8_2
	+24V.16	R8_1.1	-	R8_1.2	-B1.1.2	Conexión y alimentación R8_1
	+24V.17	R9_1.1	-	R9_1.2	-B1.4.2	Conexión y alimentación R9_1
	+24V.18	R10_1.1	-	R10_1.2	-B4.4.2	Conexión y alimentación R10_1
	+24V.19	R7_2.1	-	R7_2.2	-B4.1.2	Conexión y alimentación R7_2
	+24V.20	R7_1.1	-	R7_1.2	-B3.1.2	Conexión y alimentación R7_1
CV1	-EM223.Q0.5	-CV1.DESV	-	-	-	Señal control cambio de vía 1 desviado
	-G1.N	-CV.COMÚN	-	-	-	Conexión común a fuente G1 14VAC
	-EM223.Q0.4	-CV1.RECTO	-	-	-	Señal control cambio de vía 1 recto
CV2	-EM223.Q0.7	-CV2.DESV	-	-	-	Señal control cambio de vía 2 desviado
	-G1.N	-CV.COMÚN	-	-	-	Conexión común a fuente G1 14VAC
	-EM223.Q0.6	-CV2.RECTO	-	-	-	Señal control cambio de vía 2 recto
CV3	-EM223.Q1.1	-CV3.DESV	-	-	-	Señal control cambio de vía 3 desviado
	-G1.N	-CV.COMÚN	-	-	-	Conexión común a fuente G1 14VAC
	-EM223.Q1.0	-CV3.RECTO	-	-	-	Señal control cambio de vía 3 recto
CV4	-EM223.Q1.3	-CV4.DESV	-	-	-	Señal control cambio de vía 4 desviado
	-G1.N	-CV.COMÚN	-	-	-	Conexión común a fuente G1 14VAC
	-EM223.Q1.2	-CV4.RECTO	-	-	-	Señal control cambio de vía 4 recto
CV5	-EM223.Q1.5	-CV5.DESV	-	-	-	Señal control cambio de vía 5 desviado
	-G1.N	-CV.COMÚN	-	-	-	Conexión común a fuente G1 14VAC
	-EM223.Q1.4	-CV5.RECTO	-	-	-	Señal control cambio de vía 5 recto
-M1	+A1.+VL	-M1.B -M1.C -M1.F -M1.G	-	-	-	Conexión de bobinas del motor a pasos a fuente G2 12VDC
	+A1.PHA	-M1.A	-	-	-	Conexión Terminal A motor al driver
	+A1.PHC	-M1.H	-	-	-	Conexión Terminal H motor al driver
	+A1.PHB	-M1.D	-	-	-	Conexión Terminal D motor al driver
	+A1.PHD	-M1.E	-	-	-	Conexión Terminal E motor al driver
SENS ÓPTICO	-PLC.2L	-P1.BW	-	-	-	Conexión sensor óptico a 24VDC
	-	-	-	-P1.BK	-X0.21.2	Conexión señal sensor a bornera X0
	-EM223.1M	-P1.BU	-	-	-	Conexión sensor óptico a GND
SEMÁ FOROS	-EM223.Q1.6	-SEM.GN	-	-	-	Señal encender luz verde de semáforos
	-EM223.Q1.7	-SEM.RD	-	-	-	Señal encender luz roja de semáforos
	-G1.N	-SEM.YE	-	-	-	Conexión común a fuente G1 14VAC

ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	BORNERA	PUNTO CONEXIÓN	CONEXIÓN HACIA	DESCRIPCIÓN
B1	R8_1.2	-B1.1.2	1	-B1.1.1	-X0.16.2	Conexión bornera sensor reed R8_1
	R4_1.2	-B1.2.2	2	-B1.2.1	-X0.9.2	Conexión bornera sensor reed R4_1
	R5_1.2	-B1.3.2	3	-B1.3.1	-X0.10.2	Conexión bornera sensor reed R5_1
	R9_1.2	-B1.4.2	4	-B1.4.1	-X0.17.2	Conexión bornera sensor reed R9_1
B2	R8_2.2	-B2.1.2	1	-B2.1.1	-X0.15.2	Conexión bornera sensor reed R8_2
	R4_2.2	-B2.2.2	2	-B2.2.1	-X0.8.2	Conexión bornera sensor reed R4_2
	Term_1.2	-B2.3.2	3	-B2.3.1	-X0.1.2	Conexión bornera sensor reed Term_1
	Term_2.2	-B2.4.2	4	-B2.4.1	-X0.2.2	Conexión bornera sensor reed Term_2
B3	Term_3.2	-B2.5.2	5	-B2.5.1	-X0.3.2	Conexión bornera sensor reed Term_3
	R7_1.2	-B3.1.2	1	-B3.1.1	-X0.20.2	Conexión bornera sensor reed R7_1
	R3_1.2	-B3.2.2	2	-B3.2.1	-X0.5.2	Conexión bornera sensor reed R3_1
	R4_4.2	-B3.3.2	3	-B3.3.1	-X0.6.2	Conexión bornera sensor reed R4_4
B4	R8_4.2	-B3.4.2	4	-B3.4.1	-X0.13.2	Conexión bornera sensor reed R8_4
	R4_3.2	-B3.5.2	5	-B3.5.1	-X0.7.2	Conexión bornera sensor reed R4_3
	R8_3.2	-B3.6.2	6	-B3.6.1	-X0.14.2	Conexión bornera sensor reed R8_3
	R7_2.2	-B4.1.2	1	-B4.1.1	-X0.19.2	Conexión bornera sensor reed R7_2
+24V	R6_1.2	-B4.2.2	2	-B4.2.1	-X0.12.2	Conexión bornera sensor reed R6_1
	R3_2.2	-B4.3.2	3	-B4.3.1	-X0.4.2	Conexión bornera sensor reed R3_2
	R10_1.2	-B4.4.2	4	-B4.4.1	-X0.18.2	Conexión bornera sensor reed R10_1
	R6_2.2	-B4.5.2	5	-B4.5.1	-X0.11.2	Conexión bornera sensor reed R6_2
	1	+24V.1	Term_1.1			Conexión a 24VDC Term_1
	2	+24V.2	Term_2.1			Conexión a 24VDC Term_2
	3	+24V.3	Term_3.1			Conexión a 24VDC Term_3
	4	+24V.4	R3_2.1			Conexión a 24VDC R3_2
5	+24V.5	R3_1.1			Conexión a 24VDC R3_1	
6	+24V.6	R4_4.1			Conexión a 24VDC R4_4	
7	+24V.7	R4_3.1			Conexión a 24VDC R4_3	
8	+24V.8	R4_2.1			Conexión a 24VDC R4_2	
9	+24V.9	R4_1.1			Conexión a 24VDC R4_1	
10	+24V.10	R5_1.1			Conexión a 24VDC R5_1	
11	+24V.11	R6_2.1			Conexión a 24VDC R6_2	
12	+24V.12	R6_1.1			Conexión a 24VDC R6_1	
13	+24V.13	R8_4.1			Conexión a 24VDC R8_4	
14	+24V.14	R8_3.1			Conexión a 24VDC R8_3	
15	+24V.15	R8_2.1			Conexión a 24VDC R8_2	
16	+24V.16	R8_1.1			Conexión a 24VDC R8_1	
17	+24V.17	R9_1.1			Conexión a 24VDC R9_1	
18	+24V.18	R10_1.1			Conexión a 24VDC R10_1	
19	+24V.19	R7_2.1			Conexión a 24VDC R7_2	
20	+24V.20	R7_1.1			Conexión a 24VDC R7_1	

		MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA		
		TRABAJO FIN DE MÁSTER		
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S	
ESCALA	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO MAQUETA			PLANO N° ELEC-MF-09-A
N/A				Sustituye a
				Sustituido por

DENOMINACIÓN CABLE	HILO	CONECTA DESDE	CONECTA A	DESCRIPCIÓN
-W1	-W1.BU	220VAC-L	-PLC.L1 -G1.L -G2.L -G3.L	Alimentación 220VAC (FASE)
	-W1.BN	220VAC-N	-PLC.N -G1.N -G2.N -G3.N	Alimentación 220VAC (NEUTRO)
	-W1.GN	220VAC-GND	-PLC.GND	Alimentación 220VAC (GND)
-W2	-W2.1	-B2.3.1	-X0.1.2	Señal del sensor reed Term_1
	-W2.2	-B2.4.1	-X0.2.2	Señal del sensor reed Term_2
	-W2.3	-B2.5.1	-X0.3.2	Señal del sensor reed Term_3
	-W2.4	-B4.3.1	-X0.4.2	Señal del sensor reed R3_2
	-W2.5	-B3.2.1	-X0.5.2	Señal del sensor reed R3_1
	-W2.6	-B3.3.1	-X0.6.2	Señal del sensor reed R4_4
	-W2.7	-B3.5.1	-X0.7.2	Señal del sensor reed R4_3
	-W2.8	-B.2.2.1	-X0.8.2	Señal del sensor reed R4_2
	-W2.9	-B.1.2.1	-X0.9.2	Señal del sensor reed R4_1
	-W2.10	-B.1.3.1	-X0.10.2	Señal del sensor reed R5_1
	-W2.11	-B4.5.1	-X0.11.2	Señal del sensor reed R6_2
	-W2.12	-B4.2.1	-X0.12.2	Señal del sensor reed R6_1
	-W2.13	-B3.4.1	-X0.13.2	Señal del sensor reed R8_4
	-W2.14	-B3.6.1	-X0.14.2	Señal del sensor reed R8_3
	-W2.15	-B2.1.1	-X0.15.2	Señal del sensor reed R8_2
	-W2.16	-B1.1.1	-X0.16.2	Señal del sensor reed R8_1
	-W2.17	-B1.4.1	-X0.17.2	Señal del sensor reed R9_1
	-W2.18	-B4.4.1	-X0.18.2	Señal del sensor reed R10_1
	-W2.19	-B4.1.1	-X0.19.2	Señal del sensor reed R7_2
	-W2.20	-B3.1.1	-X0.20.2	Señal del sensor reed R7_1
-W3	-W3.1	-M1.B -M1.C -M1.F -M1.G	+A1.+VL	Conexión bobinas del motor a 12VDC
	-W3.2	-M1.A	+A1.PHA	Conexión Terminal A del motor al driver
	-W3.3	-M1.H	+A1.PHC	Conexión Terminal H del motor al driver
	-W3.4	-M1.D	+A1.PHB	Conexión Terminal D del motor al driver
	-W3.5	-M1.E	+A1.PHD	Conexión Terminal E del motor al driver
-W5	-W5.1	-P1.BW	-PLC.2L	Conexión Terminal A del motor al driver
	-W5.2	-P1.BK	-X0.21.2	Conexión Terminal H del motor al driver
	-W5.3	-P1.BU	-EM223.1M	Conexión Terminal D del motor al driver

ELEMENTO	CONEXIÓN DESDE	PUNTO CONEXIÓN	REGIÓN	HILO	DESCRIPCIÓN
-W4	+A0.Az_CLAS	RIEL_INT_CLA	CLASIFIC	-W4.1	Conexión alimentación riel interna Clasific
	+A0.Az_R3	RIEL_INT_R3	R3	-W4.2	Conexión alimentación riel interna Reg3
	+A0.Az_R4	RIEL_INT_R4	R4	-W4.3	Conexión alimentación riel interna Reg5
	+A0.Az_R5	RIEL_INT_R5	R5	-W4.4	Conexión alimentación riel interna Reg4
	+A0.Az_R6	RIEL_INT_R6	R6	-W4.5	Conexión alimentación riel interna Reg6
	+A0.Az_R7	RIEL_INT_R7	R7	-W4.6	Conexión alimentación riel interna Reg7
	+A0.Az_R8	RIEL_INT_R8	R8	-W4.7	Conexión alimentación riel interna Reg8
	+A0.Az_R9	RIEL_INT_R9	R9	-W4.8	Conexión alimentación riel interna Reg9
	+A0.Az_R10	RIEL_INT_R10	R10	-W4.9	Conexión alimentación riel interna Reg10
	A0.Am_CLAS	RIEL_EXT_CLA	CLASIFIC	-W410	Conexión alimentación riel externa Clasific
	+A0.Am_R3	RIEL_EXT_R3	R3	-W4.11	Conexión alimentación riel externa Reg3
	+A0.Am_R4	RIEL_EXT_R4	R4	-W4.12	Conexión alimentación riel externa Reg4
	+A0.Am_R5	RIEL_EXT_R5	R5	-W4.13	Conexión alimentación riel externa Reg5
	+A0.Am_R6	RIEL_EXT_R6	R6	-W4.14	Conexión alimentación riel externa Reg6
	+A0.Am_R7	RIEL_EXT_R7	R7	-W4.15	Conexión alimentación riel externa Reg7
	+A0.Am_R8	RIEL_EXT_R8	R8	-W4.16	Conexión alimentación riel externa Reg8
	+A0.Am_R9	RIEL_EXT_R9	R9	-W4.17	Conexión alimentación riel externa Reg9
	+A0.Am_R10	RIEL_EXT_R10	R10	-W4.18	Conexión alimentación riel externa Reg10
	-SEM_1.RD -SEM_2.RD	-EM223.Q1.7	-	-W4.19	Señal control encender luz roja de semáforos
	-SEM_1.GN -SEM_2.GN	-EM223.Q1.6	-	-W4.20	Señal control encender luz verde de semáforos
	-SEM_1.YE -SEM_2.YE	-CV.COMÚN	-	-W4.21	Conexión común a fuente G1 14VAC

 MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA TRABAJO FIN DE MÁSTER					
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	"Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario"	
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T		
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T		
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S		
ESCALA N/A	DIAGRAMA DE CONEXIONES AMPLIADO MAQUETA			PLANO N° ELEC-MF-09-B	
				Sustituye a	
				Sustituido por	

LISTADO DE COMPONENTES ADQUIRIDOS

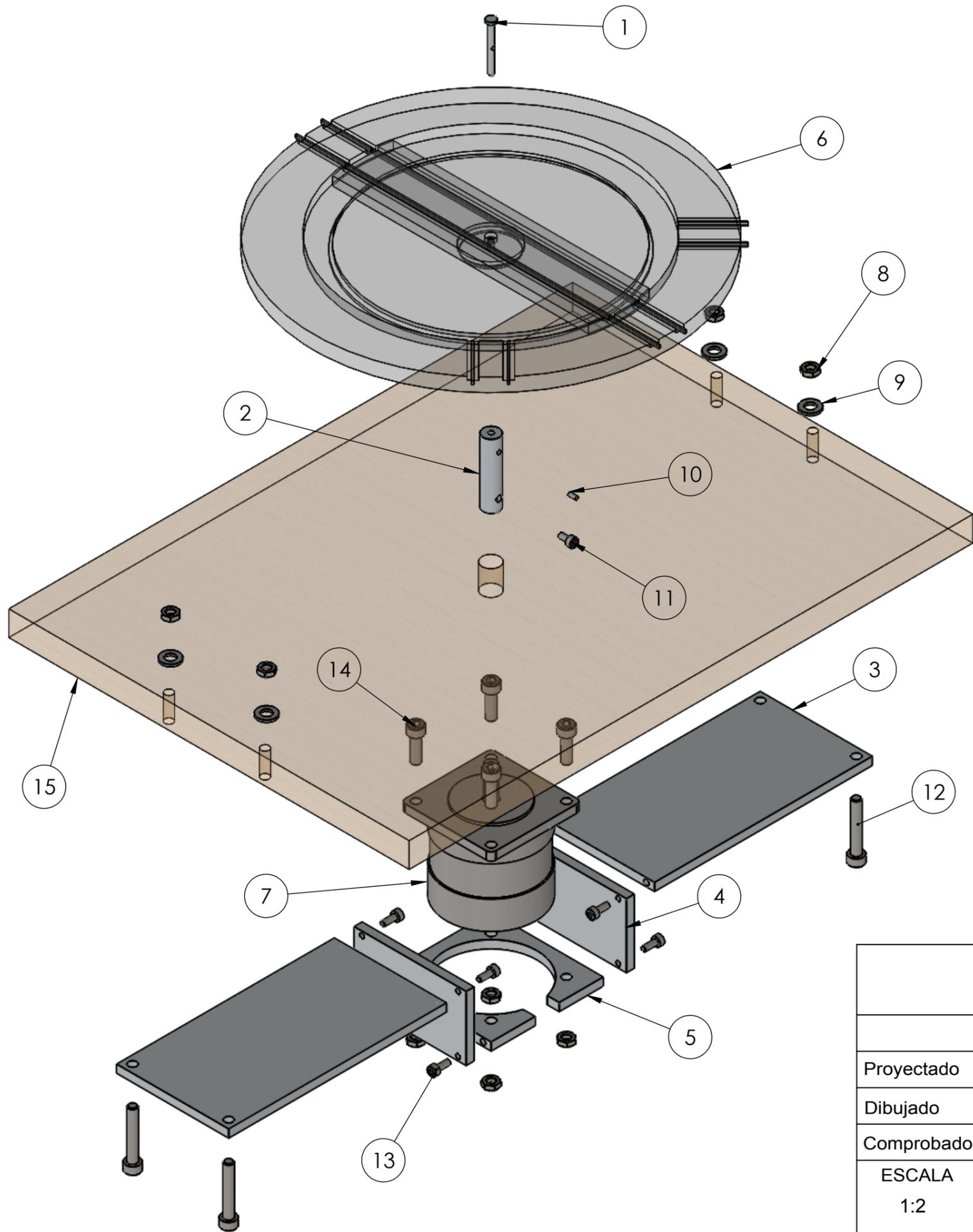
ELEMENTO	NOMBRE	FABRICANTE	CÓDIGO	SUMINISTRADOR	CÓDIGO	# UNIDADES	DESCRIPCIÓN
-X0	WDU 2.5, standard terminal, 24 A	WEIDMULLER	1020000000	RS COMPONENTS	425-190A	21	Borneras de conexión sensores
-M1	Motor a pasos, 1.8°, 500mNm, 12V	RS COMPONENTS	-	RS COMPONENTS	1918340	1	Motor a pasos clasificadora
+A1	Placa activación motor Pap 2A	RS COMPONENTS	GSM 2	RS COMPONENTS	2407920	1	Tarjeta controladora motor Pap
+A0	Relé PCB Submin DPCO, 2A, 24Vdc	FINDER	30.22.7.024.0010	RS COMPONENTS	4926603	7	Relés placa de control vías
	Conector Pcb 2 way 5mm Termini Block	RoHS	796683-2	RS COMPONENTS	7176643	1	Bornera 2 vías PCB
	Terminal PCB c/tornillo 3 vías, 5mm	RoHS	282836-3	RS COMPONENTS	3617673	4	Bornera 3 vías PCB
	Terminal PCB c/tornillo 4 vías, 5mm	RoHS	282836-4	RS COMPONENTS	3617689	1	Bornera 4 vías PCB
	Terminal PCB c/tornillo 5 vías, 5mm	RoHS	282836-5	RS COMPONENTS	3617695	2	Bornera 5 vías PCB
RX_X	Interruptor de láminas SPNO 1A, 230V	ASSEMTECH	RI-46A	RS COMPONENTS	3622546	20	Sensores reed
CV	Motores de cambio a izquierda	FLEISCHMANN	H0 9422	JUGUETES MANSO	-	2	Cambios de vía
VÍAS	Rieles H0 modelado de trenes	PIKO	55211	JUGUETES MANSO	-	12	Rieles rectas y curvas H0

		MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA			
		TRABAJO FIN DE MÁSTER			
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	“Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario”	
Proyectado	01-04-14	C.Tasiguano	C.T		
Dibujado	15-05-14	C.Tasiguano	C.T		
Comprobado	15-06-14	J.Sirgo	J.S		
ESCALA	LISTADO DE COMPONENTES ADQUIRIDOS			PLANO N° ELEC-MF-10	
N/A				Sustituye a	
				Sustituido por	

ANEXO II

PLANOS DISEÑO MECÁNICO

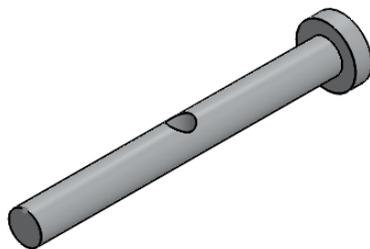
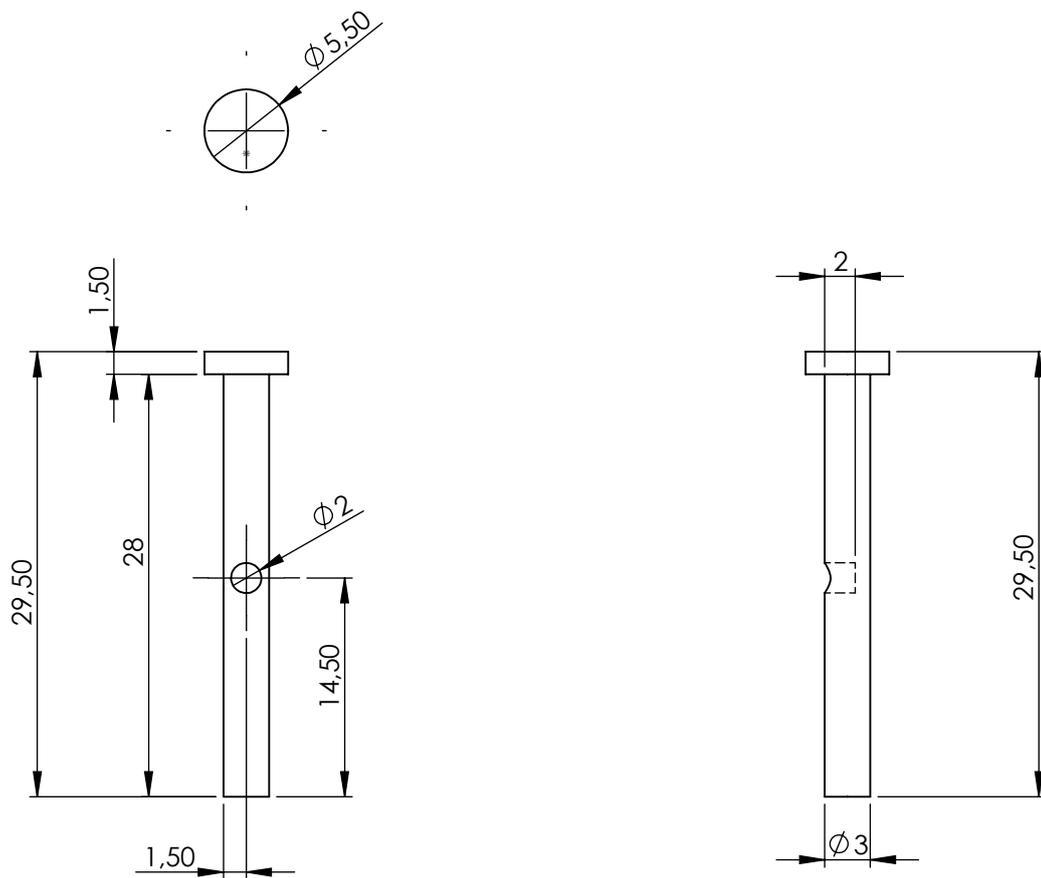
MEC-MF-01	ENSAMBLE IMPLEMENTADO
MEC-MF-01-1	PASANTE SÓLIDO
MEC-MF-01-2	ACOPLE
MEC-MF-01-3	BASE 1
MEC-MF-01-4	BASE 2
MEC-MF-01-5	BASE MOTOR
MEC-MF-01-6	ENSAMBLAJE MOTOR



Nº DE PIEZA	NOMBRE DE LA PIEZA	MATERIAL / PLANO	CANTIDAD
1	Pasante solido	Aluminio/ MEC-MF-01-1	1
2	Acople	Aluminio/ MEC-MF-01-2	1
3	Base1	Aluminio/ MEC-MF-01-3	2
4	Base2	Aluminio/ MEC-MF-01-4	2
5	Base Motor	Aluminio/ MEC-MF-01-5	1
6	Plataforma	Comercial / NA	1
7	Ensamblaje motor	Comercial / NA	1
8	B18.2.4.5M - Hex jam nut, M5 x 0.8 --D-N	Comercial / NA	8
9	B18.22M - Plain washer, 5 mm, narrow	Comercial / NA	4
10	B18.3.6M - M2 x 0.4 x 5 Hex Socket Oval Pt. SS --N	Comercial / NA	1
11	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 6 Hex SHCS -- 6NHX	Comercial / NA	1
12	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 30 Hex SHCS -- 30NHX	Comercial / NA	4
13	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 8 Hex SHCS -- 8NHX	Comercial / NA	8
14	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	Comercial / NA	4
15	mesa	Comercial / NA	1

**MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER**

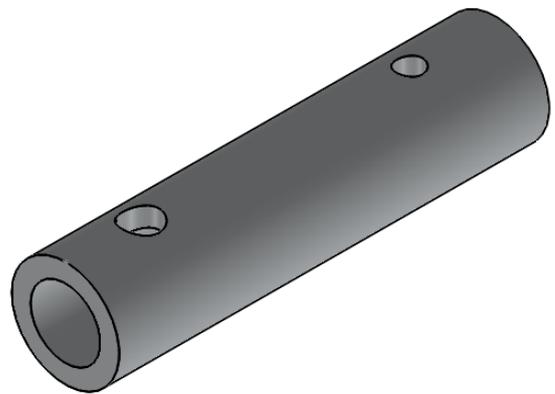
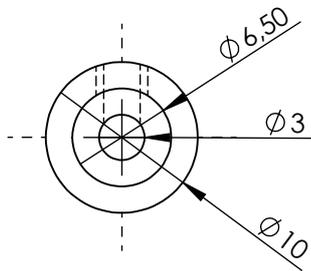
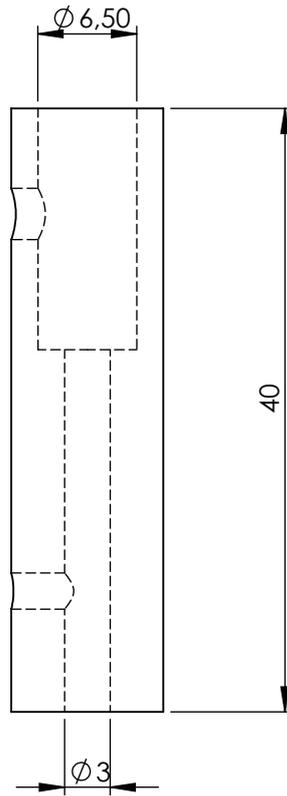
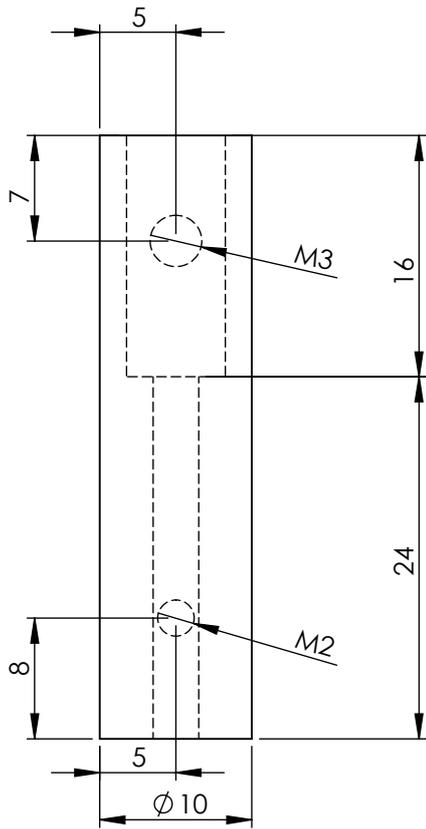
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C.Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C.Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	
ESCALA 1:2	ensamble_implementado			PLANO N°: MEC-MF-01
				Sustituye a
				Sustituido por



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

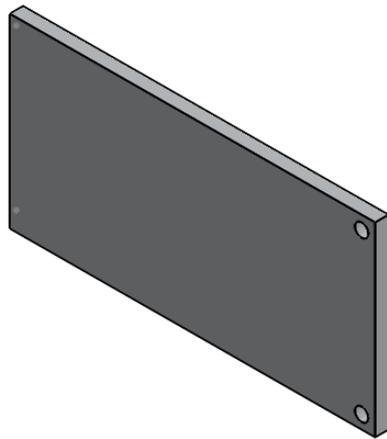
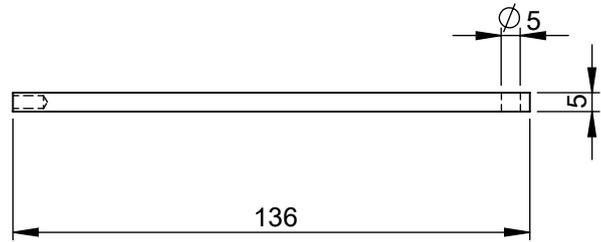
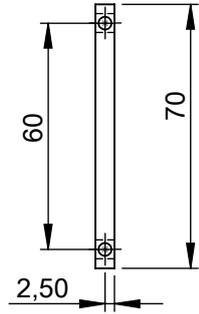
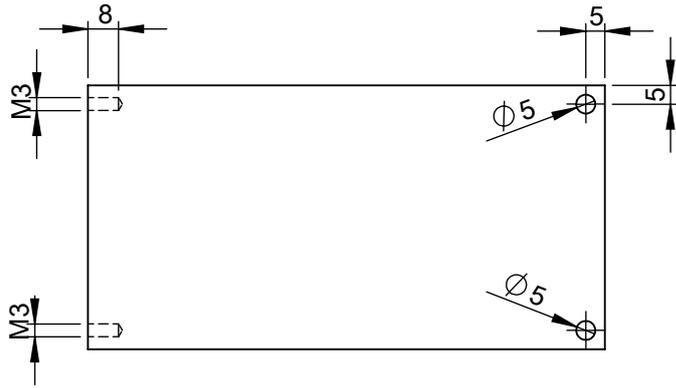
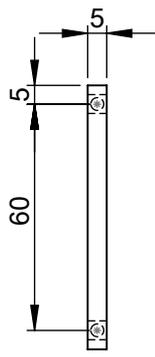
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C. Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C. Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	

ESCALA 2:1	Pasante solido	PLANO N°: MEC-MF-01-1
		Sustituye a
		Sustituido por



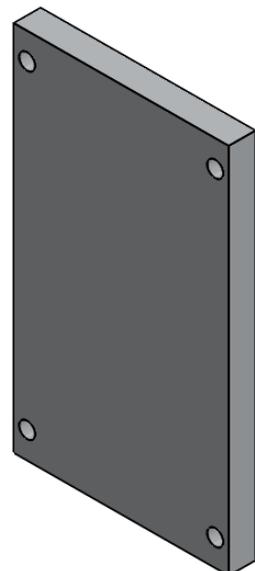
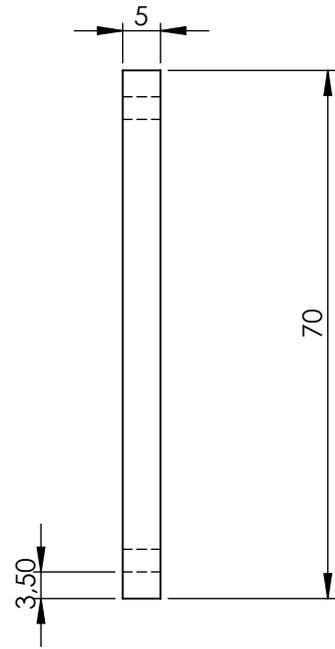
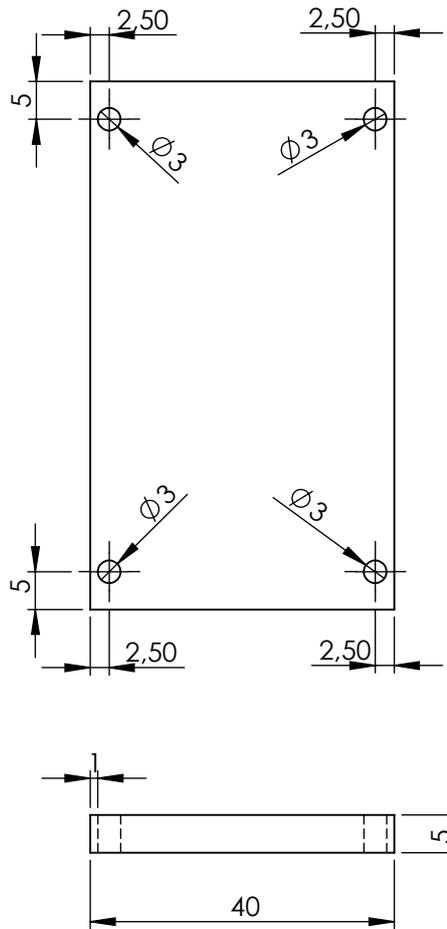
MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C. Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C. Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	
ESCALA 2:1	Acople			PLANO N°: MEC-MF-01-2
				Sustituye a
				Sustituido por



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

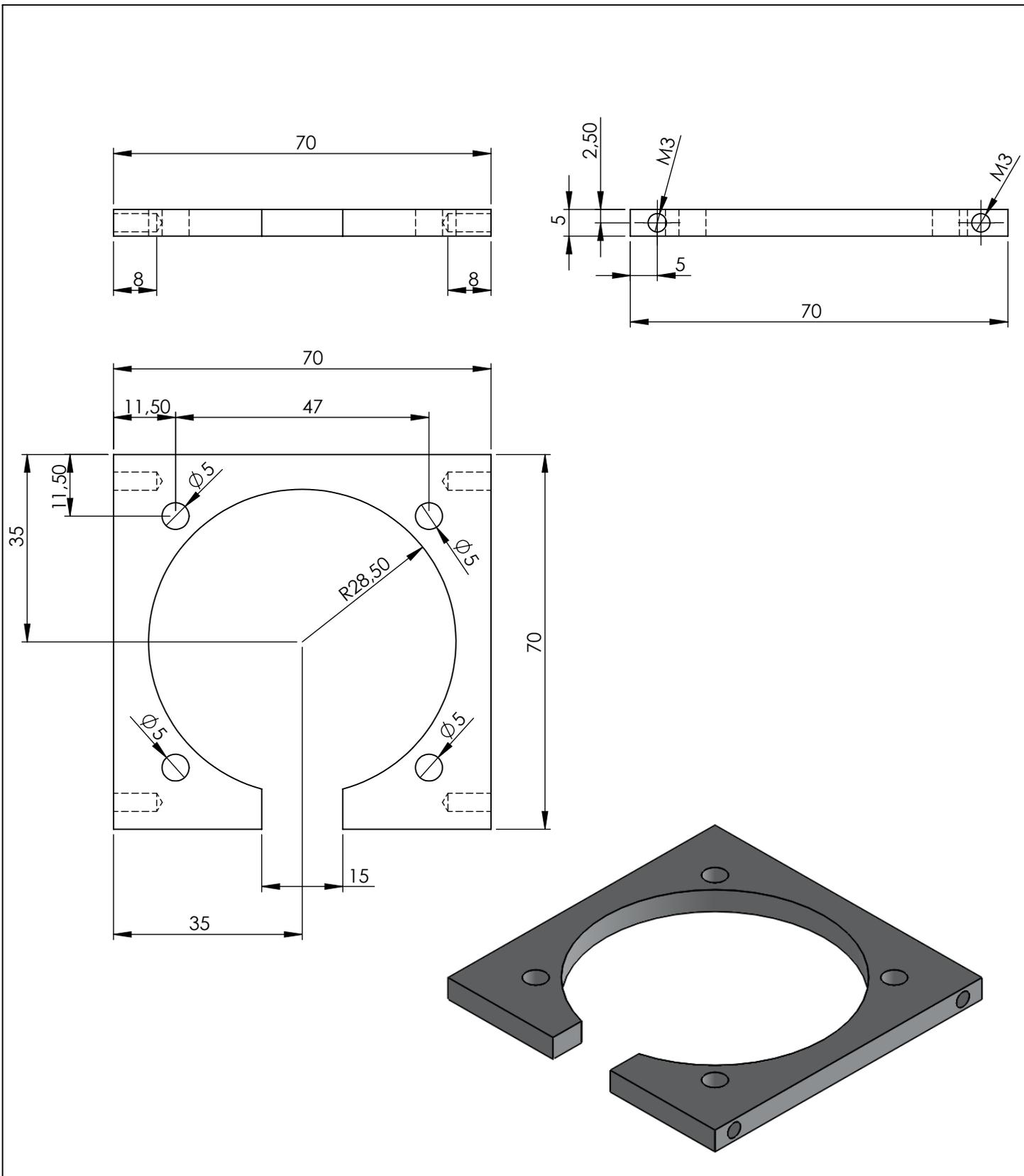
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C. Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C. Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	
ESCALA 1:2	Base1			PLANO N°: MEC-MF-01-3
				Sustituye a
				Sustituido por



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

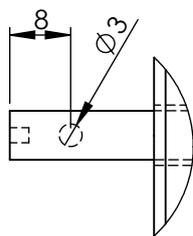
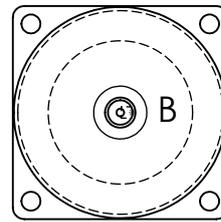
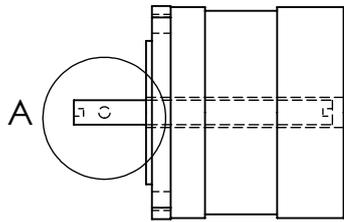
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C. Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C. Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	

ESCALA 1:1	Base2	PLANO N°: MEC-MF-01-4
		Sustituye a
		Sustituido por

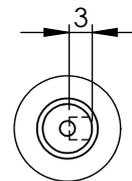


MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

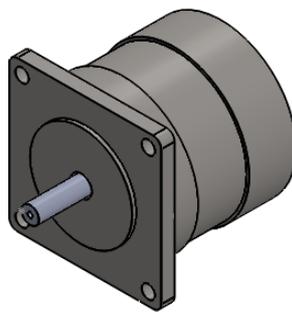
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Recondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C. Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C. Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	
ESCALA 1:1	Base Motor			PLANO N°: MEC-MF-01-5
				Sustituye a
				Sustituido por



DETALLE A
ESCALA 1 : 1



DETALLE B
ESCALA 1 : 1



MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Reacondicionamiento mecánico y control de una maqueta para la simulación de tráfico ferroviario
Proyectado	15-04-14	C. Tasiguano	C.T	
Dibujado	10-05-14	C. Tasiguano	C.T	
Comprobado	11-06-14	J. Sirgo	J.S.	
ESCALA 1:2	Ensamblaje motor			PLANO N°: MEC-MF-01-6
				Sustituye a
				Sustituido por

ANEXO III

HOJAS DE DATOS

MOTOR A PASOS

SENSOR REED

TARJETA DE CONTROL MOTOR A PASOS

Tekniska specifikationer

RS Lagernummer	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Märkspänning (V)	5	12	5	12	3	2.5
Märkström (I)	0.5	0.16	1	0.6	2	4.5
Motstånd (Ω)	10	75	5	20	1.5	0.56
Induktans (mH)	6	36	9	32	4.5	2.8
Spärrmoment (mNm)	5	4	30	30	40	100
Hållmoment (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Noggrannhet stegvinkel (%)	5	5	5	5	5	5
Stegvinkel	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Isoleringsklass	B	B	B	B	B	B
NEMA-.ramstorlek	17	17	23	23	40	40
Bakre axel	Nej	ja	Nej	ja	ja	Nej

RS Lagernummer	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Märkspänning	12	15	5	12	12	12	5,4	3,4	6
Märkström	0,4	0,4	1	0,4	0,48	0,6	1,4	2,85	1,8
Motstånd	30	37,5	5	30	25	20	3,6	1,3	3,4
Induktans	15	22	5,7	30	40	35	7,0	2,5	8
Spärrmoment	3,5	3,5	14,8	14,8	29,6	29,6	56,5	77,6	77,6
Hållmoment	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Noggrannhet stegvinkel	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Stegvinkel	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
soleringsklass	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NEMA-.ramstorlek	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Bakre axel	Nej								

RS Components ska inte vara ansvarigt för någon som helst skuld eller förlust av vilken art det vara må (hur denna än har orsakats och om den är orsakad av försumlighet från RS Components eller ej) som kan resultera från användning av någons som helst information som tillhandahålls i tekniska skrifter från RS Components.



Instruction Leaflet
Bedienungsanleitung
Hojas de instrucciones
Feuille d'instructions
Foglio d'istruzioni
Betjeningsvejledning
Instructies
Instruktionsfolder

Hybrid Stepping Motors **(GB)**

Hybrid-Schrittmotoren **(D)**

Motores híbridos paso a paso **(E)**

Moteurs pas à pas hybrides **(F)**

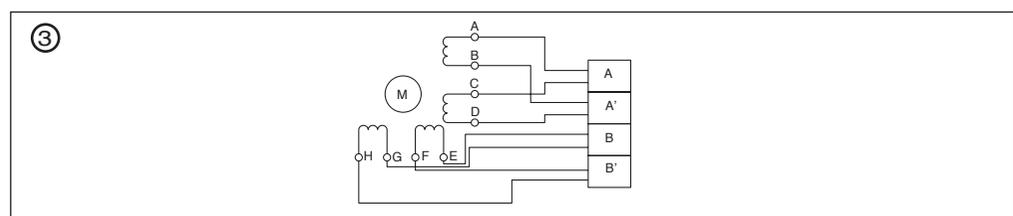
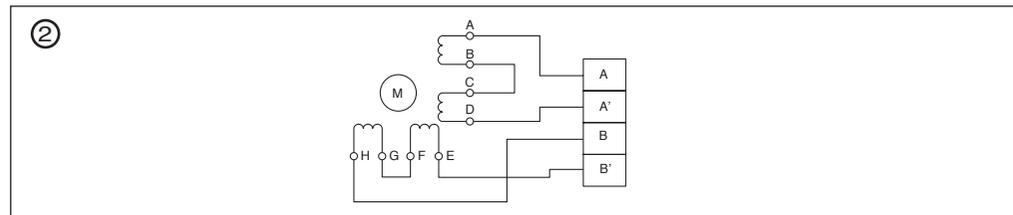
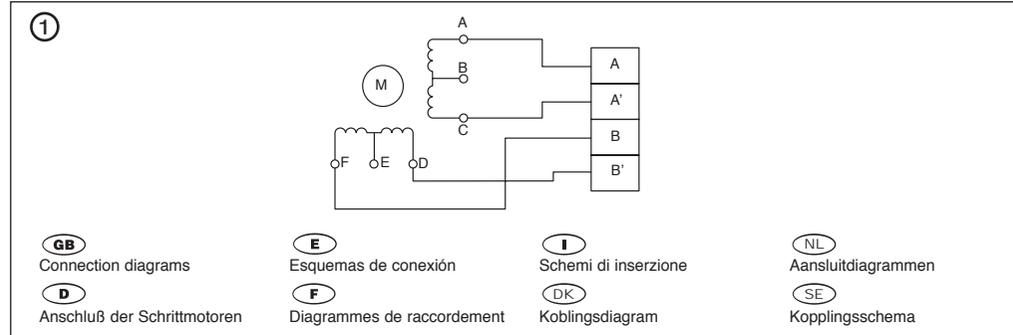
Motori ibridi passo-passo **(I)**

Hybride stepmotorer **(DK)**

Hybride stappenmotor **(NL)**

Hybridstegmotorer **(SE)**

Figures / Abbildung / Figura / Figurer / Afbeeldingen



GB **RS Stock No.**
440-420 to 440-470
191-8299 to 191-8384

Step	A	B	A'	B'
1	on	on		
2		on	on	
3			on	on
4	on			on

6 Wire Motors (refer to figure 1)

RS stock no.	Position					
	A	B	C	D	E	F
440-420	White	Brown	Red	Yellow	Brown	Blue
440-436	White	Brown	Red	Yellow	Brown	Blue
191-8299	White	Brown	Red	Yellow	Brown	Blue
191-8306	White	Brown	Red	Yellow	Brown	Blue

Wire Colours

8 Wire motors (refer to figures 2 &3)

RS stock no.	Position							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
440-458	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
440-464	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
440-470	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8328	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8334	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8340	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8356	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8362	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8378	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green
191-8384	Red	Red/White	Black/White	Black	Yellow	Yellow/White	Green/White	Green

Wire Colours

Technical Specification

RS stock no.	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Rated voltage (V)	5	12	5	12	3	2.5
Rated current (I)	0.5	0.16	1	0.6	2	4.5
Resistance (Ω)	10	75	5	20	1.5	0.56
Inductance (mH)	6	36	9	32	4.5	2.8
Detent torque (mNm)	5	4	30	30	40	100
Holding torque (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Step angle accuracy (%)	5	5	5	5	5	5
Step angle	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Insulation class	B	B	B	B	B	B
NEMA frame size	17	17	23	23	40	40
Rear shaft	No	Yes	No	Yes	Yes	No

RS Voorraadnummer	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Nominale spanning	12	15	5	12	12	12	5,4	3,4	6
Nominale stroomsterkte	0,4	0,4	1	0,4	0,48	0,6	1,4	2,85	1,8
Weerstand	30	37.5	5	30	25	20	3,6	1,3	3,4
Inductiviteit	15	22	5,7	30	40	35	7,0	2,5	8
Klinkmoment	3,5	3,5	14,8	14,8	29,6	29,6	56,5	77,6	77,6
Houdmoment	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Nauwkeurigheid staphoek	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Staphoek	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Isolatieklasse	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NEMA frame-afmeting	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Achteras	Nee								

RS Components accepteert geen aansprakelijkheid met betrekking tot enige verantwoordelijkheid of enig verlies (door welke oorzaak dan ook en al of niet te wijten aan nalatigheid van de zijde van RS Components) die zou kunnen ontstaan in verband met het gebruik van gegevens die in de technische documentatie van RS Components zijn opgenomen.

SE **RS Lagernummer**
440-420 - 440-470
191-8299 - 191-8384

Steg	A	B	A'	B'
1	on (På)	on (På)		
2		on (På)	on (På)	
3			on (På)	on (På)
4	on (På)			on (På)

6 Anslutna Motorer (se figur 1)

RS Lagernummer	Position					
	A	B	C	D	E	F
440-420	Vit	Brun	Röd	Gul	Brun	Blå
440-436	Vit	Brun	Röd	Gul	Brun	Blå
191-8299	Vit	Brun	Röd	Gul	Brun	Blå
191-8306	Vit	Brun	Röd	Gul	Brun	Blå

Ledningsfärger

8 Anslutna motorer (se figurerna 2 &3)

RS Lagernummer	Position							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
440-458	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
440-464	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
440-470	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8328	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8334	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8340	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8356	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8362	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8378	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön
191-8384	Röd	Röd/Vit	Svart/Vit	Svart	Gul	Gul/Vit	Grön/Vit	Grön

Ledningsfärger

NL	RS Voorraadnummer	
	440-420 - 440-470 191-8299 - 191-8384	

Stap	A	B	A'	B'
1	Aan	Aan		
2		Aan	Aan	
3			Aan	Aan
4	Aan			Aan

Motoren met 6 kabels (raadpleeg afbeelding 1)

RS Voorraadnummer	Stand					
	A	B	C	D	E	F
440-420	Wit	Bruin	Rood		Geel	Bruin
440-436	Wit	Bruin	Rood		Geel	Bruin
191-8299	Wit	Bruin	Rood		Geel	Bruin
191-8306	Wit	Bruin	Rood		Geel	Bruin

Kabelkleuren

Motoren met 8 kabels (raadpleeg afbeelding 2 & 3)

RS Voorraadnummer	Stand							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
440-458	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
440-464	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
440-470	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8328	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8334	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8340	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8356	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8362	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8378	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen
191-8384	Rood	Rood/Wit	Zwart/Wit	Zwart	Geel	Geel/Wit	Groen/Wit	Groen

Kabelkleuren

Technische gegevens

RS Voorraadnummer	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Nominale spanning (V)	5	12	5	12	3	2,5
Nominale stroomsterkte (I)	0,5	0,16	1	0,6	2	4,5
Weerstand (Ω)	10	75	5	20	1,5	0,56
Inductiviteit (mH)	6	36	9	32	4,5	2,8
Klinkmoment (mNm)	5	4	30	30	40	100
Houdmoment (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Nauwkeurigheid staphoek (%)	5	5	5	5	5	5
Staphoek	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Isolatieklasse	B	B	B	B	B	B
NEMA frame-afmeting	17	17	23	23	40	40
Achteras	Nee	Ja	Nee	Ja	Ja	Nee

RS stock no.	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Rated voltage	12	15	5	12	12	12	5.4	3.4	6
Rated current	0.4	0.4	1	0.4	0.48	0.6	1.4	2.85	1.8
Resistance	30	37.5	5	30	25	20	3.6	1.3	3.4
Inductance	15	22	5.7	30	40	35	7.0	2.5	8
Detent torque	3.5	3.5	14.8	14.8	29.6	29.6	56.5	77.6	77.6
Holding torque	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Step angle accuracy	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Step angle	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Insulation class	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NEMA frame size	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Rear shaft	No								

RS Components shall not be liable for any liability or loss of any nature (howsoever caused and whether or not due to RS Components' negligence) which may result from the use of any information provided in RS technical literature.

D	RS Best-Nr	
	440-420 - 440-470 191-8299 - 191-8384	

Schritt	A	B	A'	B'
1	Ein	Ein		
2		Ein	Ein	
3			Ein	Ein
4	Ein			Ein

6-Draht-Motoren (siehe Abbildung 1)

RS Best.-Nr.	Position					
	A	B	C	D	E	F
440-420	Weiß	Braun	Rot		Gelb	Braun
440-436	Weiß	Braun	Rot		Gelb	Braun
191-8299	Weiß	Braun	Rot		Gelb	Braun
191-8306	Weiß	Braun	Rot		Gelb	Braun

Drahtfarben

8-Draht-Motoren (siehe Abbildung 2 und 3)

RS Best.-Nr.	Position							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
440-458	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
440-464	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
440-470	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8328	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8334	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8340	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8356	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8362	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8378	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün
191-8384	Rot	Rot/weiß	Schwarz/weiß	Schwarz	Gelb	Gelb/weiß	Grün/weiß	Grün

Drahtfarben

Technische Daten

RS Best.-Nr.	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Nennspannung (V)	5	12	5	12	3	2,5
Nennstrom (I)	0,5	0,16	1	0,6	2	4,5
Widerstand (Ω)	10	75	5	20	1,5	0,56
Induktivität (mH)	6	36	9	32	4,5	2,8
Spannungsloses Drehmoment (mNm)	5	4	30	30	40	100
Haltemoment (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Schrittwinkelgenauigkeit	5	5	5	5	5	5
Schrittwinkel (%)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Isolation nach Klasse	B	B	B	B	B	B
NEMA frame size	17	17	23	23	40	40
Rear shaft	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein

RS Best.-Nr.	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Nennspannung	12	15	5	12	12	12	5,4	3,4	6
Nennstrom	0,4	0,4	1	0,4	0,48	0,6	1,4	2,85	1,8
Widerstand	30	37,5	5	30	25	20	3,6	1,3	3,4
Induktivität	15	22	5,7	30	40	35	7,0	2,5	8
Spannungsloses Drehmoment	3,5	3,5	14,8	14,8	29,6	29,6	56,5	77,6	77,6
Haltemoment	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Schrittwinkelgenauigkeit	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Schrittwinkel	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Isolation nach Klasse	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NEMA F lansch-Größe	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Hintere Wellenverlängerung	Nein								

RS Components haftet nicht für Verbindlichkeiten oder Schäden jedweder Art (ob auf Fahrlässigkeit von RS Components zurückzuführen oder nicht), die sich aus der Nutzung irgendwelcher der in den technischen Veröffentlichungen von RS enthaltenen Informationen ergeben.



Paso	A	B	A'	B'
1	Conectado	Conectado		
2		Conectado	Conectado	
3			Conectado	Conectado
4	Conectado			Conectado

Motores de 6 hilos (véase la figura 1)

Código RS	Posición					
	A	B	C	D	E	F
440-420	Blanco	Marrón	Rojo	Amarillo	Marrón	Azul
440-436	Blanco	Marrón	Rojo	Amarillo	Marrón	Azul
191-8299	Blanco	Marrón	Rojo	Amarillo	Marrón	Azul
191-8306	Blanco	Marrón	Rojo	Amarillo	Marrón	Azul

Colores de los hilos

Motorer med otte viklinger (se fig. 2 & 3)

RS Varenr	Position							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
440-458	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
440-464	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
440-470	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8328	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8334	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8340	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8356	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8362	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8378	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn
191-8384	Rød	Rød/Hvid	Sort/Hvid	Sort	Gul	Gul/Hvid	Grøn/Hvid	Grøn

Ledningsfarver

Tekniske data

RS Varenr	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Mærkespænding (V)	5	12	5	12	3	2,5
Mærkestrøm (I)	0,5	0,16	1	0,6	2	4,5
Modstand (Ω)	10	75	5	20	1,5	0,56
Selvind. (mH)	6	36	9	32	4,5	2,8
Spændingsløst tilspændingsmoment (mNm)	5	4	30	30	40	100
Låsemoment (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Stepvinkeløjagtighed (%)	5	5	5	5	5	5
Stepvinkel	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Isolationsklasse	B	B	B	B	B	B
NEMA-rammestørrelse	17	17	23	23	40	40
Bølgeforlænger	Nej	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej

RS Varenr	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Mærkespænding	12	15	5	12	12	12	5,4	3,4	6
Mærkestrøm	0,4	0,4	1	0,4	0,48	0,6	1,4	2,85	1,8
Modstand	30	37,5	5	30	25	20	3,6	1,3	3,4
Selvind.	15	22	5,7	30	40	35	7,0	2,5	8
Spændingsløst tilspændingsmoment	3,5	3,5	14,8	14,8	29,6	29,6	56,5	77,6	77,6
Låsemoment	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Stepvinkeløjagtighed	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Stepvinkel	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Isolationsklasse	B	B	B	B	B	B	B	B	B
NEMA-rammestørrelse	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Bølgeforlænger	Nej								

RS Components frasiger sig ethvert ansvar eller økonomisk tab (uanset årsag og uanset, om dette måtte skyldes RS Components' uagtsomhed), der opstår, som følge af brugen af oplysningerne i RS' tekniske materiale

Specifiche tecniche

RS Codici.	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Tensione nominale (V)	5	12	5	12	3	2.5
Corrente nominale (I)	0.5	0.16	1	0.6	2	4.5
Resistenza (Ω)	10	75	5	20	1.5	0.56
Induttanza (mH)	6	36	9	32	4.5	2.8
Coppia di arresto (mNm)	5	4	30	30	40	100
Coppia di tenuta (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Accuratezza angolo di passo (%)	5	5	5	5	5	5
Angolo di passo	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Classe di isolamento	B	B	B	B	B	B
Dimensione telaio NEMA	17	17	23	23	40	40
Albero posteriore	No	Si	No	Si	Si	No

RS Codici	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Tensione nominale (V)	12	15	5	12	12	12	5.4	3.4	6
Corrente nominale (I)	0.4	0.4	1	0.4	0.48	0.6	1.4	2.85	1.8
Resistenza	30	37.5	5	30	25	20	3.6	1.3	3.4
Induttanza	15	22	5.7	30	40	35	7.0	2.5	8
Coppia di arresto	3.5	3.5	14.8	14.8	29.6	29.6	56.5	77.6	77.6
Coppia di tenuta	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Accuratezza angolo di passo	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angolo di passo	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Classe di isolamento	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Dimensione telaio NEMA	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Albero posteriore	No								

La RS Components non si assume alcuna responsabilità in merito a perdite di qualsiasi natura (di qualunque causa e indipendentemente dal fatto che siano dovute alla negligenza della RS Components), che possono risultare dall'uso delle informazioni fornite nella documentazione tecnica.



RS Varenr

440-420 - 440-470
191-8299 - 191-8384

Step	A	B	A'	B'
1	Til	Til		
2		Til	Til	
3			Til	Til
4	Til			Til

Motorer med seks viklinger (se fig. 1)

	Position					
	A	B	C	D	E	F
RS Varenr						
440-420	Hvid	Brun	Rød	Gul	Brun	Blå
440-436	Hvid	Brun	Rød	Gul	Brun	Blå
191-8299	Hvid	Brun	Rød	Gul	Brun	Blå
191-8306	Hvid	Brun	Rød	Gul	Brun	Blå
	Ledningsfarver					

Motores de 8 hilos (véanse las figuras 2 y 3)

Código RS	Posición							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
440-458	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
440-464	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
440-470	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8328	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8334	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8340	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8356	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8362	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8378	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
191-8384	Rojo	Rojo/blanco	Negro/blanco	Negro	Amarillo	Amarillo/blanco	Verde/blanco	Verde
	Colores de los hilos							

Specificaciones técnicas

Código RS	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Tensión nominal (V)	5	12	5	12	3	2.5
Corriente nominal (I)	0,5	0,16	1	0,6	2	4,5
Resistencia (Ω)	10	75	5	20	1,5	0,56
Inductancia (mH)	6	36	9	32	4,5	2,8
Par de retención (mNm)	5	4	30	30	40	100
Par de frenado (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Precisión del ángulo de paso (%)	5	5	5	5	5	5
Ángulo de paso	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Clase de aislamiento	B	B	B	B	B	B
Tamaño de bastidor NEMA	17	17	23	23	40	40
Eje posterior	no	si	no	si	si	no

Código RS	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Tensión nominal	12	15	5	12	12	12	5.4	3.4	6
Corriente nominal 0.4	0,4	0,4	1	0,4	0,48	0,6	1,4	2,85	1,8
Resistencia	30	37,5	5	30	25	20	3,6	1,3	3,4
Inductancia	15	22	5,7	30	40	35	7,0	2,5	8
Par de retención	3,5	3,5	14,8	14,8	29,6	29,6	56,5	77,6	77,6
Par de frenado	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Precisión del ángulo de paso	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ángulo de paso	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Clase de aislamiento	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Tamaño de bastidor NEMA	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Eje posterior	No								

RS Components no será responsable de ningún daño o responsabilidad de cualquier naturaleza (cualquiera que fuese su causa y tanto si hubiese mediado negligencia de RS Components como si no) que pudiese derivar del uso de cualquier información incluida en la documentación técnica de RS.

F Code commande RS.
440-420 - 440-470
191-8299 - 191-8384

Étape	A	B	A'	B'
1	Activé	Activé		
2		Activé	Activé	
3			Activé	Activé
4	Activé			Activé

Moteurs 6 fils (voir figure 1)

Code commande RS	Position					
	A	B	C	D	E	F
440-420	Blanc	Marron	Rouge	Jaune	Marron	Bleu
440-436	Blanc	Marron	Rouge	Jaune	Marron	Bleu
191-8299	Blanc	Marron	Rouge	Jaune	Marron	Bleu
191-8306	Blanc	Marron	Rouge	Jaune	Marron	Bleu

Couleur des fils

Moteurs 8 fils (Voir les figures 2 et 3)

Code commande RS	Position							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
440-458	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
440-464	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
440-470	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8328	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8334	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8340	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8356	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8362	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8378	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert
191-8384	Rouge	Rouge/Blanc	Noir/Blanc	Noir	Jaune	Jaune/Blanc	Vert/Blanc	Vert

Couleur des fils

Caractéristiques techniques

Code commande RS	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Tension nominale (V)	5	12	5	12	3	2,5
Courant nominal (I)	0,5	0,16	1	0,6	2	4,5
Résistance (Ω)	10	75	5	20	1,5	0,56
Inductance (mH)	6	36	9	32	4,5	2,8
Couple de détente (mNm)	5	4	30	30	40	100
Couple de maintien (mNm)	70	70	500	500	1274	2450
Précision angulaire (%)	5	5	5	5	5	5
Angle de pas	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Classe d'isolement	B	B	B	B	B	B
Dimension du cadre NEMA	17	17	23	23	40	40
Axe arrière	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non

Caractéristiques techniques

Code commande RS	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Tension nominale	12	15	5	12	12	12	5,4	3,4	6
Courant nominal	0,4	0,4	1	0,4	0,48	0,6	1,4	2,85	1,8
Résistance	30	37,5	5	30	25	20	3,6	1,3	3,4
Inductance	15	22	5,7	30	40	35	7,0	2,5	8
Couple de détente	3,5	3,5	14,8	14,8	29,6	29,6	56,5	77,6	77,6
Couple de maintien	100	100	260	260	500	500	882	1200	1200
Précision de l'angle de pas (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Angle de pas	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Class d'isolement	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Dimension du cadre NEMA	17	17	23	23	23	23	23	23	23
Axe arrière	Non								

La société RS Components n'est pas responsable des dettes ou pertes de quelle que nature que ce soit (quelle qu'en soit la cause ou qu'elle soit due ou non à la négligence de la société RS Components) pouvant résulter de l'utilisation des informations données dans la documentation technique de RS.

I RS Codici.
440-420 - 440-470
191-8299 - 191-8384

Fase	A	B	A'	B'
1	on	on		
2		on	on	
3			on	on
4	on			on

Motors a 6 fili (fare riferimento alla figura 1)

RS Codici	Posizione					
	A	B	C	D	E	F
440-420	Bianco	Marrone	Rosso	Giallo	Marrone	Blu
440-436	Bianco	Marrone	Rosso	Giallo	Marrone	Blu
191-8299	Bianco	Marrone	Rosso	Giallo	Marrone	Blu
191-8306	Bianco	Marrone	Rosso	Giallo	Marrone	Blu

Colori fili

Motors a 8 fili (fare riferimento alle figure 2 e 3)

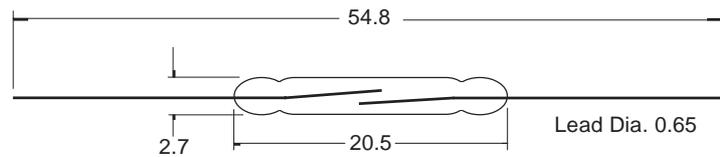
RS Codici	Posizione							
	A	B	C	D	E	F	G	H
440-442	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
440-458	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
440-464	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
440-470	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8328	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8334	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8340	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8356	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8362	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8378	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde
191-8384	Rosso	Rosso/Bianco	Nero/Bianco	Nero	Giallo	Giallo/Bianco	Verde/Bianco	Verde

Colori fili

PRODUCT DATA SHEET

Reed Switch - Dry Contact

RI-46A



Drawings not to scale All dimensions in mm nominal

SPECIFICATION

CONTACT FORM		Normally Open
CONTACT MATERIAL		Ru
SWITCHING CAPACITY	Max. W/VA	30
SWITCHING VOLTAGE	Max. VAC/DC	250
SWITCHING CURRENT	Max. A	1.0
CARRY CURRENT	Max. A	2.5
DIELECTRIC STRENGTH	Min. VDC	300
CONTACT RESISTANCE	Max.mΩ	90
INSULATION RESISTANCE	Min. Ω	10 ¹²
PULL-IN SENSITIVITY	AT	15 - 28
DROP-OUT SENSITIVITY	Min. AT	5 - 16
SWITCHING TIME WITHOUT BOUNCE	Max. ms	0.2
BOUNCE TIME	Max. ms	0.3
RELEASE TIME	Max. ms	0.05
RESONANT FREQUENCY	Typ. Hz	3200
OPERATING FREQUENCY	Max. Hz	-
VIBRATION (10-1000 HZ)	g	10
SHOCK (11MS)	Typ. pF	500
CAPACITANCE		0.2
OPERATING TEMPERATURE RANGE	Deg. °C	-40 +125

FEATURES

- Tested to 1 billion operations
- Totally automated production
- Highest quality, based on computerised SPC, yielding unmatched uniformity
- Custom cutting and forming of switch leads for difficult applications



Rev. No.	Revision Note	Date
A	Web Site 2002	1-4-02

As part of the company policy of continued product improvement, specifications may change without notice. Our sales office will be pleased to help you with the latest information on this product range and details of our full design and manufacturing service. All products are supplied to our standard conditions of sale otherwise agreed in writing.



©2002
Active Switch & Sensor Limited



Instruction Leaflet
 Bedienungsanleitung
 Hojas de instrucciones
 Feuille d'instructions
 Foglio d'istruzioni
 Betjeningsvejledning
 Instructies
 Instruktionsfolder

RSSM2 Stepper motor driver card operating guide



RSSM2 Treiberplatine für Schrittmotor - Bedienungsanleitung



Guía operativa de la tarjeta de control de motor de velocidad gradual RSSM2



Mode d'emploi de la carte d'entraînement de moteurs pas à pas RSSM2



Betjeningsvejledning til RSSM2 stepmotor-driverkort



Bedieningshandleiding voor stuurkaart RSSM2 voor stappenmotor



RSSM2 drifthandleiding för drivkort till stegmotor



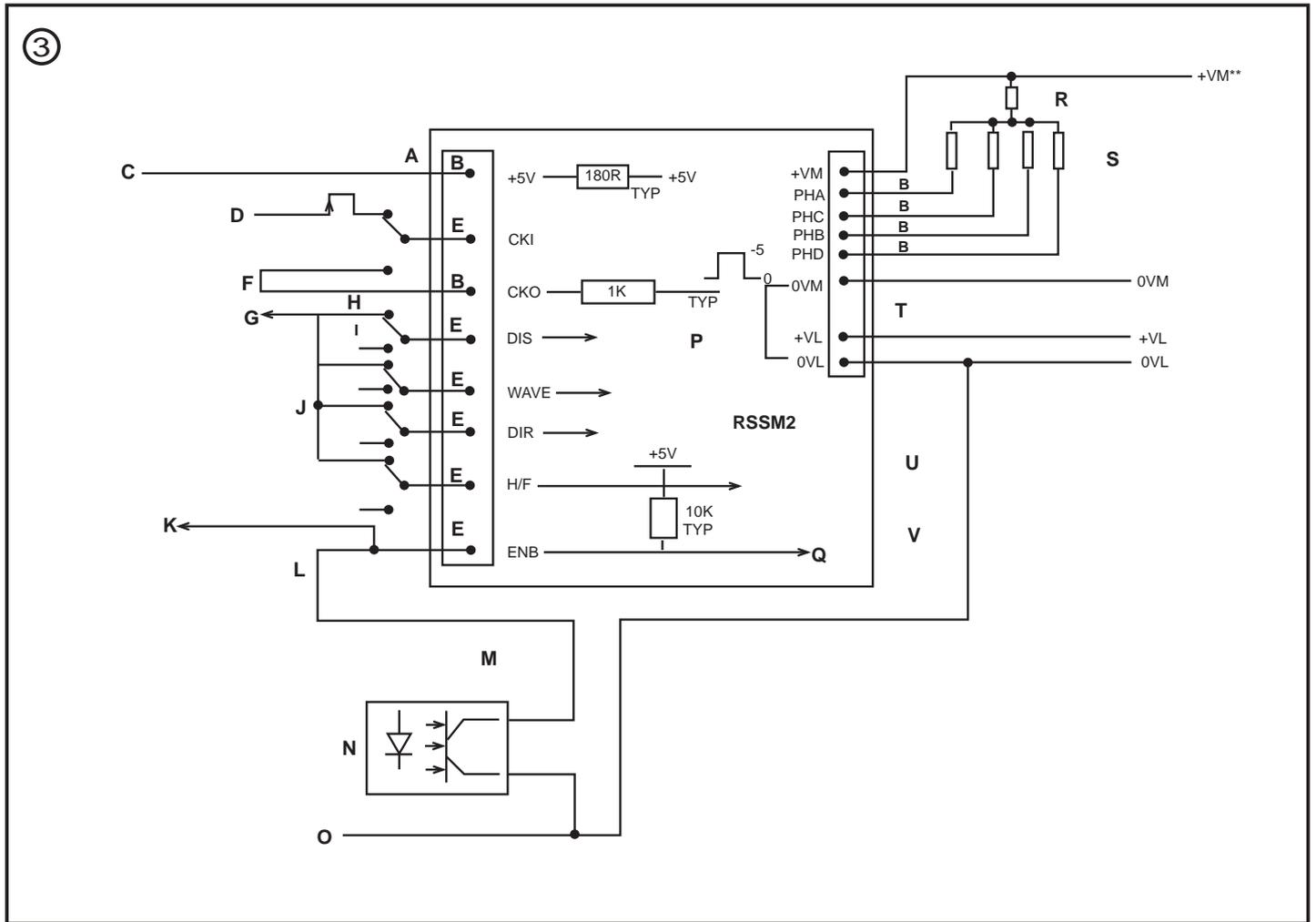
Figures / Abbildung / Figura / Figurer / Afbeeldingen

①

GB	A. On board speed controller	DK	A. Hastighedsstyring
D	A. Interner Taktgenerator	NL	A. Geïntegreerde snelheidsregeling
E	A. Control de velocidad integrado	SE	A. On board hastighetskontroll
F	A. Commande de régime sur carte		

②

GB	A. V (Power supply) (DC Smoothed)	F	A. V (alimentation électrique) (c.c. adouci)	DK	A. V (strømforsyning) (dc udglattet)	SE	A. V (strömförsörjning) (glättad likström)
	B. Motor winding		B. Bobinage du moteur		B. Motorvikling		B. Motorlindning
	C. Forcing resistor		C. Résistance de contrainte		C. Trykmodstand		C. Tryckmotstånd
D	A. V (Stromversorgung) (Gleichstrom geglättet)	E	A. V (fuente de alimentación) (CC plana)	NL	A. V (voeding) (gelijkstroom afgevlakt)		
	B. Motorwicklung		B. Bobinado del motor		B. Motorwikkeling		
	C. Beaufschlagungs-widerstand		C. Resistencia forzada		C. Forceerweerstand		



GB

Typical connection including possible photo switch and forcing resistor

- A. Block 2
- B. Out
- C. +5V OUT
- D. External clock
- E. In
- F. On board clock
- G. User logic high or on board +5V
- H. Stop
- I. Run
- J. Select direction and step sequence
- K. 'Flag'
- L. Low = Stop
- M. **Note:** Switches shown above but links or logic level signals can be used.
- N. Photo switch on motor shaft?
- O. Logic 'return'
- P. Linked on board
- Q. Logic
- R. Forcing register
- S. Motor windings
- T. Block 1
- U. ** Motor supply may require additional smoothing capacitors only 470U on board.
- V. Logic supply full wave rectified (50-60 HZ) is ok.

D

Typisches Anschlußschema einschließlich eines möglichen Fotowiderstandes und eines Beaufschlagungswiderstandes

- A. Block 2
- B. Out
- C. +5V Ausgangsspannung
- D. Externer Taktgenerator
- E. In
- F. Interner Taktgenerator
- G. Externe Logikspannung oder interne 5V-Versorgung
- H. Stop
- I. Run
- J. Richtungsauswahl und Schrittsequenz
- K. Signal'
- L. Low = Stop
- M. **Hinweis:** In der obigen Darstellung sind Schalter gezeigt, es können jedoch auch Logik-Signale verwendet werden.
- N. Fotoschalter der Motorwelle?
- O. Logik-Bezug
- P. Verbindung aus der Leiterplatte
- Q. Logik
- R. Beaufschlagungswiderstand
- S. Motorwicklung
- T. Block 1
- U. ** Die Motorversorgung kann zusätzliche Kondensatoren erfordern, nur 470µF auf der Leiterplatte.
- V. Logikversorgung mit Vollwellengleichrichtung (50-60 Hz) ist ausreichend.

(E) Conexión típica incluyendo un posible interruptor fotoeléctrico y una resistencia forzada

- A. Bloque 2
- B. Salida
- C. +5V SALIDA
- D. Reloj externo
- E. Entrada
- F. Reloj en la tarjeta
- G. Lógica de usuario alta o +5V en la tarjeta
- H. Paro
- I. Marcha
- J. Selección de dirección y secuencia de paso
- K. 'Indicador'
- L. Baja = Paro
- M. **Nota:** Se muestran los conmutadores, pero se pueden utilizar enlances o señales de nivel lógicas.
- N. Interruptor fotoeléctrico en el eje del motor?
- O. 'Retorno' de lógica
- P. Enlazado en la tarjeta
- Q. Lógica
- R. Registro forzado
- S. Bobinados del motor
- T. Bloque 1
- U. ** La alimentación del motor puede necesitar condensadores de aplanado adicionales sólo 470U en la tarjeta.
- V. El suministro de lógica con rectificación de onda completa (50-60 HZ) es correcto

(F) Connexion type, comprenant un interrupteur photoélectrique et une résistance de contrainte éventuels

- A. Bloc 2
- B. Sortie
- C. Sortie +5 V
- D. Horloge externe
- E. Entrée
- F. Horloge sur carte
- G. Logique de l'utilisateur élevée ou +5V sur carte
- H. Arrêt
- I. Marche
- J. Sélectionne le sens et la séquence du pas
- K. Message
- L. Bas = arrêt
- M. **Nota:** Les interrupteurs sont illustrés ci-dessus, mais on peut utiliser les liens ou les signaux de niveau de logique.
- N. Interrupteur photoélectrique sur l'arbre du moteur?
- O. Retour de logique
- P. Relié sur carte
- Q. Logique
- R. Registre de contrainte
- S. Bobinages du moteur
- T. Bloc 1
- U. ** L'alimentation électrique peut nécessiter des condensateurs d'adoucissement supplémentaires; 470U seulement sur la carte.
- V. Une alimentation logique pleine onde redressée (50 – 60 Hz) est bonne.

(DK) Typisk tilslutning inklusive mulig fotomodstand og trykmodstand

- A. Blok 2
- B. Ud
- C. +5V udgangsspænding
- D. Ekstern taktgenerator
- E. Ind
- F. On board-taktgenerator
- G. Ekstern logikspænding eller on board +5V-forsyning
- H. Stop
- I. Kør
- J. Retningsvalg og stepsekvens
- K. 'Signal'
- L. Low = Stop
- M. **Bemærk:** I ovenstående figur er der vist kontakter, der kan dog bruges logik-signaler.
- N. Motorakslens fotokontakt?
- O. Logik-reference
- P. Forbindelse on board
- Q. Logik
- R. Trykmodstand
- S. Motorvikling
- T. Blok 1
- U. ** Motorforsyning kan kræve yderligere kondensatorer, kun 470U on board.
- V. Logikforsyning med fuldbølge-ensretning (50-60 HZ) er tilstrækkelig.

(NL) Typische aansluiting inclusief eventuele foto-elektrische schakelaar en forceerweerstand

- A. Blok 2
- B. Uitgang
- C. +5V UITGANG
- D. Externe klok
- E. Ingang
- F. Geïntegreerde klok
- G. Gebruikerslogica hoog signaal of geïntegreerd +5V
- H. Stoppen
- I. Draaien
- J. Richting en volgorde stappen kiezen
- K. 'Flag'
- L. Laag = Stoppen
- M. **Opmerking:** De afgebeelde schakelaars maar ook schakelingen of logicaniveausignalen kunnen worden gebruikt.
- N. Foto-elektrische schakelaar op motoras?
- O. Logische 'return'
- P. Geïntegreerde schakeling
- Q. Logica
- R. Forceerregister
- S. Motorwikkelingen
- T. Blok 1
- U. ** Voor voeding van motor kunnen extra afvlakcondensatoren nodig zijn, alleen 470U is geïntegreerd.
- V. Voeding van logica met dubbelzijdige gelijkrichting (50-60 Hz) is in orde

(SE) Typisk förbindelse inklusive möjlig fotobrytare och tryckmotstånd

- A. Block 2
- B. Av
- C. +5V OUT
- D. Externklocka
- E. På
- F. On board klocka
- G. Extern logikspänning eller on board +5V
- H. Stopp
- I. Kör
- J. Välj riktning och stegsekvens
- K. 'Flagga'
- L. Låg = stopp
- M. **Obs:** växlar som visats ovan utom länkar eller logik level-signaler kan användas.
- N. Fotoväxel på motoraxel?
- O. Logisk 'återgång'
- P. Förbindelse on board
- Q. Logik
- R. Tryckmotstånd
- S. Motorlindningar
- T. Block 1
- U. ** Motorförsörjning kan kräva ytterligare glättande kondensatorer endast 470U on board.
- V. Logisk försörjning helvågsläktare (50-60 HZ) är ok

Garantía

Der Hersteller garantiza, daß dieses Produkt ein Jahr ab dem Zeitpunkt des Verkaufs an den Großhändler gerechnet frei von Material- oder Herstellungsfehlern ist. Während dieser Garantíefrist ersetzt o repariert der Hersteller (nach suer Wahl) dieses Produkt o suer defekto Teile ohne Berechnung der Arbeitszeit und verwendeto Teile gemäß den folgenden Bedingungen:

1. Der Kunde darf das Produkt nicht umbauen, anpassen, oer in anderer Weise verändern, sofern dies nicht in der Bedienungsanleitung angegeben ist
2. Diese Garantía bezieht sich nicht auf:
 - i) Wartungs- oer Verschleißteile.
 - ii) Vor-Ort-Service oer Transportkosten zum Händler.
 - iii) Schäden am Produkt durch a) Mißbrauch oer falsoe Verwendung durch den Kunden, einschließlich Nichtbefolgen der Herstelleranweisungen in der Bedienungsanleitung oer b) Installation oer Verwendung des Produktes in unzulässiger Weise gemäß den technischen oer sicherheitsrelevanten Standards, die zum Zeitpunkt der Verwendung gültig sind.

RS Components haftet nicht für Verbindlichkeiten oer Schäden jedweder Art (ob auf Fahrlässigkeit von RS Components zurückzuführen oer nicht), die sich aus der Nutzung irgendwelcher der in den technischen Veröffentlichungen von RS enthaltenen Informationen ergeben.



Descripción

La tarjeta controladora RSSM2 está diseñada para controlar un motor de velocidad gradual en modo monopolar (con o sin resistencias forzadas conectadas entre los elementos comunes del motor y +V. Utilizando las conexiones lógicas se puede seleccionar el modo completo, medio u onda, así como la dirección y la velocidad del reloj externo. (La velocidad también se puede obtener de un reloj ajustable incorporado). Una función de habilitación e inhabilitación de entrada permite implementar diversas opciones de control de marcha/paro. El motor de velocidad gradual debe tener cuatro fases y cinco, seis u ocho hilos.

La tarjeta RSSM2 tiene dos bloques de terminales y un potenciómetro de ajuste. El primer bloque se destina a la conexión del motor y de las fuentes de alimentación; el segundo se utiliza para conexión de la lógica. El potenciómetro de ajuste regula la velocidad del reloj de la tarjeta. Las entradas y salidas de lógica son generalmente TTL y CMOS (12 voltios máximo) compatibles y disponen de varias resistencias serie, elevadoras o reductoras (consulte las tablas). Las salidas de fase son MOSFET de drenaje abierto (fuente para 0 VM) con un diodo rápido entre el drenaje y +VM.

Bloque de conectores uno

- 0VM 0V de motor (conectado internamente a '0VL')
- +VM +V de motor, 9-40VCC plana ***#
- PHA Fase A de bobinado de motor (hasta 2 amperios) #
- PHB Fase B de bobinado de motor #
- PHC Fase C de bobinado de motor #
- PHD Fase D de bobinado de motor #
- +VL +V de lógica/control, 9-24VCC*
- 0VL 0V de lógica (conectado internamente a '0VM')

Bloque de conectores dos

- CKI Entrada de frecuencia de paso, 0-2000Hz (o medios pasos si está seleccionado).
- CKO Salida, 20-600Hz aproximadamente. (regulado por el potenciómetro de ajuste de la tarjeta).
- DIS Entrada, 'CKI' activada cuando está baja.
- WAV Entrada, motor de velocidad gradual en modo onda cuando está alta.
- DIR Intrada, dirección del moto (a la derecha cuando está baja).
- H/F Entrada, selección de paso medio o de paso completo. Paso completo cuando está baja (también 'WAV' = baja).
- ENB Entrada, 'CKI' activada cuando está alta.
- +5V Salida, +5V hasta 20mA con la resistencia 180R de la tarjeta en serie (se puede utilizar para enlazar entradas altas).

Notas

- * Puede ser la misma fuente de alimentación. (Los voltios del motor serán de 9-24Vcc máximo.)
- ** El condensador de 470µF de la tarjeta es correcto para el aplanado de motores de baja intensidad.
- # La tensión de descarga máxima del motor son +55 voltios de pico.
- Entradas Las tensiones de señal se referencian como 'OVL' <1,5V = LOW > 3,5V = HIGH Max., entrada = 12VCC y Min., entrada = -0,6V 'ENB' se pone alta. El resto de las entradas se establecen en bajas si se dejan sin conectar. Impedancia de entrada aproximada de 10K 'CKI' opera en el borde ascendente.
- Salidas 'CKO' 0-5 Voltios onda cuadrada mediante la resistencia de 1K en serie. '+5V' 5 voltios mediante la resistencia 180R.
- PHA-PHD Orientación de fase. La dirección, etc. puede variar según los motores.

Potencia

20mA la lógica +VL (más +5V salida)
Hasta 4 amperios motor +VM (dos bobinados de accionamiento) (2 amperios por bobinado).

Secuencia de medio paso*

	PHA	PHC	PHB	PHD
1	ON	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	OFF
5	OFF	OFF	ON	ON
6	OFF	OFF	OFF	ON
7	ON	OFF	OFF	ON
8	ON	OFF	OFF	OFF

Secuencia de paso completo**

	PHA	PHC	PHB	PHD
1	ON	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	ON	OFF
3	OFF	OFF	ON	ON
4	ON	OFF	OFF	ON

*La secuencia de paso se invierte al cambiar 'DIR'

Secuencia de paso de onda*

	PHA	PHC	PHB	PHD
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	OFF	ON	OFF
3	OFF	ON	OFF	OFF
4	ON	OFF	OFF	ON

*La secuencia de paso se invierte al cambiar 'DIR'.

CKI, Habilitar y mostrar

CKI	ENB	DIS	
X	L	X	SIN EFECTO
X	X	H	SIN EFECTO
	H*	L*	SIN EFECTO
	H*	L*	PASO SIGUIENTE

Selección de secuencia de paso

DIR	ONDA	H/F	
X	L*	H*	MEDIO
X	L*	L*	COMPLETO
X	H	X	ONDA
H	X	X	IZQUIERDA
L*	X	X	DERECHA

* = O conectada

H = lógica alta

L = lógica baja

X = indiferente

Conexión de uso de motor

Para aplicaciones de velocidad baja, el motor se puede conectar sencillamente entre los terminales de fase y +VM de la RSSM2 y después conectar la tensión correcta del motor (consultar la placa de características o los datos del fabricante) a los terminales +VM y 0VM. Se pueden utilizar de esta forma los motores con una corriente nominal de bobinado de hasta 2 amperios. Hay que tener en cuenta que un motor de velocidad gradual que funcione con la máxima corriente nominal se puede calentar mucho y necesita enfriarse. Tenga en cuenta que los diferentes fabricantes de motores dan las especificaciones de diversas formas distintas. Para obtener el mejor rendimiento, la fuente de alimentación del motor debería ser lo más plana posible (rectificación de onda completa). Se recomienda un condensador electrolítico grande con baja ESR.

Para aplicaciones con velocidades más elevadas se pueden añadir resistencias forzadas y componentes de descarga de bobinado. Las resistencias forzadas permiten utilizar más tensión en el motor. Esta tensión aparece (principalmente) a través del motor al inicio de cada paso 'venciendo' la inductancia del motor y 'forzando' la corriente hasta el bobinado. Los componentes de descarga restringen la corriente del bobinado al final del paso. Hay que tener en cuenta varios puntos. En primer lugar se necesita una fuente de alimentación de mayor tamaño. En segundo lugar, el tamaño y potencia de la resistencia forzada y los componentes de descarga. Podría ser conveniente utilizar un motor mayor funcionando a menos de la potencia total, ya que de esta forma la inductancia del bobinado inferior ayudará a la velocidad del paso. Esto no es un 'desperdicio', ya que en muchas aplicaciones para obtener el par de funcionamiento requerido, el par de mantenimiento será muy grande. (Además, el motor funcionando a manos velocidad no se calentará tanto.) Cuando utilice componentes de descarga de bobinado (situados entre el suministro de alimentación del motor, +V y +VM en la RSSM2) la tensión en +VM o en PHA-D no debe exceder en ningún momento de +55V de pico, con referencia a 0VM.

Para obtener más información, consulte las notas de aplicación del distribuidor y del motor. Los fabricantes también disponen de diversos ejemplos de trabajo disponibles. A continuación figura un cálculo básico de la resistencia forzada.

Resistencia forzada para utilizar con un motor de velocidad gradual y accionamiento monopolar

- Valor de la resistencia forzada (RF). Desde la ley de Ohm
 $RF = (V/IM) - RM$ (Ohmios)
 RM = resistencia del bobinado del motor. (véase abajo)
- Valor de la resistencia forzada.
 $W = IM \times (V - VM)$ (vatios)
- VM = Valor de la tensión del motor (consulte la placa de características).
 IM = Valor de la corriente del motor (consulte la placa de características).
 Por lo tanto $RM = VM/IM$

Ejemplo:

IM = 200mA (placa de características)

= 0,2Amp

VM = 12 (placa de características)

Por lo tanto $RM = 12/0.2 = 60R$

V (suministro de alimentación) = 24 Voltios (por ejemplo)

Por lo tanto $RF = 24/0.2 - 60 = 60R$

Valor de RF = $0,2 \times (24-12)$

= 2,4 vatios

Por lo tanto, utilice 2,5 vatios (¡que se calentará mucho!) o más.

Resistencia de 4 vatios en 68R (valor siguiente más alto preferido)

Rango de temperatura

5-35°C (>1 amperio por bobinado). 5-65°C (<1 amperio por bobinado).

Tamaño

61mm x 46mm x 15mm de altura

ADVERTENCIAS: Desconecte la fuente de alimentación antes de conectar o desconectar cualquier bobinado, circuitería, motor, etc. a la tarjeta RSSM2. **DESCONECTAR EL MOTOR CUANDO HAY ALIMENTACIÓN, DESTRUIRÁ LA RSSM2.** La RSSM2 se calentará cuando haya conectadas corrientes altas en el motor. Los bobinados del motor pueden generar alta tensión.

Garantía

El fabricante garantiza que este producto no tiene defectos de materiales ni de mano de obra durante un año después de la compra original. Durante este período de garantía, el fabricante reparará de forma gratuita piezas o mano de obra, o sustituirá (según crea conveniente) este producto o sus piezas defectuosas teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- El cliente no alterará, adaptará, cambiará ni ajustará de ninguna forma este producto, a excepción de lo indicado en este manual.
- Esta garantía no cubre:
 - El mantenimiento o el cambio de piezas debido al desgaste natural.
 - El servicio en las instalaciones del cliente o el transporte hasta el distribuidor.
 - Los daños sufridos por este producto como consecuencia de a) abuso o mal uso por parte del cliente, incluido no respetar las instrucciones del fabricante del manual del usuario, o b) la instalación o uso del producto de manera negligente o en discrepancia con las normas técnicas o de seguridad vigentes.

RS Components no será responsable de ningún daño o responsabilidad de cualquier naturaleza (cualquiera que fuese su causa y tanto si hubiese mediado negligencia de RS Components como si no) que pudiese derivar del uso de cualquier información incluida en la documentación técnica de RS.