industriales
etsii

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

PROTOTIPO DE SISTEMA ELECTROMECÁNICO DE CONTROL PARA DISPOSITIVO CON FINES LÚDICOS

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Autor: **Eduardo Garres Mateo**
Director: Juan Suardíaz Muro

Cartagena, a 22 de Septiembre del 2016

Universidad Politécnica de Cartagena

«Una persona que nunca ha cometido un error nunca intenta nada nuevo»

Albert Einstein

«No creo que haya alguna emoción más intensa para un inventor que ver alguna de sus creaciones funcionando. Esa emoción hace que uno se olvide de comer, de dormir, de todo»

Nikola Tesla

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 0

2. OBJETIVO. 1

2.1. DEFINICIÓN DE FUNCIONALIDAD. 1
2.2. MODO DE FUNCIONAMIENTO. 2
2.3. REQUISITOS DE DISEÑO. 2

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EN CONJUNTO. 3

3.1. ESTRUCTURA Y MECANISMO. 3
3.2. APARAMENTA. 4

4. ESTADO DEL ARTE. 6

5. ESTUDIO Y REVISIÓN DE NORMATIVA, LEGISLACIÓN Y HOMOLOGACIÓN. 13

5.1. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO. 13
5.1.1. Generalidades. 13
5.1.2. Clases de protección de los equipos. 13
5.1.3. Contactos deslizantes 13
5.1.4. Sistemas de puesta a tierra. 13
5.1.5. Protección contra descargas eléctricas. 13
5.1.6. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. 14
5.2. SISTEMAS DE CONTROL. 15
5.2.1. Generalidades. 15
5.2.2. Elementos de los sistemas de control relacionados con la seguridad. 15
5.2.2.1. Requisitos generales. 15
5.2.2.2. Aparamenta de baja tensión. 15
5.2.3. Funciones de parada. 15
5.2.3.1. Función de parada. 15
5.2.3.2. Desconexión de emergencia. 16
5.2.3.3. Parada de emergencia. 16
5.2.4. Parámetros relacionados con la seguridad. 17
5.2.5. Modo de control. 17
5.2.5.1. Generalidades. 17
5.2.5.2. Cambio en el modo de control. 18
5.2.5.3. Modo de pre-operación 18
5.2.5.4. Modos de funcionamiento. 18
5.2.5.5. Modo no operativo. 19
5.3. EQUIPO ELÉCTRICO DE LAS MÁQUINAS. 20
5.4. APROBACIÓN INICIAL, INSPECCIÓN Y ACEPTACIÓN. 21
5.4.1. Aceptación del diseño. 22
5.4.1.1. Revisión del diseño 22
5.4.1.2. Inspección del proceso de fabricación; 23
5.4.2. Disposiciones previas a la entrega y el uso 23
5.4.2.1. Libro de operaciones 23
5.4.2.2. Expediente técnico oficial 24
5.4.2.3. Placa de identificación 25

6. DESARROLLO HARDWARE. 26

6.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES. 26

6.1.1. Equipos eléctricos. 26

6.1.1.1. Protecciones eléctricas. 26

6.1.1.1.1. Interruptor seccionador en carga. 26

6.1.1.1.2. Dispositivo Diferencial Residual (DDR). 27

6.1.1.1.3. Interruptor Magnetotérmico. 27

6.1.1.1.4. Fusible. 29

6.1.1.2. Motores. 30

6.1.1.2.1. La carga. 31

6.1.1.2.2. Arranque. 31

6.1.1.2.3. Potencia y Eficiencia. 32

6.1.1.3. Relés de mando y contactores 33

6.1.1.4. Bases y clavijas de conectores. 34

6.1.1.4.1. CETAC (Tipo PK) 34

6.1.1.4.2. Schuko (Tipo F). 35

6.1.1.5. Ventilación. 35

6.1.1.6. Mando y señalización. 36

6.1.1.6.1. Pulsadores, selectores, bases y contactos NO/ NC. 36

6.1.1.6.2. Pilotos. 37

6.1.1.6.3. Seta emergencia. 37

6.1.1.6.4. Joystick. 38

6.1.1.6.5. Potenciómetros. 38

6.1.2. Equipos electrónicos. 38

6.1.2.1. Variadores de frecuencia. 38

6.1.2.2. Fuentes de alimentación. 41

6.1.2.3. Contadores. 41

6.1.3. Equipos electrónicos programables. PLC. 42

6.4.1. Componentes auxiliares. 43

6.1.4.1. Conductores. 43

6.1.4.2. Anillo colector. 43

6.1.4.3. Envolventes. 44

6.1.4.3.1. Armario. 44

6.1.4.3.2. Canaletas. 45

6.2. ESQUEMA DE FUERZA O POTENCIA. 46

6.3. ESQUEMA DE MANDO O MANIOBRA. 47

6.3.4. Maniobra 24 voltios. 47

6.3.5. Maniobra 12 voltios. 47

6.3.6. Maniobra 10 voltios. 47

6.4. PLANOS ELÉCTRICOS. 48

7. DESARROLLO SOFTWARE. 49

7.1. CX-ONE. 49

7.2. HARDWARE REQUERIDO. 50

7.3. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN. 52

7.4. DISEÑO SOFTWARE. 52

7.4.1. Configuración. 52

7.4.2. Descripción de funciones. 53

7.4.3. Diseño diagrama de contactos. 54

8. DISEÑO ESTÉTICO. 56

9. SELECCIÓN DE COMPONENTES. 57

9.1. FUENTES DE ALIMENTACIÓN. 57
9.1.1. Fuente de alimentación 12V. 57
9.1.1. Fuente de alimentación 24V. 58
9.2. MOTOR Y REDUCTOR. 61
9.2.1. Visión general. 62
9.2.2. Movimiento y tipo de carga. 63
9.2.3. Par de fuerza. 64
9.2.4. Transmisión. 66
9.2.5. Motor eléctrico trifásico de jaula de ardilla. 69
9.3. VARIADORES. 71
9.4. OTROS DISPOSITIVOS Y COMPONENTES. 71

10. PRESUPUESTOS. 73

11. MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN. 76

11.1. HERRAMIENTAS NECESARIAS. 76
11.1.1. Desarrollo eléctrico. 76
11.1.2. Desarrollo mecánico. 76
11.1.3. Desarrollo software. 76
11.2. ZONA DE TRABAJO. 77
11.3. FASES DE DESARROLLO. 77
11.3.1. Fijación de placa sobre armario. 77
11.3.2. Mecanizado de armario y panel de mandos. 78
11.3.3. Fijación de canaletas, carriles y componentes. 79
11.3.4. Conexiones eléctricas. 83
11.3.5. Volcado del programa al PLC. 84
11.3.6. Configuración de los variadores. 84
11.3.7. Pruebas de funcionamiento. 84

12. CONCLUSIONES. 85

12.1. GENERALIDADES. 85
12.2. POSIBLES MEJORAS O MODIFICACIONES. 85
12.2.1. Diseño e implementación de sistema de detección de caída y parada automática. 85
12.2.2. Prototipo TM "low cost". 85

13. ANEXOS. 87

13.1. GRADOS DE PROTECCIÓN PROPORCIONADOS POR LAS ENVOLVENTES (GRADO IP). 87
13.2. CUESTIONARIO PARA EL EQUIPO ELÉCTRICO DE LAS MÁQUINAS. 89
13.3. CATEGORÍAS DE FUNCIÓN DE PARADA. 92
13.4. ESQUEMAS ELÉCTRICOS. 93
13.5. DIAGRAMA DE CONTACTOS PLC. 99

14. BIBLIOGRAFÍA. 115

14.1. PAGINAS WEBS. 115
14.2. ILUSTRACIONES. 115
14.3. TABLAS. 117

14.4. NORMATIVAS. 117
14.5. PROYECTOS 117
14.6. LIBROS. 117

1. Introducción.

En la actualidad se puede observar el auge que presenta la demanda de atracciones que anteriormente se consideraban de feria, y que hoy día se reclama en celebraciones y eventos de todo tipo, especialmente infantiles.

Dentro de este grupo de atracciones se encuentra el Toro Mecánico(TM), por dicho motivo se ha presentado la oportunidad de atender la petición de un cliente el cual precisa aumentar el número de ejemplares de su negocio en servicio.

El cliente nos solicita el diseño e implementación de la totalidad del sistema eléctrico y electrónico capaz de energizar y controlar los distintos mecanismos y componentes que lo constituyen.

2. Objetivo.

El objetivo principal del presente proyecto está fijado en el diseño e implementación de la totalidad del sistema eléctrico y electrónico de control de una atracción de feria, como es un TM, en base a la normativa y legislación vigente que la rige para la obtención de las homologaciones y certificaciones pertinentes.

Para alcanzar dicho objetivo se pretende desglosar en una serie de tareas secundarias que constaran de los siguientes bloques:

- Definición de funcionalidad.
- Estudio y revisión de normativa, legislación y homologación.
- Diseño hardware.
- Diseño software.
- Diseño estético.
- Selección de componentes.
- Implementación.
- Presupuesto.
- Documentación.

Gran parte de los objetivos secundarios guardan una relación directa entre sí, siendo condicionantes las decisiones tomadas en dichos objetivos puesto que provocaran una repercusión directa sobre el resto.

2.1. Definición de funcionalidad.

Se debe concretar con un nivel de detalle suficiente para realizar con éxito el proyecto y que las partes implicadas queden satisfechas tanto con el producto final obtenido como con el rendimiento del mismo.

De hecho, es tal la importancia que, en la Norma EN 60204-1:2006, se recomienda que el cuestionario reflejado en el -Anexo 12.2- sea completado por el interesado. Esto facilita un posible acuerdo entre usuario y proveedor sobre las condiciones básicas y los requisitos adicionales del usuario para garantizar un diseño, aplicación y usos correctos del equipo eléctrico de la máquina.

2.2. Modo de funcionamiento.

Se considera imprescindible definir los distintos modos de funcionamiento que el cliente solicite.

El control se podrá realizar en modo manual y automático. En modo manual, se dispondrá de dos potenciómetros en el panel de mandos que nos permitirán modificar la velocidad de los motores y un joystick de 8 posiciones que nos permita realizar varios movimientos simultáneamente.

El modo automático dispondrá de tres programas funcionales diferentes:

- Programa 1: Este programa será personalizable por el usuario, ya que la velocidad de los motores es referenciada mediante potenciómetros alojados en el armario eléctrico.

- Programa 2: Este programa realiza la configuración de velocidad moderada mediante software.

- Programa 3: Igual que el programa 2, en cuanto a la configuración por software de la velocidad, a diferencia que éste referencia velocidades mayores, dando lugar a movimientos más agresivos.

La atracción dispondrá de 2 contadores ascendentes cíclicos para que tanto el cliente como el usuario final (consumidor) tengan constancia del tiempo que permanecen sobre el TM.

También se requiere un selector en el cual se puede anular el movimiento de giro, permitiéndonos así acoplar aparte del toro, una tabla de surf.

2.3. Requisitos de diseño.

Por motivos de compatibilidad y reusabilidad, el cliente solicita que el sistema de control sea capaz de energizar motores de 1.5kW, tanto el motor de giro como el de trote. Igualmente precisa cierta compatibilidad en diversos componentes usados en modelos similares los cuales posee, y a los que se ara alusión en el apartado de diseño eléctrico.

3. Descripción del sistema en conjunto.

El TM se puede describir partiendo de dos subconjuntos totalmente diferenciables, como son la aparamenta eléctrica, electrónica y electrónica programable, y la parte mecánica.

3.1. Estructura y mecanismo.

Referente a la parte mecánica, el sistema se puede describir como un mecanismo con dos grados de libertad. El mecanismo descansa sobre una estructura formada por una base cuadrada de regles, sobre las esquinas se levantan cuatro ángulos dispuestos en forma piramidal y acabando en otro cuadrado de regles. Atornillada sobre la superficie superior de la pirámide se encuentra una plancha cuadrada con un agujero circular perforado en el centro y acoplado en ella un rodamiento a cada lado de la plancha.

El eje central, situado en el eje Z es capaz de realizar giros de 360º sobre sí mismo en ambas sentidos gracias a un motor de jaula de ardilla trifásico el cual está enlazado con el eje central por medio de un reductor.

Sobre dicho eje existe una plataforma (plataforma inferior) fijada a éste y en la que descansa otro motor y reductora de características similares. El movimiento de giro es transformado en un movimiento de vaivén en el plano XY mediante un mecanismo en el que existen dos varillas con rotulas acopladas a los extremos. En un extremo son enlazadas, excéntricamente y desfasadas entre sí 120º, sobre el eje de giro de la reductora. Las rotulas del otro extremo de las varillas son enlazadas a una plataforma superior simétricamente.

Para permitir el movimiento de la plataforma superior, ésta es anclada sobre una “T” invertida, en la que los extremos inferiores disponen de rodamientos que descansan sobre apoyos fijos en la plataforma inferior. De esta forma conseguimos el movimiento de la plataforma superior sobre el plano X. Para conseguir la libertad de movimiento de adelante atrás, el mástil de la “T” invertida dispone de un eje transversal con dos rodamiento, los cuales son fijados a la plataforma superior, en la que se dispondrá de las fijaciones necesarias para el anclaje del toro de fibra de vidrio.

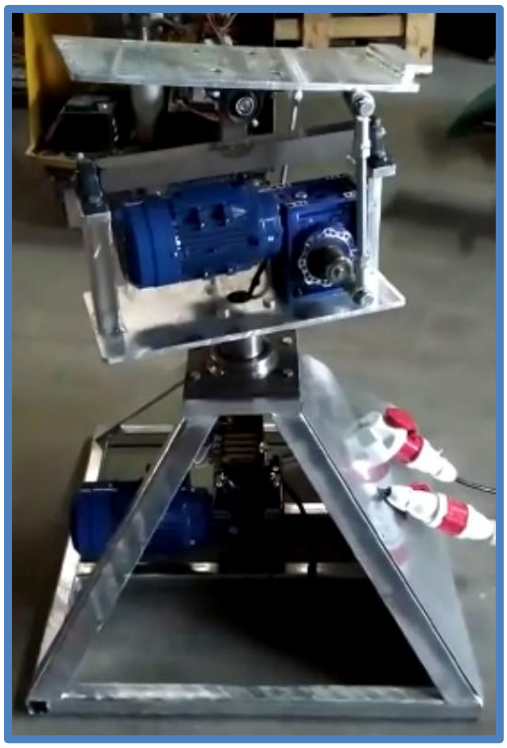


Ilustración 3-1 Mecanismo TM.

3.2. Aparamenta.

El armario eléctrico contendrá la mayor parte de la totalidad de los equipos.

Para alcanzar el objetivo deseado se utilizara un PLC el cual será el encargado de controlar el sistema, siempre bajo el control y/o supervisión del operador.

Dicho PLC será el encargado de gestionar los eventos que se produzcan en el entorno de la atracción, a su ve que comanda los actuadores por medio de variadores de frecuencia y relés.

Estos variadores serán configurados de tal forma que nos permitan controlarlos tanto analógica como digitalmente, gracias a sus tarjetas de E/S.

Otros actuadores del sistema son el extractor, y los contadores ascendentes cíclicos.

Además contara con dos fuentes de alimentación para la alimentación del circuito de mando y los contadores ascendentes.

Para la parte de potencia del circuito se dispondrá de las protecciones tanto para sobrecargas o cortocircuitos como para contactos directos e indirectos.

Existirá un contactor como seguridad para cortar la alimentación, en el momento en el que se

presiona la seta de emergencia, a los actuadores que puedan generar alguna situación de peligro.

Dichos actuadores principales son dos motores de jaula de ardilla, los que transmiten su potencia al eje de cada una de las reductoras.

Ilustración 3-2

4. Estado del arte.

Un TM, también conocido como un toro de rodeo, es una máquina que reproduce la sensación de montar un tronzado animal. Por lo general están impulsados por motores que giran a una velocidad variable. En el suelo, alrededor del equipo se instala una colchoneta inflable con el fin de reducir la probabilidad de lesión al ser arrojado.

Antes del desarrollo del toro mecánico, se creó un dispositivo más simple uniendo cuerdas (a veces un sistema de cuerdas y poleas) a los extremos de un gran barril, suspendiéndolo de cuatro puntos. Sobre el barril se monta el jinete mientras otras dos a cuatro personas mueven a éste tirando de las cuerdas para emular el movimiento de un animal. Este dispositivo está siendo utilizado también como una opción menos costosa para la práctica y el entretenimiento. Posteriormente se mejoró equipando al barril con una silla de montar.

Ilustración 4-1

Los toros mecánicos han existido durante décadas como un dispositivo de entrenamiento para los competidores de rodeo, ya que les permiten mejorar su rendimiento y refinar sus habilidades sin correr el riesgo que supone entrenar sobre animales bravíos.

Aunque los toros mecánicos todavía se utilizan para la formación y el entrenamiento, también se utilizan como atracción de feria tanto como en fiestas particulares, comuniones, restaurantes, clubes, eventos, etc. Esto es gracias al negocio de alquiler que existe en torno a este tipo de atracciones.

Uno de los primeros usos con fines puramente de ocio y entretenimiento estaba en el parque de atracciones Bertrand Island Amusement Park en New Jersey, donde se introdujo un toro mecánico en la década de 1930s, bajo el nombre de "Ride 'Em Cowboy!".

El toro mecánico como un dispositivo de entretenimiento, así como el uso comercial de toros mecánicos ganó atractivo popular con el lanzamiento de la película de 1980 “Urban Cowboy”

(Vaquero urbano). En esta película de John Travolta y Debra Winger demostraron el arte de montar un toro mecánico a la población en la gran pantalla. El toro mecánico que aparece en esta película fue la marca de El Toro de Mechanical Bull.

Esta marca de toro mecánico se encuentra todavía en circulación, pero no lleva las mismas características de seguridad que están disponibles en los modelos más actuales.

El 19 de agosto de 1997 en la edición impresa del periódico EL PAIS en el artículo redactado por Soledad Alcaide con título "Las atracciones de feria carecen de normas de seguridad específicas" fuentes del Ministerio de Industria reconocieron que no hay una regulación específica para la seguridad de las atracciones de parques y ferias ambulantes, asegurando que cada aparato se rige por sus propias normas de fabricación.

Es evidente que desde esto mucho tiempo ha pasado, y en la actualidad existen normas que garantizan el cumplimiento de las especificaciones técnicas legalmente exigibles. En parte es debido a la obligada necesidad de su existencia, ya que se conocen numerosos accidentes ocurridos en atracciones de feria por la falta de seguridad.

Concretamente se ha encontrado un caso en España en el que dio sentencia la Audiencia Provincial de Oviedo (s. 5ª) de 21 de noviembre de 2011, en el que un menos de edad sufrió lesiones físicas realmente importantes al caerse de un toro mecánico.

Según la norma UNE-EN 13814:2006 se define atracción como cualquier dispositivo de recreo, estructura o dispositivo de membrana o textil, cabina, tienda de campaña que forme parte de una atracción, barraca, graderío, etc., que se puede instalar de manera repetitiva en parques de atracciones, ferias o cualquier otra ubicación, de modo temporal o permanente, sin que sufra degradación o pérdida de integración.

Dejando un poco de lado la normativa vigente, se ha realizado una búsqueda de los productos similares que existentes en el mercado.

Existe una amplia variedad de productos similares en los cuales podemos encontrar cajas de control compactas hasta pedestales de gran tamaño. Se puede controlar de forma manual, automática o ambas a la vez. Dentro del control manual existen variedades que permiten realizar los movimientos a través de un joystick, un selector de dirección, un pulsador de inversión de giro e incluso por medio de una pantalla táctil. En el modo automático existen productos que nos permiten realizar uno o varios programas de fábrica. Algunos incorporan uno o varios contadores ascendentes. Puede llevarse a cabo con diferentes técnicas de diseño, las cuales serán determinantes en la robustez, fiabilidad, seguridad y manejo del TM.

También se puede encontrar productos en los que incorporan accesorios o elementos adicionales como por ejemplo toma de corriente para el inflable, equipo reproductor radio

mp3 y/o altavoces o salida de audio.

A continuación se muestran ilustraciones de algunos tipos anteriormente mencionados:

Ilustración 4-2

Ilustración 4-3

Ilustración 4-4

Ilustración 4-5

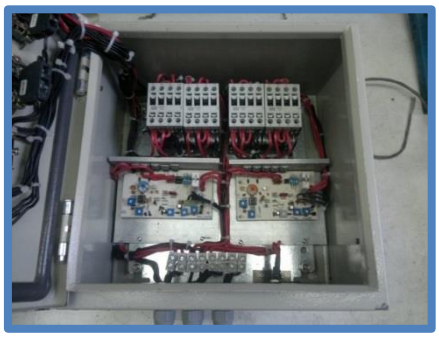


Ilustración 4-6

Ilustración 4-7

Ilustración 4-8

Ilustración 4-9

Ilustración 4-10

Ilustración 4-11

Ilustración 4-12

Ilustración 4-13

Ilustración 4-14

Ilustración 4-15

5. Estudio y revisión de normativa, legislación y homologación.

Para determinar la normativa que rige el TM se comenzara estudiando la norma UNE-EN 13814 –Maquinaria y estructuras para parques y ferias de atracciones. Seguridad- en la que podemos encontrar concretamente en el –Anexo D- las indicaciones necesarias para llevar a cabo un diseño del equipamiento eléctrico y sistemas de control que cumpla con la normativa vigente. Además, proporciona la información necesaria para conformar la documentación necesaria para evaluar la estabilidad y la seguridad del funcionamiento de la atracción.

5.1. Equipamiento eléctrico.

5.1.1. Generalidades.

Los requisitos considerados son aquellos que minimizan el riesgo de descarga eléctrica, quemaduras, arco eléctrico y explosión.

La instalación eléctrica debe cumplir los requisitos de todas las partes de la Norma Europea EN 60204-1, excepto cuando sean modificados por los capítulos siguientes.

5.1.2. Clases de protección de los equipos.

Las clases de protección de los equipos tales como cajas para tomas de corriente, conectores, casquillos para el paso de cables , etc., deben ser inferiores a la clase IPX4 en habitáculos cerrados o protegidos de las precipitaciones atmosféricas directas, y de la clase IP65 para exteriores.

5.1.3. Contactos deslizantes

Los contactos deslizantes tales como los anillos colectores deben estar protegidos con un mínimo de IP2X.

Para garantizar la norma el colector estará totalmente cubierto por cuatro planchas metálicas que impidan el contacto directo de cualquier objeto, por lo que se garantiza el grado de protección IP2X, el cual pretende evitar la penetración de esferas de 12mm de diámetro en adelante.

5.1.4. Sistemas de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra se debe implementar de conformidad con la Norma IEC 60364-4-41, concretamente en los apartado 411.4 a 411.6 ambos inclusive.

5.1.5. Protección contra descargas eléctricas.

En atracciones transportables, solamente se permiten las siguientes medidas de protección

contra el contacto indirecto de acuerdo con la Norma IEC 60364-4-41:

- Protección mediante la desconexión automática del suministro de energía por medio de RCDs[1] en sistemas TN[2] y TT[2] con una intensidad de fugas máxima ≤ 30Ω.
- Protección mediante la utilización de equipos de seguridad de la clase II o de aislamiento equivalente.
- Protección por medio de sistemas SELV[3] o PELV[4].

En este caso la protección contra descargas eléctricas se realizara mediante la implementación de RCDs.

Los conductores de conexión y los conductores equipotenciales de conexión se deben diseñar e instalar de acuerdo con la Norma IEC 60364-5-54.

Por otra parte, en las atracciones y/o en las estructuras de ésta, también se pueden usar métodos mecánicos de conexión de conductores tales como conectores ranurados, engastados, atornillados u otros métodos mecánicos similares, a condición de que esos conectores mecánicos no contengan ningún material aislante. La conductividad de estas partes de las atracciones y/o de la estructuras se deben verificar en el proceso de fabricación inicial y, si es necesario, se debe conectar un conductor de protección adicional. No se debe usar un cojinete como el único sistema de conexión de partes conductoras adyacentes de la atracción y/o estructura que gire.

Cuando se use un anillo colector para asegurar la continuidad del conductor de protección entonces la atracción/estructura se debe conectar al conductor en ambos extremos del anillo colector.

Nota: 1-**RCDs**: Dispositivo de protección por corriente residual; 2-**TN, TT**: Tipo de esquema de puesta a tierra; 3-**SELV**: Safety extra-low voltaje; 4-**PELV**: Protected extra-low voltaje.

5.1.6. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los sistemas de protección contra sobrecargas y cortocircuitos deben ser conformes a las Normas HD 384.4.43S1 y HD 384.4.473S1.

Por lo que a la hora de selección de la aparamenta empleada para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos debemos de tener en cuenta dicha norma, la cual su equivalente idéntico es la Norma UNE 20460-4-43:1990.

5.2. Sistemas de control.

5.2.1. Generalidades.

Este capítulo de la norma se aplica al diseño y fabricación de los sistemas de control relacionados con la seguridad.

Se aplica a todos los sistemas de control, por ejemplo, manuales, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos y mecánicos, desde el sensor hasta el actuador ambos inclusive.

Un sistema de control relativo a la seguridad es un sistema que:

- Implementa las funciones de seguridad que se requieren para alcanzar o para mantener un estado seguro de la atracción.
- Está proyectado para alcanzar, por sí mismo o en colaboración con otros sistemas de seguridad, el nivel de seguridad.

5.2.2. Elementos de los sistemas de control relacionados con la seguridad.

5.2.2.1. Requisitos generales.

Los sistemas que incorporan elementos eléctricos, electrónicos y electrónicos programables, deben satisfacer los requisitos de la Norma IEC 61508 (todas las partes).

5.2.2.2. Aparamenta de baja tensión.

La aparamenta de baja tensión y sus combinaciones deben cumplir con las partes aplicables a la Norma Europea EN 60947 (todas las partes).

Los conmutadores de control de apertura eficaz con funciones de seguridad deben cumplir los requisitos del anexo K de la Norma Europea EN 60947-5-1.

Para garantizar el cumplimiento de la norma se limitara la búsqueda y selección de de aparamenta de BT única y exclusivamente a aparatos y dispositivos que estén bajo el amparo de ésta.

5.2.3. Funciones de parada.

Cuando sea necesario como resultado de una evaluación del riesgo, los sistemas de control deben poder realizar las tres funciones de parada, siendo éstas redundantes o diversos y teniendo prioridad sobre las funciones de puesta en marcha correspondientes.

Las funciones de parada deben cumplir los siguientes requisitos de de la Norma Europea EN 60204-1:1997.

5.2.3.1. Función de parada.

La categoría 0 y/o categoría 1 y/o categoría 2 (ver -Anexo 12.3-) de parada debe determinarse

a partir de la evaluación del riesgo y de los requisitos funcionales de la máquina.

Las funciones de parada deben ser prioritarias sobre todas las funciones de arranque correspondientes.

El rearme de la función de parada no debe dar lugar a ninguna condición peligrosa.

Donde sea necesario, deben suministrarse los medios adecuados para conectar los dispositivos de protección y de enclavamiento. Si este dispositivo de protección o de enclavamiento provocara la parada de la máquina, puede ser necesario indicar a la lógica del sistema de mando que tal condición existe.

Por dicha recomendación, ya que en el caso del prototipo de TM se producirá una parada total de la máquina(categoría 1), se utilizara una de las entradas del PLC para la señalización de dicha parada, permitiendo al sistema lógico de control (equipo electrónico programable) tener constancia de dicho evento.

5.2.3.2. Desconexión de emergencia.

Se debe dotar una desconexión de emergencia cuando:

- La protección contra contactos directos (por ejemplo áreas de cables conductores, barras conductoras, conjuntos deslizantes, aparamenta en áreas de servicio eléctrico) está efectuada solamente por puesta fuera de alcance o por medio de obstáculos.
- Existe la posibilidad de otros peligros o daños causados por la electricidad.

La desconexión de emergencia se logra por el corte de la alimentación apropiada de la máquina por medio de dispositivos de conexión electromecánicos, realizando una parada de categoría 0 de los accionadores de la máquina conectados a esa alimentación. Cuando una máquina no puede tolerar una parada de categoría 0, puede resultar necesario proporcionar otras medidas, por ejemplo protección contra los contactos directos, de forma que la desconexión de emergencia no sea necesaria.

En el caso del Prototipo se dispondrá de protección contra contactos directos pero aun así se equipara con un dispositivo de desconexión de emergencia, el cual se situara en el panel de mandos para su facilitar su rápido accionamiento.

5.2.3.3. Parada de emergencia.

La parada de emergencia debe funcionar como parada de categoría 0 o 1. La selección de la categoría de la parada de emergencia debe determinarse en función de la evaluación del riesgo de la máquina.

Además de los requisitos para la parada, la función de parada de emergencia debe cumplir los

siguientes requisitos:

- Debe ser prioritaria sobre todas las funciones y todos los modos de funcionamiento;
- Debe suprimirse inmediatamente la energía en los accionadores que pueda ocasionar condición/es peligrosa/s (parada de categoría 0) o debe controlarse para parar el movimiento peligroso tan rápido como sea posible (parada de categoría 1) sin crear otros peligros.
- Su rearme no debe provocar un nuevo arranque.

Entre las diferentes opciones que entran en el marco de la norma, para obtener un prototipo más seguro, y puesto que no conlleva ningún inconveniente que comprometa la integridad de la maquina ni de los usuarios, se implementara una parada de emergencia de categoría 0.

5.2.4. Parámetros relacionados con la seguridad.

Se debe disponer de medios para asegurar que los valores de los parámetros relacionados con la seguridad permanecen dentro de niveles predeterminados definidos por la evaluación del riesgo.

La velocidad es un parámetro crítico e importante para la seguridad en las atracciones en las que las aceleraciones, y por tanto las fuerzas, dependen de la velocidad de los elementos de la atracción. Por tanto, el control de la velocidad puede prevenir efectos peligrosos en las estructuras y los viajeros.

Se deben considerar las siguientes velocidades:

- Velocidad mínima de funcionamiento.
- Velocidad máxima de funcionamiento.
- Velocidad máxima posible.

En general, si la velocidad máxima alcanzable es menor o igual que la velocidad máxima de funcionamiento, el sistema de control no requiere ningún circuito adicional de control de la velocidad.

En este caso se fijara como velocidad máxima de funcionamiento igual a la velocidad máxima alcanzable, evitando implementar un sistema en lazo cerrado para el control de velocidad.

5.2.5. Modo de control.

5.2.5.1. Generalidades.

Los sistemas de control deben tener uno o más modos de control relevantes para su aplicación.

Los modos de control se pueden clasificar en:

- Modos de pre-operación (sin viajeros) tales como configuración, programación, mantenimiento, etc.
- Modos de funcionamiento tales como ciclo manual, semiautomático y automático para el funcionamiento con viajeros. Puede haber variaciones y combinaciones de los ciclos de funcionamiento.
- Modos no operativos cuando los modos de pre-operación o los modos normales de funcionamiento no sean posibles debido a circunstancias anormales.

5.2.5.2. Cambio en el modo de control.

Un cambio en el modo de control no debe causar una situación peligrosa. Puede ser necesario para:

- Realizar una parada de la atracción, requiriendo que un operador dé una orden de inicio para poner en marcha de nuevo la atracción tras el cambio del modo de control.
- Evitar el cambio inadvertido del modo de control.
- Llamar la atención del operador ante un cambio del modo de control.

El selector de modo correspondiente debe estar situado de manera que pueda ser accionado con seguridad, en particular, no de forma accidental.

Puesto que en nuestro sistema un cambio en el modo de control no implica peligrosidad alguna, incluso produciéndose dicho cambio durante un ciclo automático, no es necesario implementar ningún sistema adicional aparte del control y supervisión del operador de máquina.

5.2.5.3. Modo de pre-operación

En este modo se debe cumplir las siguientes condiciones:

- Una persona autorizada debe tener el control total.
- Dependiendo de la evaluación del riesgo, el control de más de un sistema que pueda causar un peligro debe estar impedido, bien por un sistema de control relativo a la seguridad, o bien bajo la supervisión de un único operador.
- Dependiendo de la evaluación del riesgo, las funciones relativas a la seguridad deben seguir en funcionamiento o estar bajo el control de un único operador.
- Todos los sistemas de paradas de emergencia deben permanecer activos.

5.2.5.4. Modos de funcionamiento.

Puede existir más de un modo de funcionamiento. Estos modos de control permiten que la

atracción funcione solo después de una puesta en marcha realizada por un operador o bajo su supervisión.

Estos modos son los únicos permitidos para el funcionamiento normal con pasajeros y todas las funciones de seguridad deben estar operativas.

En general, los modos de funcionamiento pueden ser:

- Manuales, si todos los ciclos de funcionamiento están bajo el control del operador.
- Semiautomáticos, si parte del ciclo de funcionamiento está controlada por uno o más programas automáticos.
- Automáticos, si todos los ciclos de funcionamiento están controlados por uno o más programas automáticos.

En los modos de funcionamiento se deben cumplir los siguientes requisitos:

- El ciclo debe ser iniciado por el operador, salvo en casos especiales en los que la evaluación del riesgo lo permita, y puesto que el inicio será limitado exclusivamente al accionamiento por operador, dicha salvedad no es relevante.
- Se debe disponer de medios para evitar que la duración del ciclo de funcionamiento exceda un valor predeterminado basado en el confort de los pasajeros, por ello se implementa por software contadores que detendrán los actuadores en un tiempo prudencial que determinara la evaluación de riesgos.
- La elección de otros programas de funcionamiento no debe causar un peligro.
- En aquellas atracciones en las que la carga y descarga de pasajeros se realice sin que estén paradas, por lo que no es necesario un ciclo de arranque, se debe disponer de un dispositivo o procedimiento que asegure que el operador mantiene la supervisión de la atracción. En el caso de TM no se requiere de ningún dispositivo o procedimiento alguno debido a que la carga y descarga se realizara siempre sobre una parada de categoría 0.

5.2.5.5. Modo no operativo.

Se considera que la atracción está en modo no operativo si, por ejemplo, se dan los siguientes casos:

- Pérdida de energía.
- Restablecimiento de la energía después de un fallo en el suministro de energía.
- Actuación de una parada de emergencia.
- Activación de una parada de seguridad.

5.3. Equipo eléctrico de las máquinas.

Una vez revisadas las particularidades que se requieren para el cumplimiento de la Norma UNE-EN 13814, pasaremos a realizar un estudio de los requisitos generales que impone la Norma UNE-EN 60204-1 de "Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas".

En esta parte de la norma, el término eléctrico incluye equipos tanto eléctricos como electrónicos y electrónicos programables.

Es aplicable a los equipos eléctricos o partes del equipo eléctrico que están alimentados con una tensión nominal que no exceda los 1 000 V c.a. ni los 1 500 V c.c. y para frecuencias nominales que no excedan los 200 Hz. Por lo que contiene a nuestro sistema, el cual es energizado con una tensión de red de 230 V c.a. y a una frecuencia de 50 Hz.

Puesto que la Norma IEC 60204 presenta un gran número de requisitos generales que pueden ser aplicables o no al equipo eléctrico de una máquina en particular, se hará uso de la siguiente ilustración 4-3. Ésta es un diagrama de bloques funcional de una máquina-tipo y puede utilizarse como punto de partida para el estudio de la Norma. Indica los capítulos y apartados que tratan los requisitos/equipos particulares.

Por tanto este diagrama lo utilizaremos como referencia a seguir en el apartado -4.3 Desarrollo eléctrico-, donde se continuara dando los datos relevantes relacionados con esta Norma.

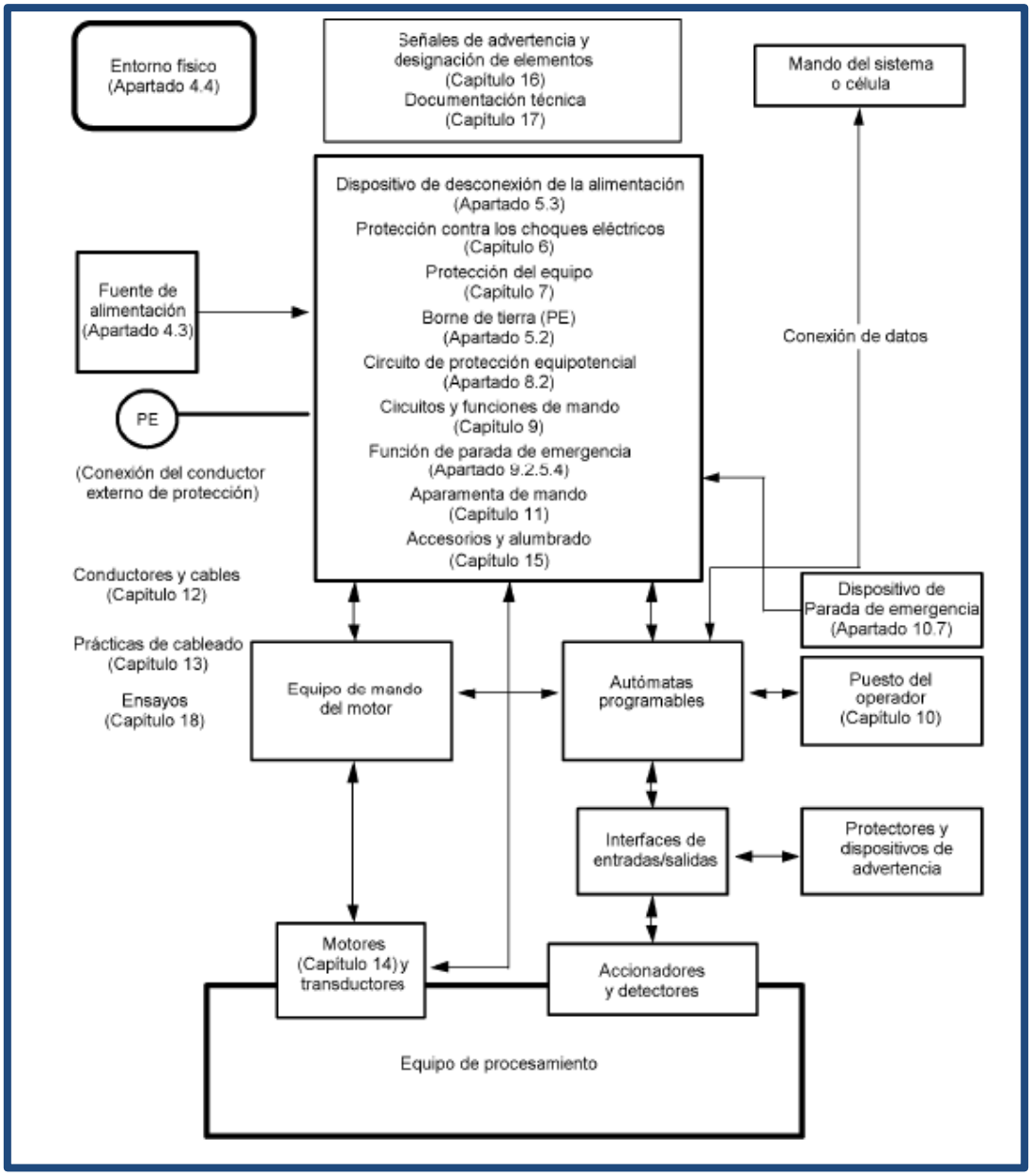


Ilustración 5-1 Diagrama de bloques máquina-tipo.

5.4. Aprobación inicial, inspección y aceptación.

La entidad de inspección independiente debe ser conforme a la Norma Europea EN 45004. Todos los documentos de diseño importantes relativos a la seguridad, así como los de la atracción completa, deben estar sujetos a inspección y revisión. El certificado pertinente sólo se puede conceder una vez que la inspección haya sido superada. Los resultados de las diferentes inspecciones deben formar parte integral del libro de operaciones.

Para superar las inspecciones pertinentes para la obtención del certificado se recomienda el siguiente procedimiento:

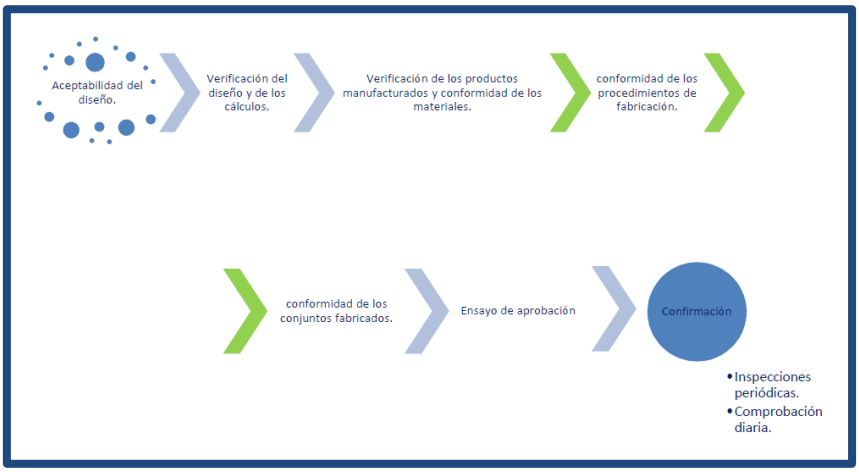


Ilustración 5-2 Procedimiento inspección.

5.4.1. Aceptación del diseño.

Existen dos puntos que se han de cumplir y los cuales se han tenido en cuenta para el diseño de la atracción.

5.4.1.1. Revisión del diseño

Los documentos de diseño deben ser revisados y comprobados para determinar la integridad y exactitud de los mismos, de los cálculos, coherencia con las normas e hipótesis. Además, este documento deberá proporcionar instrucciones de montaje y uso.

Los planos de fabricación deben reflejar todos los componentes estructurales y todos aquellos que formen parte de la seguridad o que cuya rotura o fallo pudiera ocasionar peligro. Siempre deben existir al menos:

- Planos generales en planta, alzados y secciones.
- Planos de detalle de todos los componentes estructurales que no se puedan identificar con claridad en los planos generales.

El análisis de tensiones de los componentes esenciales y críticos para la seguridad constarán como mínimo de los siguientes componentes si los hubiera:

- Partes estructurales y mecánicas.
- Partes hidráulicas y neumáticas.
- Unidades de accionamiento, cojinetes.
- Frenos y dispositivos de seguridad.

5.4.1.2. Inspección del proceso de fabricación;

La inspección de los requisitos de fabricación que se indican se debe realizar durante el proceso de fabricación. Esto debe quedar reflejado en un informe que, de una manera responsable, confirme la exactitud e idoneidad de los materiales empleados y el correcto montaje.

- Conformidad de las dimensiones principales, distancias y dimensiones de seguridad, así como el libre funcionamiento de las partes móviles.
- Existencia de todos los componentes estructurales indicados en los documentos de fabricación.
- Cumplimiento de las dimensiones mayores de los componentes de fabricación portantes y de sus uniones.
- Cumplimiento del peso en el que se han basado los cálculos realizados.
- Conformidad de los certificados requeridos concernientes a las especificaciones y a las calidades de los materiales.
- Conformidad de los equipamientos eléctricos, electrónicos, hidráulicos y neumáticos con los diagramas de cableado y de circuito, incluyendo el software.
- Inspección de cojinetes, motores, unidades de accionamiento, unidades de control e interrupción y componentes similares, se requiere para, y se limita sólo a, los casos donde su fallo pueda ser peligroso para las personas

5.4.2. Disposiciones previas a la entrega y el uso

Son necesarios varios documentos que se especifican a continuación para poder llevar a cabo el uso de la atracción y los cuales se adjuntan en los anexos correspondientes.

5.4.2.1. Libro de operaciones

El libro de operaciones correspondiente a la atracción debe identificar claramente la atracción y contener un resumen de los datos técnicos y de funcionamiento, el historial, los registros de todas las reparaciones, modificaciones, inspecciones, ensayos y verificaciones, y los informes detallados de todo esto, incluyendo un extracto de los documentos de diseño que proporcionan información para la identificación e inspección. El libro de operaciones debe estar disponible como un documento presente en cada lugar donde se monte la atracción. Todos los informes sobre las evaluaciones deben estar incluidos como entradas apropiadas en el libro de operaciones con el siguiente contenido:

- Descripción del diseño y del funcionamiento de la atracción.
- Planos para la identificación de las dimensiones importantes de la atracción.
- Marcados de identificación.
- Identificación del fabricante.
- Lista de propietarios.

- Resumen y extracto de los documentos y datos técnicos principales.
- Condiciones y requisitos de funcionamiento y de utilización:
    - límites de velocidad.
    - limitaciones generales de uso de pasajeros.
    - limitaciones generales por tamaño o edad de los pasajeros.
    - referencia de la velocidad del viento especificada para la atracción.
    - restricciones por carga de nieve.
    - restricciones debidas a actividades sísmicas.
    - cualquier otro tipo de restricción que exista.
- Planos y fotografías del conjunto que muestren las dimensiones importantes a efectos de inspecciones y verificaciones.
- Resumen de los análisis de tensiones que muestren las fuerzas principales.
    - masas, viento, cimentación, todas las zonas de tensiones importantes etc.
- Informes de inspección y de aprobación, así como informes de cualquier otra comprobación.
- Diagramas básicos de circuito del conjunto para los equipos o componentes eléctricos, hidráulicos o neumáticos.
- Planos que muestren las rutas de escape y sus dimensiones.
- Lista de la documentación perteneciente a la atracción.
- Informes de las comprobaciones, ensayos e inspecciones de carácter regular.
- Informes del mantenimiento realizados.
- Lista de inspecciones no destructivas.
- Un registro de sucesos peligrosos y accidentes con lesiones graves;
- Todos los informes de inspección y aprobación, así como informes sobre otras inspecciones iniciales y ensayos.
- Inspección de fabricación.
- Declaración acerca de la autorización o del permiso de funcionamiento.
- La prolongación de la autorización o permiso de funcionamiento.

5.4.2.2. Expediente técnico oficial

Para cada atracción se debe establecer un expediente técnico oficial que incluya los documentos de diseño con información detallada relativa al diseño, los cálculos, el método de fabricación, las instrucciones y la información relativa al funcionamiento y mantenimiento, y para las inspecciones a realizar por entidades de inspección independientes. El expediente oficial debe estar disponible para ser utilizado como una documentación registrada y obligatoria donde quiera que los reglamentos nacionales puedan requerirlo.

El expediente técnico oficial debe contener lo siguiente:

- Descripciones de diseño y de funcionamiento.

- Planos de diseño.
- Planos de detalle.
- Análisis de tensiones.
- Evaluación del riesgo de la atracción cuando está en funcionamiento.
- Informes de inspección y aprobación, así como los informes sobre las demás inspecciones.
- Diagramas de circuitos de los equipos o componentes eléctricos, de control, hidráulicos y neumáticos.
- Planos que muestren las rutas de escape y sus dimensiones.
- Todos los certificados sobre materiales, componentes y clases de incendios.
- Manual de funcionamiento o de instrucciones escrito en el idioma del usuario y del fabricante, que cubra el montaje y desmontaje de la atracción, su mantenimiento y funcionamiento, y una lista de las piezas que requieren sustitución periódica.
- Informes de inspección y aprobación iniciales, así como los informes sobre otras inspecciones iniciales y ensayos e inspecciones de funcionamiento.

5.4.2.3. Placa de identificación

Cada atracción debe llevar fijada una placa de identificación que muestre la siguiente información:

- Nombre y dirección del fabricante/suministrador/importador.
- Número de tipo/modelo.
- Número del fabricante.
- Mes y año de fabricación.
- Fecha de la aprobación inicial.
- Marca y número de aprobación por la entidad de inspección independiente.
- Carga de trabajo de seguridad/número de personas que puede transportar.

6. Desarrollo Hardware.

Se deberá tener en cuenta los últimos avances de las normas de fabricación de cuadros y los progresos de la tecnología de instalación según las buenas prácticas, para ofrecer un nivel de calidad que satisface las expectativas del usuario.

Para el desarrollo del diseño comenzaremos afrontando el circuito de una forma lógica, estudiando desde el punto donde se energiza el circuito hasta los diferentes sub-circuitos que lo componen.

6.1. Descripción de los componentes.

Para el análisis de la aparamenta eléctrica y electrónica que nos permitirá obtener la funcionalidad deseada según los criterios de diseño se ha realizado una agrupación lógica como se muestra en el diagrama de bloques de la ilustración 6-1.

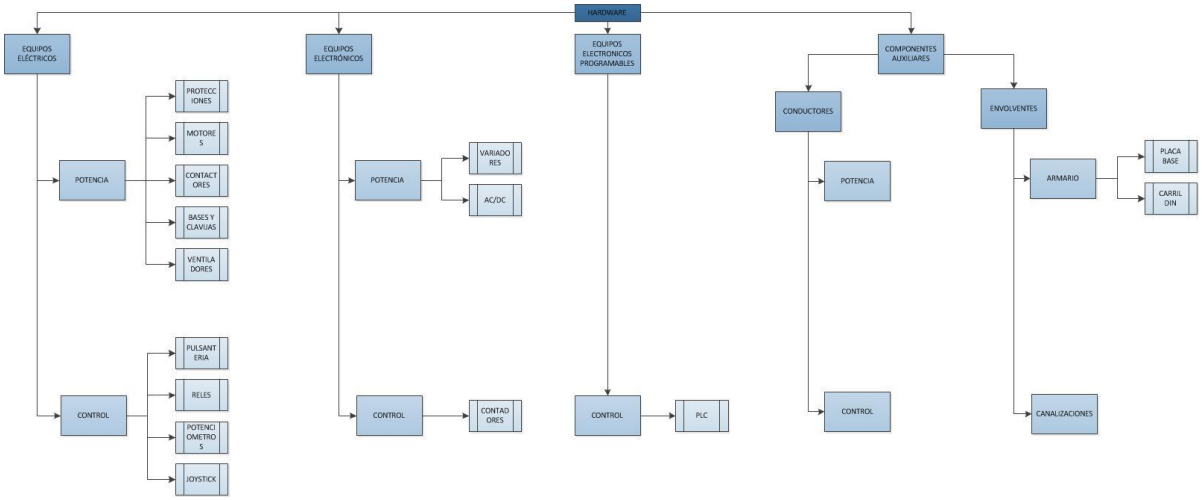


Ilustración 6-1 Diagrama hardware

6.1.1. Equipos eléctricos.

6.1.1.1. Protecciones eléctricas.

6.1.1.1.1. Interruptor seccionador en carga.

Instalados en un cofre o en un armario, estos interruptores de conmutación de mando giratorio actúan como seccionadores

Una de sus principales características a tener en cuenta a la hora de la elección es la corriente de corte máxima, también conocida como poder de corte.

Ilustración 6-2 Seccionador de carga

Pueden implementarse sobre el panel frontal o montados en carril DIN.

Ofrece la posibilidad de enclavamiento físico mediante un máximo de 3 candados.

Se pude utilizar para máquinas que demanden arranque o parada DOL de motores y/o interrupción del circuito de potencia de la máquina.

6.1.1.1.2. Dispositivo Diferencial Residual (DDR).

Como su propio nombre indica, un DDR detecta las fugas de intensidad, dicho de otro modo, este dispositivo dispone de bobinas que son capaces de provocar el accionamiento mecánico del aparato en el momento en el que por ambas bobinas circula una intensidad diferenciable por él (30-300mA), actuando siempre con un retardo máximo entre la derivación del circuito y su disparo automático no superior a 30ms, garantizando así la seguridad de las personas.

De este modo, protege al circuito aguas abajo de contactos directos e indirectos.

Otra característica importante es la intensidad nominal máxima para la que está diseñado.

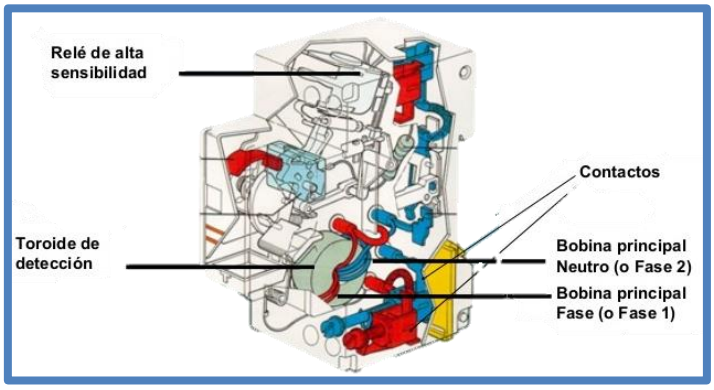


Ilustración 6-3 Interruptor diferencial

6.1.1.1.3. Interruptor Magnetotérmico.

Los interruptores magnetotérmicos protegen la instalación de sobrecargas y cortocircuitos.

Disponen de una bobina que por inducción magnética, la cual es función de la intensidad que lo atraviesa, es capaz de interrumpir el paso de la corriente. Complementariamente dispone de una lámina bimetálica que por el aumento de la temperatura producido por el paso de la corriente (Efecto Joule) es capaz de doblarse y provocar un disparo del magnetotérmico.

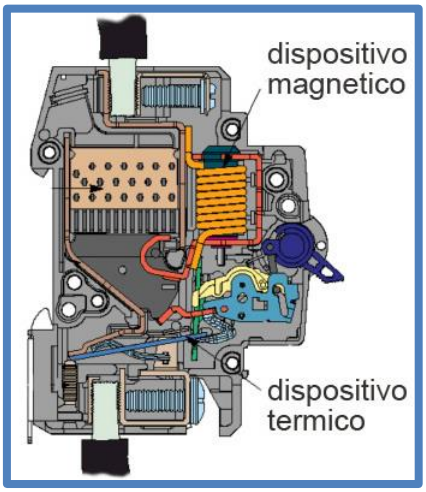


Ilustración 6-4 Magnetotérmico

Tanto la bobina como la lámina están calibradas en función de la intensidad nominal del dispositivo, la cual será su parámetro más relevante.

Otro parámetro que se debe tener en cuenta es la curva de disparo a la que responde el dispositivo, la cual se clasifica con distintas letras según la siguiente gráfica:

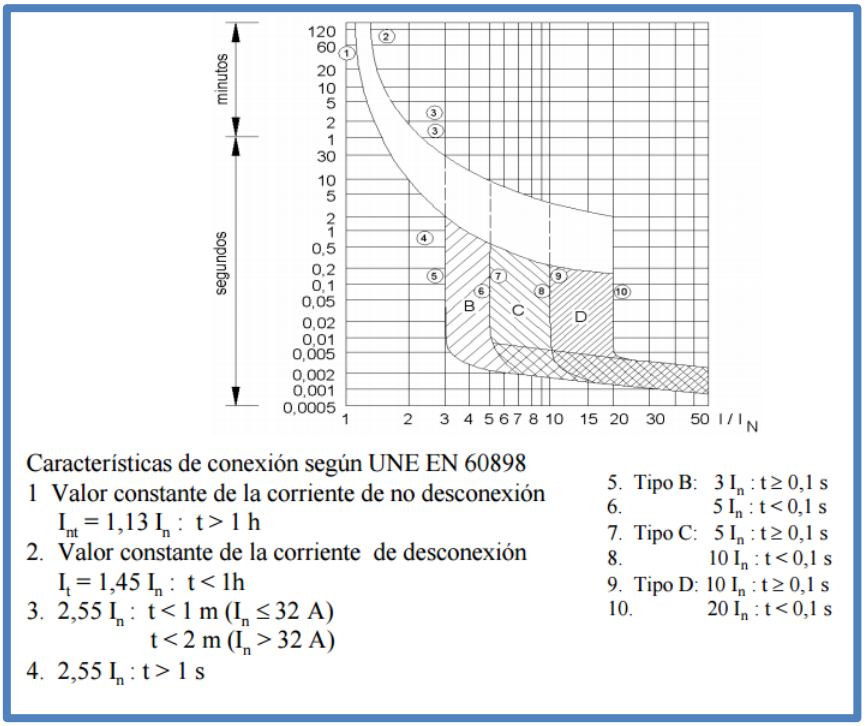


Ilustración 6-5 Características de desconexión tipo A, B y C.

6.1.1.1.4. Fusible.

Un fusible es un dispositivo constituido por un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que funde, por Efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

Ilustración 6-6 Fusibles y porta fusibles

6.1.1.2. Motores.

De forma muy escueta, un motor eléctrico se puede definir como una máquina que transforma potencia eléctrica en energía mecánica rotacional en el eje.

Puesto que en el TM los motores son las maquinas eléctricas que realizan dicha transformación en el sistema, se debe estudiar y documentar la parte mecánica implicada en ella.

A la hora de adquirir un motor eléctrico debemos contemplar aspectos tales como:

- Tipo de motor
- Normativa y eficiencia energética
- Características de la Carga
- Red de energización
- Grado de protección
- Tipo de arranque
- Potencia
- Rendimiento
- Velocidad (rpm.)

Partiendo del supuesto de que dentro del universo del motor eléctrico, debido a las necesidades del sistema, se implementarán motores de inducción que son más comunes y prácticamente todas las aplicaciones industriales pueden realizarse con dichos motores, generalmente de tipo Jaula de Ardilla. Esto es debido a su bajo costo y mantenimiento, a la facilidad de adquirir, al alto grado de protección que presentan, a su robustez y al bajo desgaste de sus componentes.

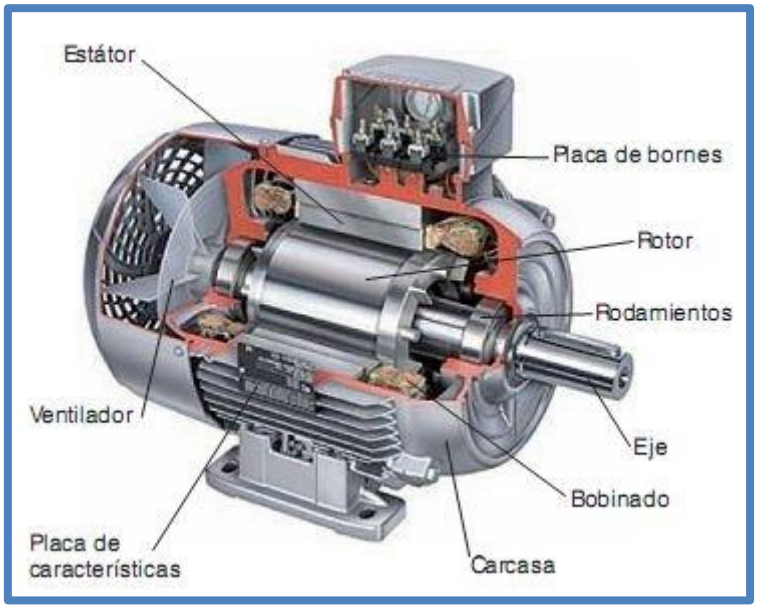


Ilustración 6-7 Motor eléctrico

6.1.1.2.1. La carga.

La carga es la que define la potencia y velocidad del motor, por dicha razón, es conveniente hacer un estudio detallado de cuál será el momento de inercia, la curva Par-Velocidad de la carga. Estos puntos nos ayudan a definir cómo será el comportamiento dinámico del motor con su máquina de trabajo y cuáles serán los tiempos de arranque.

6.1.1.2.2. Arranque.

En motores de jaula de ardilla el arranque es un momento crítico en el que se pueden alcanzar picos de consumo del 800% de la intensidad nominal por lo que se debe analizar los posibles métodos de arranque, los cuales son los siguientes:

- Directo:
  El motor tendrá una corriente de arranque normal y un par de arranque normal.
- Estrella-Triangulo:
  La corriente y el torque se reducen a la tercera parte
- Por autotransformador:
  Entrega al motor una tensión menor de la nominal. Esta tensión puede estar entre el 30% y el 70% dependiendo de la aplicación. La corriente y el torque variarán en proporción cuadrática a la tensión de alimentación.
- Por arrancador electrónico:
  El motor se alimenta con una tensión reducida y gradualmente aumenta la tensión

hasta la tensión de régimen. El comportamiento inicial de la corriente y el torque será idéntico al arranque por autotransformador, pero el comportamiento durante todo el periodo de transición dependerá de la manera como el arrancador sea controlado.

- Variador de frecuencia:
  Permite limitar la corriente de arranque a valores de hasta dos veces la corriente nominal, mientras se obtiene un torque de arranque adecuado para cualquier aplicación. Además, la transición será la más suave posible de todos los métodos. Mecánicamente, es la mejor forma de hacer la operación, además de que permite realizar control de velocidad preciso.

Tras la valoración de los métodos descritos con anterioridad, tanto por la eficiencia y rendimiento que presta se implementará el arranque por variador de frecuencia, como por la posibilidad de realizar un control de la velocidad del motor y la carga, este método es considerado como el más apropiado para el TM.

6.1.1.2.3. Potencia y Eficiencia.

Al seleccionar un motor, una de las primero cosas que se debe considerar es cuál será la velocidad de rotación y el torque requerido del motor. Estos datos normalmente deben ser suministrados por el proyectista mecánico.

Toda máquina consume más potencia de la que entrega, por lo que es importante que consideremos el término de eficiencia. La potencia que el motor consume y no convierte en potencia de salida son pérdidas. La eficiencia o rendimiento es una medida de qué tanto desperdicia una máquina.

El rendimiento se calcula según la siguiente relación:

$$\eta_x = \frac{P_{out}}{P_{int}} \begin{cases} P_{out} \rightarrow Potencia\ de\ salida \\ P_{int} \rightarrow Potencia\ de\ entrada \end{cases}$$

De esta forma, entre mayor eficiencia, menor desperdicio y consecuentemente menores costos de operación.

Según la Norma IEC-60034-30 existen las siguientes clases de eficiencia:

- IE1: Eficiencia estándar.
- IE2: Eficiencia alta.
- IE3: Eficiencia Premium.
- IE4: Eficiencia Super-Premium.

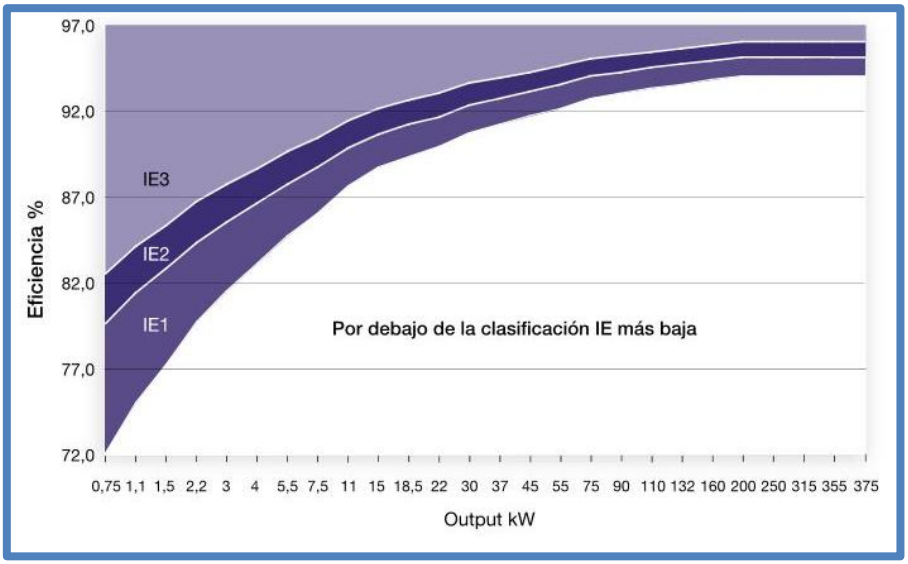


Ilustración 6-8 Clases IE- 4polos

6.1.1.3. Relés de mando y contactores

Ilustración 6-9 Contactor

Ambos, en pocas palabras, son interruptores accionados eléctricamente que permiten efectuar aperturas y cierres en circuitos eléctricos, a diferencia de que la intensidad máxima soportada por sus contactos es mayor en el caso de los contactores.

La ventaja principal de los contactores, radica en que el accionamiento es realizado con circuitos de baja potencia.

Las características principales sobre sus contactos de fuerza son la intensidad y tensión que los atraviesa, es decir la potencia, y el número de contactos que dispone.

Además de los contactos de fuerza, según modelos, disponen de contactos auxiliares (NO o NC).

En cuanto a las características fundamentales de su bobina se debe tener en cuenta la tensión requerida para accionarlos, así como la intensidad consumida.

Por otra parte también se debe tener en cuenta la disponibilidad de contactos auxiliares (según modelo), para implementarlos en los circuitos de mando, y así tener constancia del estado en el que se encuentra.

En la Ilustración 6-1 podemos ver la tabla de una hoja de especificaciones técnicas, y observar

con qué facilidad se puede realizar la elección.

3-pole contactors for connection by screw clamp terminals or connectors

Standard power ratings of 3-phase motors 50-60 Hz in category AC-3 (θ ≤ 60 °C)							Rated operational current in AC-3 440 V up to	Instantaneous auxiliary contacts		Basic reference, to be completed by adding the voltage code (2) Fixing (1)	Weight (3)
220 V 380 V					660 V						
230 V 400 V	415 V	440 V	500 V	690 V	1000 V						
kW	kW	kW	kW	kW	kW		A				kg
2.2	4	4	4	5.5	5.5	–	9	1	1	LC1 D09●●	0.320
3	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5	–	12	1	1	LC1 D12●●	0.325
4	7.5	9	9	10	10	–	18	1	1	LC1 D18●●	0.330
5.5	11	11	11	15	15	–	25	1	1	LC1 D25●●	0.370
7.5	15	15	15	18.5	18.5	–	32	1	1	LC1 D32●●	0.375
9	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	–	38	1	1	LC1 D38●●	0.380
11	18.5	22	22	22	30	22	40	1	1	LC1 D40●●	1.400
15	22	25	30	30	33	30	50	1	1	LC1 D50●●	1.400
18.5	30	37	37	37	37	37	65	1	1	LC1 D65●●	1.400
22	37	45	45	55	45	45	80	1	1	LC1 D80●●	1.590
25	45	45	45	55	45	45	95	1	1	LC1 D95●●	1.610
30	55	59	59	75	80	65	115	1	1	LC1 D115●●	2.500
40	75	80	80	90	100	75	150	1	1	LC1 D150●●	2.500

Tabla 6-1 Hoja de especificaciones técnicas contactor.

En el caso de los relés, las especificaciones mínimas requeridas para su correcta elección son la intensidad máxima soportada por sus contactos, la potencia eléctrica de su bobina, el número de contactos, así como la configuración de estos.

Ilustración 6-10 Relé y base relé

6.1.1.4. Bases y clavijas de conectores.

6.1.1.4.1. CETAC (Tipo PK)

Las tomas de corriente para instalaciones de baja tensión CETAC, están diseñadas de acuerdo con las normas UNE-EN60309-1 y UNE-EN60309-2.

La gama se presenta en 2P+T, 3P+T y 3P+N+T, en versiones de superficie, tras-cuadro, base conectora y clavija.

Todas llevan contacto de tierra que conecta antes y desconecta después que los contactos activos.

Disponen de enclavamiento mecánico.

Ilustración 6-11 Bases y clavijas PK

Están provistos de bridas prensa cables para asegurar una perfecta sujeción de los conductores. Evitando que la tensión ejercida para su extracción, en caso de tirar de la manguera, provoque una ausencia de continuidad.

6.1.1.4.2. Schuko (Tipo F).

Este tipo de tomas de corriente suele emplearse para tensiones de 230V AC con una intensidad máxima admisible de 16A.

A parte de ser de uso doméstico, dicho tipo también existen formatos para el uso industrial.

Básicamente debemos de tener en cuenta el Grado de Protección (IP).

Ilustración 6-12 Base F

6.1.1.5. Ventilación.

Para conseguir una refrigeración óptima del armario eléctrico, en caso de no disponer de buena ventilación natural, se suele instalar ventiladores y extractores en lugares estratégicos para generar un flujo de aire favorable a través de las partes más sensibles a las altas temperaturas, es decir, se genera una ventilación forzada.

Ilustración 6-13 Ventilador y filtro.

A la hora de la compra, deberemos de conocer necesidades del sistema de ventilación tales como el caudal de aire mínimo requerido y grado de protección IP. También es determinante el espacio disponible, para que en función del caudal requerido se escoja las dimensiones más apropiadas.

La tensión de trabajo del motor que hace girar las aspas, será aquella que mejor se adapte a los recursos del circuito, ya que ésta no es influyente sobre la funcionalidad obtenida.

6.1.1.6. Mando y señalización.

La parte que permite al operador de maquina comandar la atracción en la forma deseada se compone de diversos mecanismos los cuales, en su gran mayoría, serán de fácil selección gracias a la diversidad de catálogos disponibles en el mercado.

Puesto que la funcionalidad y las características que presentan los mecanismos de distintos fabricantes es similar, en este caso, para la descripción se utilizara el catálogo de Schneider –Control industrial y automatización 2012/2013-.

6.1.1.6.1. Pulsadores, selectores, bases y contactos NO/ NC.

Se implementaran pulsadores con diversas características, pero todos compartirán ciertas características como el tipo de pulsador (Rasante) y la forma de la cabeza (Ø22mm).

Ilustración 6-14 Pulsador verde

Se dispondrá, dependiendo de su funcionalidad de pulsadores de color rojo y verde para las funciones de parada y marcha respectivamente. En este último los pulsadores serán equipados con iluminación led, la cual será visible gracias a las cabezas translucidas.

La tensión de los bloques luminosos deberá ser seleccionada según conveniencias del circuito.

Los selectores se deberán escoger de tantas posiciones fijas como se precise, y de un color que no genere confusión con las funciones de parada, como p.ej. negro.

Ilustración 6-15 Selector negro

Los bloques de contactos existen normalmente abiertos (NO) y normalmente cerrados (NC), y puesto que el uso de estos es restringido a maniobras de control, sus limitaciones de potencia no son relevantes.

Como método de sujeción para los pulsadores y selectores, de soporte para los bloques de contactos y como método de unión entre ambas partes mencionadas se dispondrá de bases de fijación, las cuales son compatibles para todos los mecanismos de mando y señalización, salvo excepciones.

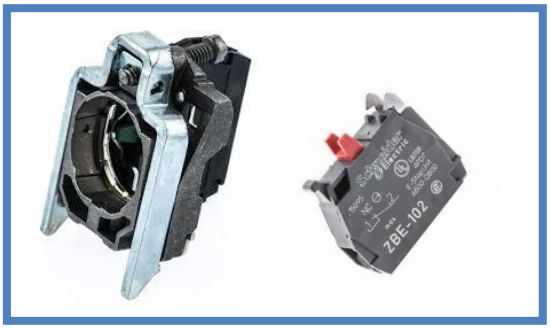


Ilustración 6-16 base y contacto NC

6.1.1.6.2. Pilotos.

En todo panel de mandos es de gran ayuda poder visualizar el ciclo de ejecución en el que la maquina se encuentra. Por lo que entre sus distintas y variadas aplicaciones de estos, se emplearan como indicador de tensión de alimentación, así como indicadores del programa seleccionado, gracias a su compatibilidad con los pulsadores.

Ilustración 6-17 bloque de iluminación.

6.1.1.6.3. Seta emergencia.

Este dispositivo es empleado para proporcionar mayor seguridad a la instalación, por dicho motivo es conveniente, además del giro, reforzar la seguridad a la hora de rearmar una parada de emergencia.

La seta dispone de una seguridad adicional para limitar el rearme únicamente en posesión de la llave del dispositivo.

Ilustración 6-18 Sete emergencia con llave

6.1.1.6.4. Joystick.

Ilustración 6-19 Joystick

Una de las principales características que debemos de analizar para una primera criba en la búsqueda de joystick, es el número de posiciones que permite y la concomitancia de los contactos en ciertas posiciones.

Otros parámetros de interés son la robustez, la sensibilidad y precisión del dispositivo.

6.1.1.6.5. Potenciómetros.

Ilustración 6-20 Potenciómetro 2K2

Los potenciómetros forman parte de la maniobra de los variadores de frecuencia, por tanto, se debe se revisar las especificaciones del variador a la hora de elegir el parámetro de mayor relevancia, su valor óhmico.

Otro aspecto a considerar, y que a priori no aparenta crucial, pero que a la larga puede serlo, es el tipo de conexión. Y es que este componente estadísticamente es más propenso a sufrir desgaste por el uso.

En caso de requerir ser soldado implica mayor complejidad que si dispone de bornero de conexión con tornillos a la hora de instalarlo, al igual que desoldarlo cuando sea preciso reemplazarlo.

6.1.2. Equipos electrónicos.

6.1.2.1. Variadores de frecuencia.

Un variador de frecuencia es un sistema electrónico para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia y la tensión de alimentación suministrada al motor.

La regulación por variación de la frecuencia consiste en variar la frecuencia f1 de las corrientes del estator con lo que se modifica la velocidad de sincronismo de la máquina.
Este sistema permite variar la velocidad de forma continua entre un amplio margen de velocidades. Para frecuencias por debajo de la asignada interesa variar la tensión del estator en función de la frecuencia de forma que el flujo por polo sea el mismo para todas las

frecuencias. De esta manera se consigue que para todas las frecuencias el par que suministra la máquina a la corriente asignada sea el mismo (el par asignado) y que también a todas las frecuencias el par máximo sea el mismo. Para frecuencias por encima de la asignada no se puede mantener el flujo por polo constante porque entonces la f.e.m. sería mayor que en condiciones asignadas, lo que conllevaría que la tensión en el estator fuera superior a la asignada. Por lo tanto, para frecuencias por encima de la asignada se mantiene el valor eficaz de las tensiones del estator igual al asignado.

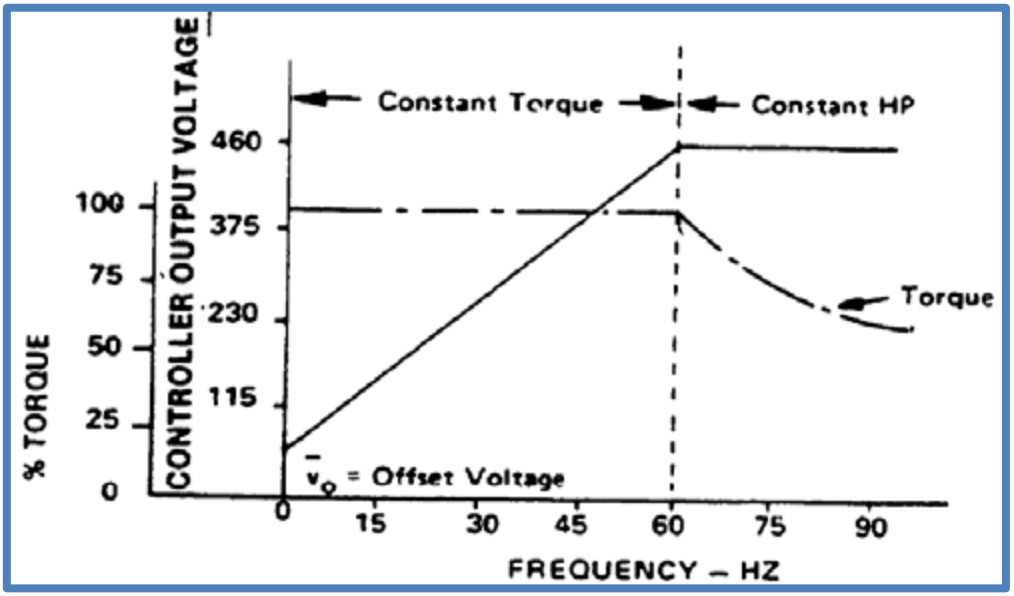


Ilustración 6-21 Curva %Par-Tensión/frecuencia

El rango óptimo de operación de un conjunto motor-variador es de 15Hz a 90Hz.
Principalmente, se debe de adquirir priorizando el tipo de alimentación de entrada, el tipo y potencia del motor, el tipo y número de E/S tanto analógicas como digitales.

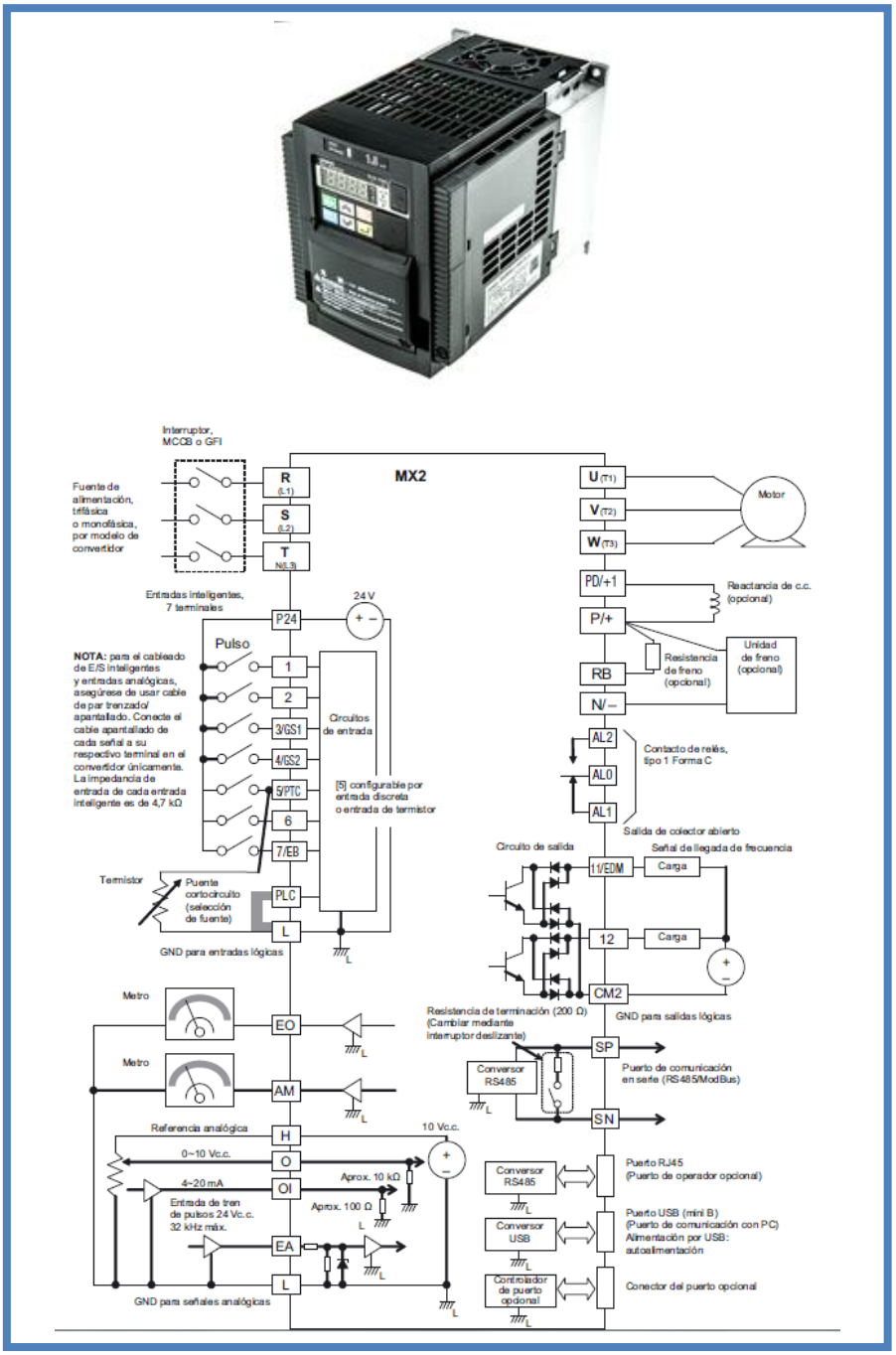


Ilustración 6-22 Variador de frecuencia 1.5kW Omron.

6.1.2.2. Fuentes de alimentación.

Una fuente de alimentación se define como un dispositivo capaz proporcionar una corriente continua estabilizada, obteniéndola a partir de la conversión de la tensión de entrada con forma de onda alterna.

Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada, y en dicha característica las fuentes conmutadas son eficientes.

Además, se considera obvio, ya que es el fin de su utilización, tener en cuenta el o los niveles de tensión suministrados por el aparato.

Ilustración 6-23 Fuente Alimentación 24V Telemecanique.

6.1.2.3. Contadores.

Un contador es un circuito en el que sus salidas siguen una secuencia fija que cuando acaba vuelve a empezar. Cuentan sucesos representados por cambios de nivel o impulsos.

En la hoja de especificaciones se debe de consultar el rango de trabajo en parámetros eléctricos como la intensidad demandada, el voltaje y frecuencia de trabajo.

Además, encontraremos las dimensiones y el de los dígitos, así como el método de sujeción.

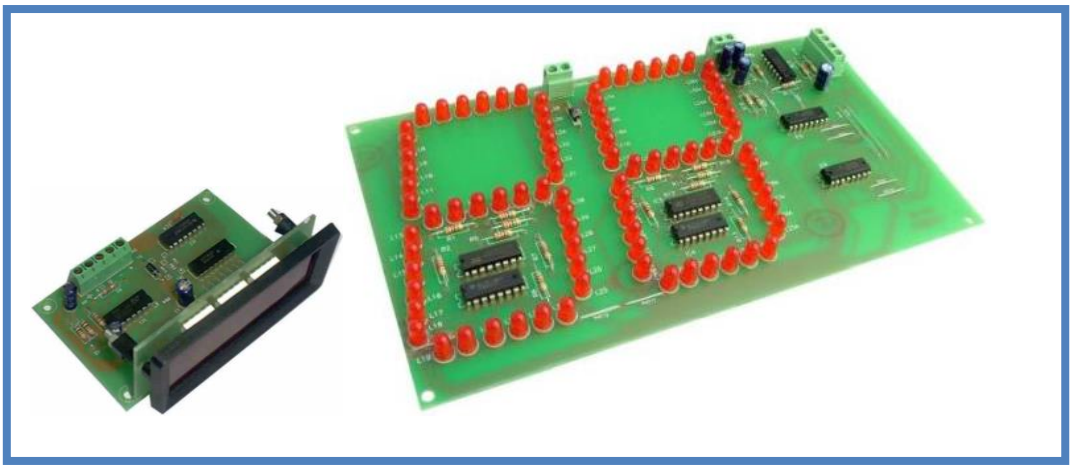


Ilustración 6-24 Contadores Cebek.

6.1.3. Equipos electrónicos programables. PLC.

Para grandes y complejas aplicaciones la adquisición del PLC que más se adapta a nuestras necesidades es una labor compleja y laboriosa, pero para la aplicación dada, principalmente deberemos de seleccionar en función de parámetros como:

- Número, tipo y características de las entradas E/S.
- Tipo de alimentación.
- Software y lenguaje de programación.

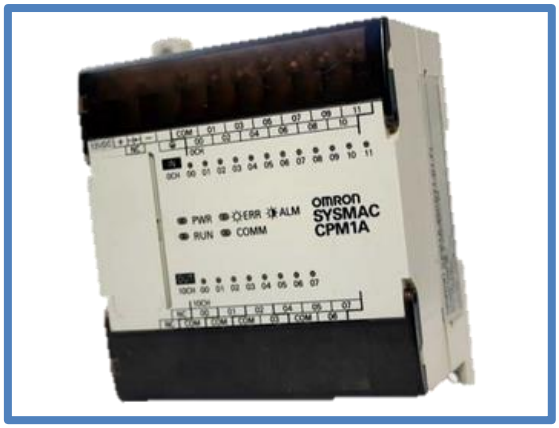


Ilustración 6-25 PLC Omron CPM1A.

6.4.1. Componentes auxiliares.

6.1.4.1. Conductores.

Los conductores eléctricos, puesto que ofrece baja resistencia al paso de la corriente, son los encargados de realizar la interconexión de los distintos componentes del circuito.

Cuando hablamos de un conductor de cobre, además del material propiamente dicho debemos de tener en cuenta el tipo de aislamiento que lo protege frente a contactos directos.

Deben ser seleccionados según Norma, para que garanticen un nivel de seguridad suficiente, bien sea por el tipo de aislamiento o por su sección.

La sección del conductor, requiere una especial atención, ya que ésta determinara el límite máximo de corriente que lo puede atravesar de forma segura, evitando sobrecalentamientos e incluso el riesgo de llama.

Dentro del conjunto, se puede diferenciar dos subgrupos dependiendo en el tipo de esquema en el que se empleen, fuerza o mando. Ya que aunque pertenecer a un mismo esquema no implica que posean idénticas características y prestaciones, si guardarán ciertas similitudes.

6.1.4.2. Anillo colector.

La implementación de un anillo colector permite la conductividad eléctrica través de una serie de escobillas y pletinas conductoras las cuales giran sobre un eje de revolución. De lo contrario, si la conexión se realiza median hilo conductor, al producirse el giro de del eje dicho conductor sería enrollado, provocando la destrucción del mismo.

Una de las características eléctricas fundamentales es la intensidad máxima que lo puede atravesar. En cuanto a las características mecánicas debemos de tener en cuenta las dimensiones de cada una de las partes que lo conforman, así como el grado de protección.

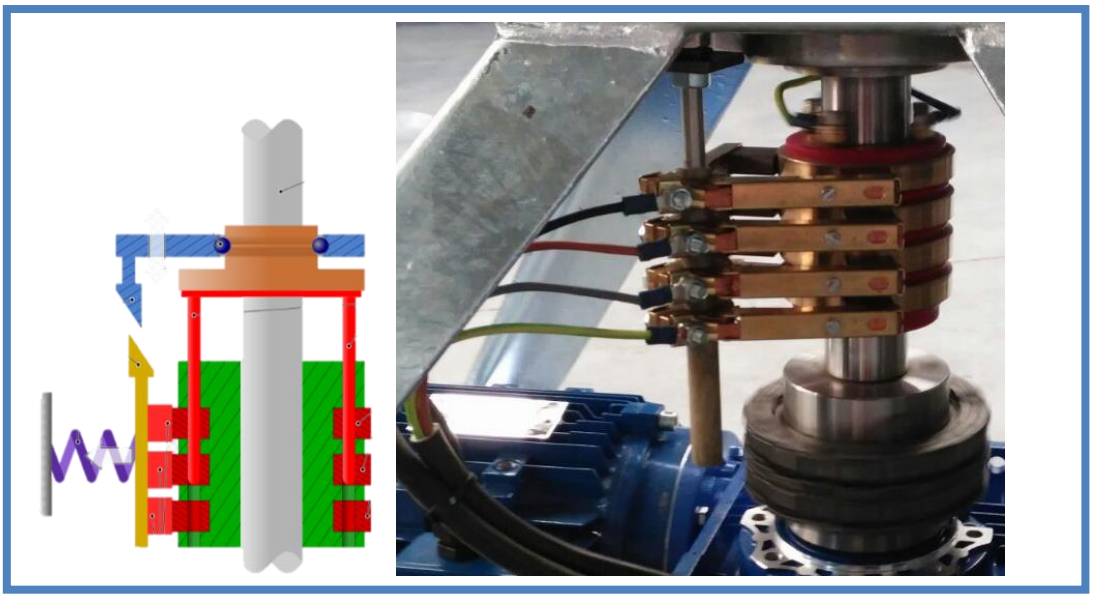


Ilustración 6-26 Anillo colector.

6.1.4.3. Envolventes.

Cuando se habla de envolventes en el ámbito eléctrico se refiere, a todo elemento que asegura la protección del equipo contra ciertas influencias externas y la protección contra contactos directos en cualquier dirección de cualquier cosa, objeto y/o ser vivo.

Una envolvente puede ser:

- Un armario o caja, montado en la máquina o separada de la máquina.
- Un compartimento constituido por un espacio cerrado que forma parte de la estructura de la máquina.

6.1.4.3.1. Armario.

El armario eléctrico, denominado armario puesto que se situara sobre el suelo, alberga placa donde se fijan todos los componentes, en ocasiones gracias a la ayuda de perfiles estandarizados.

Debe disponer de un acceso que requiera la utilización de una llave para su apertura, garantizando así la seguridad del equipo y evitando manipulaciones no autorizadas del mismo.

Éste debe estar dotado de suficiente rigidez y estabilidad para soportar los esfuerzos mecánicos (Grado protección IK) producidos principalmente por el peso de los elementos

(aparamenta, placa, etc.) que se sitúan en él. Los armarios se pueden seleccionarse en función de:

- Las dimensiones.
- Los tipos de acceso.
- El material del armazón.

Ilustración 6-27 Armario TM.

No como envolvente, pero si como parte asociada al armario eléctrico, se encuentra una parte del equipo como son los perfiles. Estos mencionados son soportes para la aparamenta. Deben ser rígidos y resistentes a la corrosión, además de amagnéticos. Los principales materiales usados son el aluminio y el acero. Permiten colocar fácil y rápidamente los aparatos debido a que sus geometrías tienen unas medidas estándar según las normas EN 50035, 50022 y DIN 46277.

Es recomendable el uso de perfiles ya agujereados de fábrica para reducir su peso y el tiempo de mecanizado en el proceso de implementación, ya que no hay que taladrarlos.

Tras dicha asociación componen un bloque del conjunto que queda listo para la adaptación de la aparamenta sobre la placa del armario.

6.1.4.3.2. Canaletas.

Se definen como un sistema de envolventes cerradas provistas de un fondo con una cubierta extraíble destinada para la protección completa de los conductores aislados o de los cables, así como al emplazamiento de otros equipos eléctricos. Están hechas de materiales plásticos y por ellas discurren los cables que conectan

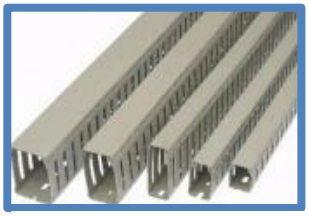


Ilustración 6-28 Canaleta ranurada

los diversos aparatos.

El tamaño dependerá del número de cables que canalizara y de la sección de los mismos.

6.2. Esquema de fuerza o potencia.

Circuito que transmite la energía desde la red de suministro a las unidades del equipo utilizadas directamente para el trabajo efectuado por la máquina y a los transformadores que alimentan los circuitos de mando.

El esquemático de fuerza es la parte que refleja el tipo de distribución para energizar los distintos sub-circuitos y las protecciones que existen sobre ellos.

Para la acometida se proporcionara una manguera de 50m con tres hilos conductores de dos coma cinco milímetros de sección transversal (3G2.5mm). La manguera dispondrá en cada extremo de clavijas estandarizadas según norma de 2P+T 16A, con el fin de evitar riesgos frente a contactos directos en el conector que porte la corriente hacia el armario eléctrico.

En el armario se debe disponer de la clavija macho compatible, la cual nos dejara perfectamente energizado nuestro circuito eléctrico.

Ya en el interior del armario, se dispondrá de un seccionador de carga general en cabeza de la instalación, en serie con un Dispositivo Diferencial Residual (DDR) o Interruptor Diferencial (ID) y un interruptor magnetotérmico.

A la salida del magnetotermico general se realizara la distribución a los fusibles de protección de los sub-circuitos del extractor, PLC, AC/DC (12V y 24V) y una clavija externa para la colchoneta inflable. Además, alimenta a los magnetotermicos de protección de cada uno de los variadores del circuito, pasando antes, tanto la fase como el neutro, por un contactor de seguridad el cual cortara la alimentación de los variadores en caso de una parada de emergencia producida por una situación de peligro.

Por último, se debe considerar como parte del circuito de fuerza la salida de las variadores hacia los motores. La conexión de cada uno de los motores con su correspondiente variador de frecuencia se realiza por medio de unas clavijas de superficie situadas en el armario, que a su vez se conectaran a mangueras de 10m (4G1.5mm) y las que llevaran la corriente hasta las clavijas macho situadas en la base de la estructura del mecanismo, y las que estarán conectadas directamente a los motores, con la particularidad de que en el caso del motor que reproduce el movimiento de trote pasara por un anillo colector de cuatro contactos.

6.3. Esquema de mando o maniobra.

Circuito utilizado para el mando, incluido el control, de la atracción y el equipo eléctrico.

Para una descripción minuciosa y detallada del esquema de maniobra lo dividiremos en distintos sub-circuitos como son la maniobra a 24V, la maniobra a 12V y la maniobra a 10V.

6.3.4. Maniobra 24 voltios.

La mayor parte del circuito de maniobra estará realizada a 24V, ya que tanto los relés, las entradas y salidas del PLC, las tarjetas de E/S de los variadores (salvo excepciones comentadas posteriormente) y el contactor de seguridad trabajan a la tensión mencionada.

El funcionamiento lógico del circuito se debe contemplar teniendo presente la programación que se encuentra corriendo bajo el PLC, por lo que para tener una mejor perspectiva de dicho esquema se recomienda acudir a los planos eléctricos.

6.3.5. Maniobra 12 voltios.

Ésta tensión de trabajo se ha implementado en el circuito debido a que la electrónica que controla ambos contadores ascendentes trabaja bajo dicha diferencia de potencial.

Para obtener un aislamiento total entre dicha maniobra y el resto del circuito se actúa sobre los contadores por medio de relés, y además las mangueras que se implementan entre los relés y los contadores deberán ser convenientemente apantalladas, para así evitar comportamientos anómalos de los mismos debidos a perturbaciones y ruidos no deseados.

En el caso de los cables de alimentación de 12V no es necesario, pero si recomendado añadir apantallamiento a dichos conductores.

6.3.6. Maniobra 10 voltios.

Ésta diferencia de potencial es requerida por los variadores de frecuencia para la implementación de las entradas analógicas por tensión.

Cabe destacar que no es necesario implementar un dispositivo AC/DC que nos proporcione dicha tensión, puesto que ciertos variadores, internamente, disponen de salidas de uso exclusivo para esta función.

6.4. Planos eléctricos.

Para el desarrollo de los esquemas eléctricos, se ha optado por el uso de una herramienta software de gran envergadura, la cual está ampliamente extendida en el mundo de la ingeniería como es "ePLAN electric P8".

Dicha herramienta es ideal para la documentación y el planeamiento de proyectos. Puede también ser utilizado para la gerencia de proyectos de automatización. El software ayuda en la generación de un informe detallado que se base en diagramas eléctricos. Estos informes son provechosos en crear el sistema de documentación comprensivo pues proporciona los datos cruciales por las fases subsecuentes del proyecto.

Ilustración 6-29 Logo ePLAN

7. Desarrollo software.

Previamente al inicio del desarrollo software que implementa la atracción, se debe determinar los requisitos del sistema para obtener la funcionalidad deseada.

Una vez conocidas todas las variables necesarias para obtener dicha funcionalidad, se puede proceder a la selección de le metodología más apropiada para dicho fin.

La elección del software de programación está totalmente condicionada por el hardware (PLC) adquirido, ya que deberemos de utilizar aquel que el fabricante facilita.

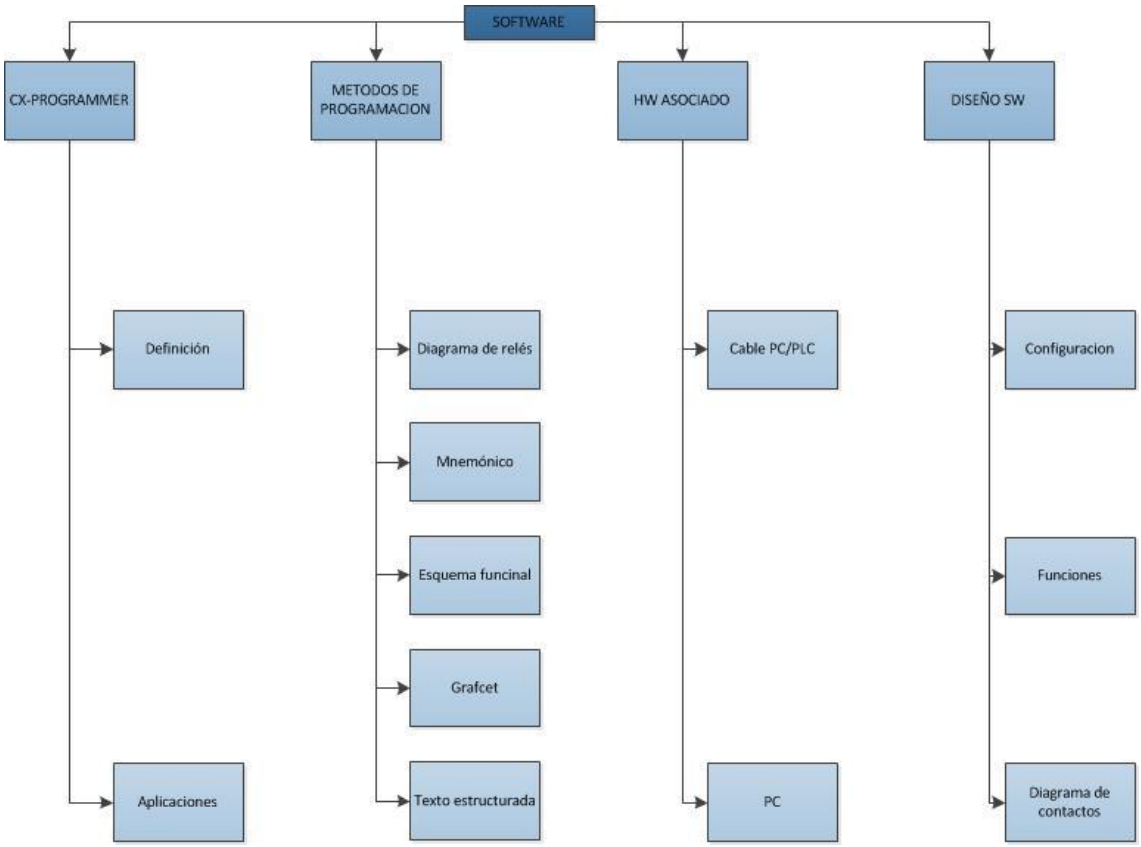


Ilustración 7-1 Diagrama software.

7.1. Cx-One.

El software CX-One permite a los usuarios elaborar, configurar y programar una serie de dispositivos como PLCs, Terminales Programables, sistemas Motion Control y redes con un solo paquete de software con una sola instalación y número de licencia. De este modo se reduce

considerablemente la complejidad de la configuración y permite que los sistemas de automatización se programen o configuren con una mínima formación.

Es un software diseñado para dar soporte a la programación de PLCs + HMI, redes, Motion Control, servos, regulación, conmutación y sensores. Apariencia común para la configuración de todos los dispositivos. Una sola instalación y número de licencia para todo el software. Entre otros incluye una herramienta de simulación con la que se pueden realizar pruebas previamente a la descarga del software sobre el PLC.

Cx-Programmer, es un software de programación para todas las series de PLC de Omron, el cual está totalmente integrado en el conjunto universal de programas CX-One.

Ilustración 7-2 Imagen corporativa CX-One.

7.2. Hardware requerido.

La conexión entre el PLC y el PC se realiza automáticamente mediante enlaces USB o serial.

Existe una parte hardware que no forma parte de la máquina, sino que es una herramienta requerida al software que permite la comunicación con el PLC. Éste es el cable que nos permitirá establecer conexión, volcar dicho software sobre el PLC y realizar monitorización on-line del ciclo de ejecución de nuestro programa.

Concretamente, y debido al tipo de PLC adquirido se precisa un cable diseñado por el fabricante para una correcta comunicación, el cual podemos ver detallado y referenciado en las ilustraciónes 7-3 y 7-4.

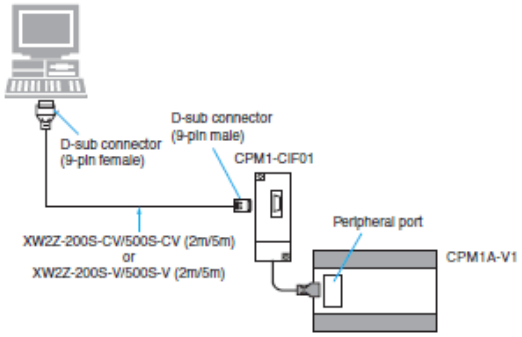


Ilustración 7-3 Conexión PC/PLC

Ilustración 7-4 CIF01 Omron.

Además, en caso de disponer instalado el software de programación sobre una computadora la cual no disponga de puerto serial, se precisara de un conversor USB-Serial.

Ilustración 7-5 Conversor USB-Serial Omron.

Cabe destacar que el cable que conecta el CIF01 con el PC, o en su defecto con el conversor USB/Serial, es posible implementarlo de forma fácil y sencilla, puesto que el fabricante facilita las conexiones necesarias para ello. Dichas configuración de pines de los conectores DB-9 se muestra en la ilustración 7-6.

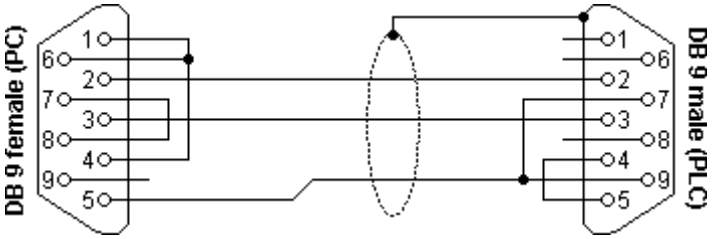


Ilustración 7-6 Cable PC/CIF01

Otra parte hardware, como se ha obviado con anterioridad, es un PC capaza de correr el software CX-Programmer, donde en el manual del programa se detalla los recursos y prestaciones mínimas requeridas para dicho fin.

7.3. Métodos de programación.

Cx-Programmer es capaz de correr simultáneamente varios programas creados con diferentes tipos de programación. Los diferentes métodos de programación son:

- Diagrama de Relés convencional (LD): Permite una representación de la lógica de control similar a los esquemas electromecánicos.
- Mnemónico: Las funciones de control vienen representadas con expresiones abreviadas. A pesar de no ser muy intuitiva la correspondencia con el esquema eléctrico, la fase de programación es más rápida.
- Esquema funcional: Cada función lógica tiene asociado un bloque funcional que realiza la operación correspondiente.
- Texto Estructurado (ST): Es un lenguaje de alto nivel de propósito general para expresar diferentes tipos de comportamientos relacionados con diferentes tipos de datos. Es particularmente útil para cálculos aritméticos complejos.
- Grafcet (SFT): Método utilizado en procesos secuenciales, cíclicos o repetitivos. Los estados y transiciones se implementan con funciones del autómata.

7.4. Diseño software.

7.4.1. Configuración.

Para la configuración del hardware sobre el software, Cx-programmer dispone de ventanas sencillas que de forma intuitiva permiten realizar dicha configuración en todas las unidades de PLC.

El proceso de configuración comienza en el momento en el que se crea un nuevo proyecto,

debiéndose configurar el tipo de dispositivo hardware, el tipo de CPU y el tipo de red empleada.

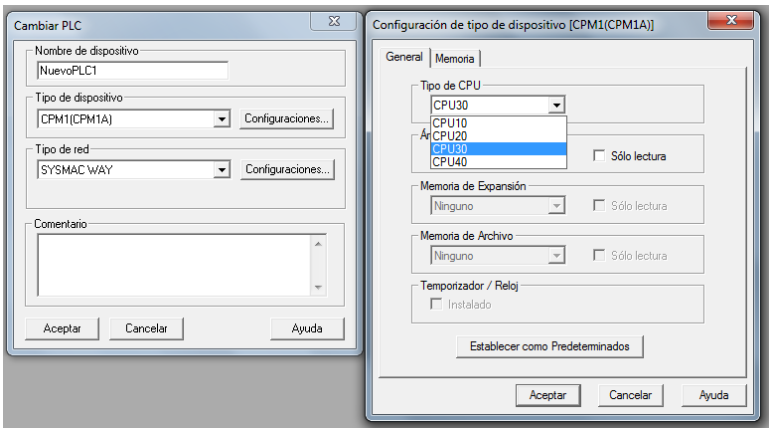


Ilustración 7-5 Configuración de dispositivo.

A continuación, una vez generado el proyecto, para dejar totalmente configurado el PLC, en el menú de árbol creado automáticamente sobre el margen izquierdo de la pantalla se debe acceder al apartado de configuración, donde principalmente, se predetermina el modo de arranque del PLC en marcha, para que cada vez que se inicialice el PLC arranque en dicho modo.

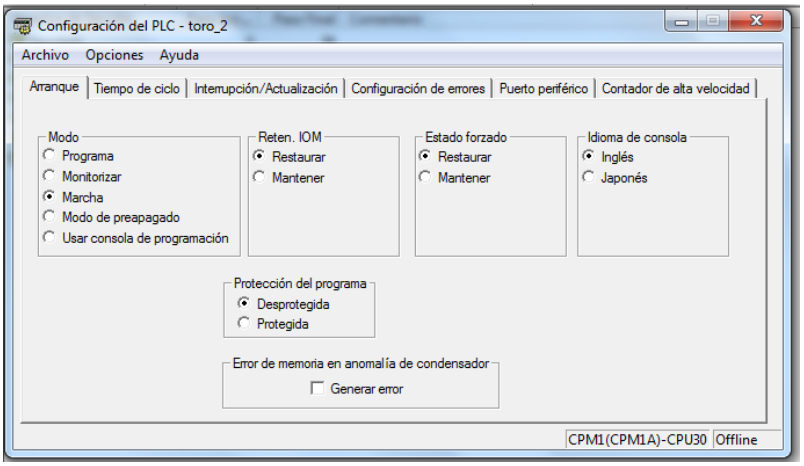


Ilustración 7-6 Configuración del PLC.

Una vez finalizada la configuración general, y antes de comenzar a desarrollar el código de ejecución, es aconsejable realizar una tabla de variables, la que nos permite implementar variables del programa en el código de forma más rápida y eficiente.

7.4.2. Descripción de funciones.

Para sacar mayor rendimiento al autómata programable, se debe tener cierto manejo de las

funciones básicas y específicas que implementa el software en sus librerías para conseguir un funcionamiento óptimo.

Para obtener información sobre todas y cada una de las funciones implementadas, se puede consultar la ayuda en el entorno de programación.

7.4.3. Diseño diagrama de contactos.

La programación de un PLC, gracias a los software de desarrollo, se convierte en una simple configuración mediante arrastrar y colocar.

El principio básico que correr correctamente el diagrama de relés que es enviado al PLC para que éste lo ejecute de manera constante e independiente, es el ciclo de programa. Este además de la ejecución del código está compuesto por:

Ilustración 7-7 Ciclo de Scan.

Para alcanzar el objetivo de la aplicación es recomendable obtener una visión general del conjunto utilizando un diagrama de flujo que muestre el comportamiento deseado.

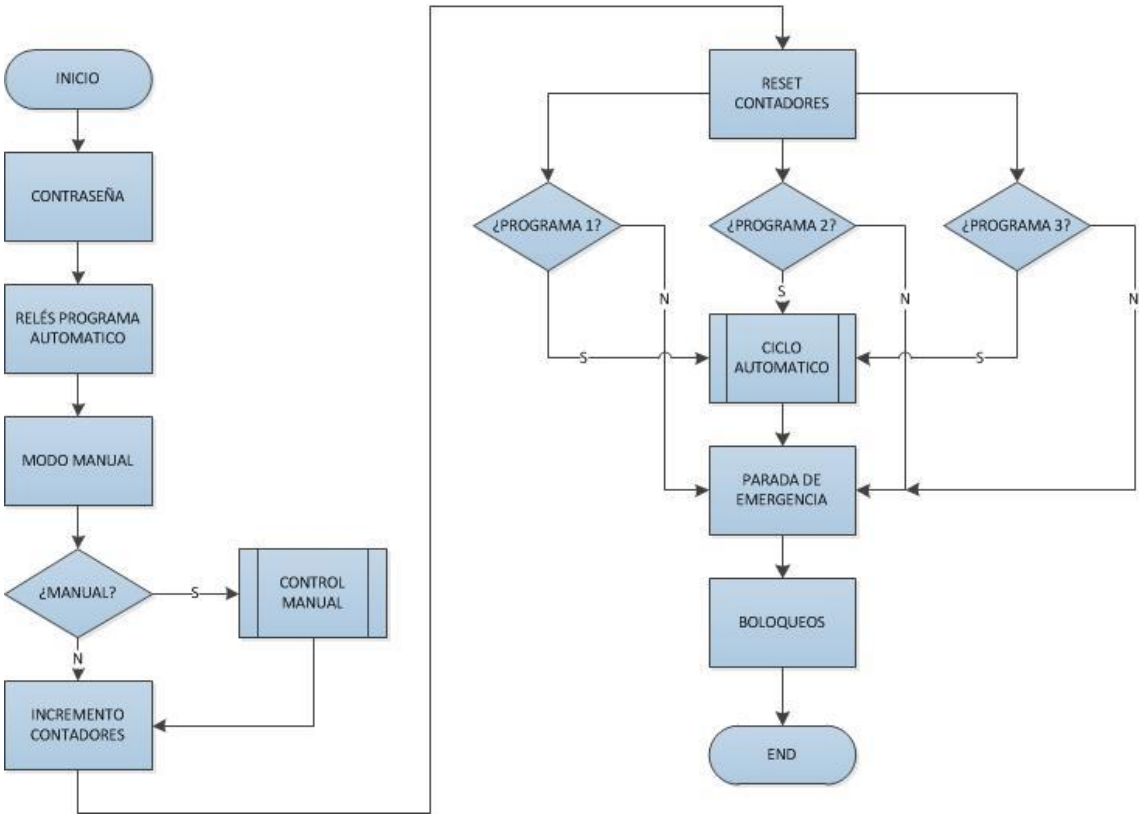


Ilustración 7-8 Ciclo de programa.

8. Diseño estético.

Cuando se hace referencia a la parte estética se refiere a todo aquello que queda visible cara al público, por dicho motivo, para presentar una buena imagen del producto final, además de los detalles de pintura y acabados del conjunto, se recomienda implementar un rotulado en el que además de reflejar cada una de las funciones del panel de mandos, se puede añadir un fondo que mejore su apariencia visual y su acabado final.

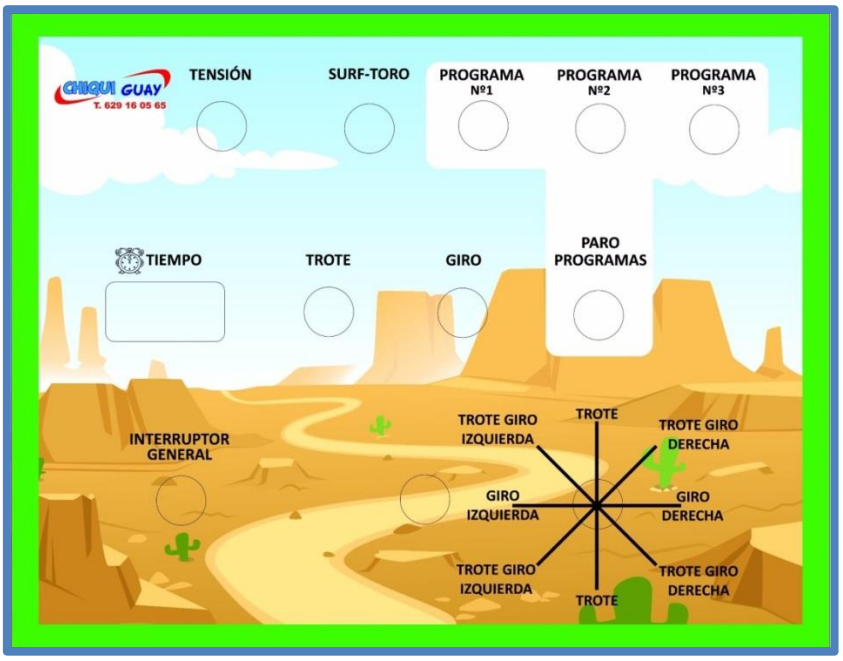


Ilustración 8-1 Rotulo panel de mandos.

Como muestra la ilustración 8-1 el diseño puede ser totalmente personalizable por el cliente, para que además de obtener una mayor satisfacción con el producto, pueda incluir publicidad de su empresa.

9. Selección de componentes.

Para la selección de componentes se realizara un análisis de las partes que así lo requieran y/o una justificación lógica de la adquisición.

9.1. Fuentes de alimentación.

Considerando la tensión requerida a la salida en cada una de las fuentes requeridas debemos de considerar la potencia de las mismas, por lo que teniendo en cuenta que estasmos hablando de corrientes continuas, únicamente deberemos de conocer el cosumo máximo requerido por los aparatos que se encuentren conectadas a dichas fuentes.

Haciendo uso de la fórmula:

$$P = V * I \begin{cases} P \rightarrow Potencia \\ V \rightarrow Tensión \\ I \rightarrow Intensidad \end{cases}$$

9.1.1. Fuente de alimentación 12V.

En el caso de la fuente con tensión de salida igual a 12 V, tomando como referencia las hojas de especificaciones técnicas del fabricante de los contadores, ya que éstos son los únicos dos dispositivos alimentados por dicha fuente, obtendremos el siguiente resultado:

$$I_{total} = I_{cd-1} + I_{cd-20}$$

$$I_{total} = 110 + 300 = 410\ mA = 0.41\ A$$

$$P_{12v} = I * V = 0.41 * 12$$

$$P_{12v} = 4.92\ W$$

Por tanto podemos definir la condición:

$$P_{f.a.\ 12v} \geq 15\ W$$

Como podemos observar la potencia requerida para dicha fuente es muy baja, de echo la mayor parte de las fuentes comercializadas en el mercado presentan valores de potencia de salida significativamente mayores.

Para la implementación se usa una fuente de 6W, y con el fin de proporcionar una mayor robustez y aumentar la vida útil de las fuentes al reducir a la mitad su carga nominal se coloca no una, sino dos fuentes de 6W en paralelo. De esta forma garantizamos una tensión más estable frente a picos en la demanda de intensidad.

9.1.1. Fuente de alimentación 24V.

Para la fuente de 24 V, se debe tener en cuenta el número y consumo de las entradas del autómata, de las entradas del variador, de los relés, el contactor y de los pilotos de señalización.

- Entradas del PLC:

  Partiendo de la fórmula de la potencia en corriente continua queda de tal forma:

$$P_{PLC} = I * V * n$$

Siendo n el número de entradas utilizadas, en este caso n= 9, a pesar de que es lógicamente imposible que se activen simultáneamente las nueve entradas ya que en el caso del joystick son parejas opuestas de posiciones, por lo que en el caso de ser significativamente relevante a la hora de la selección bien sea por precio o prestaciones se puede considerar.

En la hoja de especificaciones técnicas que se muestra en la ilustración 9-1 encontramos cuanta información se requiere.

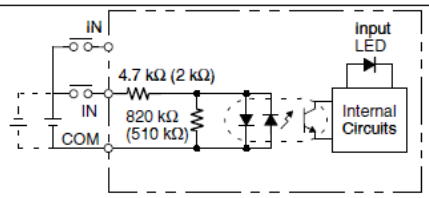
Item	Specifications	Circuit
Input voltage	24 VDC $^{+10\%}/_{-15\%}$	
Input impedance	IN00000 to IN00002: 2 kΩ Others: 4.7 kΩ	
Input current (typical)	IN00000 to IN00002: 12 mA Others: 5 mA	
ON voltage	14.4 VDC min.	
OFF voltage	5.0 VDC max.	
ON delay (see note 1)	1 to 128 ms max. (default: 8 ms) (see note 1)	**Note** The polarity of the input power supply can be either positive or negative. Resistance values in parentheses are for inputs IN00000 to IN00002.
OFF delay (see note 1)	1 to 128 ms max. (default: 8 ms) (see note 1)	

Ilustración 9-1 Especificaciones Entradas CPU.

Para el dimensionamiento se debe tomar el valor supuesto máximo. Por tanto:

$$P_{PLC} = I * V * n = 0.012 * 24 * 9$$

$$P_{PLC} \cong 2.6\ W$$

- Entradas variadores de frecuencia:

  En el caso de los variadores, partiendo de la fórmula de la potencia en corriente continua queda de tal forma:

$$P_{Variadores} = I * V * n * N$$

Siendo n el número de entradas utilizadas en cada variador, y N el número de variadores del circuito, en este caso n=4 y N=2.

En la hoja de especificaciones técnicas que se muestra en la ilustración 9-2 encontramos cuanta información se requiere, en este caso el fabricante proporciona la impedancia de las entradas.

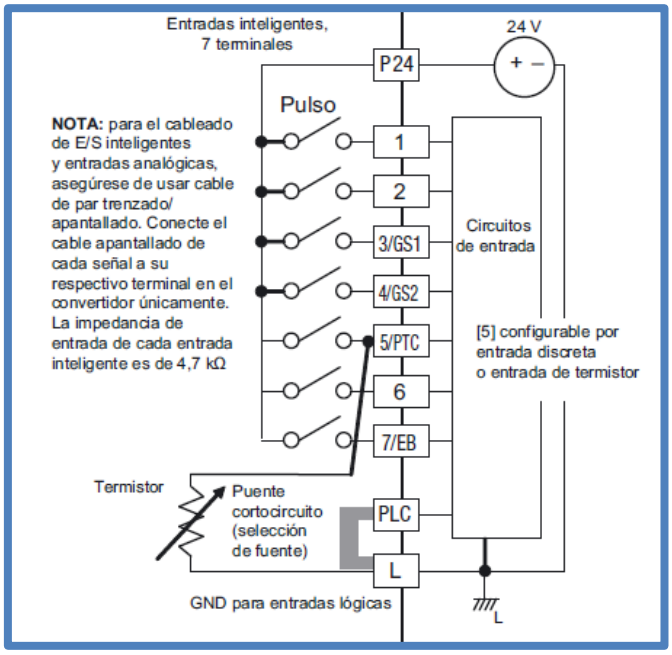


Ilustración 9-2 Especificaciones entradas variador.

Conocida la impedancia de entrada y gracias a la Ley de Ohm:

$$I = {}^{V}/_{R}$$

Sustituyendo la intensidad en la fórmula de la potencia queda de la siguiente manera:

$$P_{Variadores} = I * V * n * N = {}^{V^2 * n * N}/_{R}$$

$$P_{Variadores} = {}^{V^2 * n * N}/_{R} = {}^{24^2 * 4 * 2}/_{4700}$$

$$P_{Variadores} \cong 0.98\ W$$

- <u>Relés:</u>

  Para los relés, la fórmula de la potencia en corriente continua queda de tal forma:

$$P_{relés} = I * V * n$$

Siendo n el número de relés energizados por la fuente de alimentación, en este caso n=4.

En la hoja de especificaciones técnicas que se muestra en la ilustración 9-3 encontramos directamente el valor de la potencia consumida aproximada, además de los parámetro de intensidad de la bobina de cada relé a la tensión de trabajo.

Rated voltage		Rated current		Coil resistance	Coil inductance (reference value)		Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption (approx.)
		50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON	% of rated voltage			
AC	6 V	214.1 mA	183 mA	12.2 Ω	0.04 H	0.08 H	80% max.	30% min.	110%	1.0 to 1.2 VA (60 Hz)
	12 V	106.5 mA	91 mA	46 Ω	0.17 H	0.33 H				
	24 V	53.8 mA	46 mA	180 Ω	0.69 H	1.30 H				
	48/50 V	24.7/ 25.7 mA	21.1/ 22.0 mA	788 Ω	3.22 H	5.66 H				
	110/120 V	9.9/10.8 mA	8.4/9.2 mA	4,430 Ω	19.20 H	32.1 H				0.9 to 1.1 VA (60 Hz)
	220/240 V	4.8/5.3 mA	4.2/4.6 mA	18,790 Ω	83.50 H	136.4 H				
DC	6 V	151 mA		39.8 Ω	0.17 H	0.33 H		10% min.		0.9 W
	12 V	75 mA		160 Ω	0.73 H	1.37 H				
	24 V	37.7 mA		636 Ω	3.20 H	5.72 H				
	48 V	18.8 mA		2,560 Ω	10.60 H	21.0 H				
	100/110 V	9.0/9.9 mA		11,100 Ω	45.60 H	86.2 H				

Ilustración 9-3 Especificaciones bobina de relé.

Aplicando la fórmula de la potencia observamos que en el caso de relés a 24 VDC la potencia es igual a:

$$P_{relé} = I * V = 0.0377 * 24$$

$$P_{relé} = 0.9048\ W$$

Por tanto, a pesar de no ser una diferencia significante, se tomara el valor exacto, ya que este presenta un valor mayor. Resultando así la potencia consumida de todos los relés:

$$P_{relés} = P_{relé} * n = 0.9048 * 4$$

$$P_{relés} \cong 3.62\ W$$

- <u>Contactor</u>:

  Tomando como referencia las características técnicas del contactor, podemos obtener directamente la potencia consumida por la bobina de accionamiento de mismo.

$$P_{contactor} = 5.4\ W$$

- Pilotos de señalización:

  Para los pilotos luminosos led de señalización, la fórmula de la potencia se define como:

$$P_{pilotos} = I * V * n$$

  Siendo n el número de pilotos, para la ocasión n=3.

  El fabricante indica un consumo de 18 mA por piloto verde, y en este caso, los tres pilotos son verdes. Por tanto:

$$P_{pilotos} = I * V * n = 0.018 * 24 * 3$$

$$P_{pilotos} \cong 1.3\ W$$

Por tanto para dimensionar adecuadamente la fuente de alimentación de 24VDC realizaremos la siguiente operación, sumando todas las potencias que se han obtenido con anterioridad, las cuales serán demandadas a la salida de dicha fuente.

$$P_{24v} = P_{PLC} + P_{Variadores} + P_{relés} + P_{contactor} + P_{pilotos}$$

$$P_{24v} = 2.6 + 0.98 + 3.62 + 5.4 + 1.3$$

$$P_{24v} = 13.9\ W$$

Por tanto podemos imponer la condición:

$$P_{f.a.\ 24v} \geq 14\ W$$

9.2. Motor y reductor.

El objetivo fijado es conseguir una selección de los motores y reductoras de forma adecuada realizando el dimensionamiento oportuno.

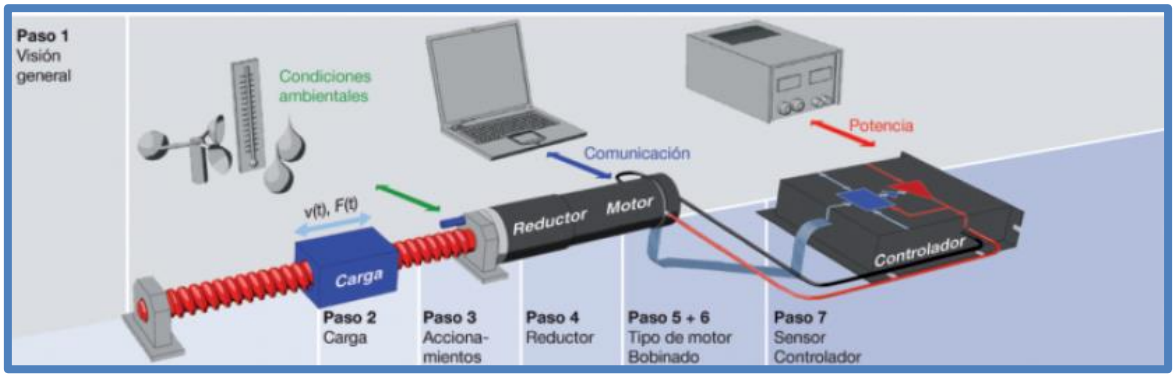


Ilustración 9-4 Pasos para la selección de motor.

Por lo general, los diversos aspectos están estrechamente relacionados entre sí, por lo que no es necesario pero si conveniente seguir el diagrama de flujo de la Ilustración 9-5.

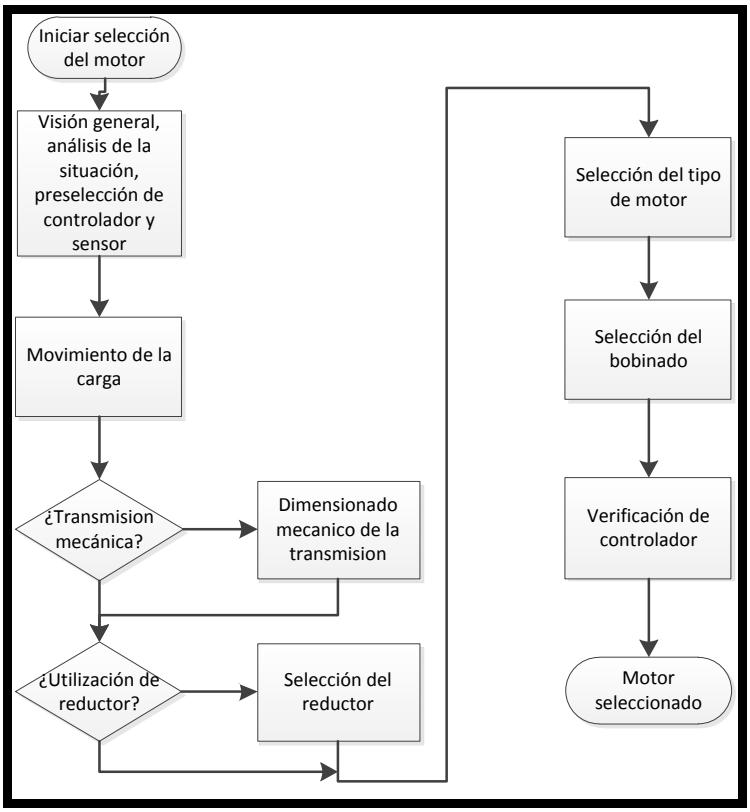


Ilustración 9-5 Diagrama de flujo para seleccionar motor

9.2.1. Visión general.

Antes de proceder a la selección propiamente dicha, será necesario cotejar la situación de transmisión de fuerza en su conjunto. Se definirán los márgenes de variación de los

parámetros clave.

Para comenzar de forma coherente se debe contemplar que requerimos movimientos de rotación, que se implementara un reductor de engranajes como tipo de transmisión.

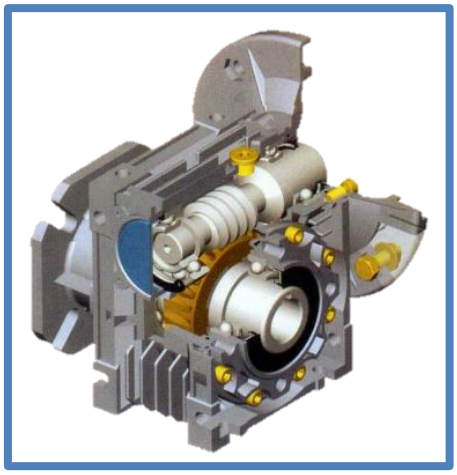


Ilustración 9-6 Reductora tornillo sinfin.

El parámetro a controlar es la velocidad de los motores, y puesto que no se requiere una gran precisión, podemos trabajar en lazo abierto utilizando variadores de frecuencia y tensión.

El motor deberá de cumplir los estándares de la norma pertinentes y presentar una cierta robustez eléctrica y mecánica.

Lógicamente no pueden perderse de vista las consideraciones económicas. Por ello debe de conformarse el sistema motor y de transmisión de forma económica, sin que ello menoscabe la tecnología y la vida útil requeridas.

9.2.2. Movimiento y tipo de carga.

Los movimientos a ejecutar se definen al establecer los requisitos de carga. Lo importante es definir los perfiles del movimiento y considerar cuales son los tiempos de funcionamiento con los que se puede contar.

Para establecer los respectivos puntos de trabajo (parejas de valores formadas por par y velocidad) son relevantes los correspondientes valores de pares de fuerza y fuerzas totales. Para ello deberán determinarse todos los pares y todas las fuerzas actuantes, que a su vez dependerán de los momentos de inercia y de los valores de aceleración.

Para la selección basta con determinar dichos valores con una exactitud del 10%.

9.2.3. Par de fuerza.

La ecuación que rige el par de aceleración de un momento de inercia, requerido en este caso por la carga se define como:

$$M_a = J * \alpha = J * \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = J * \frac{\pi}{30} * \frac{\Delta n}{\Delta t} \begin{cases} M_a \rightarrow Par\ de\ aceleración(Nm) \\ J \rightarrow Momento\ de\ inercia(Kg \cdot m^2) \\ \alpha \rightarrow Aceleracion\ angular \left(\frac{rad}{s^2}\right) \\ \omega \rightarrow\ Velocidad\ angular\ rad/s \\ n \rightarrow velocidad\ (rpm) \\ t \rightarrow tiempo\ (s) \end{cases}$$

El par querido para vencer la fricción de los cojinetes y rodamientos se puede simplificar en:

$$M_R = \mu * F_R * d_R \begin{cases} M_R \rightarrow Par\ de\ fricción(Nm) \\ \mu \rightarrow Coeficiente\ de\ rozamiento \\ F_R \rightarrow Carga\ en\ rodamientos(N) \\ d_R \rightarrow diametro\ rodamiento\ (m) \end{cases}$$

Para la estimación del par resultante podemos asumir que:

$$M_R \ll M_a \cong\ M_L$$

Donde M_L es el momento de la carga. Por consiguiente:

$$M_L = J * \frac{\pi}{30} * \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

Para obtener el valor de la inercia (J) tomaremos como aproximación de la geometría de la carga como un cuerpo cilíndrico macizo, por tanto:

$$J_x = \frac{1}{2} * m * r^2$$

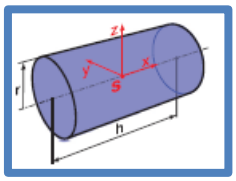


Ilustración 9-7 Cilindro macizo

Tomando valor por encima del valor nominal, podremos calcular la inercia con m=160kg y

r=0.5m.

$$J = J_x = \frac{1}{2} * 160 * 0.5^2 = 20\ kg \cdot m^2$$

Una vez obtenida la inercia de la carga, se grafica en base a la situación más desfavorable o extrema requerida en cuanto a velocidad/ tiempo (aceleración).

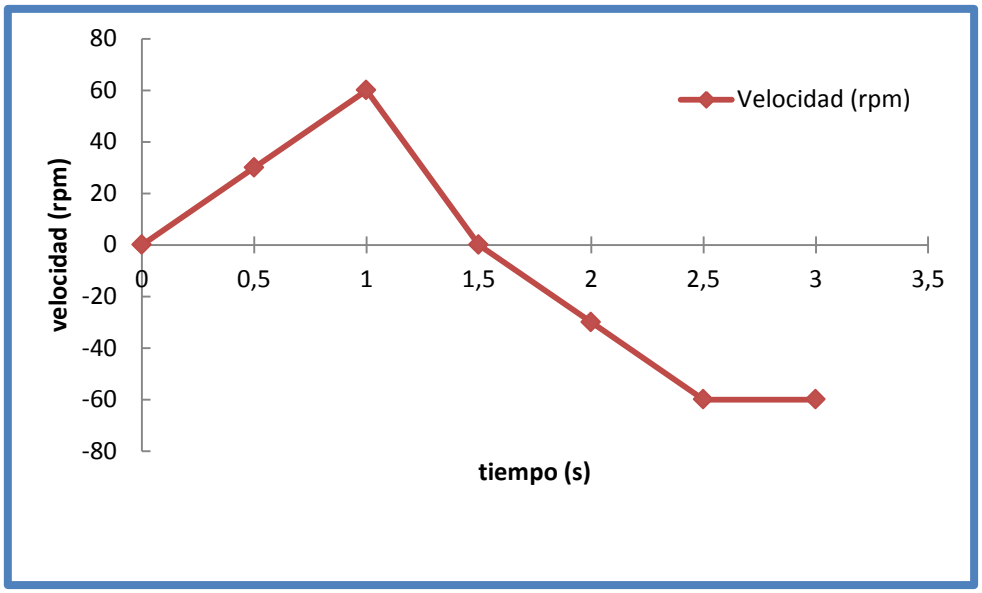


Ilustración 9-8 Grafica Velocidad vs Tiempo

t(s)	w(rpm)	w(rad/s)	a(rad/s^2)	M (Nm)	|M|(Nm)
0	0	0	0	0	0
0,5	30	3,141592654	6,28318531	125,663706	125,6637061
1	60	6,283185307	12,5663706	251,327412	251,3274123
1,5	0	0	0	0	0
2	-30	-3,14159265	-6,28318531	-125,663706	125,6637061
2,5	-60	-6,28318531	-12,5663706	-251,327412	251,3274123
3	-60	-6,28318531	-12,5663706	0	0

Tabla 9-1 Cálculos Par de fuerza

Volviendo al par(M_L) y tomando la aceleración máxima ($\Delta n/\Delta t_{\ máx}$), como muestra la Tabla 9-1, por lo que podemos asumir que:

$$\left|M_{L_{máx}}\right| = \left|J * \frac{\pi}{30} * \frac{\Delta n}{\Delta t}\right| = \left|J * \frac{\pi}{30} * \frac{n_{0,5} - n_0}{t_{0,5} - t_0}\right| = \left|20 * \frac{\pi}{30} * \frac{30 - 0}{0.5 - 0}\right| = 40\pi\ Nm$$

9.2.4. Transmisión.

El tipo de transmisión empleada condiciona el dimensionamiento y por consiguiente la selección del motor. Ya que el tipo de movimiento es de rotación, la conversión mecánica entre el motor y el mecanismo se realizara a través de una reductora, en concreto de ejes cruzados y tornillo sin fin. La potencia mecánica en el eje de salida de la reductora es:

$$P_L = \omega * M_L = \frac{2\pi}{60} * n * M_L \begin{cases} P_m \rightarrow\ Potencia\ mecénica\ de\ la\ carga\ (W) \\ M_L \rightarrow\ Torque\ \ (Nm) \\ n \rightarrow Velocidad\ (rpm) \end{cases}$$

De tal forma:

$$P_L = \frac{2\pi}{60} * n * M_L = \frac{2\pi}{60} * 60 * 40\pi = 80\pi^2$$

Existen relaciones generales trascendentales en la conversión mecánica del reductor que proporcionan dos parámetros influyentes en la selección del motor como son:

$$\eta_R = \frac{P_L}{P_m} * 100 \begin{cases} P_m \rightarrow\ Potencia\ mecénica\ del\ motor\ (W) \\ P_L \rightarrow\ Potencia\ mecanica\ de\ la\ carga\ (Nm) \\ \eta_R \rightarrow Rendimiento\ reductor\ (\%) \end{cases}$$

$$i = \frac{\omega_m}{\omega_L} = \frac{M_L}{\eta_R * M_m} \begin{cases} i \rightarrow Relación\ de\ reducción\ del\ reductor \\ \omega_L \rightarrow Velocidad\ angular\ de\ la\ carga\ (rad/s) \\ \omega_m \rightarrow Velocidad\ angular\ del\ motor(\ rad/s) \\ M_L \rightarrow\ Par\ de\ la\ carga(Nm) \\ M_m \rightarrow Par\ del\ motor\ (Nm) \end{cases}$$

Para la asignación del reductor más apropiado en cada caso, obtendremos la relación de reducción suponiendo diferentes velocidades nominales del motor en función de los pares de polos que disponga:

Suponiendo el rendimiento de la reductora, $\eta_R = 85\%$:

$$Si\ \omega_m = 2000\ rpm \rightarrow i = \frac{\omega_m}{\omega_L} = \frac{2000}{60} \cong 34\ ;\ M_m = \frac{M_L}{\eta_R * i} = \frac{40\pi}{0.85 * 34} \cong 4.4\ Nm$$

$$Si\ \omega_m = 1500\ rpm \rightarrow i = \frac{\omega_m}{\omega_L} = \frac{1500}{60} = 25\ ;\ M_m = \frac{M_L}{\eta_R * i} = \frac{40\pi}{0.85 * 25} \cong 5.92\ Nm$$

$$Si\ \omega_m = 1000\ rpm \rightarrow i = \frac{\omega_m}{\omega_L} = \frac{1000}{60} \cong 17\ ;\ M_m = \frac{M_L}{\eta_R * i} = \frac{40\pi}{0.85 * 17} \cong 8.7\ Nm$$

En este caso se tomara $\omega_m = 1500\ rpm \rightarrow \begin{cases} i = 25 \\ M_m = 5.92\ Nm \\ P_m = 930\ W \end{cases}$

La capacidad de sobrecarga del motor será un factor a considerar, pues el ciclo de carga puede exigir al motor que en ciertos momentos suministre mayor potencia de su potencia nominal. Esta capacidad es conocida como Factor de Servicio (FS).

$$F_S\ (Factor\ de\ Servicio) = F_U * F_D * F_A$$

	Factor de solicitación (Fu)		
Irregularidad del órgano conducido	Pequeña	Moderada	Grande
Motor eléctricos con par de arranque nominal	1	1,25	1,5
Motor eléctricos con fuerte par de arranque	1,25	1,5	1,8
Motores eléctricos con autofrenantes	1,5	1,8	2,25
Duración	Factor de duración (Fd)		
1000 horas	0,64		
2500 horas	0,8		
5000 horas	1		
10000 horas	1,25		
15000 horas	1,6		
20000 horas	2		
Frecuencia de maniobras	Factor de arranque (Fa)		
10 man./hora	1		
100 man./hora	1,2		
500 man./hora	1,5		
1000 man./hora	2		

Tabla 9-2 Cálculos factor de servicio

$$F_S = F_U * F_D * F_A = 1.25 * 1 * 1.2 = 1.5$$

Conociendo la relación de transformación valida, el par de torsión requerido y el factor de servicio que presenta la carga, ya estamos en total disposición de realizar la selección, teniendo en cuenta otros aspectos de funcionalidad, de dimensiones, de la ubicación, del entorno de trabajo, de mantenimiento, de eficiencia y rendimiento entre otros.

PRESTACIONES MOTOREDUCTOR

P_1 [kW]	n_2 [min^{-1}]	M_2 [Nm]	i	Fr_2 [N]	fs			
1.5	373.3	35	7.5	1873	2.7	**RSTV063**	**90S2**	62
	280	46	10	2061	2.1			
	186.7	66	15	2359	1.6			
	140	86	20	2597	1.2			
	112	105	25	2797	0.9			
	93.3	120	30	2973	1			
	120	105	7.5	3227	2	**RSTV075**	**100L6**	63
	90	137	10	3551	1.7			
	60	196	15	4065	1.2			
	56	189	50	4160	0.8	**RSTV075**	**90S2**	63
	46.7	218	60	4421	0.7			
	140	90	10	3065	2.2	**RSTV075**	**90L4**	63
	93.3	130	15	3509	1.5			
	70	168	20	3862	1.3			
	56	205	25	4160	1			
	46.7	233	30	4421	1			
	280	46	10	2433	3.1	**RSTV075**	**90S2**	63
	186.7	67	15	2785	2.2			
	140	87	20	3065	1.8	**RSTV075**	**90S2**	63
	112	106	25	3302	1.4			
	93.3	123	30	3509	1.4			
	70	158	40	3862	1			
	90	138	10	3929	2.7	**RSTV090**	**100L6**	64
	60	201	15	4498	2.1			
	45	258	20	4951	1.5			
	36	314	25	5333	1.2			
	30	358	30	5667	1.3			
	70	172	20	4273	2.1	**RSTV090**	**90L4**	64
	56	210	25	4603	1.6			
	46.7	239	30	4891	1.7			
	35	307	40	5383	1.2			
	28	368	50	5799	0.9			
	23.3	424	60	6163	0.8			
	56	194	50	4603	1.4	**RSTV090**	**90S2**	64
	46.7	227	60	4891	1.1			
	45	264	20	6256	2.7	**RSTV110**	**100L6**	65
	36	322	25	6739	2.4			
	30	363	30	7161	2.3			
	22.5	471	40	7882	1.7			
	18	565	50	8491	1.3			
	15	649	60	9023	1.1			

Ilustración 9-9 Catalogo reductores.

Como se muestra subrayado en la ilustración 9-9, ya se ha conseguido seleccionar una reductora en la que se satisfacen las propiedades mínimas requeridas. A continuación, en la ilustración 9-10, podemos ver los planos y acotaciones necesarias para el acoplamiento mecánico.

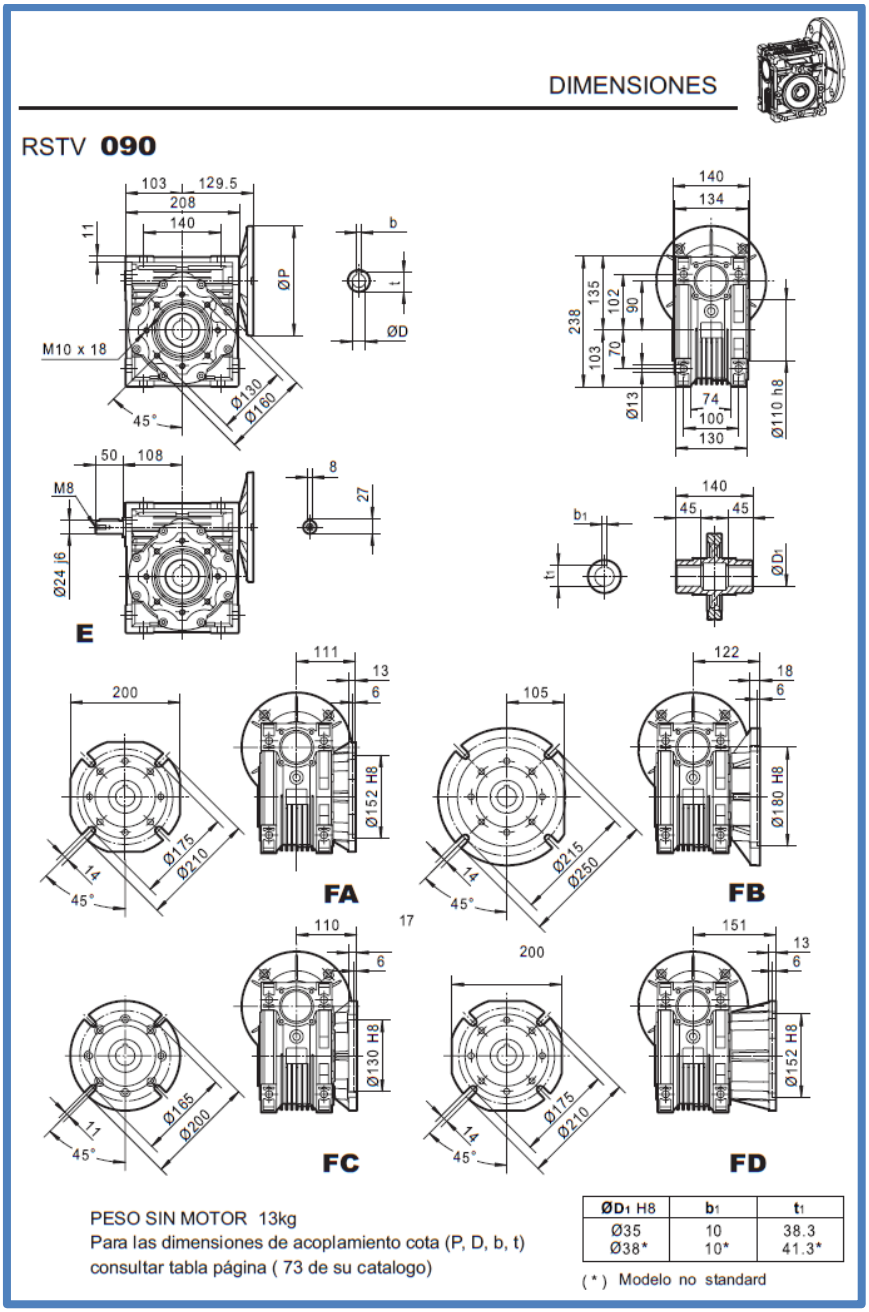


Ilustración 9-10 Catalogo reductores.

9.2.5. Motor eléctrico trifásico de jaula de ardilla.

Siguiendo las recomendaciones reflejadas en el catálogo técnico de reductoras, puesto que el mismo fabricante diseña y fabrica motores, éste hace referencia al motor más apropiado para

la reductora escogida.

En este caso debemos de comprobar que dicha recomendación se adapta a las características del sistema y cubre el rango de valor de los parámetros obtenidos, tales como:

- $M_m = 5.92\ Nm$
- $P_m = 930\ W$
- $\omega_m = 1500\ rpm$

Typ / Tipo	Bemes-sungs-leistung / Tensión asignada kW	Bemes-sungs-drehzahl / Velocidad asignada min^{-1}	Bemessungsstrom bei 230 V / Intensidad asignada a 230 V A	bei 400 V / a 400 V A	Wirkungs-grad η / Rendimiento η %	Leistungs-faktor cos φ / Factor de po-tencia cos φ	Bemessungs-moment / Par asignado Nm	Bei direkter Einschalt. Anzugs- zu Be-messungsmoment / En conexión directa Par de arranque/ Par asignado M_A/M_N	Anzugs- zu Be-messungsstrom / Intens. arranque/ Intens. asignada I_A/I_N	Massen-Trägheits-moment J / Momento de inercia J kgm^2	Gewicht / Peso kg	Maßbild B3, B5, B14 / Dibujo dimeniones B3, B5, B14 Seite/Pág.
Leerlaufdrehzahl 1500 U/min. - 50 Hz / **Velocidad sin carga 1500 r.p.m. - 50 Hz**												
56 KR 084	0,06	1370	0,6	1) 0,35	51	0,52	0,42	2,8	2,5	0,00015	3,5	83, 86, 93
56 NR 0124	0,09	1380	0,7	1) 0,4	57	0,57	0,62	2,7	2,9	0,00018	3,5	83, 86, 93
63 KR 0174	0,12	1380	0,9	1) 0,5	61	0,61	0,83	2,7	3,1	0,00022	4,5	83, 86, 93
63 NR 0254	0,18	1370	1,1	1) 0,65	64	0,66	1,25	2,4	3,2	0,0003	5	83, 86, 93
71 KR 0334	0,25	1400	1,4	1) 0,8	72	0,65	1,7	2,5	4,2	0,0006	6	83, 86, 93
71 NR 054	0,37	1400	1,9	1) 1,1	72	0,68	2,5	2,1	4,2	0,00075	7	83, 86, 93
80 KR 0754	0,55	1400	2,6	1) 1,5	73	0,73	3,75	2	4,1	0,0011	8,5	83, 86, 93
80 NR 104	0,75	1400	3,3	1) 1,9	74	0,77	5,1	2,2	4,7	0,0015	10	83, 86, 93
90 SR 154	1,1	1410	4,7	1) 2,7	74	0,81	7,5	1,9	4,4	0,0022	15,5	83, 86, 93
90 LR 204	1,5	1420	5,9	1) 3,4	79	0,83	10	2,2	5,7	0,003	18,5	83, 86, 93
100 LI 304	2,2	1420	9	1) 5,2	80	0,78	15	2,3	5,9	0,0045	21	83, 86, 93
100 LIB 404	3	1420		1) 6,9	81	0,78	20	2,6	6,1	0,006	25	83, 86, 93
112 MI 554	4	1430		1) 8,6	84	0,81	27	2,8	7	0,012	32	83, 86, 93
132 SI 754	5,5	1440		1) 11,5	84	0,83	36,5	2,7	6,1	0,023	46	83, 86, 93
132 MI 1004	7,5	1450		1) 15,5	85	0,84	49,5	2,7	6,4	0,032	52	83, 86, 93
132 MIB 1204	9	1435		1) 18,5	85	0,84	60	2,5	6,1	0,034	55	83, 86, 93
160 MI 1504	11	1460		1) 22	88	0,85	72	2,4	6,9	0,062	86	83, 86
160 LI 2004	15	1460		1) 30	88	0,86	98	2,6	6,6	0,083	104	83, 86
180 M 2504	18,5	1460		1) 34,5	90	0,86	121	2,5	6,8	0,09	136	84, 87
180 L 3004	22	1465		1) 42	91	0,84	143	2	6,5	0,138	170	84, 87
200 L 4004	30	1465		1) 55,5	92	0,85	196	2	7	0,168	220	84, 87
225 S 5004	37	1470		1) 76	93	0,86	240	2	7	0,275	270	84, 87
225 M 6004	45	1470		1) 81	93	0,86	292	2	7	0,313	300	84, 87
250 M 7504	55	1475		1) 98,5	94	0,86	356	2,2	7	0,525	375	84, 87
280 S 10004	75	1480		1) 134	94	0,86	484	2	7	0,95	520	84, 87
280 M 12504	90	1480		1) 160	95	0,86	581	2,1	7	1,1	560	84, 87
315 S 15004	110	1485		1) 194	95	0,86	707	1,8	7,5	1,96	740	84, 87
315 M 18004	132	1485		1) 233	95	0,86	849	1,8	7	2,27	840	84, 87
315 MX 22004	160	1480		1) 279	95	0,87	1032	1,8	7	2,73	1000	85, 88
315 MY 27004	200	1485		1) 342	96	0,88	1286	2	7,5	4,82	1200	85, 88
315 L 34004	250	1485		1) 417	96	0,89	1608	2	8	5,93	1510	85

Ilustración 9-11 Catalogo motores eléctricos.

Se debe tomar el motor con potencia de 1,5 KW ya que si observamos su rendimiento, y teniendo en cuenta que hace referencia a potencia eléctrica, la cual responde a la siguiente ecuación:

$$\eta_m = \frac{P_m}{P_e} * 100 \begin{cases} P_m \rightarrow \ Potencia\ mecénica\ del\ motor\ (W) \\ P_L \rightarrow \ Potencia\ mecanica\ de\ la\ carga\ (Nm) \\ \eta_m \rightarrow Rendimiento\ motor\ (\%) \end{cases}$$

$$P_e(\eta_m = 83\%) = \frac{930}{83} * 100 \cong 1121\ W$$

Es evidente ya que el inmediato inferior al subrayado en la ilustración 9-11, en términos de potencia, presenta menor rendimiento y por tanto presenta resultados más desfavorables, aunque ambos cumplan suficientemente con el Par requerido, no se debe seleccionar al límite de su potencia nominal ya que por fatigas y calentamiento disminuye considerablemente la vida útil del mismo.

Una vez seleccionado podemos observar la inercia que el rotor del motor presenta, y cerciorarse de su bajo valor, por ello:

$$J_m \ll J_L \cong J$$

Nota: Debido a que la atracción es móvil, y con el fin de reducir el stock necesario de repuestos para la atracción, pese a que los cálculos anteriormente desarrollados son basados en el motor principal de la atracción, el motor secundario implementado será similar al secundario. Quedando así sobredimensionado, pero aportando ventajas principalmente por su portabilidad ya que reducimos a uno los repuestos necesarios para incorporar en las mudanzas de dicha atracción, repuestos de todos los dispositivos asociados a dicho motor (variadores, conectores y protecciones)

9.3. Variadores.

En primera instancia, los parámetros fundamentales a la hora de seleccionar un variador de frecuencia son la potencia del motor ($P_e = 1.5KW$), la tensión de alimentación del mismo ($V_{out} = 400V$), la alimentación del variador ($V_{in} = 230V$).

El resto de parámetros, hoy día, pasan a un segundo plano. Esto es debido a que la inmensa mayoría de los variadores comercializados presentan, en este caso suficientes, tanto entradas como salidas bien sean digitales o analógicas.

9.4. Otros dispositivos y componentes.

La selección del cableado (circuitos de control, de mando y potencia), la aparamenta de mando y señalización, electrónica y equipos programables, envolvente (grados de protección, emplazamiento y montaje) y protecciones (Interruptores diferenciales, magnetotermicos y seccionadores), para su correcto dimensionado se ha seguido el manual recopilatorio de normas que ha sido recopilado y redactado por Tecnicsuport siguiendo las normas de obligado cumplimiento referentes a la seguridad en las máquinas, conjuntos de

aparamenta montados en fábrica y reglas del buen hacer basadas en directivas comunitarias, combinadas con la experiencia profesional de grandes instaladores y cuadristas del sector, siempre que se cubran las necesidades, requisitos y prestaciones de la instalación.

10. Presupuestos.

10. PRESUPUESTOS

PROVEEDOR	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UD.(€)	SUBTOTAL(€)	DTO (%)	TOTAL(€)
ELECTROMAIN	PLACA AISLANTE P. 800X600	1	27	27	0	27
ELECTROMAIN	VENTILADOR 120X120X38 220V	1	10,52	10,52	20	8,42
ELECTROMAIN	FILTRO COMPLETO 120 SUPERFICIE	2	13,8	27,6	20	22,08
ELECTROMAIN	VARIADOR 1,5 KW 220V MONO/TRIF 8,0A	2	320	640	45	352
ELECTROMAIN	CABEZA PULSADOR LUMINOSO RASANTE VERDE	3	11,64	34,92	50	17,46
ELECTROMAIN	CUERPO COMPLETO N.A.	4	9,51	38,04	50	19,02
ELECTROMAIN	BLOQUE LUMINOSO LES 24V VERDE	3	7,79	23,37	50	11,69
ELECTROMAIN	CABEZA PULSADOR SETSA PLASTICO LLAVE	1	67,15	67,15	50	33,58
ELECTROMAIN	HERRAJE PARA MONTAJE CONTACTOS	1	5,33	5,33	50	2,67
ELECTROMAIN	BLOQUE DE CONTACTO SIMPLE N.C.	1	4,77	4,77	50	2,39
ELECTROMAIN	CABEZA PULSADOR RASANTE ROJO	1	6,91	6,91	50	3,46
ELECTROMAIN	CUERPO COMPLETO N.C.	1	9,51	9,51	50	4,76
ELECTROMAIN	RELÉ POTENCIA 4 CAMARAS LED	3	8,1	24,3	35	15,8
ELECTROMAIN	BASE RELÉ CARRIL 14 PINES TORNILLO	3	5,7	17,1	35	11,12
ELECTROMAIN	POTENCIOMETRO LINEAL 2K 1 VUELTA	4	2,7	10,8	0	10,8
ELECTROMAIN	BOTON POTENCIOMETRO DIAMETRO 20MM	4	2,1	8,4	0	8,4
ELECTROMAIN	CARTULINA ADESIVA 0,12 POTENCIOMETRO	4	2,1	8,4	0	8,4
ELECTROMAIN	CABEZA SELECTOR 2 POSICIONES MANETA CORTA	1	12,4	12,4	50	6,2
ELECTROMAIN	CABEZA PILOTO ROJO	1	5,85	5,85	50	2,93
ELECTROMAIN	CUERPO PILOTO 230 VAC LED ROJO	1	22,85	22,85	50	11,43
ELECTROMAIN	BASE TRASCUADRO 3P+N+T 16A H	1	12,69	12,69	35	8,25
ELECTROMAIN	BASE TRASCUADRO 3P+T 16A H	1	9,2	9,2	35	5,98
ELECTROMAIN	CLAVIJA AEREA 3P+N+T 16A M	1	9,96	9,96	35	6,47
ELECTROMAIN	CLAVIJA AEREA 3P+T 16A M	1	7,07	7,07	35	4,6
ELECTROMAIN	BASE MURAL 3P+T 16A M	1	12,44	12,44	35	8,09
ELECTROMAIN	BASE MURAL 3P+N+T 16A M	1	15,31	15,31	35	9,95
ELECTROMAIN	CLAVIJA AEREA 3P+T 16A H TAPA	1	11,05	11,05	35	7,18
ELECTROMAIN	CLAVIJA AEREA 3P+N+T 16A H TAPA	1	12,64	12,64	35	8,22
ELECTROMAIN	BASE TRASCUADRO SCHUKO H 16A	1	3,65	3,65	40	2,19
ELECTROMAIN	BASE TRASCUADRO 2P+T M 16A	1	8,04	8,04	35	5,23
ELECTROMAIN	RELÉ POTENCIA 2 CAMARAS LED	2	5,84	11,68	35	7,59
ELECTROMAIN	BASE RELÉ CARRIL 8 PINES TORNILLO	2	4,41	8,82	35	5,73
ELECTROMAIN	CPU CPM1A 30CDR-A-V1 18E/12S RELE 24DC	1	60	60	35	39
ELECTROMAIN	FUENTE ALIMENT. 24V 2A 48W	1	30	30	0	30
ELECTROMAIN	FUENTE ALIMENT. 12V 0,5A 6W	2	7,95	15,9	0	15,9
ELECTROMAIN	CANALETA RANURADA 60X40	2	5,7	11,4	40	6,84
ELECTROMAIN	CANALETA RANURADA 60X25	2	5,02	10,04	40	6,02
ELECTROMAIN	INTERRUP./SECC. DE GIRO EMERGENCIA 16A	1	84,35	84,35	50	42,18
CANOLED S.L.	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P 25A 30mA	1	8,85	8,85	0	8,85
CANOLED S.L.	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO 1+NP CURVA C 10A	2	1,88	3,76	0	3,76
CANOLED S.L.	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO 1+NP CURVA C 16A	1	1,88	1,88	0	1,88
CANOLED S.L.	MTRS. CABLE 1X2,5MM LIBRE HALOG. NEGRO H07Z1-K	100	0,174	17,4	0	17,4
CANOLED S.L.	MTRS. CABLE 1X2,5MM LIBRE HALOG. AZUL H07Z1-K	100	0,174	17,4	0	17,4
CANOLED S.L.	MTRS. CABLE 1X2,5MM LIBRE HALOG. A/V H07Z1-K	100	0,174	17,4	0	17,4
CANOLED S.L.	MTRS. CABLE 1X1,5MM LIBRE HALOG. AZUL H07Z1-K	100	0,116	11,6	0	11,6
CANOLED S.L.	MTRS. MANG. 4X1,5MM LIBRE HALOG. NEGRA	30	0,376	11,28	0	11,28
ECO KITS S.L.	CONTADOR STANDART 3 CIFRAS CEBEK-CD1	1	29,95	29,95	0	29,95
ECO KITS S.L.	CONTADOR "SU TORNO" CEBEK-CD20	1	52,75	52,75	0	52,75
ECO KITS S.L.	MIRILLA 3 O 4 DIGITOS CEBEK	1	6,95	6,95	0	6,95
ECO KITS S.L.	JOYSTICK DIGITAL CEBEK 4 CONTAC. 8 POS.	1	11,3	11,3	0	11,3
COM. GARCIA	ANILLO COLECTOR	1	65,75	65,75	0	65,75
COM. GARCIA	MOTOR TAUSEND-CIGSA B3 2/4 1500 2CV/1,75kW 80B	2	135,8	271,6	40	162,96
COM. GARCIA	REDUCTOR MOTOVARIO NMRV-POWER 090 I 025 B3	2	232,8	465,6	40	279,36

B. Imponible(€)	IVA (%)	Importe IVA(€)	Importe Total(€
1218,26	21	255,8346	1474,0946

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UD.(€)	SUBTOTAL(€)	DTO (%)	TOTAL(€)
HORA INGENIERO	80	36	2880	21	2275,2
HORA TECNICO SUPERIOR	24	22	528	21	417,12
HORA DESARROLLO SOFTWARE	8	30	240	21	189,6

B. Imponible(€)	IVA (%)	Importe IVA(€)	Importe Total(€
2881,92	21	605,2032	3487,1232

TOTAL (€)	4961,2178

Tabla 10-10-1 Presupuestos

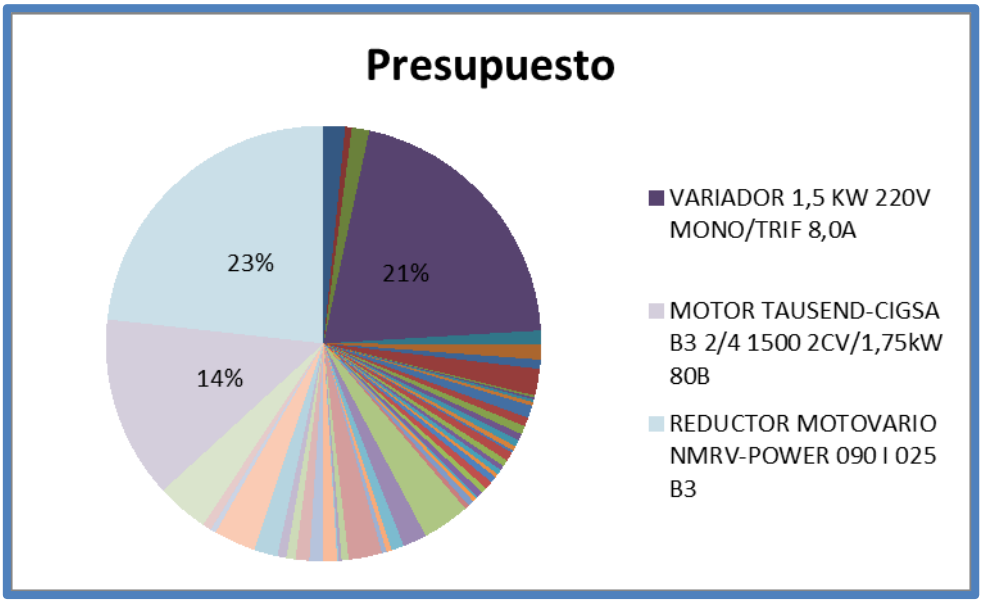


Ilustración 10-1 Diagrama de sectores presupuesto

En la Ilustración 10-1 se puede observar la repercusión económica de cada uno de los componentes del sistema sobre el total del presupuesto. De forma que un pequeño análisis del diagrama de sectores nos permite conoces cuales son los componentes de mayor coste económico, por lo que se deberá de tener especialmente en cuenta a la hora de la selección de componentes dicho análisis.

El análisis nos revela que el 68% del total de la inversión en material es debida a los motores, reductoras y variadores de frecuencia. Quedando así totalmente justificado el trabajo de selección en dichos componentes.

11. Montaje e Implementación.

11.1. Herramientas necesarias.

Requiere una especial atención la valoración de todas las distintas herramientas necesarias para la implementación del proyecto físicamente. Dentro de la diversidad de herramientas que se precisan para ejecución, podemos clasificarlas dependiendo de la empleabilidad dada a cada una de ellas.

11.1.1. Desarrollo eléctrico.

- Juego de destornilladores planos y estrella.
- Alicates universales y de corte.
- Pela-cable.
- Navaja y tijeras de electricista.
- Maletín de punteras, numeración y crimpadora.
- Multímetro.
- Alargadera.
- Soldador de estaño.

11.1.2. Desarrollo mecánico.

- Maleta llaves de vaso y fijas.
- Metro.
- Calibre.
- Escuadra.
- Marcador.
- Juego de llaves fijas.
- Taladro.
- Radial.
- Disco de corte y milhojas.
- Porta coronas y juego de coronas.
- Juego de brocas metal.
- Juego de machos.
- Remachadora.
- Arco de sierra.
- Tornillo de banco.

11.1.3. Desarrollo software.

- Software Eplan electric P8 Educational.
- Software Cx-One.

- Cable comunicación PC/PLC.
- PC.

11.2. Zona de trabajo.

Es aconsejable realizar cada una de las tareas con las diferentes herramientas en lugares acondicionados para su empleo, cumpliendo todos los requisitos de seguridad. Además de hacer uso de los EPI precisos en cada tarea.

11.3. Fases de desarrollo.

Una vez en posesión de todas las herramientas necesarias en la zona de trabajo y tras la adquisición de todos los componentes necesarios se está en disposición para comenzar el montaje y la implementación.

11.3.1. Fijación de placa sobre armario.

Puesto que el armario ha sido diseñado de forma personalizada por el cliente se deberá de tomar las medidas necesarias para adaptar la placa sobre la que descansan los componentes que dicho armario albergará.

Se debe tener en cuenta, ya que el montaje de los componentes sobre la placa así como la interconexión de los conductores se realizara con la placa fuera del armario, las dimensiones que adquiera dicha placa puesto que está deberá entrar por el hueco de la puerta de dicho armario una vez esté todo el montaje terminado.

Teniendo en cuenta esto y con ayuda de la radial, realizaremos la adaptación de la placa al armario solucionando así la inexistencia de placas que se adapten a las medidas requeridas en éste caso.

Ilustración 111-11-1 Interior armario.

Como se muestra en la Ilustración 11-1, sobre la parte trasera del armario se ha colocado estratégicamente dos regles de 15x40x1000mm los que deberán de ser mecanizados para generar una rosca con los machos de M8 tras haber sido taladrados sobre los puntos de interés, con una broca de 7.25mm.

11.3.2. Mecanizado de armario y panel de mandos.

Tras el correcto posicionamiento de la placa, se está en disposición de realizar los agujeros necesarios sobre el armario y el panel de mandos. Realizando esta fase antes de que en el interior del armario se encuentre cualquier otro componente se evita la inclusión de polvo o partículas e incluso daños físicos durante el mecanizado en dichos componentes.

Este proceso consta de los agujeros necesarios para el acoplamiento de:

- Placa panel de mandos.
- Extractor y toma de aire.
- Bases de conectores de acometida, motores y toma de corriente.
- Contador y protector.

Ilustración 11-2 Armario TM.

Se ha de tener en cuenta tanto las formas y las dimensiones de éstos, así como la posición de cada uno de los agujeros requeridos para conseguir una correcta fijación y un buen acabado. Para conocer dichos parámetros se puede hacer uso del calibre y/o metro, o en su defecto consultar las hojas de especificaciones técnicas de cada componente.

El método de fijación utilizado ha sido mediante agujeros pasantes con tornillos de métrica con cabeza cilíndrica Allen, arandelas y tuercas de freno.

11.3.3. Fijación de canaletas, carriles y componentes.

Antes de llevar a cabo la fijación de los componentes es recomendable plantear la distribución de los mismos de forma coherente, estructurada y bajo cierto criterio. De forma que distingamos entre la parte de fuerza y mando, y agrupando los componentes por conjuntos semejantes o con finalidades similares.

Una vez decidida, y marcada sobre la placa del armario, la posición final de los componentes comenzaremos por fijar la canal ranurada y el carril DIN perforado, respetando las posiciones marcadas para los componentes y teniendo en cuenta aquellos componentes que no residen sobre carril DIN respectivamente.

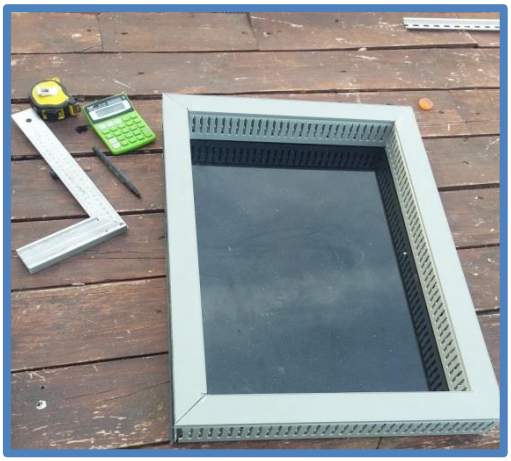


Ilustración 11-3 Placa con canaleta ranurada.

El método de fijación utilizado, tanto para la canal como para el carril es el remachado. Se emplearan remaches de 3,2x6mm en acero inoxidable, por lo que se usa una broca de 6mm para las perforaciones.

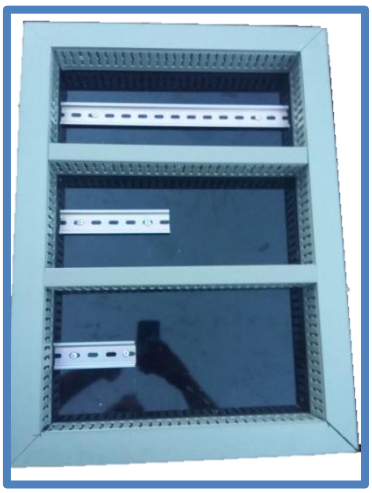


Ilustración 11-4 Placa con canaleta y carril.

Otra parte, sobre la que se fijaran componentes, es sobre el panel de mandos, en la que se realizaran agujeros con una corona de 22mm para los controles de mando, bajo salvedades como el interruptor seccionador de carga general, el contador ascendente, el joystick y los potenciómetros.

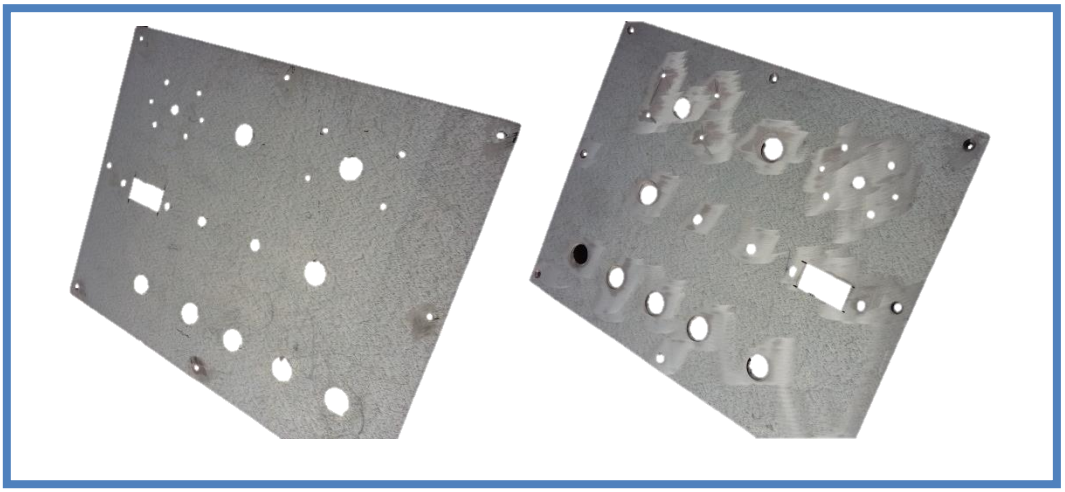


Ilustración 11-5 Placa de mandos mecanizada antes y después del proceso de eliminación de rebaba.

Con el fin de evitar que una vez colocado el rotulo sobre la placa de mandos queden salientes que a la larga provoquen el deterioro del vinilo en los bordes salientes, se recomienda realizar un avellanado en las posiciones que queden bajo el rotulo. Por el mismo motivo y por evitar riesgos de corte o arañazos, es necesario eliminar cualquier rebaba generada durante el proceso de mecanizado, como se muestra en la Ilustración 11-5. Este proceso se realiza mediante la utilización de un disco milhojas montado sobre la radial.

Para la fijación de los componentes no se requiere ningún proceso adicional, excepto para el interruptor seccionador de carga general que con objeto de conseguir mayor rigidez y robustez mecánica se realiza una sujeción como muestra la ilustración 11-6

Ilustración 11-6 Fijación Interruptor seccionador de carga general.

Gracias a este tipo de fijación reducimos el riesgo de fatiga en las partes plásticas colindantes a los tornillos de fijación, ya que el accionamiento de este interruptor requiere un momento de

giro considerable.

Por último, terminado todo tipo de mecanizado se puede colocar cada componente en su posición deseada, teniendo en cuenta que previo a la colocación de los componentes en el panel de mandos se debe de pegar el rotulo.

Ilustración 11-7 Parte trasera panel de mandos.

Ilustración 11-8 Frontal panel de mandos.

Ilustración 11-9 Placa de componentes

11.3.4. Conexiones eléctricas.

Llegados a este punto, únicamente se ha de seguir estrictamente los planos eléctricos previamente diseñados, en los cuales se especifica tanto los puntos de conexión de cada uno de los conductores, así como la numeración, la sección, el color y el tipo de conductor o manguera.

Se debe hacer uso de la herramienta adecuada para cada tipo de tornillo y garantizar una sujeción para evitar el aflojamiento no deseado de las conexiones. Una buena práctica para su consecución es la utilización de punteras para los conductores en los extremos de conexión.

Ilustración 11-10 Maletines de numeración y punteras para cables.

11.3.5. Volcado del programa al PLC.

Una vez tengamos correctamente alimentado y conectado el PLC, el siguiente paso consistirá en realizar la carga del programa que será ejecutado cíclicamente. Esto puesto que el programa ya se tiene perfectamente diseñado para la ocasión, únicamente deberemos de realizar una conexión on-line mediante el cable de comunicación y volcar el programa en la memoria del PLC.

11.3.6. Configuración de los variadores.

Por último, y antes de pasar a las pruebas de funcionamiento, debemos de configurar los parámetros del variador relacionados con:

- Las características del motor.
- El modo de control.
- Las entradas digitales y analógicas.
- Rampas de aceleración y deceleración.

Para determinar todos y cada uno de los parámetros que afectan a las partes mencionadas, es necesaria la utilización del manual del fabricante, donde se puede encontrar respuesta a cualquier tipo de configuración posible.

11.3.7. Pruebas de funcionamiento.

Las condiciones eléctricas de funcionamiento de la atracción son:

- Tipo de acometida:
  - Monofásica (1F+N+Tierra).
- Tensión nominal:
  - 230 V c.a.
  - 16 $A_{máx}$
  - 50 Hz
- Tipo de puesta a tierra
  - TN-S.

12. Conclusiones.

12.1. Generalidades.

Puesto que existen demasiados factores a contemplar no es posible considerar todos en el presente documento, tanto en la selección y el análisis de los componentes del sistema como en el desarrollo y la implementación física del mismo.

Por lo general, la documentación exige un duro trabajo y esfuerzo, y más concretamente el manejo de las normas debido al mar de ellas existentes.

La interpretación de cada uno de las hojas de especificaciones técnicas requeridas a lo largo del desarrollo del presente documento requiere de un conocimiento profundo de cada uno de los componentes en cuestión. Dichas hojas además de proporcionar todo información relacionada con el componente, son una fuente y guía de aprendizaje.

Para obtener un producto competitivo dentro del mundo de la Ingeniería el cual tenga buena aceptación, se ha llegado a la conclusión de que no es mejor proyecto aquel que presenta mejores capacidades y prestaciones, sino aquel proyecto que cubra las necesidades a menor costo.

Desde un punto de vista crítico, se ha de resaltar que a pesar del gran esfuerzo realizado tanto en el diseño como en la implementación para intentar controlar en la medida de lo posible todos los aspectos relevantes en el proyecto, existen detalles y matices en cada uno de los distintos aspectos en los que un estudio más exhaustivo y detallado nos permitiría optimizarlo.

12.2. Posibles mejoras o modificaciones.

12.2.1. Diseño e implementación de sistema de detección de caída y parada automática.

Para llevar a cabo dicha función se ha considerado la posibilidad de situar de forma estratégica una fotocélula de reflexión directa para que en el caso de caída ésta detecte dicho suceso, y llevando su señal al PLC el cual la procesa e interpreta, estaremos en condiciones de ejecutar una parada automática, la cual no permitirá un re arranque hasta su puesta en marcha por el operador de máquina.

12.2.2. Prototipo TM “low cost”.

El principales objetivo de ésta futura versión es reducir el coste, asumiendo la perdida de robustez y fiabilidad. Para ello se pretende implementar un sistema micro controlado en

puesto del autómata programable.

13. Anexos.

13.1. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Grado IP).

El estándar CEI EN 60529 recoge un sistema de codificación internacional que indica el grado de protección proporcionado por las envolventes contra el acceso a las partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños, la penetración del agua y, por último, para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Este sistema de clasificación emplea las siglas IP seguidas de dos o tres dígitos.

Cuando sólo exista un tipo de protección o cuando no se haya ensayado un determinado aspecto se utilizará una "x" para uno de los dígitos.

A efectos de esta clasificación, se considerará que una envolvente es el elemento que proporciona una protección del material contra las influencias externas y contra los contactos directos. Asimismo, las envolventes ofrecen protección de las personas contra el acceso a las partes peligrosas y del material contra los efectos dañinos de los impactos mecánicos.

Primera cifra característica				Segunda cifra característica			
Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:	Protección frente a partículas sólidas			Grado de protección a partes peligrosas:
I.P.	Ejemplo	PRUEBAS		I P.	Ejemplo	PRUEBAS	
0		No protegida	Sin protección	0		No protegida	Sin protección
1	50	Impide la penetración de una esfera de 50 mm de diámetro. Protege contra contacto accidental.	Reverso de la mano	1		Protegida contra la caída vertical de gotas de agua	Goteo vertical
2	12,5	Impide la penetración de una esfera de 12 mm de diámetro.	Dedos u objetos análogos	2	15°	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°	Goteo vertical con una inclinación máxima de la envolvente de hasta 15° con respecto a la posición normal
3		Impide la penetración de una sonda de 2,5 mm de diámetro	Herramientas	3	30°	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)	Agua pulverizada (lluvia) con una dirección de hasta 60° con la vertical
4		Impide la penetración de una sonda de 1 mm de diámetro	Alambres	4		Protegida contra las proyecciones de agua, penetración limitada permitida	Proyección de agua en todas direcciones limitada
5		Protegida contra la penetración de polvo (acumulación no peligrosa)	Protección al polvo (Alambres)	5		Protegida contra los chorros de agua, penetración limitada permitida	Agua proyectada con la ayuda de una boquilla en todas las direcciones
6		Estanqueidad total al polvo	Estanqueidad total al polvo (Alambres)	6		Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa	Fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa en todas las direcciones
				7	1m, 150mm	Protegida contra los efectos de la inmersión entre 150 mm y 1 m	Inmersión temporal
				8	1 m	Protegida contra la inmersión prolongada a las profundidades especificadas	Inmersión prolongada en agua bajo las condiciones especificadas por el fabricante*

Tabla 13-1 Índice de protección IP

13.2. Cuestionario para el equipo eléctrico de las máquinas.

Nombre del fabricante/proveedor				
Nombre del usuario final				
Propuesta/N° Orden			Fecha	
Tipo de máquina			Número de serie	
1. Requisitos especiales (véase el capítulo 1)				
a) ¿Está destinada la máquina a ser usada al aire libre?	Sí		No	
b) ¿La máquina debe usar, tratar o producir explosivos o material inflamable?	Sí/No		Si es Sí, especificaciones	
c) ¿Se va a usar la máquina en atmósferas potencialmente explosivas o inflamables?	Sí/No		Si es Sí, especificaciones	
d) ¿La máquina puede presentar peligros especiales cuando produce o utiliza ciertos materiales?	Sí/No		Si es Sí, especificaciones	
e) ¿se va a utilizar la máquina en minas?	Sí		No	
2. Alimentación(es) y condiciones relacionadas (véase 4.3)				
a) Variaciones probables de tensión (si son superiores a ± 10%)				
b) Variaciones probables de frecuencia (si son superiores a ± 2%)	Continuo		Valor de corto período	
c) Indicar los posibles cambios futuros en el equipo eléctrico que requiera un aumento en los requisitos de la alimentación eléctrica				
d) Especificar las interrupciones de tensión de alimentación si son de duración superior a la especificada en el capítulo 4 cuando el equipo eléctrico tiene que mantener su funcionamiento bajo esas condiciones				
3. Entorno físico y condiciones de funcionamiento (véase 4.4)				
a) Entorno electromagnético (véase 4.4.2)	Entorno residencial, comercial o de industria ligera		Entorno industrial	
Condiciones especiales o requisitos				
b) Nivel de temperatura ambiente				
c) Nivel de humedad				
d) Altitud				

e) Entorno (por ejemplo atmósferas corrosivas, polvo, entornos húmedos)				
f) Radiaciones				
g) Vibraciones, choques				
h) Requisitos especiales correspondientes a la instalación y a su funcionamiento (por ejemplo requisitos de retardo de llama para cables y conductores)				
i) Transporte y almacenamiento (por ejemplo temperaturas fuera del campo especificado en el apartado 4.5)				
4. Alimentación eléctrica de entrada				
Especificar para cada fuente de alimentación				
a) Tensión nominal (V)	c.a.		c.c.	
	Si es c.a.: número de fases		Frecuencia	
Intensidad de cortocircuito prevista en el punto de alimentación de la máquina (kA eficaces)(véase también el punto 2)				
b) Tipo de puesta a tierra de la fuente de alimentación (véase la Norma IEC 60364-1)	TN (sistema con un punto puesto directamente a tierra, con el conductor de protección directamente conectado a ese punto); especificar si el punto puesto a tierra es el punto neutro (centro de estrella) u otro punto.		TT (sistema con un punto puesto directamente a tierra pero el conductor de protección (PE) de la máquina no está conectado a ese punto de tierra del sistema)	
	IT (sistema que no está directamente puesto a tierra)			
c) El equipo eléctrico ¿va ha conectarse a un conductor neutro de alimentación (N)? (véase 5.1)	Sí		No	
d) Dispositivo de desconexión de la alimentación				
¿Se requiere la desconexión del conductor neutro (N)?	Sí		No	
¿Se pide una unión desmontable para desconectar el conductor neutro (N)?	Sí		No	
Tipo de dispositivo de desconexión a suministrar				
5. Protección contra los choques eléctricos (véase el capítulo 6)				
a) ¿Para cual de las siguientes clases de personas se requiere el acceso al interior de las envolventes durante el funcionamiento normal del equipo?	Personas cualificadas eléctricamente		Personas instruidas eléctricamente	

b) ¿Se proporcionan para asegurar las puertas o cubiertas, bloqueos con llaves extraíbles? (véase 6.2.2)	Sí		No	
6. Protección del equipo (véase el capítulo 7)				
a) El usuario o el proveedor ¿proporcionan la protección contra la sobreintensidad de los conductores de alimentación? (véase 7.2.2)				
Tipo y calibre de los dispositivos de protección contra la sobreintensidad				
b) Límite de potencia por (kW) debajo de la cual los motores trifásicos en c.a. pueden ser arrancados directamente por las líneas de alimentación				
c) ¿Puede reducirse el número dispositivos de detección de sobrecarga del motor? (véase 7.3)	Sí		No	
7. Funcionamiento				
En sistemas de mando inalámbrico, especifíquese el tiempo de retraso antes de que se inicie la parada automática de la máquina en ausencia de una señal de validación				
8. Interfaces de operadores y dispositivos de mando montados en la máquina (véase el capítulo 10)				
Preferencia de colores especiales (por ejemplo para alinear con máquinas existentes)	Marcha		Paro	
	Otros			
9. Aparamenta de mando				
Grado de protección de las envolventes (véase 11.3) o condiciones especiales				
10 Prácticas de cableado (véase el capítulo 13)				
¿Se necesita un método específico de identificación de los conductores? (véase 13.2.1)	Sí		No	
Tipo				
11. Accesorios y alumbrado (véase el capítulo 15)				
a) ¿Se necesita un tipo particular de base-clavija?	Sí		No	
Si es Sí, ¿qué tipo?				
b)¿Están provistas las combinaciones base-clavija para mantenimiento con protección adicional por el uso de Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR)?	Sí		No	
c) Cuando la máquina esté equipada con alumbrado local:	Máxima tensión permisible (V)		Si la tensión del circuito de alumbrado no se obtiene directamente de la alimentación, ¿Cuál es la tensión preferente?	
12. Marcado, señales de advertencia y designaciones de referencia (véase el capítulo 16)				
a) Identificación funcional (véase 16.3)				

Especificaciones				
b) Inscripciones, marcados especiales	¿Sobre el equipo eléctrico?		¿En qué lengua?	
c) Marca de certificación	Sí		No	
Si es Sí, ¿Cuál?				
13. Documentación técnica (véase el capítulo 17)				
a) documentación técnica (véase 17.1)	¿De qué forma?		¿En qué idioma?	
b) Tamaño, situación y finalidad de las canalizaciones, bandejas de cable abiertas o soportes de cable que ha de proporcionar el usuario (véase 17.5)				
c) Si existen limitaciones especiales en el tamaño o en el peso que pudieran afectar al transporte de una máquina particular o conjuntos de aparamenta de mando al lugar de instalación, indicar:	Dimensiones máximas		Peso máximo	
d) En el caso de máquinas especialmente fabricadas, ¿se proporciona un certificado de ensayos de tipo de funcionamiento con la máquina funcionando en carga?	Sí		No	
e) En el caso de otras máquinas, ¿se proporciona un certificado de ensayos de tipo de funcionamiento en una máquina prototipo funcionando en carga?	Sí		No	

13.3. Categorías de función de parada.

EN IEC 60204-1 define las siguientes tres categorías de funciones de parada:

- Categoría de parada 0: parada mediante la interrupción inmediata de la alimentación de los accionadores de la máquina (parada no controlada).
- Categoría de parada 1: una parada controlada, en la que se mantienen alimentados los accionadores para que puedan detener la máquina e interrupción de la alimentación cuando se ha obtenido la parada.
- Categoría de parada 2: una parada controlada con alimentación en los accionadores de la máquina.

13.4. Esquemas eléctricos.

Formulario TM

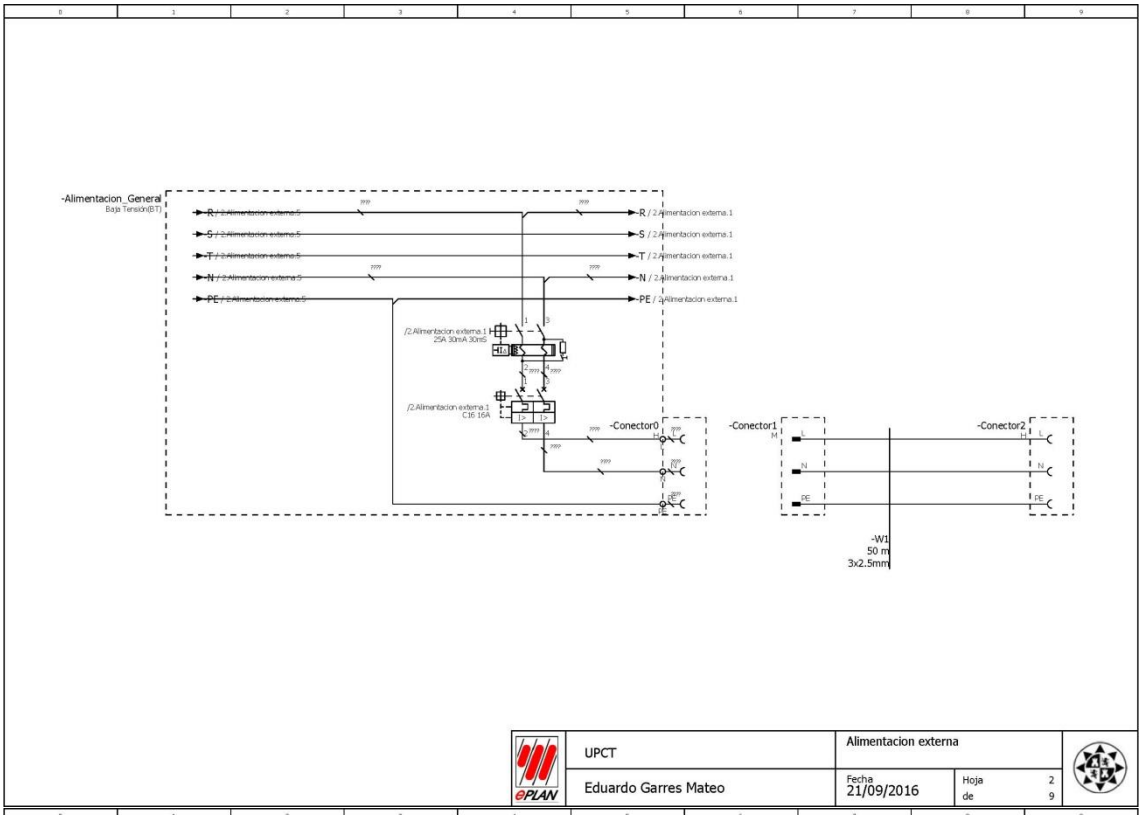
UNIVERSIDAD POLITÉCTICA DE CARTAGENA

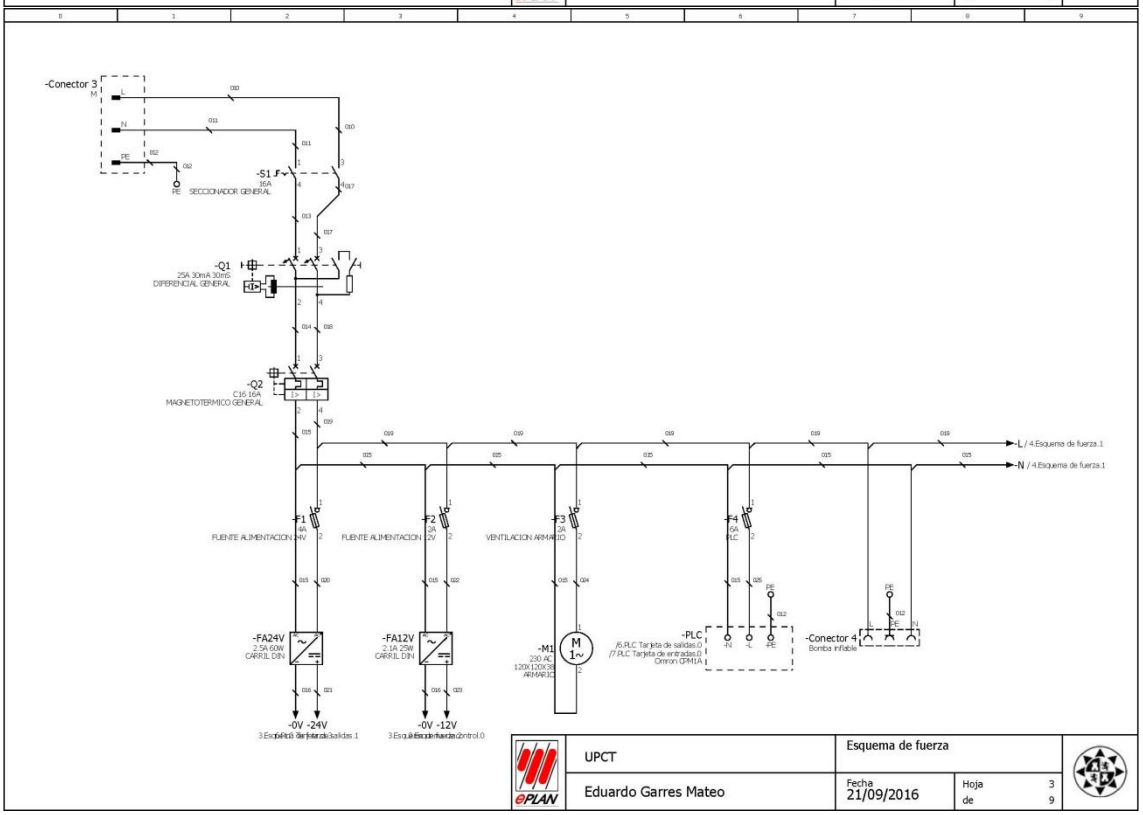
Proyecto fin de grado

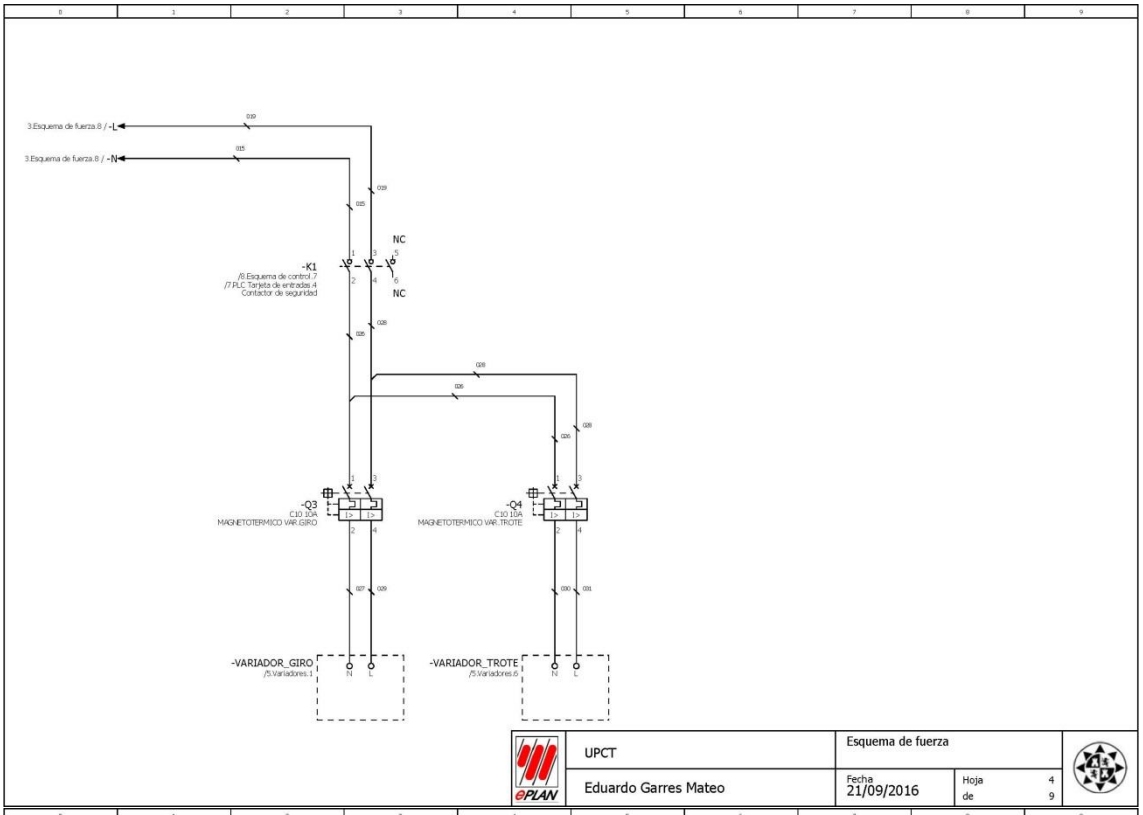
Ingeniría Electrónica Industrial y Automática

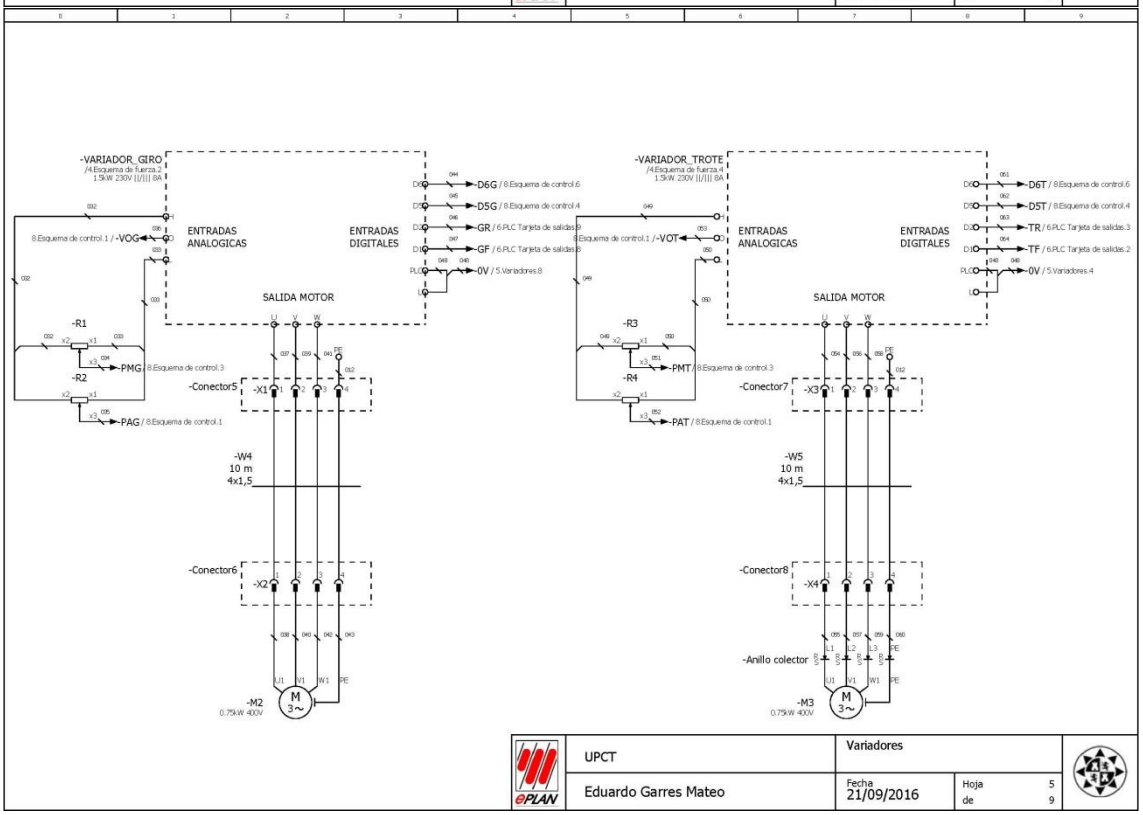
PROTOTIPO DE SISTEMA ELECTROMECÁNICO DE CONTROL PARA DISPOSITIVO CON FINES LÚDICOS	
Tipo de proyecto	Esquemático multifilar
Fabricante (empresa)	UPCT
Autor	Eduardo Garres Mateo
Fecha de creación	21/09/2016
Estructura del proyecto	Proyecto básico con estructura de identificadores IEC
Número de páginas	9

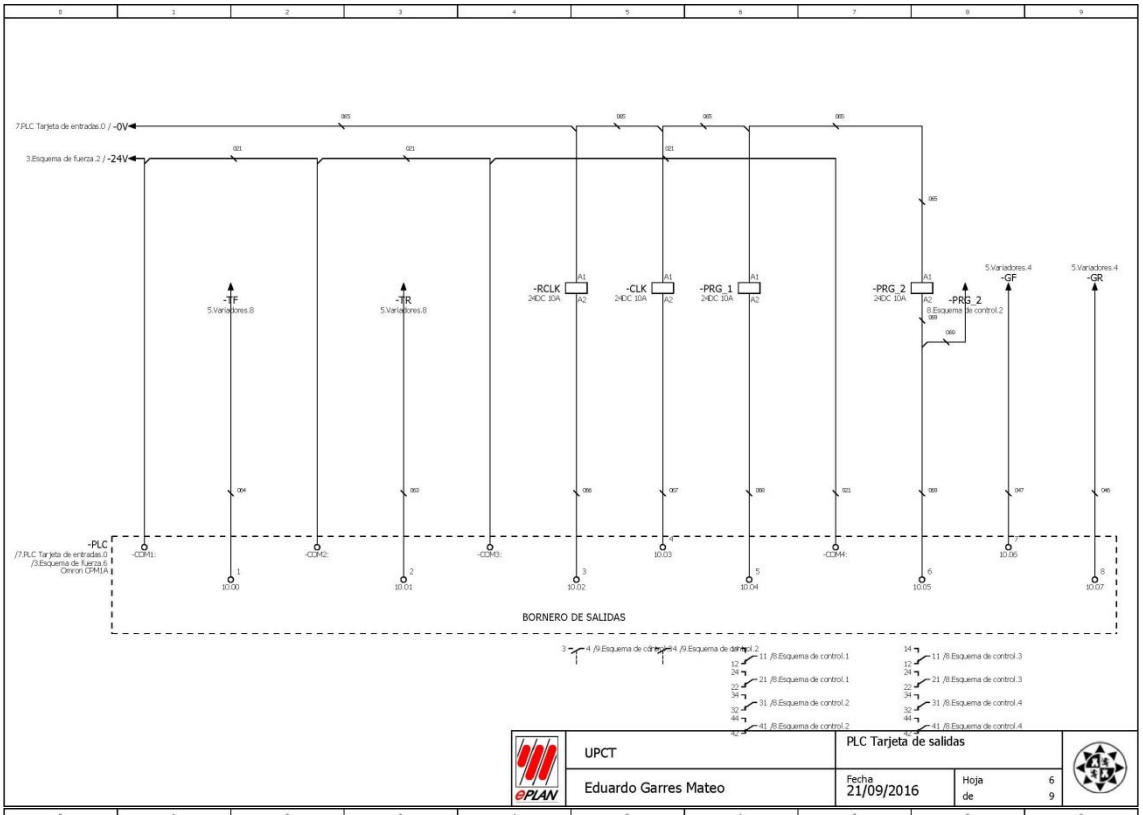
UPCT	Hoja de título		
Eduardo Garres Mateo	Fecha 21/09/2016	Hoja 1 de 9	

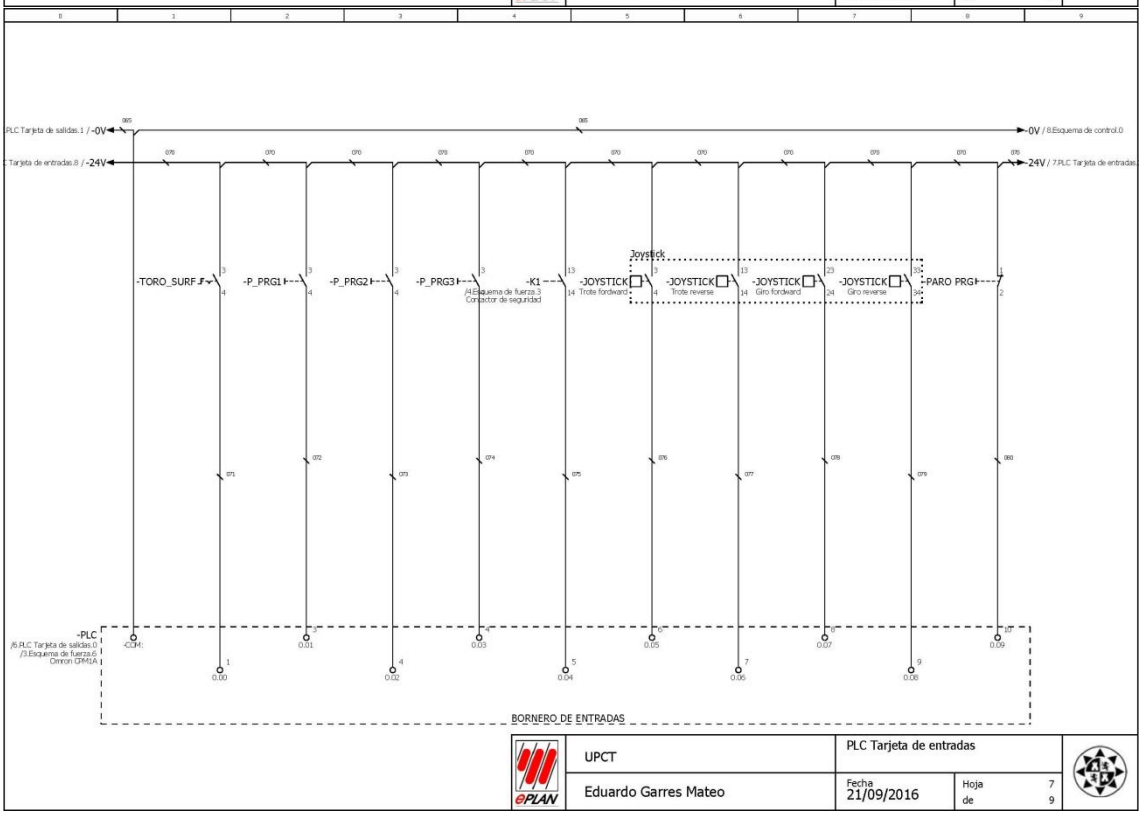

-Alimentacion_General
Baja Tensión(BT)
-R / 2.Alimentacion externa.5
-S / 2.Alimentacion externa.5
-T / 2.Alimentacion externa.5
-N / 2.Alimentacion externa.5
-PE / 2.Alimentacion externa.5
-R / 2.Alimentacion externa.1
-S / 2.Alimentacion externa.1
-T / 2.Alimentacion externa.1
-N / 2.Alimentacion externa.1
-PE / 2.Alimentacion externa.1
/2.Alimentacion externa.1
25A 30mA 30mS
/2.Alimentacion externa.1
C16 16A
-Conector0
-Conector1
-Conector2
-W1
50 m
3x2.5mm
UPCT
Eduardo Garres Mateo
Alimentacion externa
Fecha
21/09/2016
Hoja
2
de
9

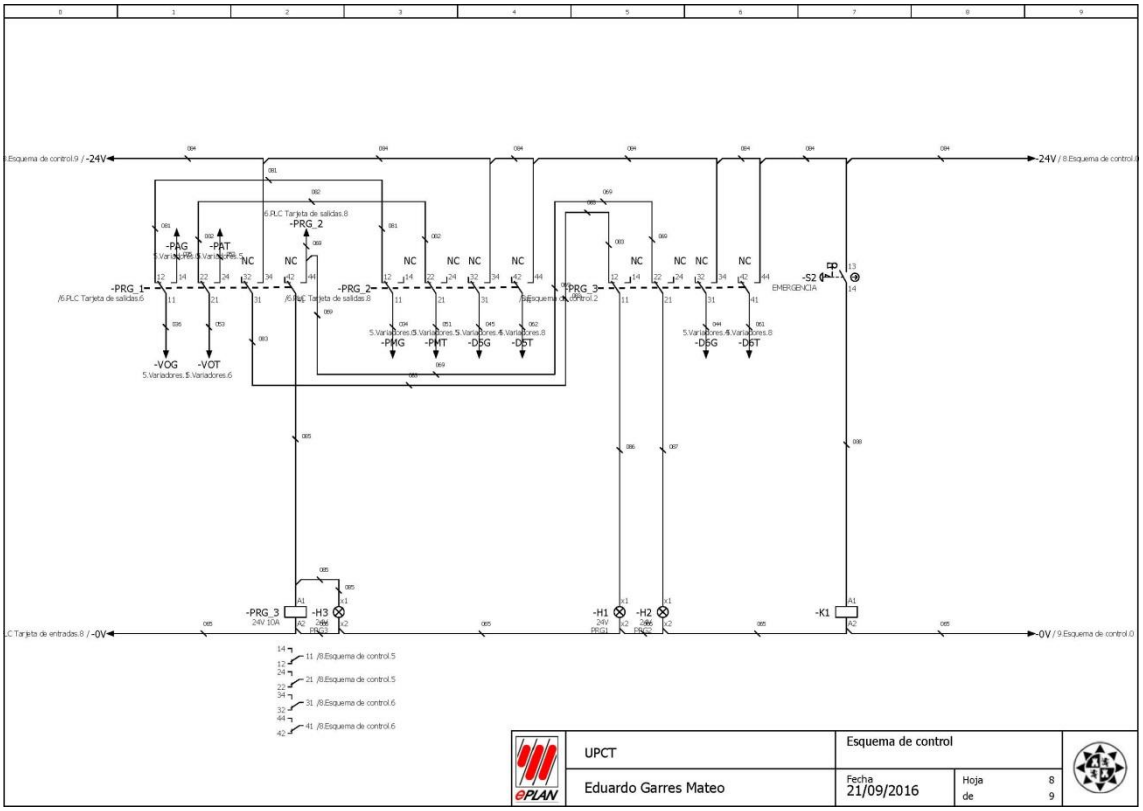

-Conector 3
-S1
16A
SECCIONADOR GENERAL
-Q1
25A 30mA 30mS
DIFERENCIAL GENERAL
-Q2
C16 16A
MAGNETOTERMICO GENERAL
-L / 4.Esquema de fuerza.1
-N / 4.Esquema de fuerza.1
-F1
6A
FUENTE ALIMENTACION 24V
-F2
2A
FUENTE ALIMENTACION 12V
-F3
3A
VENTILACION ARMARIO
-F4
6A
PLC
-FA24V
2.5A 60W
CARRIL DIN
-FA12V
2.1A 25W
CARRIL DIN
-M1
230 AC
120X120X38
ARMARIO
-PLC
/6.PLC Tarjeta de salidas.0
/7.PLC Tarjeta de entradas.0
Omron CPM1A
-Conector 4
Bomba inflable
-0V -24V
-0V -12V
UPCT
Eduardo Garres Mateo
Esquema de fuerza
Fecha
21/09/2016
Hoja
3
de
9

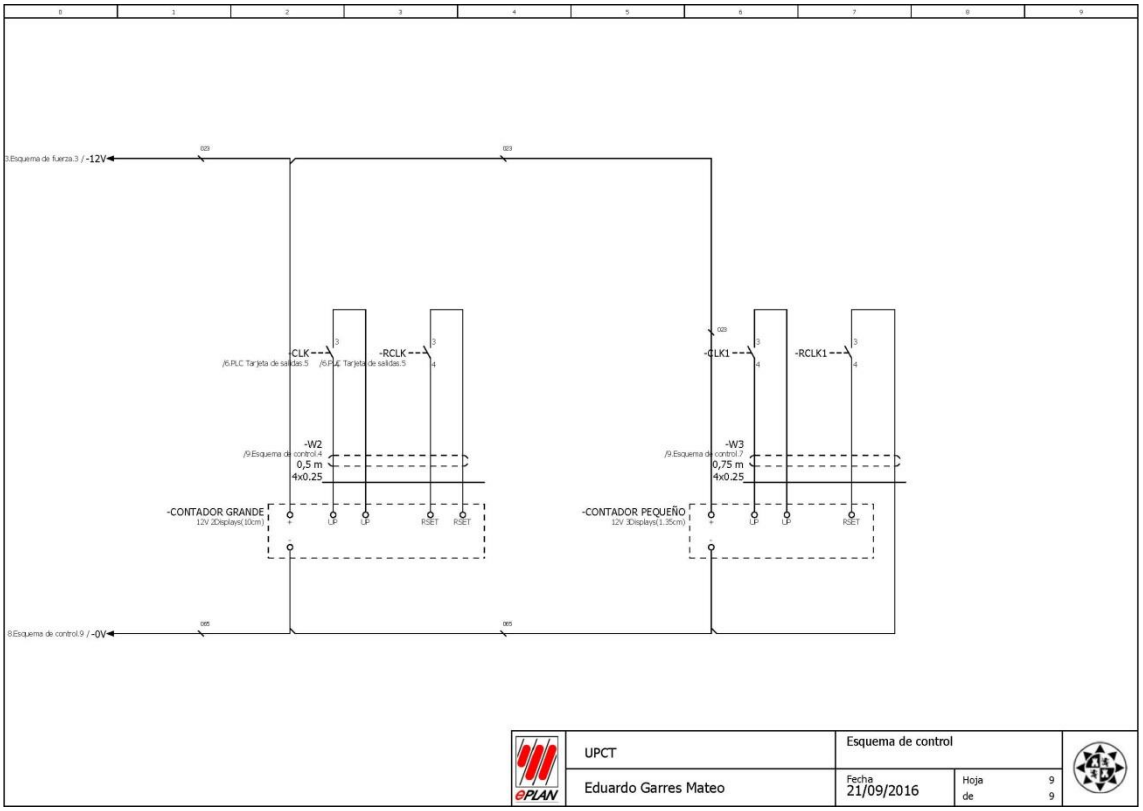

3.Esquema de fuerza.8 / -L
3.Esquema de fuerza.8 / -N
-K1
/8.Esquema de control.7
/7.PLC Tarjeta de entradas.4
Contactor de seguridad
NC
NC
-Q3
C10 10A
MAGNETOTERMICO VAR.GIRO
-Q4
C10 10A
MAGNETOTERMICO VAR. TROTE
-VARIADOR_GIRO
/5.Variadores.1
-VARIADOR_TROTE
/5.Variadores.6
UPCT
Eduardo Garres Mateo
Esquema de fuerza
Fecha
21/09/2016
Hoja 4
de 9


-VARIADOR_GIRO
/4.Esquema de fuerza.2
1.5kW 230V I/I/II 8A
8.Esquema de control.1 / -VOG
ENTRADAS ANALOGICAS
ENTRADAS DIGITALES
D6G / 8.Esquema de control.6
D5G / 8.Esquema de control.4
GR / 6.PLC Tarjeta de salidas.9
GF / 6.PLC Tarjeta de salidas.8
0V / 5.Variadores.8
SALIDA MOTOR
-R1
-PMG / 8.Esquema de control.3
-R2
-PAG / 8.Esquema de control.1
-Conector5
-X1
-W4
10 m
4x1,5
-Conector6
-X2
-M2
0.75kW 400V
-VARIADOR_TROTE
/4.Esquema de fuerza.4
1.5kW 230V I/I/II 8A
8.Esquema de control.1 / -VOT
ENTRADAS ANALOGICAS
ENTRADAS DIGITALES
D6T / 8.Esquema de control.6
D5T / 8.Esquema de control.4
TR / 6.PLC Tarjeta de salidas.3
TF / 6.PLC Tarjeta de salidas.2
0V / 5.Variadores.4
SALIDA MOTOR
-R3
-PMT / 8.Esquema de control.3
-R4
-PAT / 8.Esquema de control.1
-Conector7
-X3
-W5
10 m
4x1,5
-Conector8
-X4
-Anillo colector
-M3
0.75kW 400V
UPCT
Eduardo Garres Mateo
Variadores
Fecha
21/09/2016
Hoja 5
de 9

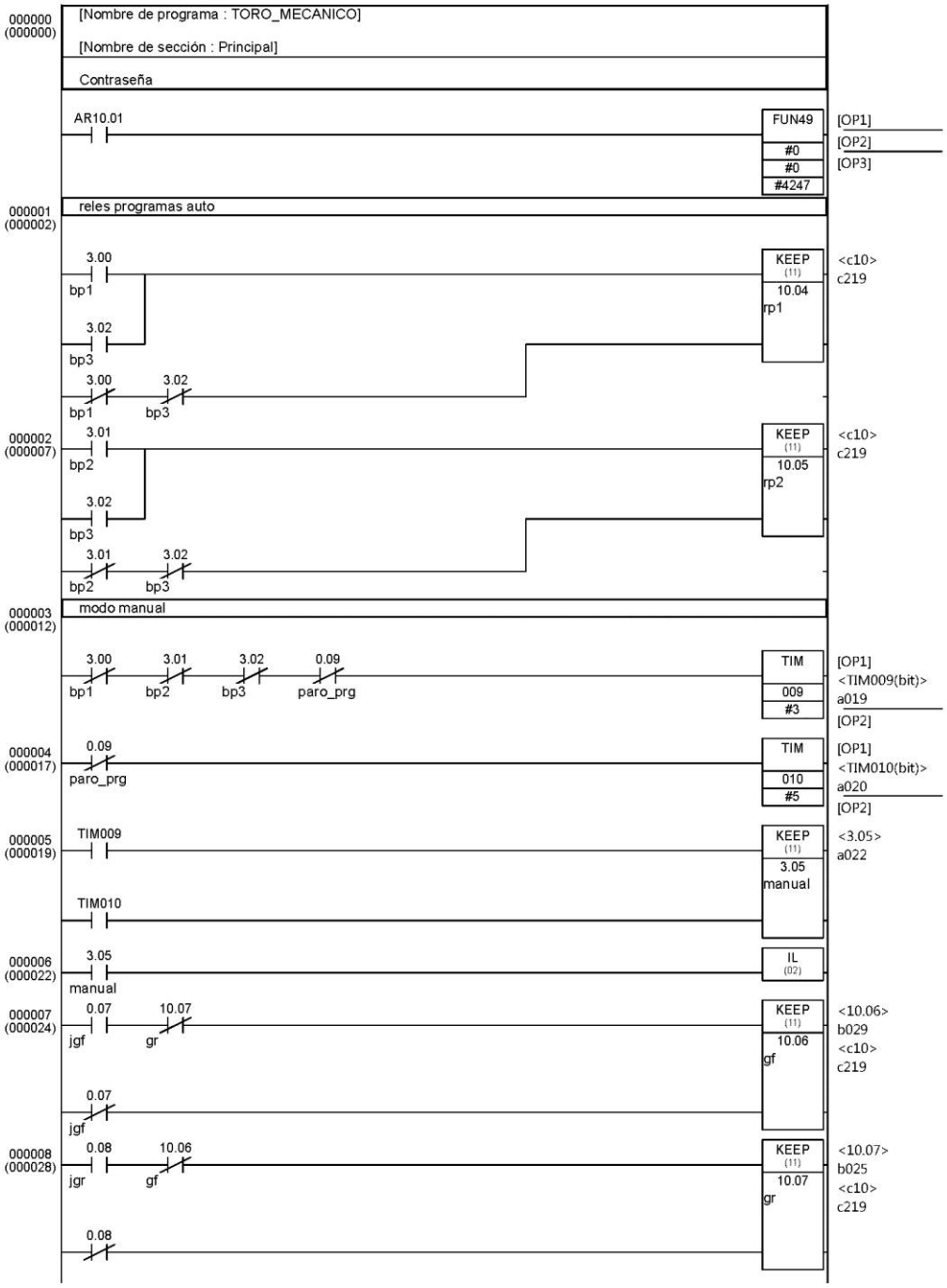

-TF
-TR
-RCLK
-CLK
-PRG_1
-PRG_2
-GF
-GR
-PLC
BORNERO DE SALIDAS
UPCT
Eduardo Garres Mateo
PLC Tarjeta de salidas
Fecha
21/09/2016
Hoja 6 de 9

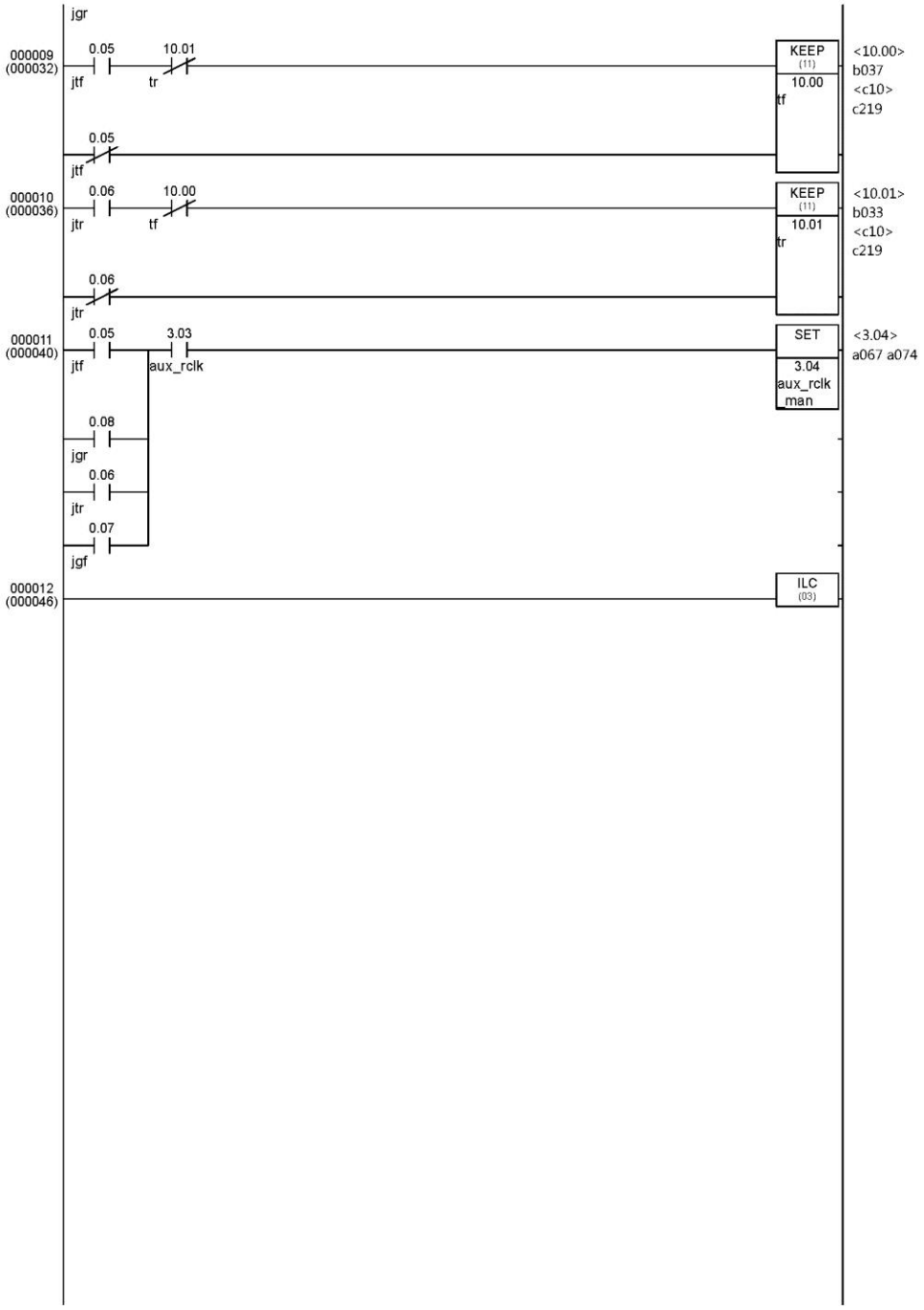

-TORO_SURF
-P_PRG1
-P_PRG2
-P_PRG3
-K1
-JOYSTICK
Joystick
-PARO PRG
-PLC
BORNERO DE ENTRADAS
UPCT
Eduardo Garres Mateo
PLC Tarjeta de entradas
Fecha
21/09/2016
Hoja 7 de 9

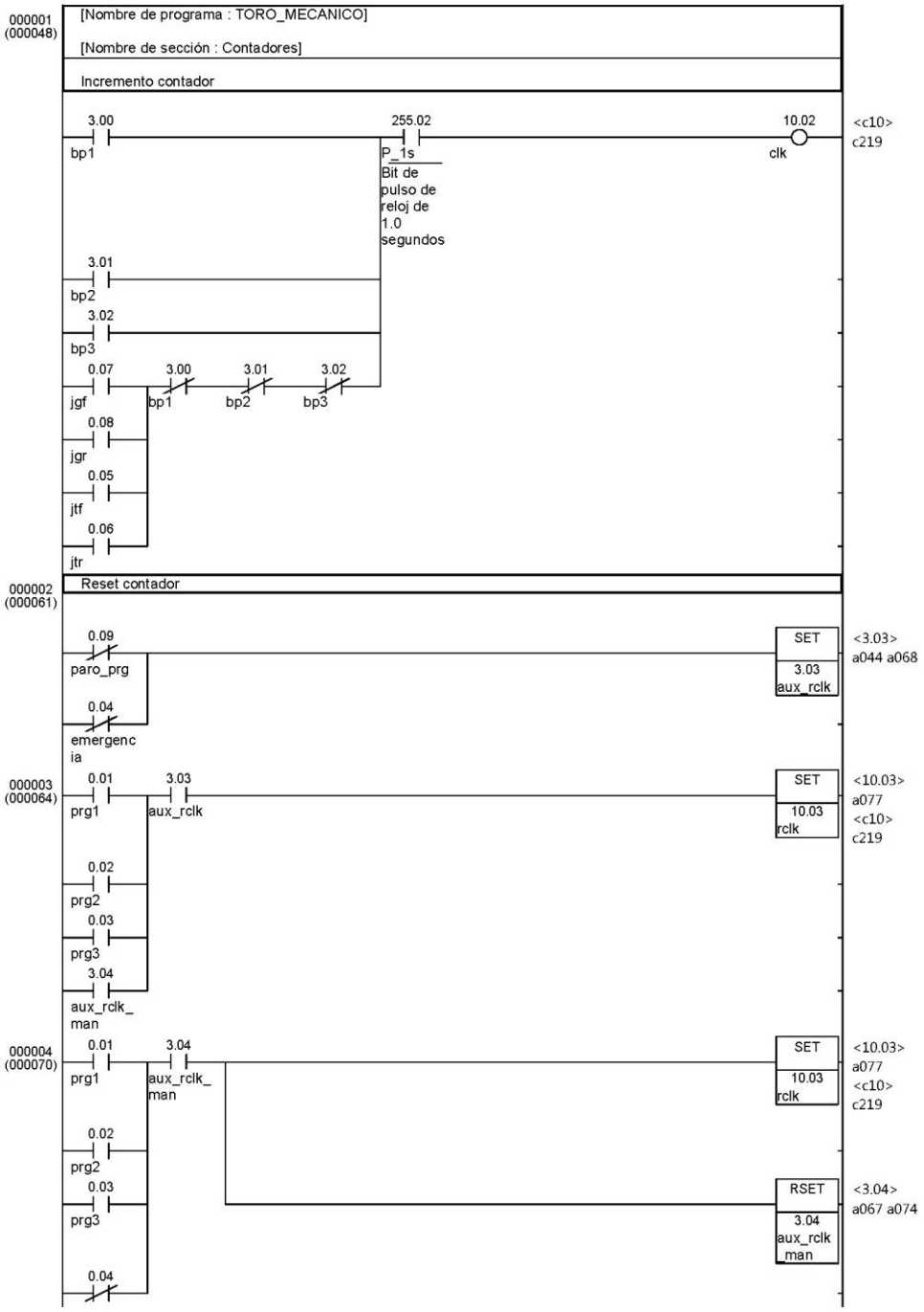

-24V
-0V
-PRG_1
-PRG_2
-PRG_3
-PMG
-PAT
-VOG
-VOT
-PMG
-PMT
-DSG
-DST
-DSG
-DST
-S2
EMERGENCIA
-H1
-H2
-H3
-K1
UPCT
Esquema de control
Eduardo Garres Mateo
Fecha
21/09/2016
Hoja 8
de 9

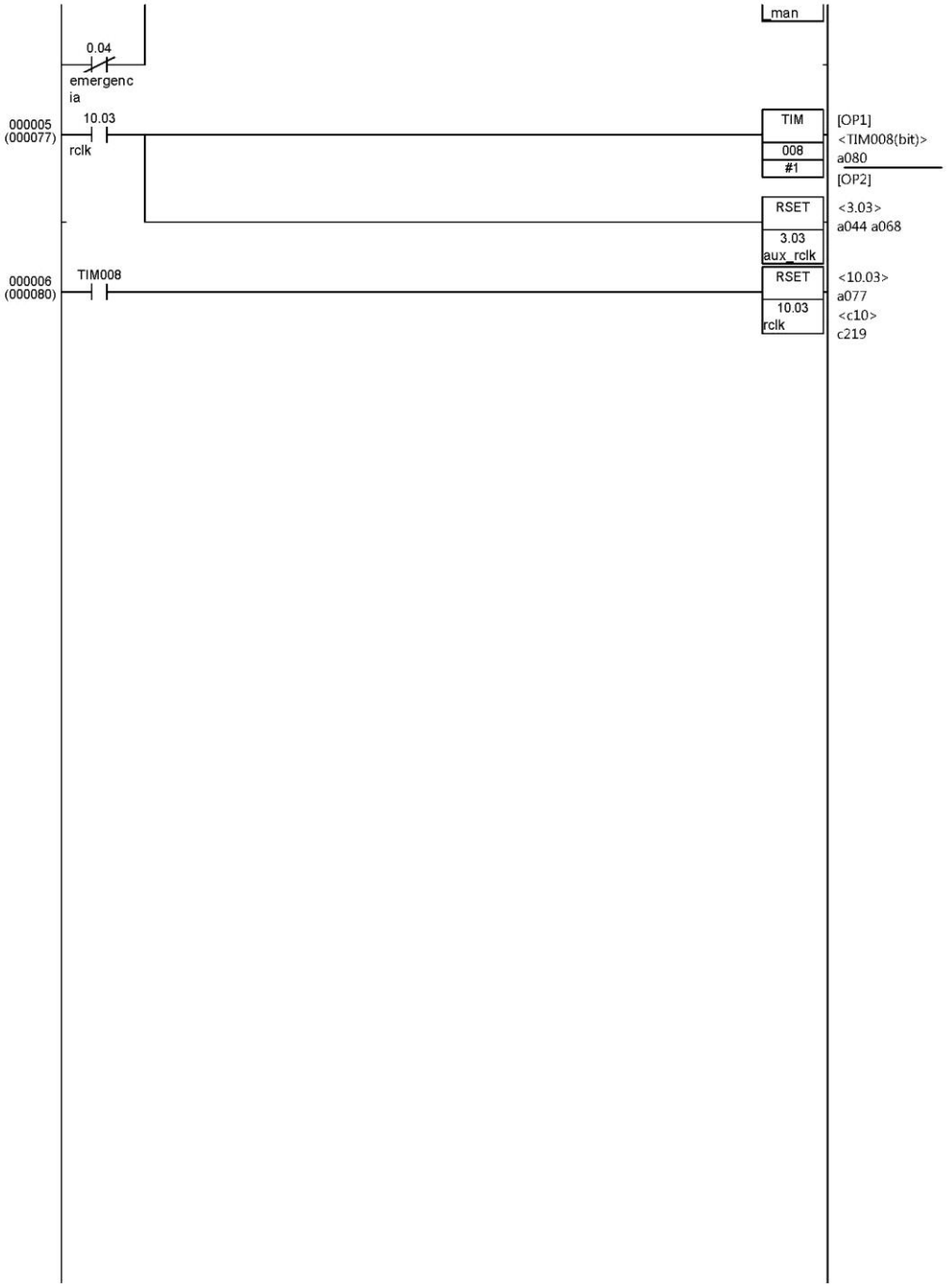

3:Esquema de fuerza.3 / -12V
-CLK
/6:PLC Tarjeta de salidas.5
-RCLK
/6:PLC Tarjeta de salidas.5
-W2
/9:Esquema de control.4
0,5 m
4x0.25
-CONTADOR GRANDE
12V 2Displays(10cm)
UP
UP
RSET
RSET
-CLK1
-RCLK1
-W3
/9:Esquema de control.7
0,75 m
4x0.25
-CONTADOR PEQUEÑO
12V 3Displays(1.35cm)
UP
UP
RSET
8:Esquema de control.9 / -0V
UPCT
Esquema de control
Eduardo Garres Mateo
Fecha
21/09/2016
Hoja 9
de 9

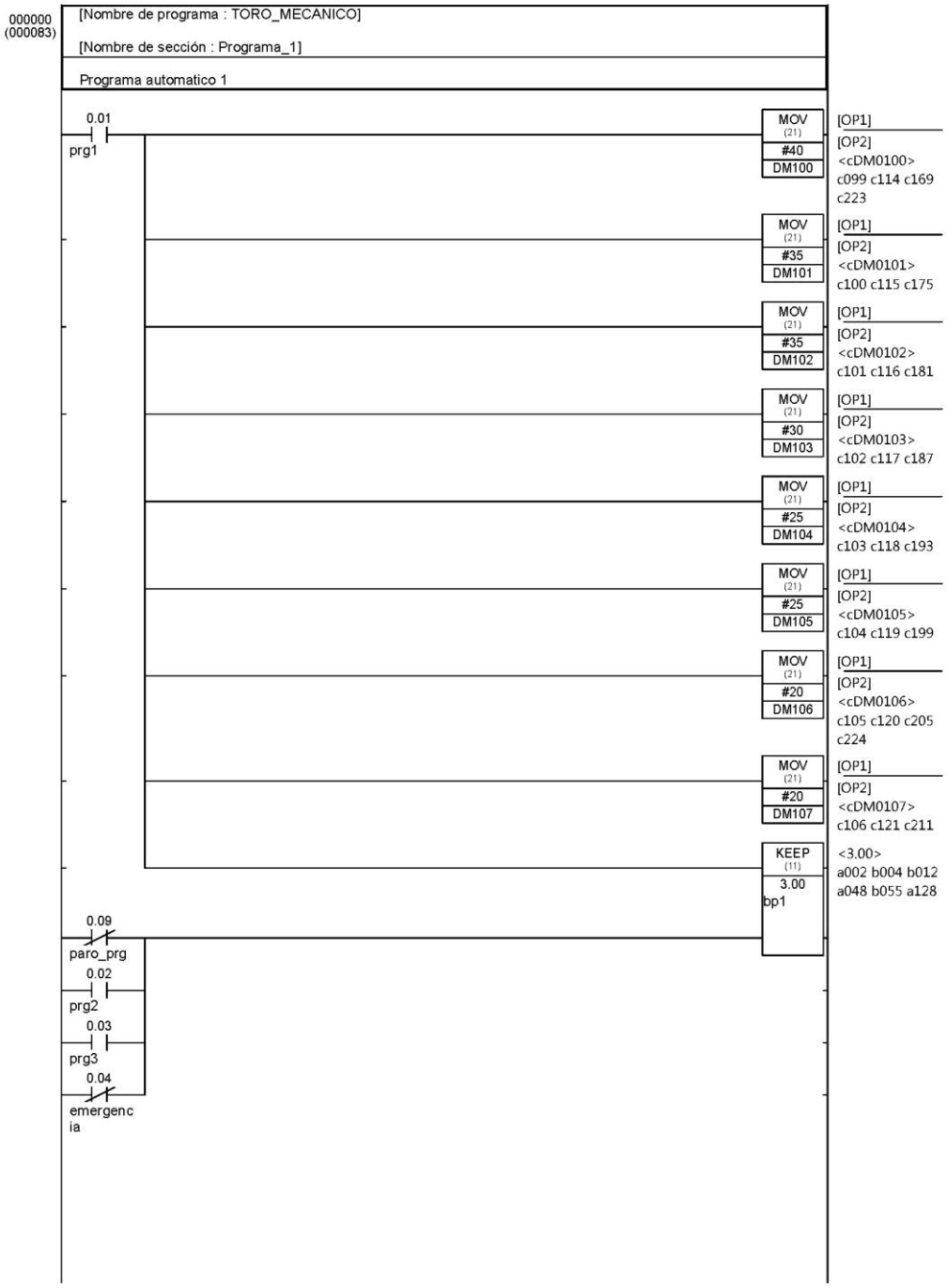
13.5. Diagrama de contactos PLC.

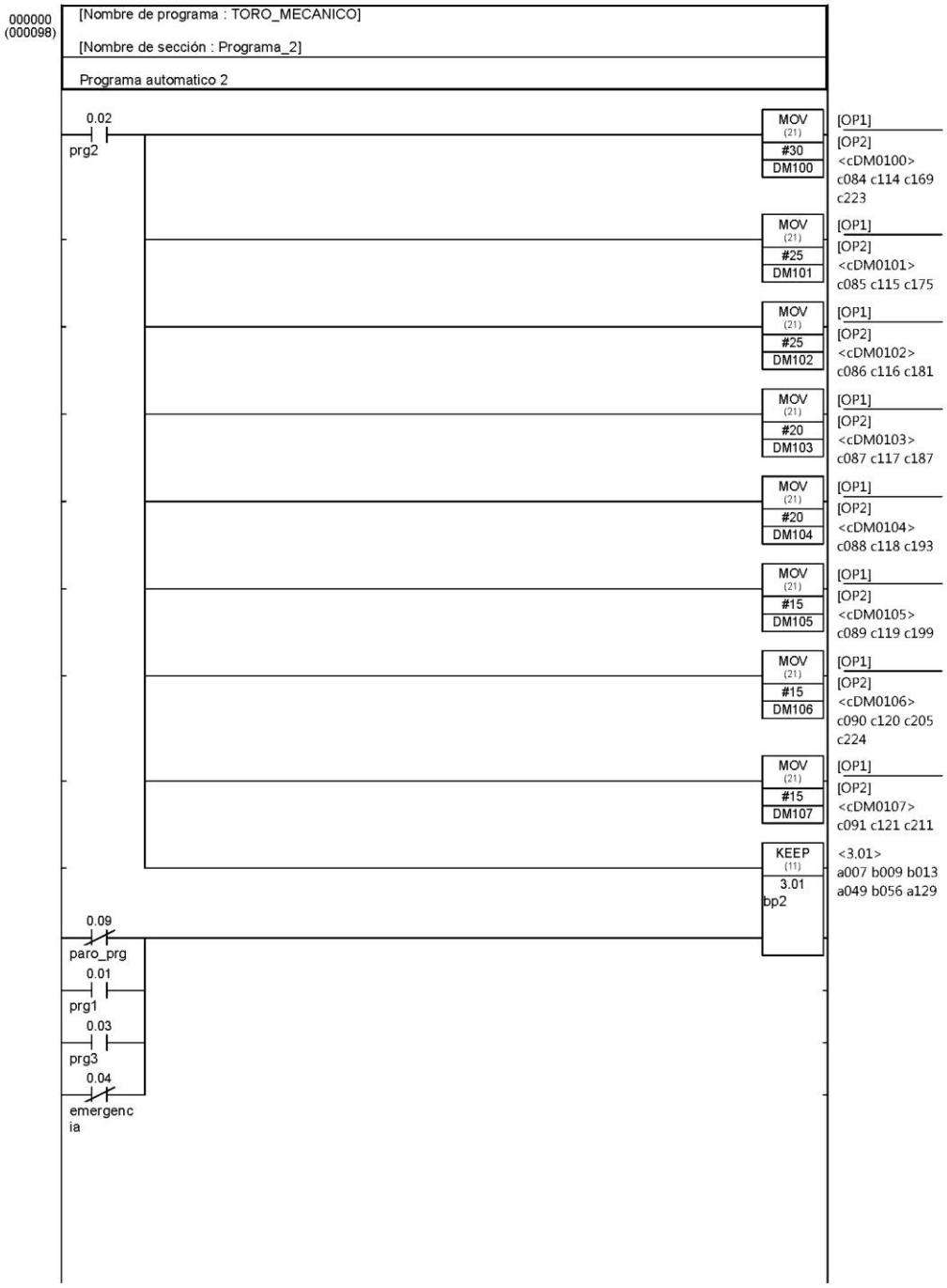

000000 (000000)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : Principal]
Contraseña
AR10.01
FUN49
#0
#0
#4247
[OP1]
[OP2]
[OP3]
000001 (000002)
reles programas auto
3.00
bp1
3.02
bp3
KEEP (11)
10.04
rp1
<c10>
c219
000002 (000007)
3.01
bp2
10.05
rp2
000003 (000012)
modo manual
0.09
paro_prg
TIM
009
#3
<TIM009(bit)>
a019
010
#5
<TIM010(bit)>
a020
000004 (000017)
000005 (000019)
TIM009
TIM010
3.05
manual
<3.05>
a022
000006 (000022)
IL (02)
000007 (000024)
0.07
jgf
10.07
gr
10.06
gf
<10.06>
b029
000008 (000028)
0.08
jgr
10.06
gf
10.07
gr
<10.07>
b025

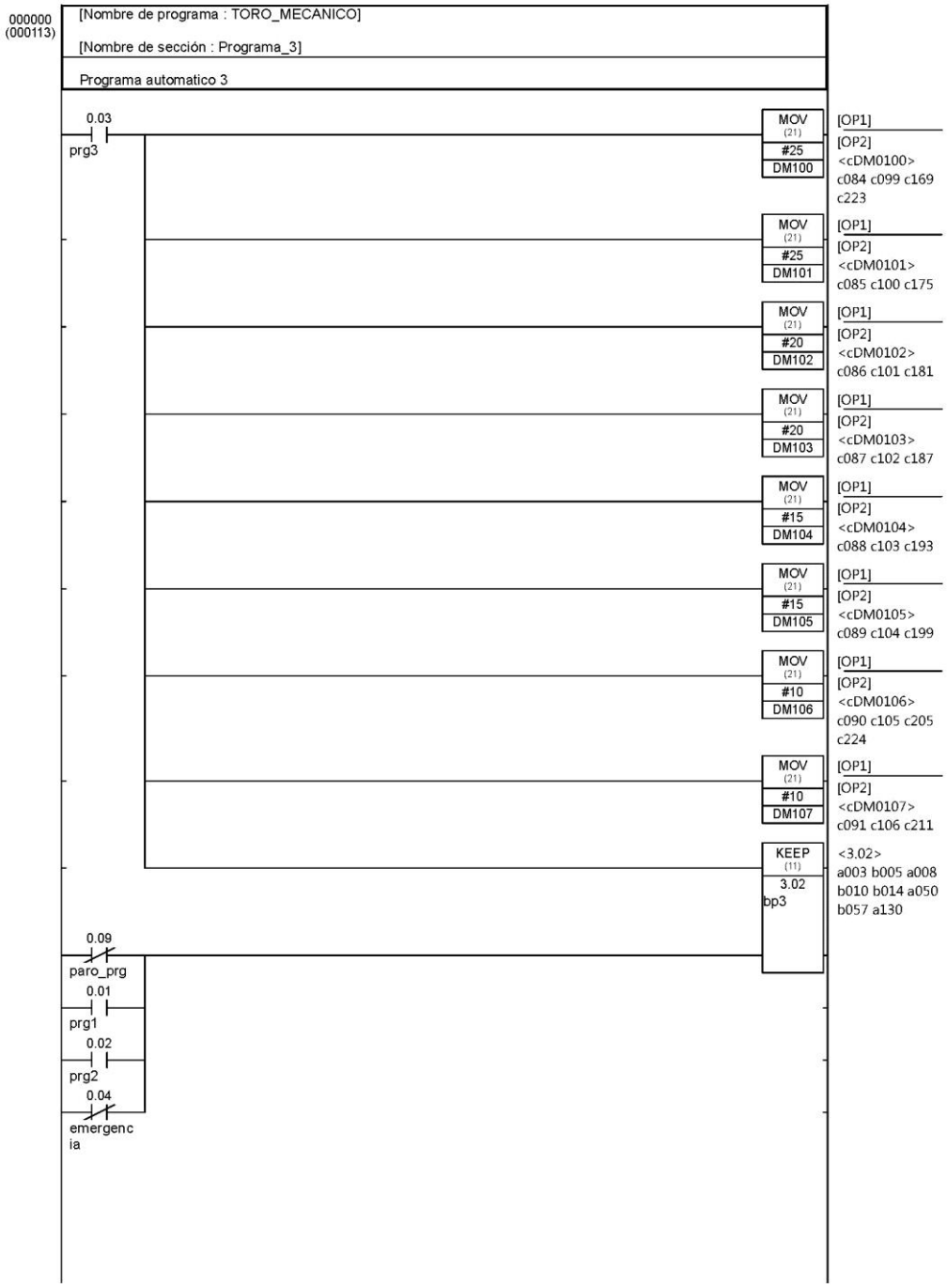

jgr
000009
(000032)
0.05
jtf
10.01
tr
KEEP
(11)
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
0.05
jtf
000010
(000036)
0.06
jtr
10.00
tf
KEEP
(11)
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
0.06
jtr
000011
(000040)
0.05
jtf
3.03
aux_rclk
SET
3.04
aux_rclk
man
<3.04>
a067 a074
0.08
jgr
0.06
jtr
0.07
jgf
000012
(000046)
ILC
(03)

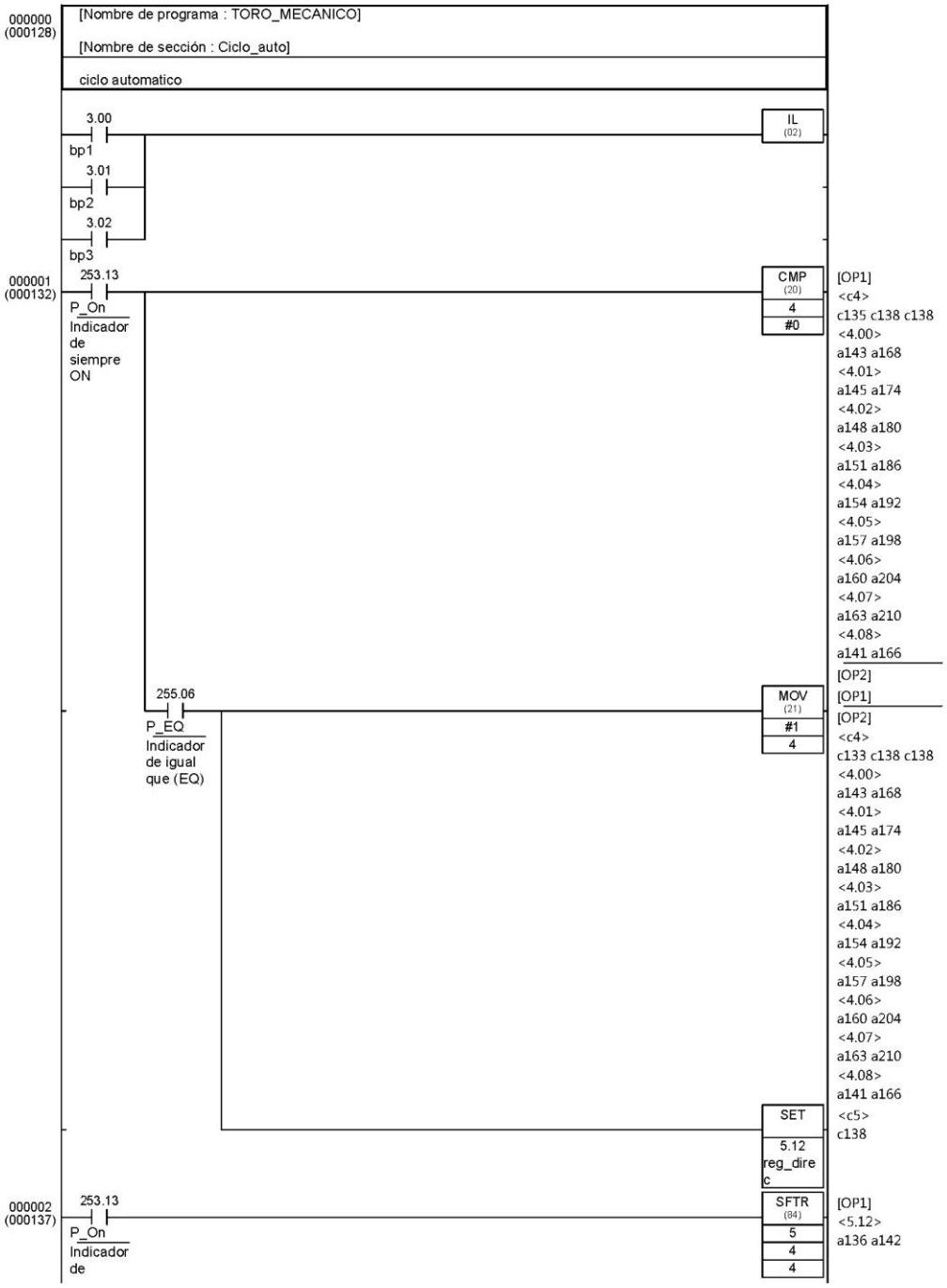

000001
(000048)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : Contadores]
Incremento contador
3.00
bp1
255.02
P_1s
Bit de pulso de reloj de 1.0 segundos
10.02
clk
<c10>
c219
3.01
bp2
3.02
bp3
0.07
jgf
3.00
bp1
3.01
bp2
3.02
bp3
0.08
jgr
0.05
jtf
0.06
jtr
000002
(000061)
Reset contador
0.09
paro_prg
0.04
emergencia
SET
3.03
aux_rclk
<3.03>
a044 a068
000003
(000064)
0.01
prg1
3.03
aux_rclk
SET
10.03
rclk
<10.03>
a077
<c10>
c219
0.02
prg2
0.03
prg3
3.04
aux_rclk_man
000004
(000070)
0.01
prg1
3.04
aux_rclk_man
SET
10.03
rclk
<10.03>
a077
<c10>
c219
0.02
prg2
0.03
prg3
RSET
3.04
aux_rclk_man
<3.04>
a067 a074
0.04

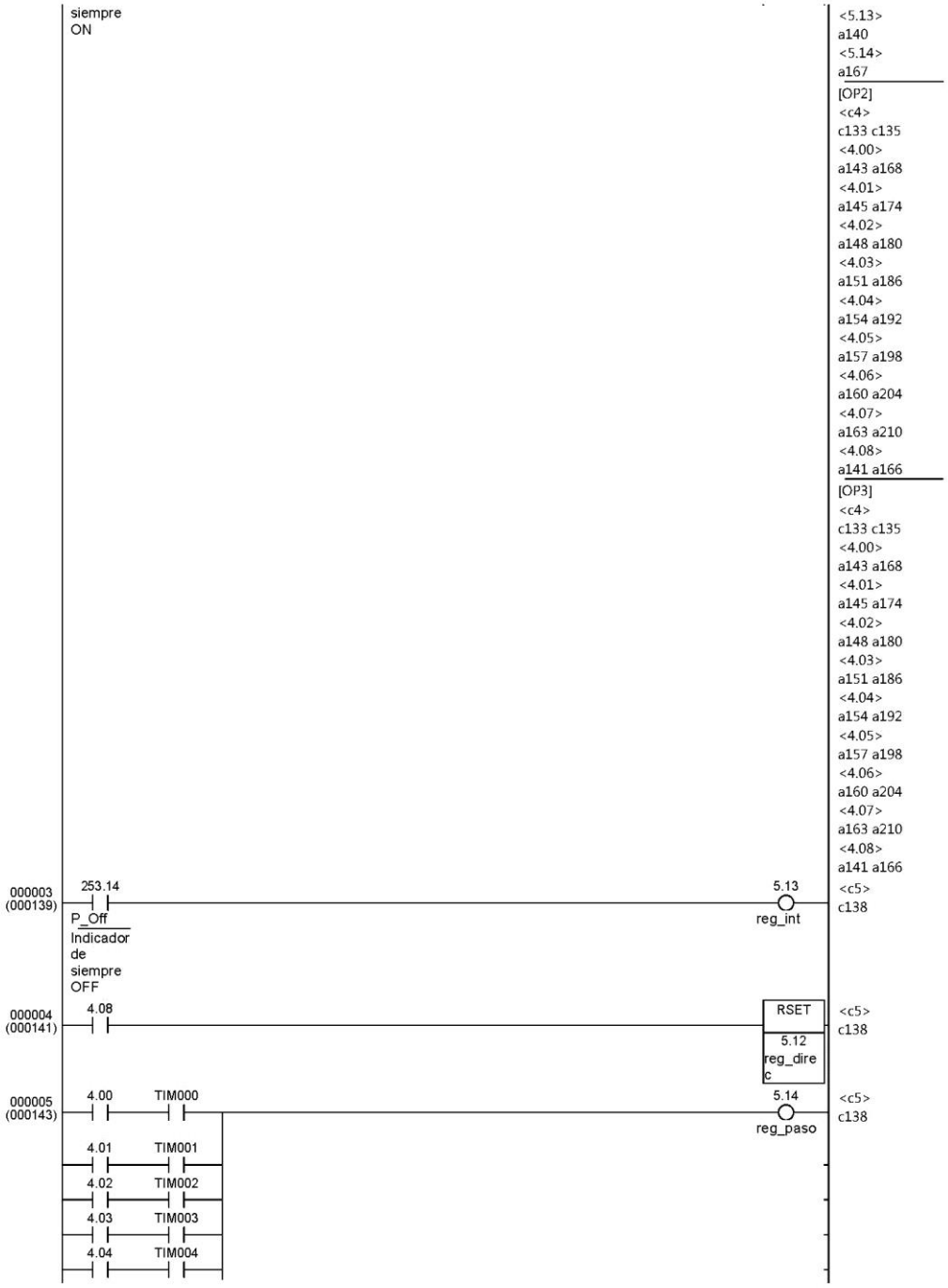

man
0.04
emergenc
ia
000005
(000077)
10.03
rclk
TIM
008
#1
[OP1]
<TIM008(bit)>
a080
[OP2]
RSET
3.03
aux_rclk
<3.03>
a044 a068
000006
(000080)
TIM008
RSET
10.03
rclk
<10.03>
a077
<c10>
c219

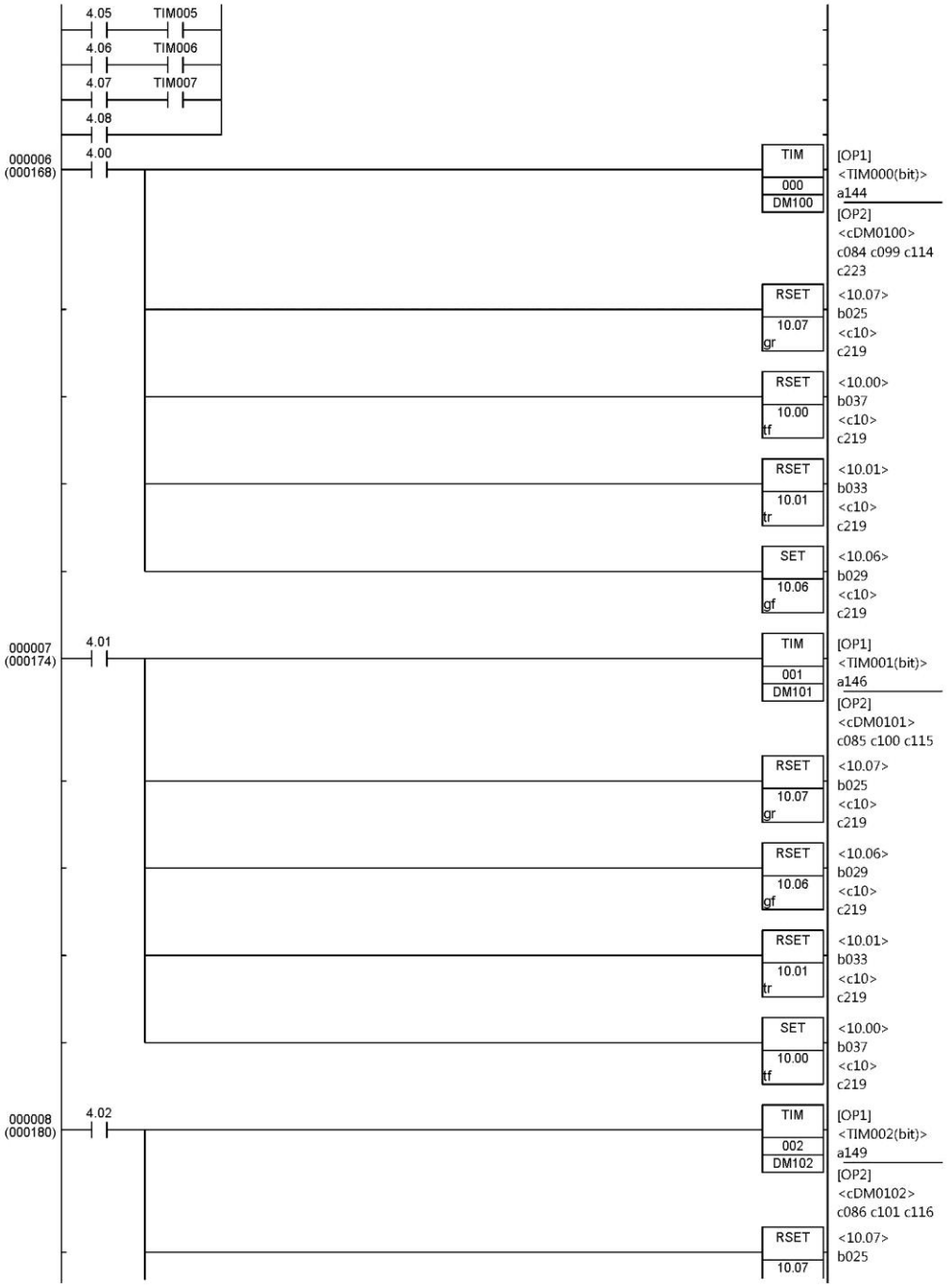

000000
(000083)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : Programa_1]
Programa automatico 1
0.01
prg1
MOV (21) #40 DM100
[OP1]
[OP2]
<cDM0100>
c099 c114 c169
c223
MOV (21) #35 DM101
[OP1]
[OP2]
<cDM0101>
c100 c115 c175
MOV (21) #35 DM102
[OP1]
[OP2]
<cDM0102>
c101 c116 c181
MOV (21) #30 DM103
[OP1]
[OP2]
<cDM0103>
c102 c117 c187
MOV (21) #25 DM104
[OP1]
[OP2]
<cDM0104>
c103 c118 c193
MOV (21) #25 DM105
[OP1]
[OP2]
<cDM0105>
c104 c119 c199
MOV (21) #20 DM106
[OP1]
[OP2]
<cDM0106>
c105 c120 c205
c224
MOV (21) #20 DM107
[OP1]
[OP2]
<cDM0107>
c106 c121 c211
KEEP (11) 3.00 bp1
<3.00>
a002 b004 b012
a048 b055 a128
0.09
paro_prg
0.02
prg2
0.03
prg3
0.04
emergenc
ia

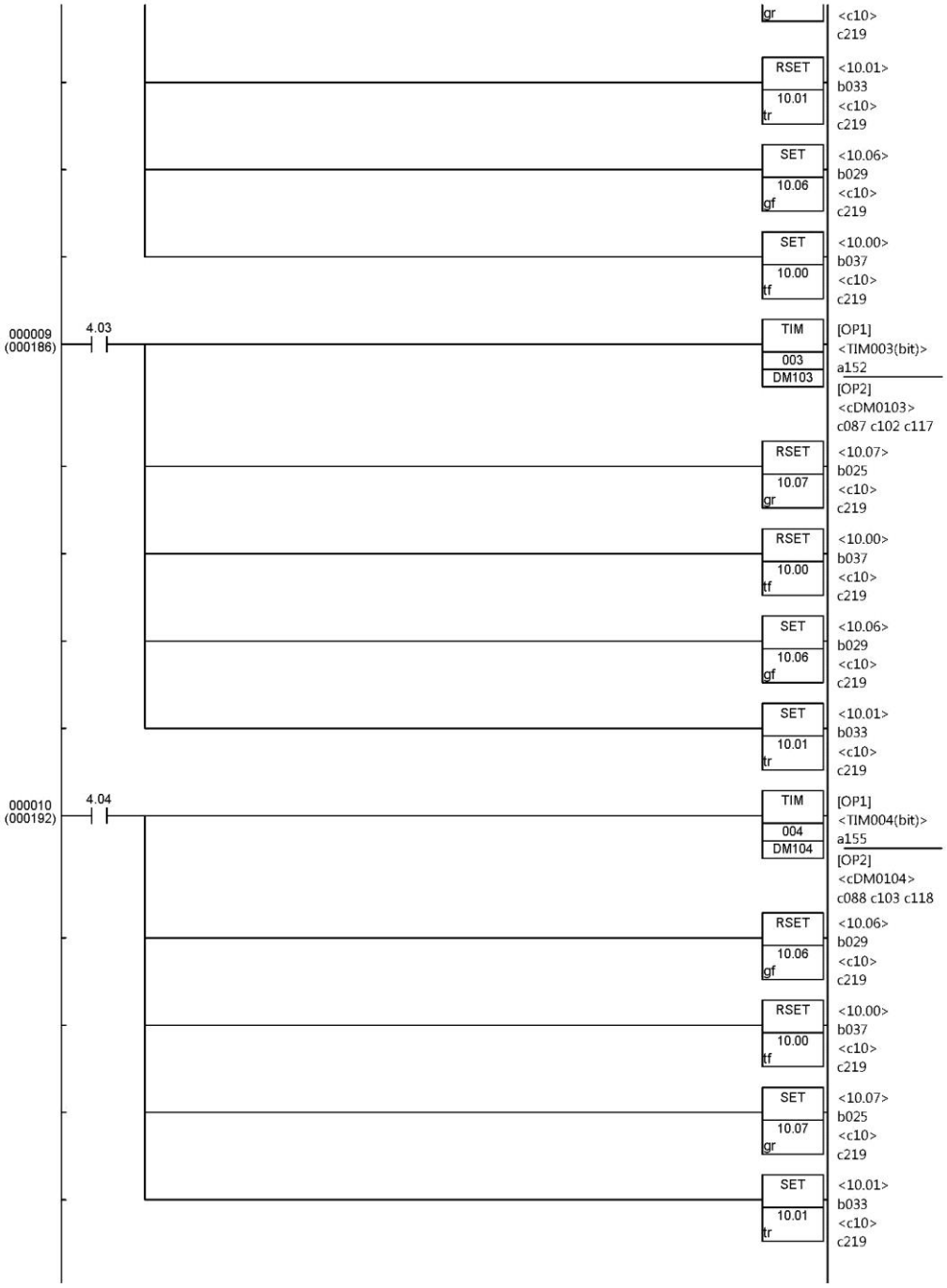

000000
(000098)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : Programa_2]
Programa automatico 2
0.02
prg2
MOV (21) #30 DM100
[OP1]
[OP2]
<cDM0100>
c084 c114 c169
c223
MOV (21) #25 DM101
[OP1]
[OP2]
<cDM0101>
c085 c115 c175
MOV (21) #25 DM102
[OP1]
[OP2]
<cDM0102>
c086 c116 c181
MOV (21) #20 DM103
[OP1]
[OP2]
<cDM0103>
c087 c117 c187
MOV (21) #20 DM104
[OP1]
[OP2]
<cDM0104>
c088 c118 c193
MOV (21) #15 DM105
[OP1]
[OP2]
<cDM0105>
c089 c119 c199
MOV (21) #15 DM106
[OP1]
[OP2]
<cDM0106>
c090 c120 c205
c224
MOV (21) #15 DM107
[OP1]
[OP2]
<cDM0107>
c091 c121 c211
KEEP (11) 3.01 bp2
<3.01>
a007 b009 b013
a049 b056 a129
0.09
paro_prg
0.01
prg1
0.03
prg3
0.04
emergenc
ia

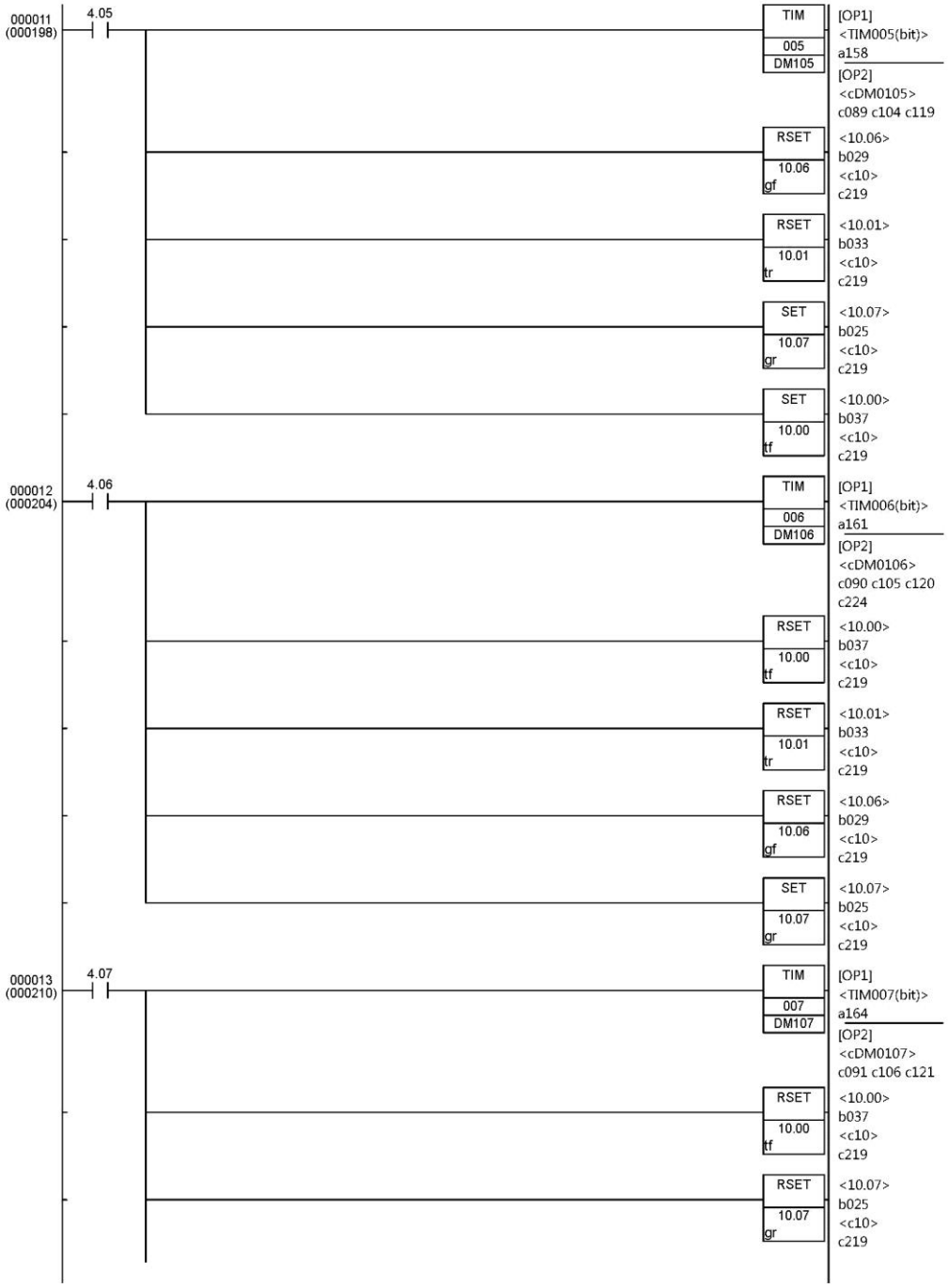

000000
(000113)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : Programa_3]
Programa automatico 3
0.03
prg3
MOV (21) #25 DM100
[OP1]
[OP2]
<cDM0100>
c084 c099 c169
c223
MOV (21) #25 DM101
[OP1]
[OP2]
<cDM0101>
c085 c100 c175
MOV (21) #20 DM102
[OP1]
[OP2]
<cDM0102>
c086 c101 c181
MOV (21) #20 DM103
[OP1]
[OP2]
<cDM0103>
c087 c102 c187
MOV (21) #15 DM104
[OP1]
[OP2]
<cDM0104>
c088 c103 c193
MOV (21) #15 DM105
[OP1]
[OP2]
<cDM0105>
c089 c104 c199
MOV (21) #10 DM106
[OP1]
[OP2]
<cDM0106>
c090 c105 c205
c224
MOV (21) #10 DM107
[OP1]
[OP2]
<cDM0107>
c091 c106 c211
KEEP (11) 3.02 bp3
<3.02>
a003 b005 a008
b010 b014 a050
b057 a130
0.09
paro_prg
0.01
prg1
0.02
prg2
0.04
emergenc
ia

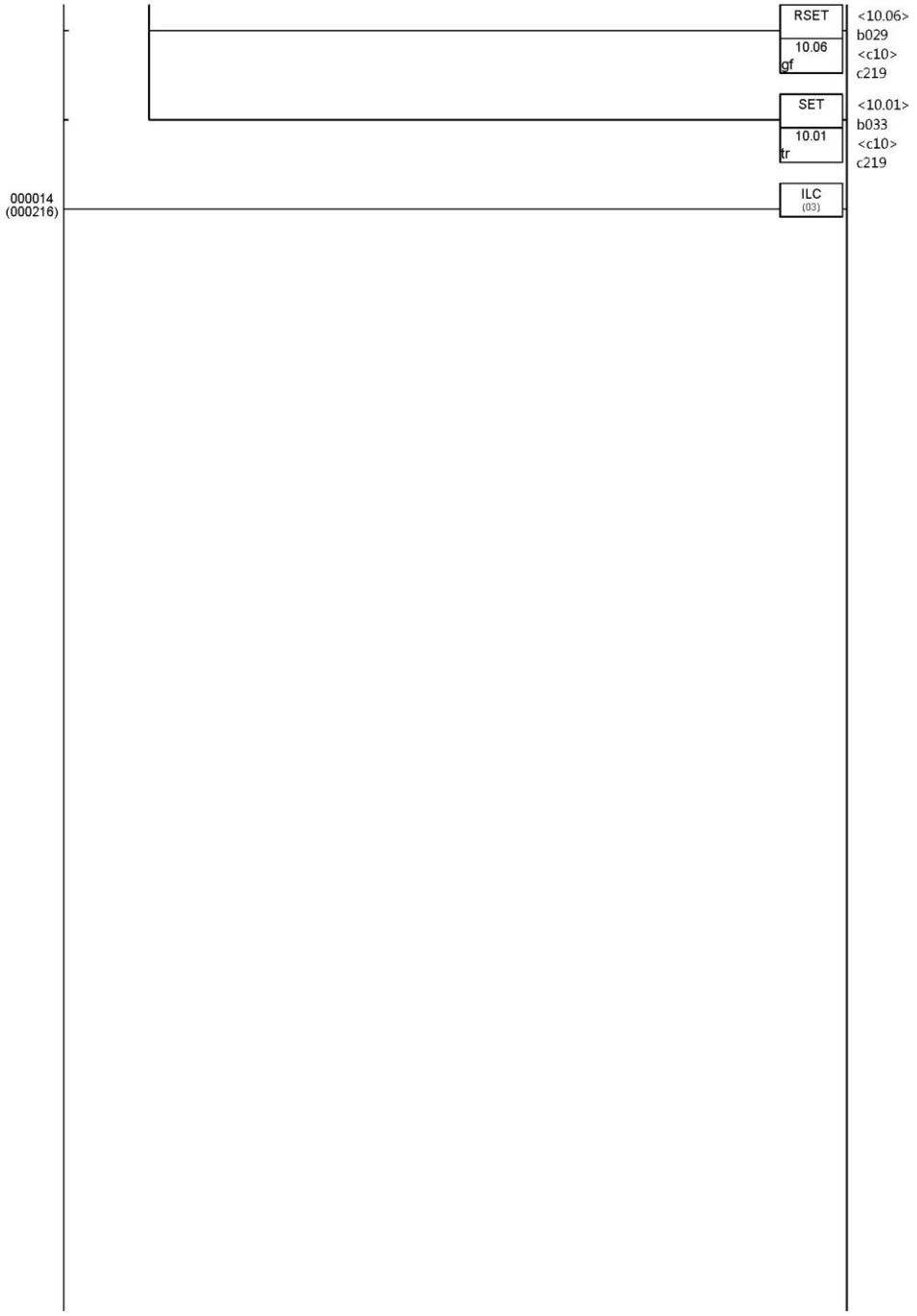

000000 (000128)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : Ciclo_auto]
ciclo automatico
3.00
bp1
3.01
bp2
3.02
bp3
IL (02)
000001 (000132)
253.13
P_On
Indicador de siempre ON
CMP (20)
4
#0
[OP1]
<c4>
c135 c138 c138
<4.00>
a143 a168
<4.01>
a145 a174
<4.02>
a148 a180
<4.03>
a151 a186
<4.04>
a154 a192
<4.05>
a157 a198
<4.06>
a160 a204
<4.07>
a163 a210
<4.08>
a141 a166
[OP2]
255.06
P_EQ
Indicador de igual que (EQ)
MOV (21)
#1
4
[OP1]
[OP2]
<c4>
c133 c138 c138
<4.00>
a143 a168
<4.01>
a145 a174
<4.02>
a148 a180
<4.03>
a151 a186
<4.04>
a154 a192
<4.05>
a157 a198
<4.06>
a160 a204
<4.07>
a163 a210
<4.08>
a141 a166
SET
5.12
reg_direc
<c5>
c138
000002 (000137)
253.13
P_On
Indicador de
SFTR (84)
5
4
4
[OP1]
<5.12>
a136 a142

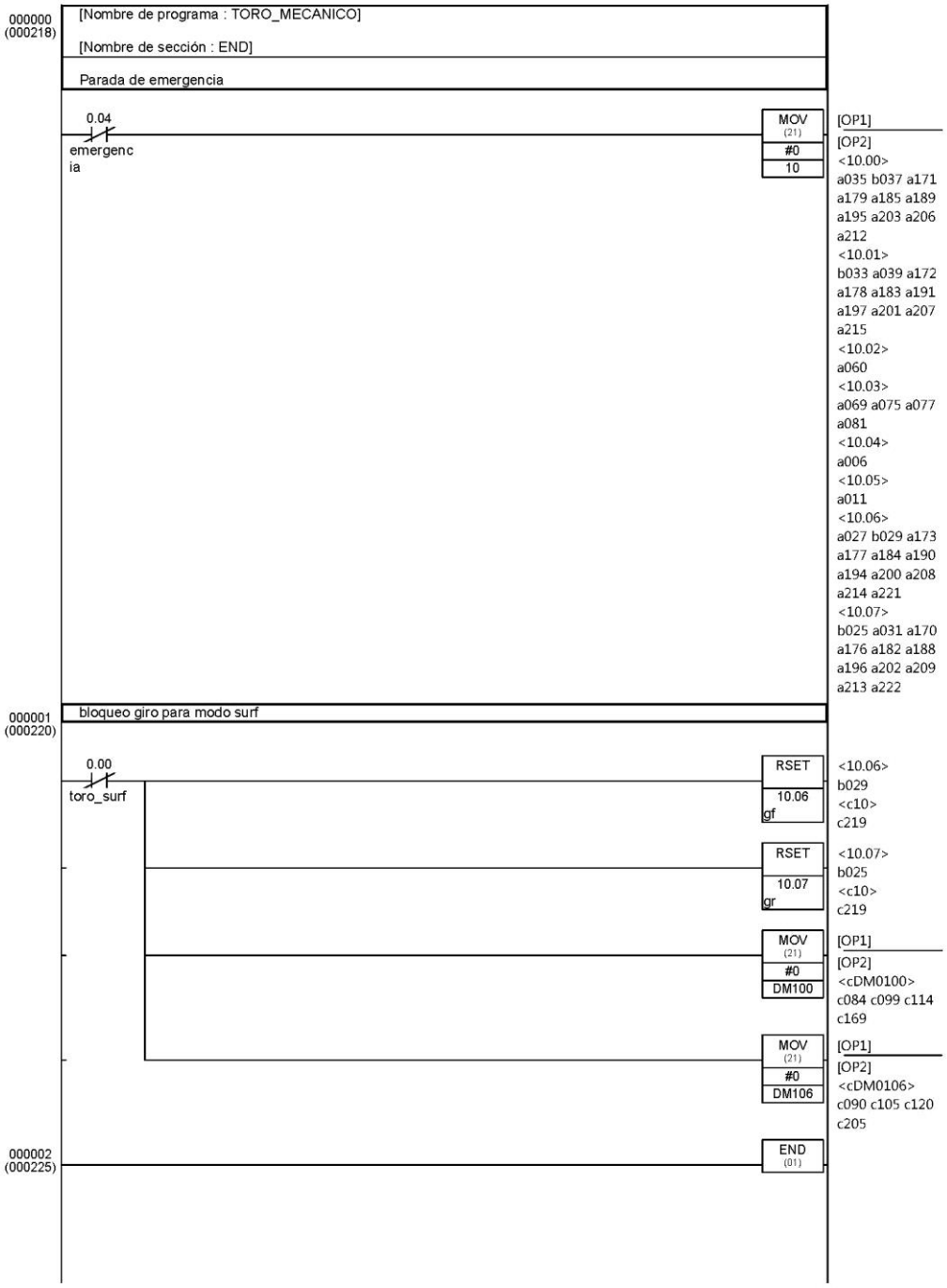

siempre
ON
<5.13>
a140
<5.14>
a167
[OP2]
<c4>
c133 c135
<4.00>
a143 a168
<4.01>
a145 a174
<4.02>
a148 a180
<4.03>
a151 a186
<4.04>
a154 a192
<4.05>
a157 a198
<4.06>
a160 a204
<4.07>
a163 a210
<4.08>
a141 a166
[OP3]
<c4>
c133 c135
<4.00>
a143 a168
<4.01>
a145 a174
<4.02>
a148 a180
<4.03>
a151 a186
<4.04>
a154 a192
<4.05>
a157 a198
<4.06>
a160 a204
<4.07>
a163 a210
<4.08>
a141 a166
000003
(000139)
253.14
P_Off
Indicador
de
siempre
OFF
5.13
reg_int
<c5>
c138
000004
(000141)
4.08
RSET
5.12
reg_dire
c
<c5>
c138
000005
(000143)
4.00
TIM000
5.14
reg_paso
<c5>
c138
4.01
TIM001
4.02
TIM002
4.03
TIM003
4.04
TIM004


4.05
TIM005
4.06
TIM006
4.07
TIM007
4.08
000006
(000168)
4.00
TIM
000
DM100
[OP1]
<TIM000(bit)>
a144
[OP2]
<cDM0100>
c084 c099 c114
c223
RSET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
RSET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
RSET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
SET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
000007
(000174)
4.01
TIM
001
DM101
[OP1]
<TIM001(bit)>
a146
[OP2]
<cDM0101>
c085 c100 c115
RSET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
RSET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
RSET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
SET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
000008
(000180)
4.02
TIM
002
DM102
[OP1]
<TIM002(bit)>
a149
[OP2]
<cDM0102>
c086 c101 c116
RSET
10.07
<10.07>
b025


gr
<c10>
c219
RSET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
SET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
SET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
000009
(000186)
4.03
TIM
003
DM103
[OP1]
<TIM003(bit)>
a152
[OP2]
<cDM0103>
c087 c102 c117
RSET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
RSET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
SET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
SET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
000010
(000192)
4.04
TIM
004
DM104
[OP1]
<TIM004(bit)>
a155
[OP2]
<cDM0104>
c088 c103 c118
RSET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
RSET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
SET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
SET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219


000011
(000198)
4.05
TIM
005
DM105
[OP1]
<TIM005(bit)>
a158
[OP2]
<cDM0105>
c089 c104 c119
RSET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
RSET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
SET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
SET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
000012
(000204)
4.06
TIM
006
DM106
[OP1]
<TIM006(bit)>
a161
[OP2]
<cDM0106>
c090 c105 c120
c224
RSET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
RSET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
RSET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
SET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
000013
(000210)
4.07
TIM
007
DM107
[OP1]
<TIM007(bit)>
a164
[OP2]
<cDM0107>
c091 c106 c121
RSET
10.00
tf
<10.00>
b037
<c10>
c219
RSET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219


RSET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
SET
10.01
tr
<10.01>
b033
<c10>
c219
000014
(000216)
ILC
(03)


000000
(000218)
[Nombre de programa : TORO_MECANICO]
[Nombre de sección : END]
Parada de emergencia
0.04
emergenc
ia
MOV
(21)
#0
10
[OP1]
[OP2]
<10.00>
a035 b037 a171
a179 a185 a189
a195 a203 a206
a212
<10.01>
b033 a039 a172
a178 a183 a191
a197 a201 a207
a215
<10.02>
a060
<10.03>
a069 a075 a077
a081
<10.04>
a006
<10.05>
a011
<10.06>
a027 b029 a173
a177 a184 a190
a194 a200 a208
a214 a221
<10.07>
b025 a031 a170
a176 a182 a188
a196 a202 a209
a213 a222
000001
(000220)
bloqueo giro para modo surf
0.00
toro_surf
RSET
10.06
gf
<10.06>
b029
<c10>
c219
RSET
10.07
gr
<10.07>
b025
<c10>
c219
MOV
(21)
#0
DM100
[OP1]
[OP2]
<cDM0100>
c084 c099 c114
c169
MOV
(21)
#0
DM106
[OP1]
[OP2]
<cDM0106>
c090 c105 c120
c205
000002
(000225)
END
(01)

Nombre de PLC	Nombre de Programa	Nombre de Sección	Iniciar paso núm.	Finalizar paso núm.	Páginas
toro_2					14
	TORO_MECANICO				14
		Principal	0	46	2
		Contadores	48	81	2
		Programa_1	83	96	1
		Programa_2	98	111	1
		Programa_3	113	126	1
		Ciclo_auto	128	216	6
		END	218	225	1

14. Bibliografía.

14.1. Paginas Webs.

https://es.wikipedia.org/wiki/Esquema_de_conexi%C3%B3n_a_tierra
http://platea.pntic.mec.es/alabarta/CVE/Soporte/Materiales/Resumen_Esquemas_TN_TT_IT.pdf
http://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=control-de-procesos/ip_ratings
https://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia
https://industrial.omron.es/es/products/cx-programmer
http://www.infoplc.net/
http://www.covisa.cl/productos/alambres-y-cables-covifree-h07z1/
http://www.tecnicsuport.com/index.php
http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/

14.2. Ilustraciones.

3-1 Mecanismo TM
3-2 Armario eléctrico TM

4-1 http://es.dreamstime.com/fotograf%C3%ADa-de-archivo-el-barril-cuelga-en-las-cuerdas-para-el-tren-del-montar-caballo-del-buill-image40782652
4-2 http://fabricadejuegosmecanicos.com/producto/toro-mecanico/
4-3 http://www.inflablescordoba.com/castillos-inflables-cordoba-precios.php?id_producto=111&idCategoria=12&idsuper=1
4-4 http://www.akindustronic.com/index.php/control-electronico-para-toro-mecanico/
https://www.youtube.com/watch?v=S6Gpkn84ey4
4-5 http://www.akindustronic.com/index.php/control-electronico-para-toro-mecanico/
4-6 http://www.akindustronic.com/index.php/control-electronico-para-toro-mecanico/
4-7 https://www.youtube.com/watch?v=ZGInp4ZBt-8
4-8 http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-434105792-fabrica-venta-toro-mecanico-y-tabla-de-surf-_JM
4-9 http://www.parquedebolas.com/es/productos/ficha/622/toro-mecanico-premio-sin-contador
4-10 http://www.alibaba.com/product-detail/Newly-LCD-control-mechanical-bull-for_1214556238.html
4-11 http://spanish.alibaba.com/p-detail/happylife-rodeo-toro-paseo-toro-mec%C3%A1nico-para-la-venta-300003370534.html
4-12 http://spanish.alibaba.com/p-detail/Baratos-toro-mec%C3%A1nico-para-la-venta-toro-mec%C3%A1nico-en-precio-jixuan-ltd-300005162029.html
4-13 http://www.ebay.com/itm/Bucking-Bronco-Mechanical-Bull-Rodeo-Bull-Multi-Ride-/230565472425
4-14 http://familyfriendlyenter.homestead.com/bullride.html
4-15 http://www.rodeobullmanufacturer.com/KBAC1.asp

5-1 UNE-EN 60204-1–Marzo 2013-
5-2 PFC Diseño de un simulador de caballitos conforme a la norma une sobre la Seguridad de atracciones de feria.

6-1 Diagrama hardware en Viso.
6-2 http://www.schneider-electric.es/es/product-range/624-tesys-vario--mini-vario/?parent-category-

id=4200
6-3 http://manualefaidate.com/page/81
6-4 http://manualefaidate.com/page/81
6-5 http://www.upv.es/electrica/material_tecno/Transparencias_PDF/T2/tema2-3.pdf
6-6 http://www.directindustry.es/prod/df-electric
6-7 https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/partes-fundamentales-de-un-motor-electrico
6-8 http://www.roydisa.es/motore-electrico-alta-eficiencia-ie2-ie3/
6-9 Schneider LC-D Contactors.pdf
6-10 http://www.tme.eu/gb/details/my4-in-24dc/industrial-electromagnetic-relays/omron/my4in-24vdc-s
6-11 Catalogo Tomas Industriales PK MerlinGerin
6-12 http://cncservice.es/tienda/index.php?route=product/product&product_id=139
6-13 http://www.delvalle.es/es/productos/ventilacion_y_climatizacion
6-14,15,16,17,18 Schneider –Control industrial y automatización 2012/2013-
6-19 https://www.logismarket.es/fadisel/cebek-joystick-digital/1781907500-234690044-nd.html
6-20 Eaton-M22-R2K2-datasheet
6-21 Boletin mensual 1-Agosto-2007 globaltec S.A.
6-22 Datasheet Omron MX2
6-23 http://electricousado.com/es/componentes-electricos/2050-n1855-fuente-de-alimentacion-telemecanique-220v-ac-salida-24v-dc.html
6-24 https://www.quasarelectronics.co.uk/Item/cebek-cd-20-2-digit-up-down-counter-module-100mm-led-display
6-25 http://www.optimumotomasyon.com/omron-cpm1a-kompakt-plc.html
6-26 https://es.wikipedia.org/wiki/Colector_(motor_el%C3%A9ctrico)#/media/File:B%C3%BCrstenabhebevorrichtung.svg
Anillo collector TM
6-27 Armario prototipo TM.
6-28 http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-461276258-canaletas-ranuradas-40x40-_JM
6-28 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eplan-logo.svg

7-1 http://ingenieria.programasfull.com/descargar-gratis-cx-one-omrom.html
7-2 http://www.omron-ap.co.in/service_support/technical_guide/plc/index.asp
7-3 http://www.monotaro.sg/g/00161782/
7-4 https://octopart.com/cpm1-cif01-omron-5440759
7-5 http://forums.mrplc.com/index.php?/topic/26125-help-cqm1-cif02-do-not-work/
7-6 https://www.lammertbies.nl/comm/cable/plc-omron.html
7-7 http://www.isa.uniovi.es/~vsuarez/ii/CursoOnline/2aciclo%20de%20scan.htm
7-8 Diagrama de flujo del ciclo de programa.

8-1 Rotulo prototipo TM.

9-1 Datasheet Omron CPM1.Smallest PLC in the SYSMAC C Series.
9-2 Datasheet Omron MX2.
9-3 Datasheet Omron Miniature Power Relays.
9-4 Libro de fórmulas- Jan Braun- maxon motor
9-5 Diagrama de flujo para seleccionar motor
9-6 Catalogo reductoras MEB(Maquinarias Eléctricas Bilbao)
9-7 Libro de fórmulas- Jan Braun- maxon motor
9-8 Grafica Velocidad vs Tiempo

9-9,10 Catalogo Técnico Tausend- reductores y variadores-
9-11 Catalogo Krautler –motores electricos-

10-1 Diagrama de sectores presupuesto

11-(1-10) Fotografías prototipo TM
11-11 http://www.ebay.es/itm/Tenazas-6-qmm-surtido-Electrico-Terminales-de-cable-etc-/380991558906

14.3. Tablas.

6-1 Schneider LC-D Contactors.pdf

9-1 Cálculos Par de fuerza
9-2 Cálculos factor de servicio

10-1 Presupuestos.

13-1 http://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=control-de-procesos/ip_ratings

14.4. Normativas.

- UNE-EN 13814 Maquinaria y estructuras para parques y ferias de atracciones. Seguridad.
- EN 60204-1:1997 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las maquinas. Parte 1: Requisitos generales. (IEC 60204-1:1997)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.

Nota: Además se ha consultado, según necesidades, todas aquellas normas que dichas norma recomiendan a consultar para su correcta interpretación.

14.5. Proyectos.

- PROYECTO FIN DE CARRERA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD MECÁNICA -Universidad Carlos III- Diseño de un simulador de caballitos conforme a la norma une 13814 “maquinaria y estructuras para parques y ferias de atracciones” sobre la seguridad de atracciones de feria.
  Autor: Luis Prieto Arenal.

14.6. Libros.

- Máquinas Eléctricas –Jesús Fraile Mora- 5º Edición (Mc. Graw Hill).
- Libro de fórmulas –Jan Braun- (Maxon Academy).