

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

REACONDICIONADO DEL CONTROL DE LA MAQUINA DE 3 EJES PARA SU ADAPTACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Autor: Daniel Alfredo Pousada Fernández.

Directores: Rubén Puche Panadero.
Ángel Sapeña Baño.

sep.-18

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	6
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	88
3. PRESUPUESTO	99
4. PLANOS.....	110
5. ANEXOS	129

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

MEMORIA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Autor: Daniel Alfredo Pousada Fernández.

Directores: Rubén Puche Panadero.

Ángel Sapeña Baño.

sep.-18

ÍNDICE

1. OBJETO	6
2. ALCANCE.....	7
3. NORMATIVA DE REFERENCIA	8
4. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	8
4.2. AUTÓMATAS PROGRAMABLES	9
4.3. COMUNICACIONES INDUSTRIALES.....	11
4.4. INDUSTRIA 4.0.....	16
4.5. VARIADORES DE FRECUENCIA.....	19
4.6. PERTURBACIONES, ARMÓNICOS Y FILTROS.....	25
4.7. MOTORES ELÉCTRICOS.....	27
4.8. FRENADO DE MOTORES	31
5. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA.....	32
5.1 DISEÑO 2013	32
5.1.1 COMPONENTES,FUNCIÓN Y CARACTERÍSTICAS.....	33
5.2 DISEÑO 2018	35
6. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	36
6.1 REQUERIMIENTOS	36
6.2 SELECCIÓN DE PLC.....	39
6.3 SELECCIÓN DE CONVERTIDORES DE FRECUENCIA	40
6.4 COMPONENTES	42
7. SOLUCIÓN ADOPTADA	46
7.1 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.....	46
7.2 CONDUCTORES Y PROTECCIONES	48
7.2.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	48
7.2.2 CAIDA DE TENSIÓN.....	49
7.2.3 PODER DE CORTE DISPOSITIVO	50
7.3 PARAMETRIZACIÓN DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA.....	53
7.4 PUPITRE OPERARIO	60
7.5 PROGRAMA DE CONTROL	61
7.5.1 FLUJOGRAMA	67
7.6 PANTALLA HMI	69



REACONDICIONADO DEL CONTROL DE LA MAQUINA DE 3 EJES PARA SU ADAPTACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

7.7 SCADA.....	71
7.8 WEB SERVER.....	76
7. CONCLUSIONES	82
8. BIBLIOGRAFÍA.....	83

MEMORIA

1. Objeto

El objetivo final del presente proyecto consiste en implementar una máquina de 3 ejes independientes, funcional, con interfaz humano-máquina que cuente con sistema de control vía local y remota acorde con los requerimientos para actualizarla a las exigencias de la industria 4.0.

Se pretende implementar una interfaz de control local mediante el empleo de un pupitre de operario o una pantalla táctil, así como un control remoto mediante aplicación SCADA e integración del control vía web server con cualquier dispositivo apto para la ejecución del mismo.

La consecución del objetivo final se puede descomponer en el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

1. Restauración de la máquina:

Se persigue, aprovechando la estructura mecánica existente:

- Desmontar todo los elementos electromecánicos instalados inicialmente para proceder al saneamiento de la estructura.
- Pintar íntegramente la máquina y las carcasas de los motores.
- Subsanan las averías de los elementos electromecánicos que resulten útiles para ser reutilizados en la actualización.
- Cálculo y diseño conexiones eléctricas.
- Recablear y sanear conexiones eléctricas.

2. Remodelación y reestructuración de la máquina :

Se reestructurará la composición electromecánica de la máquina, así como su disposición física optimizando la distribución de los componentes integrados y ubicándolos en un único tablero central.

- Se integrarán tres variadores de frecuencia, consiguiendo la independencia de los tres ejes y permitiendo maniobras simultaneas de diversa dirección y velocidad.
- Se implementará sistemas de mando físico para control manual a través de pupitre de operario actualizado, subsanando los daños presentes y añadiendo un nuevo selector de tres posiciones. También se integrará pantalla HMI para control local.
- Se sustituirán los contactores averiados y se integrarán nuevos con cabeceros auxiliares de contactos libres de potencial para la nueva maniobra de control.
- Se integrarán sensores de posición analógicos con tecnología de potenciómetro de precisión para el control de los ejes.
- Se creará un sistema de indicadores luminosos para representación del estado de la maquina a modo de semáforo.
- Sustitución del autómatas.
- Integración de Switch para gestión del tráfico de comunicaciones Ethernet con componentes y red.

3. Programación, parametrización y control local:

- Se desarrollará e incorporará el debido programa de control en el PLC para conseguir mediante funcionamiento manual el posicionamiento, de cualquiera de los ejes.
- Se conectará debidamente el pupitre de operario, debidamente restaurado, para la ejecución del control manual, local.
- Se programará, conectará e instalará debidamente la pantalla HMI para el control manual y local de la máquina.
- Se parametrizarán los variadores de frecuencia para conseguir el funcionamiento deseado y mediante los modos de control requeridos por la actualización a la industria 4.0.

4. Sistema “Supervisory Control And Data Acquisition”. SCADA :

- La implementación de la aplicación permitirá la operación manual de los tres ejes, la ejecución de un programa automático con configuración de la secuencia a ejecutar así como la monitorización de las variables más relevantes del sistema (frecuencias de salida, sensores de posición, errores).

5. Actualización a la industria 4.0:

La principal característica de la actual revolución industrial es la conectividad. Los sistemas conectados a la red, accesos remotos, sistemas IoT y Big Data. Para cumplir este requisito fundamental:

- Web server: Se implementará sistema de integración en red de la máquina que permita la conexión remota mediante cualquier dispositivo conectado a internet tras acreditar las credenciales de usuario.
- Switch : Se incorporará un switch para la gestión de tráfico de las comunicaciones vía Ethernet de los componentes de la máquina entre ellos y con la red.

2. Alcance

El diseño y desempeño de este trabajo fin de grado, se realiza con la previsión de que la máquina objeto de la actualización pueda ser empleada acorde a las exigencias actuales de la industria moderna.

El rediseño y parametrización permitirá conectar la máquina, ubicada dentro de la pirámide de automatización en los niveles de control y campo, con los niveles SCADA, MES y ERP.

Si bien los sistemas MES y ERP no entran dentro de los objetivos de este proyecto, la nueva versión de la máquina facilitará la conexión y acceso a dispositivos de estos niveles al estar dotada de comunicación vía Ethernet y estar conectada a red, siendo accesible desde dispositivos remotos para control y monitorización, IoT, Big Data, etc., siempre y cuando estos tengan acceso a internet y acrediten las permisos de usuario establecidos.

3. Normativa de referencia

- Real decreto 842/2002 Reglamento electrotécnico de baja tensión 2002.
- AENOR. 2014. UNE 157001:2014: Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico. Madrid: AENOR.
- AENOR. 2014. UNE-EN 61131: Autómatas programables. Madrid: AENOR.
- AENOR. 1997. UNE-EN 60617: Símbolos gráficos para esquemas. Madrid: AENOR

4. Marco teórico.

A continuación se exponen los conceptos más relevantes implicados en el desarrollo del proyecto.

4.1 Automatización industrial

Se puede entender como la rama de la ingeniería que pretende, mediante elementos computarizados y electromecánicos el control de procesos industriales y la maquinaria implicada en los mismos.

Los elementos que intervienen en un sistema de automatización se pueden clasificar jerárquicamente según su funcionalidad como sigue:¹

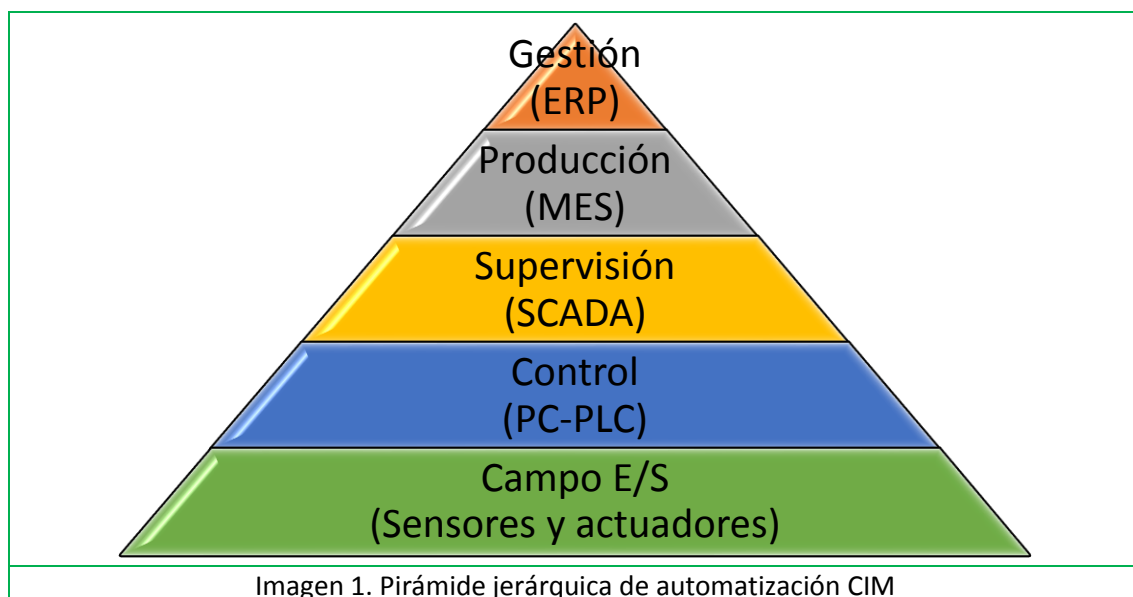


Imagen 1. Pirámide jerárquica de automatización CIM

Nivel de gestión ERP:

“**Enterprise Resource Planning**” es un sistema de gestión y de datos único, donde converge toda la información de una empresa para ser utilizada en la toma de decisiones de amplio espectro.

¹ (EHU) (Autracen) (Ferrero) (Villajulca)

Nivel planificación-Producción MES:

“Manufacturing execution systems” Sistemas intermediarios entre los niveles de planificación y producción.

Básicamente el sistema MES es un software que funciona como una extensión del sistema ERP, pero orientado a la planificación y ejecución de la producción, traduciendo a un lenguaje adaptado al nivel de planta el establecido por el nivel ERP, consiguiendo o adecuando los planes de ejecución de tareas con los recursos reales disponibles en el momento.

Nivel de supervisión SCADA:

“Supervisory Control And Data Acquisition” consistente en una aplicación o software de control, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de desde la PC o pantallas HMI, proporcionando información del proceso a niveles de usuario o operadores con distintos fines y niveles de acceso según la configuración establecida.

Nivel de control:

Dónde se localizan los dispositivos controladores y ejecutores que gestionan a los actuadores y sensores. Estos elementos pueden ser los Automatas Programables (PLC) o los PC's.

Nivel de campo:

Compuesto por todos los actuadores físicos implicados (relés, electroválvulas, sensores ,etc.)²

4.2 Autómatas programables o Programmable logic controller (P.L.C.)

Es un dispositivo de control diseñado para controlar procesos secuenciales que se ejecutan en un ambiente industrial.

Cuenta con un número determinado de entradas y salidas mediante las que interactúa con el proceso exterior, que pueden ser digitales o analógicas y estar concentradas o distribuidas.

El P.L.C. se fabrica de forma compacta o modular, siendo determinante las características del proyecto en el que tome parte para su elección.

El PLC está compuesto básicamente en:

CPU o unidad central de procesamiento:

Se compone de un microprocesador encargado de ejecutar secuencialmente el programa de usuario y de gestionar la transmisión de información con las interfaces de E/S.

Los bloques fundamentales de la CPU son:

- ALU: Unidad de aritmética lógica.
- Acumulador: almacena el resultado de la última operación de la ALU.
- Flags: bits que indican el resultado de la operación almacenada en el acumulador.
- Contador de programa: Encargado de leer las instrucciones del programa de usuario y seguir su secuencia de ejecución.
- Decodificador de instrucciones y reloj: Decodifica (por hardware o software) las instrucciones leídas y genera los pulsos de control.

² (EHU) (Atracen) (Villajulca) (Ferrero)

- ROM monitor del sistema: memoria no accesible que almacena las secuencias de puesta en marcha, chequeos del sistema, respuestas a errores en la ejecución, etc.

Memorias

En las memorias el PLC almacena todos los datos necesarios para ejecutar las secuencias de control, se diferencian por memoria interna y memoria de programa.

Memoria interna: Es una memoria volátil sobre la que se escribe y lee de forma continua, suelen ser memorias RAM. Almacena el estado de las variables que maneja el PLC: entradas y salidas, contadores, temporizadores, marcas de estado, etc.

Memoria de programa: La memoria de programa es una memoria no volátil (RAM + batería, EPROM, EEPROM, Flash) que almacena el programa escrito por el usuario.

Interfaces de entradas y salidas (E/S)

Las interfaces de entrada y salida establecen la comunicación entre el PLC y el proceso. Filtran, adaptan y codifican las señales de entrada y decodifican y amplifican las señales de salida resultantes de la ejecución del programa.

Existen gran variedad de interfaces de E/S de acuerdo a los distintos tipos de señales que pueden darse en un proceso de control. Una posible clasificación es:

Entradas:

- CC 24 o 48 V
- CA 110 o 220 VCA
- Analógicas de tensión o de corriente

Salidas:

- De relé
- Estáticas por triac a 220V
- Colector abierto para 24 o 48 Vcc
- Analógicas de tensión o de corriente.³

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación suministra la potencia necesaria y a los valores y modalidades de tensión adecuados para el funcionamiento de sensores, entradas, salidas y los diferentes módulos que integran el PLC.

Programación del PLC

La programación consiste en darle una sucesión de órdenes de trabajo acorde al proceso deseado, en un lenguaje comprensible por la CPU.

Los lenguajes se encuentran estandarizados por la norma IEC 1131-3 aunque los fabricantes f incluyen variaciones y las instrucciones disponibles varían según el modelo de PLC y la versión de software del fabricante.

³ (Ferrero) (EHU) (Menezo, 2015) (Autracen) (Villajulca)

Los lenguajes de programación normalizados son:

- Texto estructurado (SCL)
- Listado de instrucciones (AWL)
- Diagrama de escalera (KOP)
- Graphcet
- Diagrama de bloques funcionales (FUP)⁴

Siendo destacable el lenguaje de texto estructurado, que ha sido el empleado en este proyecto.

4.3 Comunicaciones industriales

Existen diferentes protocolos de comunicación industrial, desarrollados por diversos fabricantes y normalizados bajo distintas normativas. Cada uno de ellos tiene unas características funcionales que les hacen apropiados para distintas aplicaciones y compatible con determinadas tecnologías.

Se pretende mostrar las principales características de los principales protocolos, destacando los protocolos Modbus y Ethernet, empleados en este proyecto para la comunicación de componentes

Modbus

Protocolo de comunicación serie desarrollado por Modicon en 1979, originariamente existían solo variantes serie como RS232 o RS485, con el avance de la industria se fueron desarrollando variantes como Modbus TCP que permite el encapsulamiento del protocolo serie en Ethernet TCP/IP.

Funciona con jerarquías maestro-esclavo y bajo los mecanismos de pregunta-respuesta y difusión, cada red puede tener un maestro y hasta 247 esclavos

Para comunicarse con los esclavos, el maestro envía unas tramas que incluyen: dirección del receptor, función a realizar, datos para realizar la función y código de comprobación de errores. Cuando la trama llega al esclavo, éste lee el mensaje, si no ha ocurrido ningún error realiza la tarea indicada.

Una vez realizada el esclavo envía una trama respuesta formada por: la dirección de esclavo, acción realizada, datos adquiridos como resultado y un código de comprobación de errores⁵

Los mensajes entre maestro y esclavo pueden ser codificados bajo dos sistemas diferentes que consisten en:

ASCII (American Standard Code for Information Interchange):

El sistema de codificación es hexadecimal y cada carácter consta de 1 bit de inicio, 7 bits de codificación de los datos, 1 bit de paridad (opcional) y 1 o 2 bits de parada, un total de 9 a 11 bits por carácter

⁴ (Ferrero) (EHU) (Villajulca)

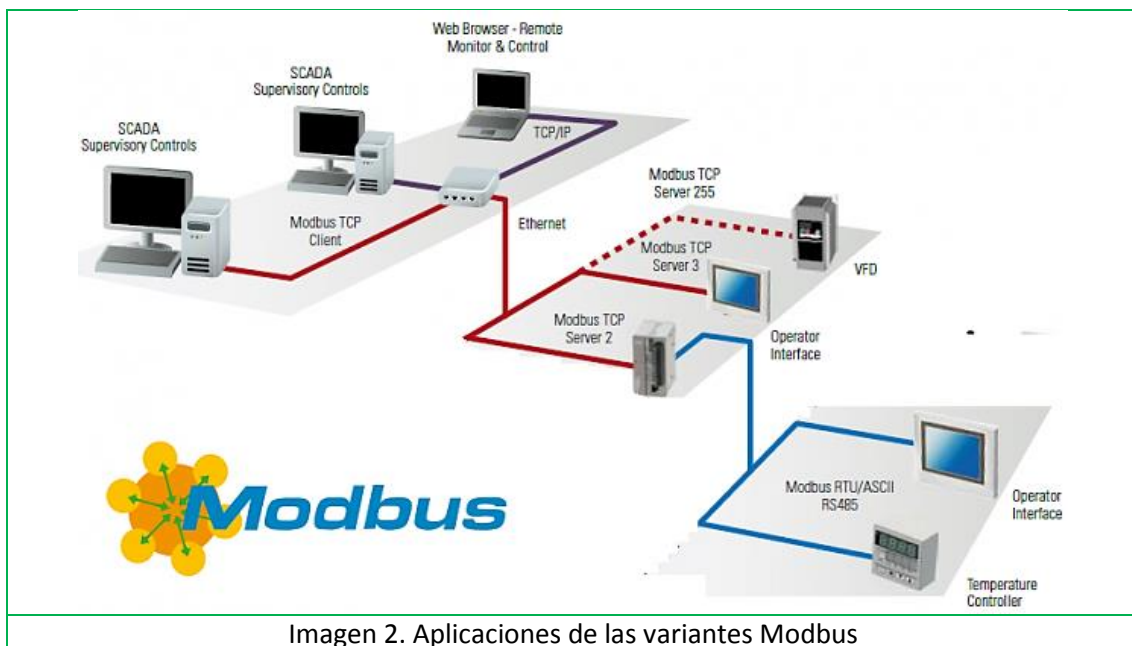
⁵ (Hurtado Torres)

RTU (Remote Terminal Unit):

El sistema de codificación es binario y cada carácter consta de 1 bit de inicio, 8 bits de codificación de los datos, 1 bit de paridad (opcional) y 1 o 2 bits de parada, un total de 10 a 12 bits por carácter.

Los dispositivos Modbus usan interfaces serie compatibles con RS-232C y RS-485, siendo el bus capaz de transferir datos a velocidades de 19'2 Kbps y alcanzar distancias de 1 Km.

Los principales usos de cada clasificación acorde a la web del desarrollador se ilustra en la siguiente imagen:



PROFIBUS (PROcess Field BUS)

Bus líder en Europa impulsado por los fabricantes alemanes (ABB, AEG, Siemens, Bauer, Danfoss, Klöckner, Móeller) estandarizado en la norma DIN 19245 y EN 50170.

Existen diferentes versiones de Profibus: Profibus-PA, Profibus-FMS, Profibus-DP:

PROFIBUS-DP (Periferia Descentralizada, DIN E 19245, parte 3)

Diseñado para la comunicación rápida con unidades periféricas descentralizadas, con rápidos tiempos de reacción. Las redes PROFIBUS-DP incorporan un maestro y varios esclavos. La configuración del maestro le permite reconocer que tipos de esclavos están conectados, así como sus respectivas direcciones.

El maestro inicializa la red y verifica si los esclavos coinciden con la configuración. Continuamente, el maestro escribe los datos de salida en los esclavos y lee de allí los datos de entrada. Una vez que un maestro DP haya configurado correctamente a un esclavo, éste último le pertenecerá.⁶

⁶ (Hurtado Torres) (Modbus) (Patel)

PROFIBUS-PA (Process Automation)

Ampliación de PROFIBUS-DP compatible en comunicación con una tecnología que permite aplicaciones en áreas con riesgo de explosión. Norma IEC 1158-2.

PROFIBUS-FMS (Field Message Specification, DIN 19245, tomo 2)

En esta versión, la funcionalidad es más importante que conseguir un tiempo de reacción pequeño.

Las principales aplicaciones y características de los protocolos Profibus se resumen en la siguiente tabla:

	PROFIBUS-FMS	PROFIBUS-DP	PROFIBUS-PA
Aplicación	Nivel de campo y proceso	Nivel de E/S	Nivel de E/S
Estándar	EN 50 170/IEC 61158	EN 50 170/IEC 61158	IEC 1158-2
Dispositivos conectables	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo, accionamientos, OPs	Dispositivos de campo para áreas con riesgo de explosión
Tiempo respuesta	< 60 ms	1-5 ms	< 60 ms
Tamaño red	<= 150 Km	<= 150 Km	Máx. 1.9 Km
Velocidad	9.6 Kbit/s -12Mbit/s	9.6 Kbit/s -12Mbit/s	31.25 Kbit/s

Tabla 1. Resumen de las principales características de variantes Profibus.

ETHERNET

Norma IEEE 802.3, es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que utiliza los protocolos TCP/IP, bajo el método de control de acceso al medio conocido como CSMA/CD "Carrier Sense Multiple Access, with Collision Detection" que determina cómo y cuándo un paquete de dato es ubicado en el la red.

Cuando la red está libre, los dispositivos inician la transmisión, durante la transmisión, el dispositivo tendría que continuar escuchando la red para ver si algún otro dispositivo está transmitiendo, si no hay ningún otro, entonces el paquete de datos se considera enviado al receptor sin interrupciones. Si durante la transmisión detecta que otro dispositivo también está transmitiendo, se puede dar una colisión de datos, así, ambos detendrán sus transmisiones y realizaran un proceso back-off en el que esperaran un tiempo aleatorio antes de intentar volver a transmitir nuevamente.

ETHERNET INDUSTRIAL

Norma IEEE 802.3, ofrece todo el potencial que ofrece Ethernet, pero utiliza medidas de seguridad, incluidas las de control de acceso y autenticación, seguridad en la conectividad y administración, a fin de asegurar y garantizar la confidencialidad e integridad de la red y ofrecer datos libres de interferencias.⁷

PROFINET

Estándar evolución de Ethernet industrial abierto que cumple la especificación IEC 61158, permite conectar equipos desde el nivel del campo (Plcs y otros dispositivos) hasta el nivel de

⁷ (ProfiBus) (Hurtado Torres)

gestión (sistemas informáticos e internet), utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP para la transferencia de datos, sus principales características a destacar resultan:

Funcionamiento en “tiempo real” para datos de E/S cíclicos, tiempo real significa programar/organizar el inter cambio cíclico con cada esclavo, con alta prioridad y tiempos fijos. Se pueden utilizar los cables y switches estándar de Ethernet Sistema Maestro-Eslavo, como en Profibus :⁸

- Se configura como una red de campo.
- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante un nombre Comunicación fácil, rápida, flexible y abierta.
- Protocolo abierto, estándar industrial.
- Tan sencillo como un bus de campo.
- Alta velocidad, bajo tiempo de ciclo por dispositivo, 100 m entre dispositivos.
- Conectores industriales apantallados RJ45.
- Grandes velocidades de transmisión (10-100-1000 Mbps).⁹

⁸ (Hurtado Torres)

⁹ (Hurtado Torres)

En la siguiente tabla se muestra las principales características de los sistemas de comunicaciones industriales más extendidos en la industria mundial:

PROTOCOLO	TOPOLOGÍA	MEDIO	VELOCIDAD	DISTANCIA	NODOS	ACCESO
P-NET	Anillo	Par trenzado apantallado	76'8 Kbps	1.200 m	125	Paso de testigo Maestro/esclavo
PROFIBUS	Bus lineal Anillo Estrella Árbol	Par trenzado apantallado Fibra óptica	Hasta 12Mbps	9'6Km 90Km	125	Paso de testigo Maestro/esclavo
WORLDFIP	Bus lineal	Par trenzado apantallado Fibra óptica	1 Mbps 5Mbps	5 Km 20 Km	64	Arbitro de bus
HART	Bus lineal	Cable 2 hilos	1'2Kbps	3.000 m	30	Maestro/esclavo
MODBUS	Bus lineal	Par trenzado	19'2Kbps	1 Km	248	Maestro/esclavo
INTERBUS-S	Anillo	Par trenzado	500 Kbps	400 m	256	Paso de testigo
BITBUS	Bus lineal	Par trenzado Fibra óptica	Hasta 1'5Mbps	1.200m	29	Maestro/esclavo
CAN	Bus lineal	Par trenzado	1 Mbps	1.000m	127-64	CSMA/CD con arbitraje de bit
SDS	Bus lineal	Cable de 4 hilos	1 Mbps	500 m	64	CSMA
DEVICENET	Bus lineal	Par trenzado	Hasta 500 Kbps	Hasta 500 m	64	CSMA/CDBA
CONTROLNET	Bus lineal Árbol Estrella	Coaxial Fibra óptica	5 Mbps	Hasta 3.000m	48	CTDMA
AS-I	Bus lineal Árbol - Estrella	Cable 2 hilos	167 Kbps	Hasta 200 m	32-62	Maestro/esclavo
LON WORKS	Bus Anillo Libre	Par trenzado Fibra óptica Red eléctrica Coaxial Radio Infrarrojos	Hasta 1'25 Mbps	Hasta 2.700 m	64	CSMA/CA
ARCNET	Bus Estrella	Par trenzado Fibra óptica Coaxial	2'5 Mbps	122 m	255	Paso de testigo
M-BUS	Bus lineal	Cable 2 hilos	Hasta 9'6 Kbps	1.000 m	250	Arbitro de bus
UNI-TELWAY	Bus lineal	Par trenzado apantallado	Hasta 19'2Kbps	20 m	Hasta 28	Maestro/esclavo
COMPOBUS/S	Bus lineal	Cable de 2 ó 4 hilos	Hasta 750 Kbps	Hasta 500 m	32	Maestro/esclavo

Tabla 2. Resumen de principales características estándares de comunicación industrial

4.4 Industria 4.0

Según la página web de ministerio de industria, comercio y turismo podemos definir la industria 4.0 cómo:

“Concepto reciente que se refiere a la **cuarta revolución industrial** que consiste en la introducción de las tecnologías digitales en la industria.”

El estudio de estandarización e interoperabilidad en la industria 4.0 de la universidad Carlos III de Madrid recoge como objetivos y características principales de la vigente revolución industrial, los siguientes puntos:

Objetivos:

- Mayor eficiencia operacional y productividad
- Mayor nivel de automatización

Características principales:

- Digitalización, optimización, and personalización de la producción
- Automatización y adaptación
- Interacción hombre-máquina
- Servicios y negocios de valor añadido
- Intercambio automático de información y comunicación
- Alta correlación con tecnologías de Internet y algoritmos avanzados.¹⁰

Según el estudio conjunto de Rolland Berguer y SIEMENS “España 4.0 El reto de la transformación digital de la economía” puede representarse el proceso y composición de la industria 4.0 o cuarta revolución industrial en la siguiente imagen:

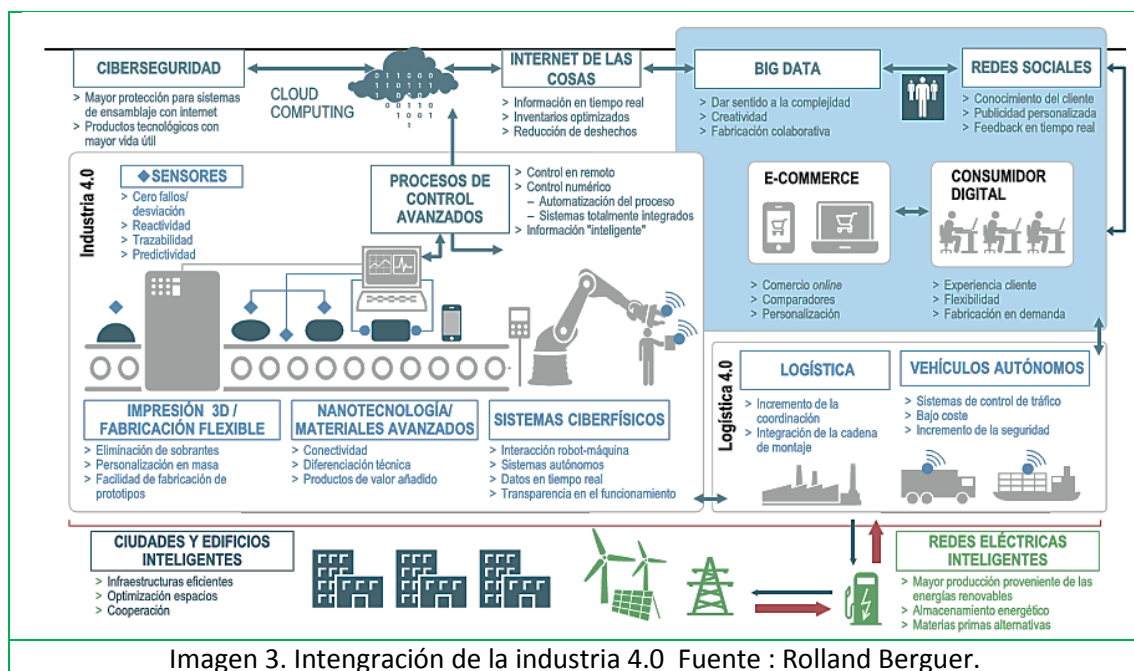
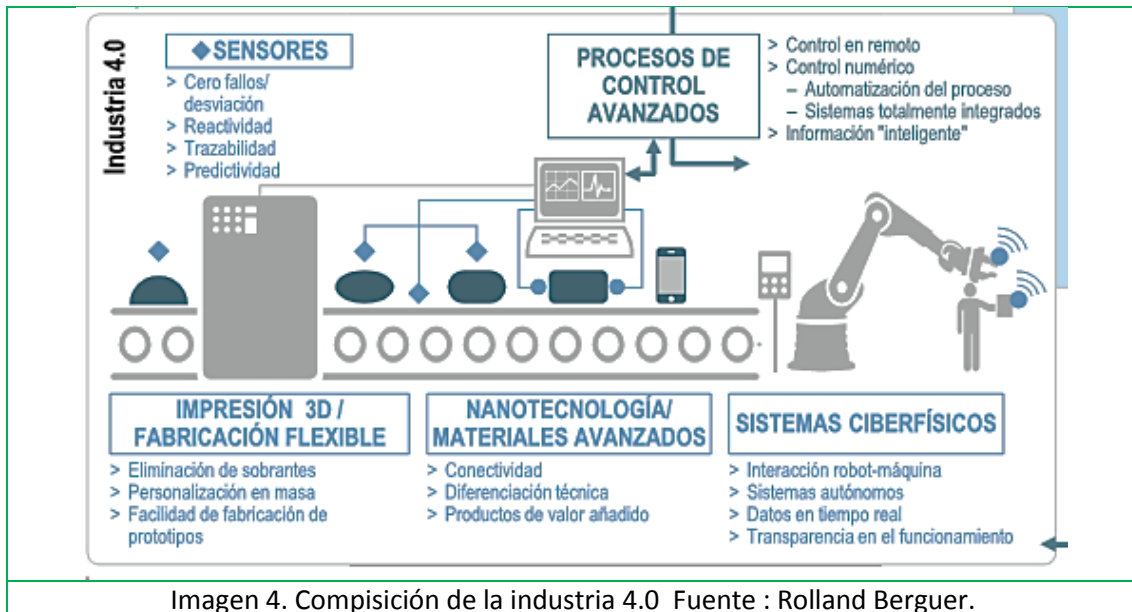


Imagen 3. Integrción de la industria 4.0 Fuente : Rolland Berguer.

¹⁰ (Beltrán de Nanclares, 2017) (Ministerio de economía) (Ministerio de industria, comercio y turismo)



Según el ministerio economía, industria y competitividad, la revolución industrial 4.0 debe estructurarse cómo un modelo:

- En el que la innovación sea colaborativa
- Los medios productivos estén conectados
- Las cadenas de suministro estén integradas
- Los canales de distribución y atención sean digitales.
- Se gestione un producto inteligente, personalizado y que permita la generación de nuevos modelos de negocio.¹¹

Dentro del gran avance tecnológico que está suponiendo esta revolución industrial, se trabaja a nivel cooperativo en el desarrollo de normativas de estandarización en los diferentes ámbitos.

Las organizaciones principalmente implicadas en desarrollar dichas normativas son¹²:

- **ISO** - International Organization for Standardization
- **IEC** - International Electrotechnical Commission
- **ASME** - American Society of Mechanical Engineers
- **ASTM** - American Society for Testing and Materials
- **ANSI** - American National Standards Institute
- **IETF** - Internet Engineering Task Force RFCs
- **W3C** - World Wide Web Consortium

¹¹ (Ministerio de economía)

¹² (García Guzmán)

En la siguiente tabla se resume la normativa desarrollada hasta el momento:

CAMPO	NORMATIVA
Cyberseguridad	IEC/ISO 62443 ISO27001
Comunicaciones	IEC 61158- FIELDBUS IEC 61784-FIELDBUS IEC 62657-WIRELESS
Interoperability	IEC 61804-FB-EDDL IEC 62541 UAS-OPC-UA IEC62769-FDI-PROFIBUS H1/HSE IEC 62948-WIRELESS-FA ISO 15531 ISO18828-DATA FORMAT ISO/AWI16300 ISO/CD 8000-DATA EXCHANGE ISO/DIS 10303 ISO/FDIS15746 ISO/NP TR 18828 ISO/NP 62264 PNW 65E-547 MODBUS RTU,GENERIC
Fabricación aditiva	ISO/ASTM52901 ISO/ASTM AWI52907 ISO/ASTM CD 52911 ISO/ASTM DIS 52903 ISO/ASTM PWI52913 ISO/AWI14649-17
Robótica y Safety	ISO/AWI 22166-SERVICE ROBOT ISO/CD 18646- TEST METHOD FOR ISO/CD TR 23482-SAFETY ISO/DTR 20218-SAFETY IEC/CD80601-MEDICAL ISO/WD 10218-ROBOTS SAFETY IEC TS 63069ED1 INDUSTRIAL PROCESS IEC TR 61511 FOR INDUSTRIAL PROCESS IEC 62879 HUMAN
Ciclo de vida	IEC 32832 IEC 62890 ISO/AWI 10303 ISO/DIS15926-OIL GAS
Eficiencia energética	ISO/AWI 20140 EVALUATING ENERGY EFFICIENCY ISO/CD 20140-3 EVALUATING ENERGY EFFICIENCY ISO/DIS 20140-2,2 EVALUATING ENERGY EFFICIENCY

Tabla 3. Resumen de la normativa de estandarización en desarrollo para industria 4.0

4.5 Variadores de frecuencia

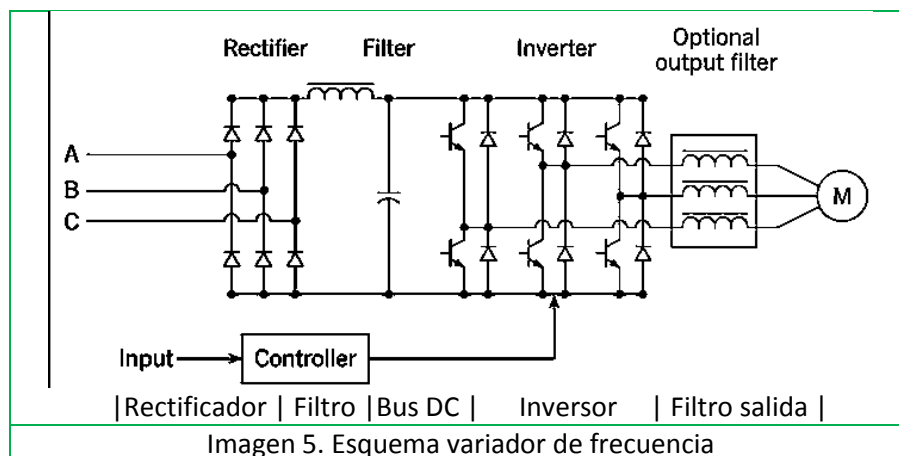
Definición:

El variador de frecuencia se puede entender como un convertidor indirecto, que mediante el procedimiento explicado a continuación, convierte, una señal de alimentación de una frecuencia y amplitud determinada, en otra, de frecuencia y amplitud variable (dentro de unos márgenes dependientes de la tecnología del aparato y de las magnitudes de la señal que le alimenta), a requerimiento del usuario o el proceso.

Una frecuencia variable es requerida porque la velocidad del rotor depende de la velocidad del campo magnético giratorio proporcionado por el estator y un voltaje variable es requerido porque la impedancia del motor disminuye a bajas frecuencias, y por consiguiente los voltajes deben reducirse para mantener la corriente en niveles aceptables.¹³

El variador, reducido a etapas elementales, se puede entender como cuatro etapas consistentes en:

- **Etapla Rectificadora:** que convierte la tensión alterna de alimentación en tensión continua mediante Rectificadores de diodos o tiristores
- **Etapla Filtradora:** que filtra la tensión rectificada para homogeneizar la señal y reducir la emisión de armónicos.
- **Etapla Inversora:** que convierte la tensión continua, rectificada y filtrada en otra tensión de frecuencia variable mediante la generación de pulsos, empleando IGBT's.
- **Etapla Control:** que controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia requeridos por la aplicación, controlando también los parámetros externos.¹⁴

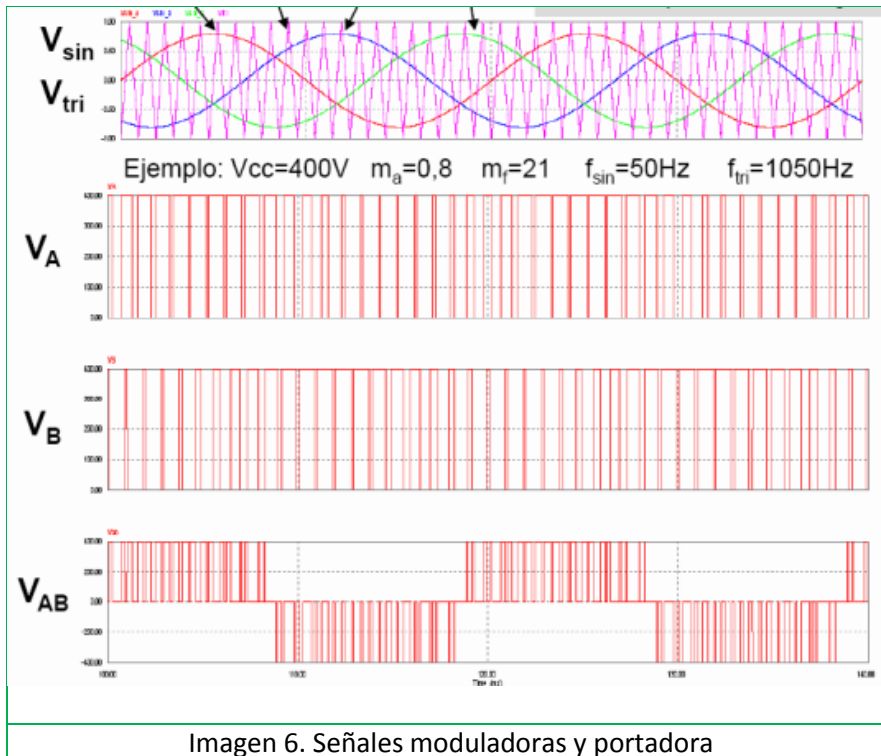


El inversor modulado por ancho de pulsos PWM (Pulse Width Modulation), es el más común y basa su funcionamiento en comparar una señal de referencia, llamada moduladora, que impone la frecuencia y la amplitud de la onda de salida y una señal triangular, llamada portadora, que controla la frecuencia de conmutación, determinando también la amplitud de la onda de salida. La comparación se lleva a cabo mediante circuitos realizados con amplificadores operacionales

¹³ (Fort)

¹⁴ (Fort)

o microcontroladores, que generan generan pulsos a una frecuencia determinada haciendo variar el ciclo de trabajo. El tren de pulsos es la onda PWM modulada.¹⁵



Fuente: Apuntes del profesor Vicente Fort para la asignatura “Control de máquinas y accionamientos electromecánicos” de la universidad politécnica de Valencia.

Dentro de las principales ventajas del uso de los variadores de frecuencia cabe destacar:

- En cuanto a par, velocidad y posición:
 1. Permite eliminar sistemas de poleas y reducciones mecánicas que pasan a ser innecesarias.
 2. Margen de variación de velocidad y posición amplio y ajustable.
 3. Pares de arranque elevados sin tener 6-10 In, se reducen los picos de demanda cuantitativa y cualitativamente.
- Mejoras en el control de la máquina
 1. Respuesta dinámica alta
 2. Mejora de rendimiento
 3. Empleo de tipos de motor más eficientes que los DC.
 4. Aceleración/Desaceleración tipo rampa o curva parametrizable.
- Ahorro energético¹⁶

¹⁵ (Fort)

¹⁶ (Fort)

Tipos de control

A continuación se exponen los diversos tipos de control existentes, y se profundiza en el control escalar que es el empleado en el control de los motores asíncronos de inducción de la máquina del laboratorio, objeto del proyecto:

En el mercado nos encontramos con multiplicidad de ofertas que nos ofrecen parcial o simultáneamente los diferentes métodos de control existentes, que se resumen como sigue:¹⁷

Manteniendo el flujo estático/rotórico constante $\Psi = Cte$

Control escalar

- Controlando la magnitud de la tensión en el estator
- Controlando la magnitud de la corriente en el estator

Control vectorial

- Control orientado de campo (Field Oriented Control)
 - Orientación del flujo rotórico
 - Forzado de la corriente
 - Direct Field Oriented Control (DFOC)
 - Indirect Field Oriented control (IFOC)
 - Forzado de la tensión
 - Direct Field Oriented Control (DFOC)
 - Indirect Field Oriented control (IFOC)
 - Natural Field Orientation (NFO)
 - Orientación del flujo estático
 - Natural Field Orientation (NFO)
- Control directo de par (Direct Torque Control)
 - Orientación del flujo estático
 - Orientación natural del campo (Natural Field Orientation)
- Manteniendo pulsación de deslizamiento del rotor constante $\omega_r = Cte$

Control escalar

*Control vectorial.*¹⁸

¹⁷ (Fort)

¹⁸ (Fort)

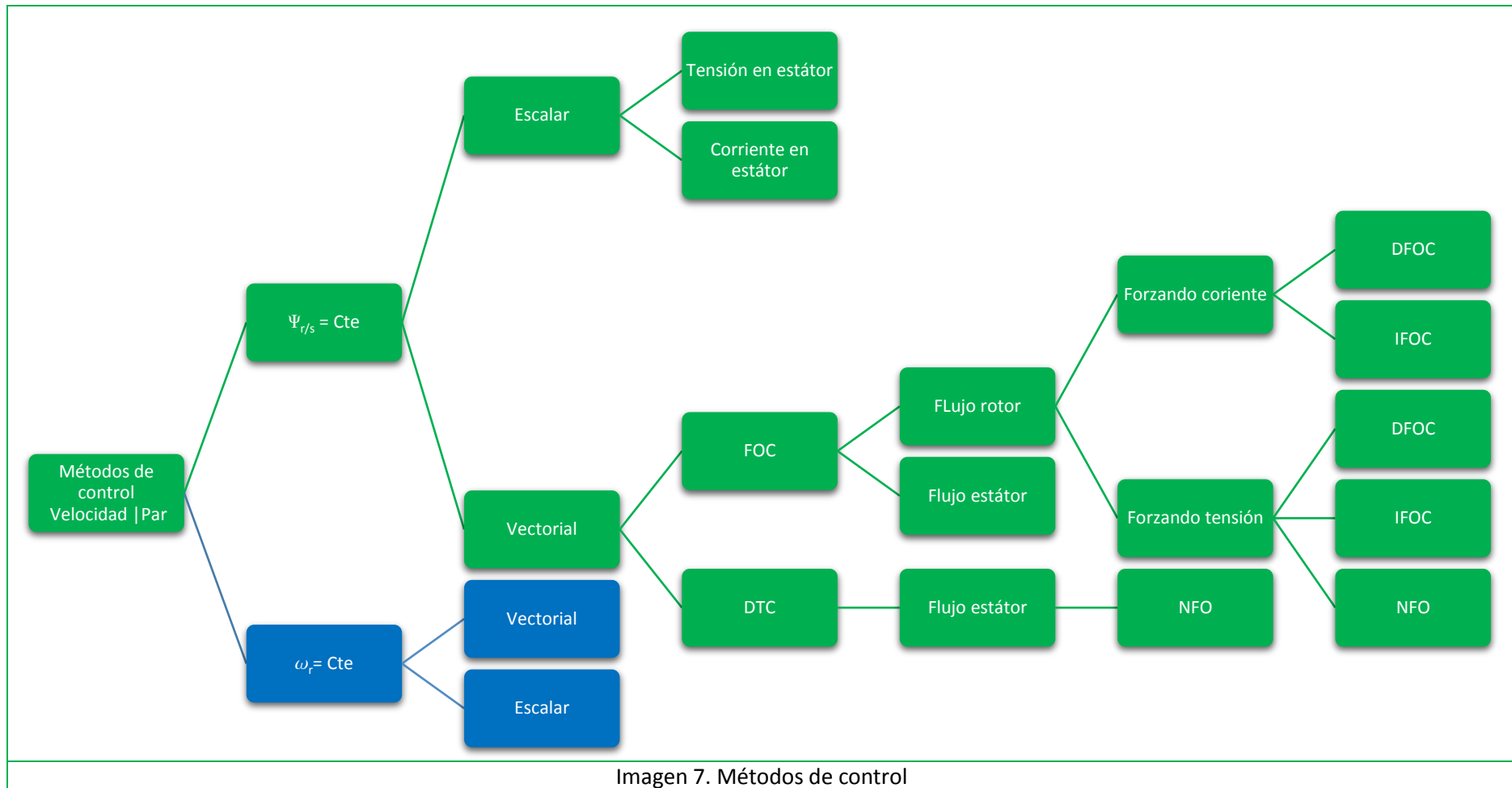


Imagen 7. Métodos de control

Control escalar (V/f)

Los variadores son capaces de suministrar frecuencias inferiores o superiores a la de alimentación. Teniendo en cuenta que el par es proporcional al flujo, un aumento del flujo por encima del valor para el que está diseñado el motor puede producir problemas de calentamiento por pérdidas en el hierro y por el aumento de la corriente de vacío.

Para frecuencias inferiores a la nominal del motor se reduce proporcionalmente la tensión de alimentación, consiguiendo un valor de flujo constante $E = K \times F \times N \times f$.

Para frecuencias superiores a la nominal se mantiene la tensión en el valor nominal.

El control escalar se puede realizar en bucle abierto o cerrado y contando o no con compensación de deslizamiento.

Las principales características del control escalar son:

- Regulación lineal de la velocidad
- Velocidad dependiente de la carga
- Arranque y frenado suaves mediante curvas de aceleración, deceleración.
- Modo Boost, con tensión inicial superior para vencer las inercias del conjunto
- Par del motor máximo.
- Funcionamiento a flujo cte., (V/f) para no saturar la máquina.¹⁹

Control escalar en bucle abierto

Esta modalidad de control escalar, no obtiene información o realimentación de las variables del motor, con lo que reacciona ante aumento o disminución del par resistente con aumento o disminución de la corriente, la velocidad rotórica aumenta o disminuye y velocidad y frecuencia de salida del variador se mantienen constantes a los valores de consigna establecidos en el variador.

Control escalar con compensación de deslizamiento. (α)

La compensación del deslizamiento atenúa la variación de la velocidad en función de la carga. Con factor de deslizamiento, el variador desplaza la curva de funcionamiento del motor, teniendo en cuenta la pérdida de velocidad correspondiente al par resistente, logrando aproximar la velocidad real a la de consigna.

Control escalar en bucle cerrado

Esta modalidad de control escalar, permite, al contar con realimentación de las variables del motor, reaccionar ante variación del par resistente consiguiendo mantener la velocidad constante variando adecuadamente tensión y frecuencia, variando también la intensidad.

Los tiempos de oscilación y la exactitud de aproximación a la consigna establecida o deseada, dependen de los valores establecidos para los controladores P+I+D que pueden estar implementados directamente en el variador, aquellos que lo incorporan, o en el sistema de control del PLC.

- **El controlador P:** aproxima el error a cero pero nunca llega a eliminarlo quedando este siempre con un “offset”.

¹⁹ (Fort)

- **El controlador I:** reduce cada vez más el error residual consiguiendo eliminarlo, pero produciendo oscilaciones que si no se controlan, pueden volver el sistema inestable.
- **El controlador D:** Analizando la pendiente de la curva que está siguiendo el motor (derivativo), predice la tendencia que sigue, adelantándose para poder corregir. Disminuye los tiempos de oscilación para alcanzar la consigna establecida.²⁰

Resulta de vital importancia, a la hora de determinar el tipo de control a emplear, conocer el tipo de carga y comportamiento de la misma dentro de las relaciones Par-Velocidad.

A continuación se resumen los principales tipos de carga:

Tipos de carga

Según comportamiento par-velocidad.

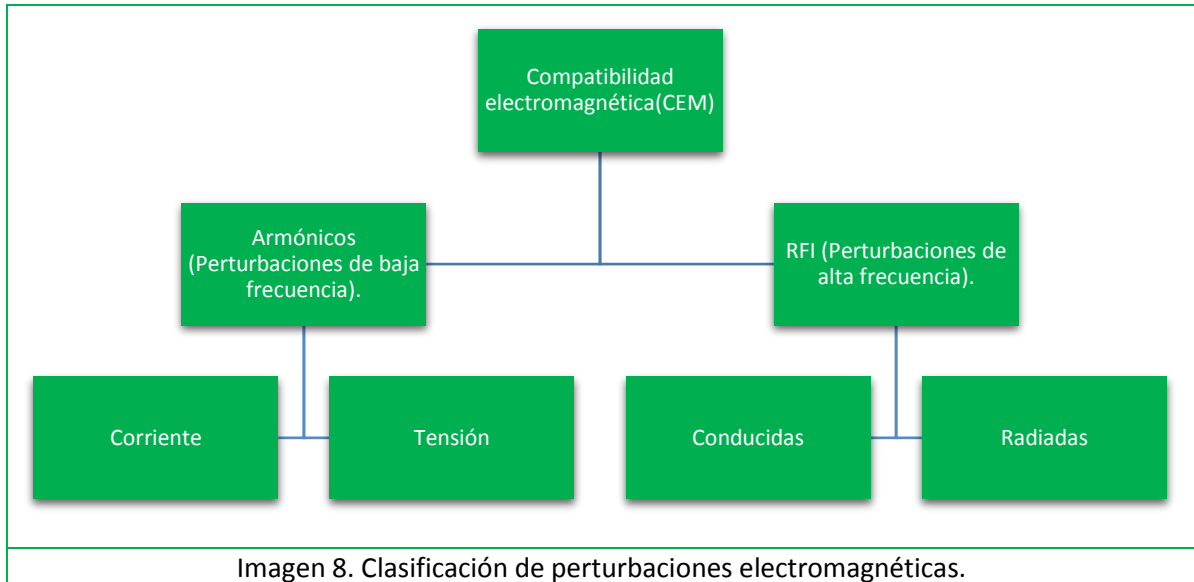
1. Par constante: Par independiente de la velocidad (sistemas de elevación, grúas, cintas transportadoras, grupos electrógenos hidráulicos, compresores de aire de tornillo, etc.)
2. Par proporcional o lineal: dónde el par varía linealmente con la velocidad y la potencia varía con el cuadrado de la velocidad (bombas de tornillo, mezcladoras, etc)
3. Par cuadrático: dónde el par varía con el cuadrado de la velocidad, y la potencia con el cubo de la velocidad (bombas centrífugas, ventiladores, etc.)
4. Potencia constante: dónde la potencia es independiente de la velocidad, (máquinas herramienta).²¹

²⁰ (Fort)

²¹ (Fort)

4.6 Perturbaciones, armónicos y filtros.

Las principales perturbaciones generadas por los VSD's que producen problemas de compatibilidad electromagnética o (CEM), se pueden clasificar acorde al siguiente diagrama



- Los armónicos son perturbaciones de bajas frecuencias producidas por el puente rectificador
- El ruido eléctrico (RFI), son perturbaciones de altas frecuencias que se propagan radiados o conducidos, producidos en el puente inversor por la alta frecuencia de conmutación de los IGBT's del mismo.

Descomponiendo la onda en las componentes principales que la integran, se observa:

- Un término sinusoidal de la frecuencia fundamental
- Términos sinusoidales armónicos con frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental

Es decir, el armónico de rango h es la componente sinusoidal de una señal, cuya frecuencia es n veces la frecuencia fundamental.

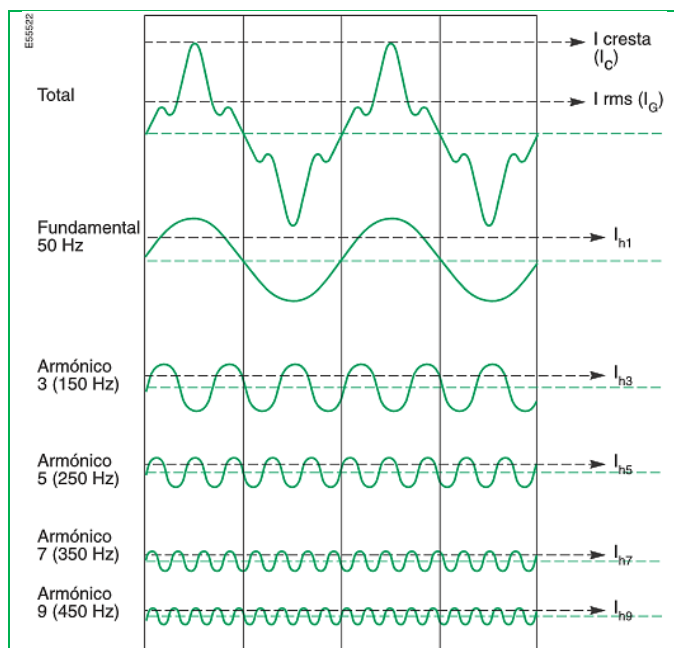


Imagen 9. Descomposición de la señal en términos fundamental y componentes armónicas.

Se dimensionan según la THD% o tasa de distorsión armónica, que refleja el nivel de distorsión en las ondas de tensión y corriente.

- Un valor de THD inferior al 5 % se considera normal. Prácticamente no existe riesgo de mal funcionamiento en los equipos.
- Un valor de THD entre el 5 y el 8 % indica una distorsión armónica significativa. Se pueden dar funcionamientos anómalos en los equipos
- Un valor de THDu superior al 8 % revela una distorsión armónica importante. Los funcionamientos anómalos son más que probables²²

El fenómeno de resonancia se produce a la frecuencia en la que el circuito alcanza una impedancia máxima, a esta frecuencia, el resultado es un aumento considerable de la tensión de los armónicos y consecuentemente una mayor distorsión en la tensión. El sistema de distribución y los condensadores de compensación están expuestos a corrientes armónicas considerables, teniendo como resultado el riesgo de sobrecargas.

Los principales problemas que pueden ocasionar los armónicos, así como sus posibles soluciones, son las siguientes:

PROBLEMAS	SOLUCIONES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento corriente RMS (Sobrecargas) ▪ Sobrecarga de neutro debido a la suma de los armónicos de rango 3 generados por las cargas monofásicas ▪ Vibraciones y envejecimiento prematuro de alternadores, transformadores y motores ▪ Distorsión de la alimentación general ▪ Resonancia con baterías reactiva ▪ Perturbación a los receptores sensibles ▪ Perturbación de redes de comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalando bobinas o inductancias de choque a la entrada del variador o en el bus de DC ▪ Empleando filtros pasivos y/o activos SPF/AFE/EMC/RFI ▪ Instalando sistemas de distribución de 12-18 pulsos ▪ Empleando variadores de frecuencia con tecnología regenerativa
Tabla 4. Problemas y soluciones de perturbaciones armónicas ²³	

Los principales problemas que pueden ocasionar las perturbaciones por radiofrecuencia, así como sus posibles soluciones, son las siguientes:

²² (Schneider)

²³ (Fort)

PROBLEMAS	SOLUCIONES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños en los cojinetes del motor ▪ Daños en los bobinados del motor ▪ Perforaciones en el aislamiento ▪ Errores en sensores ▪ Errores en equipos de comunicación ▪ Disparo intempestivo de protecciones ▪ Sobrecalentamiento de equipos de medida 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filtros supresores RFI de acuerdo con EN61800-3 y EN55011 ▪ Instalación adecuada: Tomas de tierra, cables apantallados. ▪ Empleo de Ferritas de Salida ▪ Empleo de inductancias de salida ▪ Toroides de Polvo de Hierro en todas las fases de salida. ▪ Filtros LC

Tabla 5. Problemas y soluciones de perturbaciones RFI²⁴

4.7 Motores eléctricos

Dentro de familia de los motores eléctricos, existen diferentes tecnologías constructivas que tienen comportamientos, finalidades y características diversas que les hacen más o menos idóneos para cada tipo de aplicación.

A continuación se exponen los diversos tipos de tecnologías constructivas, profundizando entre estos, en los motores asíncronos de inducción, trifásicos, que se corresponden con los empleados en la máquina fruto de este proyecto.



	<p>Motores de corriente alterna</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motores asíncronos de inducción. • Motores síncronos.
	<p>Motores de corriente continua</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motores de excitación serie • Motores de excitación en derivación o Shunt • Motores con excitación compuesta

Imagen 10. Clasificación de motores



²⁴ (Fort)

4.7.1 Motores de corriente alterna asíncronos de inducción

En estas máquinas eléctricas dinámicas, cuando el devanado estatórico es alimentado por un sistema trifásico de corrientes se produce un campo magnético que gira a velocidad sincrónica. El giro del campo magnético hace que los conductores del rotor, que en un momento inicial se encuentran estáticos en el espacio, corten las líneas de campo, induciéndose en ellos una f.e.m., al estar en cortocircuito, se produce una intensidad, que al encontrarse dentro del campo magnético estatórico produce una fuerza electromagnética que seguirá la dirección del campo magnético giratorio, de acuerdo con la regla de la mano izquierda.²⁵

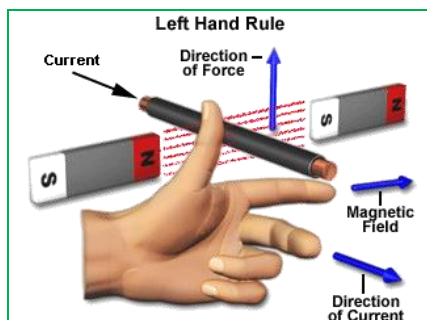


Imagen 12. Regla mano izquierda.

La velocidad de giro del rotor y la velocidad del campo magnético estatórico no pueden ser nunca iguales, la velocidad de giro del rotor es inferior a la velocidad de giro del campo magnético.

Si los conductores del rotor no cortan líneas de campo, no se induce corriente, no produciéndose por tanto fuerza electromagnética ni movimiento.



Imagen 13. Orientación del campo magnético con la evolución de la onda.

La nombrada diferencia de velocidades se define como deslizamiento y puede entenderse como “deslizamiento absoluto” siendo la diferencia entre ambas en (r/s) o cómo “deslizamiento relativo” siendo expresado en tanto por uno.²⁶

En el arranque, el motor asíncrono se comporta como un transformador, el rotor está parado y las intensidades que se presentan en los devanados estatórico y rotórico son elevadas pudiendo llegar a alcanzar entre seis y ocho veces la nominal del motor. El par de arranque no es proporcional a la corriente absorbida, que puede alcanzar entre dos y tres veces el nominal.

Para reducir la corriente de arranque es necesario o aumentar la impedancia rotórica o reducir la tensión, lo cual antes del desarrollo y abaratamiento de los variadores de frecuencia, se conseguía empleando técnicas limitadas como los arranques Y-D o la conexión Dahlander que

²⁵ (J.Hurtado)

²⁶ (J.Hurtado)

implica dividir los devanados estáticos en partes iguales para variar el número de polos según se conecten en serie o paralelo.

Para obtener los valores necesarios del circuito equivalente de la máquina asíncrona de inducción, se realizan ensayos de vacío y de cortocircuito de la máquina, mediante los cuales se obtienen el valor de los diferentes elementos pasivos que la integran.²⁷

Ensayo en vacío

Consiste en conectar el motor a su tensión nominal y dejar que gire libremente (en vacío). En el circuito de alimentación se disponen dos vatímetros, un voltímetro y un amperímetro para determinar los valores de:

- U₁: tensión por fase aplicada al estator.
- I_o: intensidad de vacío por fase, que será la medida si el motor está conectado en estrella, o la medida dividida por 3^{1/2} si lo está en triángulo.
- Q_o: potencia reactiva en vacío.
- P_o: potencia activa en vacío, que se corresponde con la suma de las pérdidas mecánicas por rozamiento y ventilación (P_{r,v}), las pérdidas en el hierro (P_{FE}) y las pérdidas por efecto Joule al paso de la corriente de vacío (P_{co}).

$$P_o = P_{FE} + P_{r,v} + P_c$$

$$P_{FE} = R_{FE} I_a^2 \quad .^{28}$$

Ensayo en cortocircuito

Este ensayo se realiza frenando el rotor y aplicando tensión reducida al devanado estático (los valores de los elementos pasivos son independientes de la tensión de alimentación). Como la velocidad es nula el deslizamiento relativo es la unidad y la resistencia de carga se anula (R' C = 0). Con ello se obtendrán los siguientes valores:

- P_{cc}: potencia activa de cortocircuito. (pérdidas en conductores, tanto del estator como del rotor)
- U_{1cc}: tensión de alimentación por fase.
- I_{1cc}: intensidad de cortocircuito por fase.

Con dichas mediciones se puede determinar los restantes elementos del circuito equivalente:

$$R_{C1} = R_1 + R'_2 = \frac{P_{CC}}{3 I_{1CC}^2} \quad Q_{cc} = \sqrt{(3 U_{1cc} I_{1cc})^2 - P_{cc}^2} \quad X_{c1} = \frac{Q_{cc}}{3 I_{1cc}^2}$$

$$R'_2 = R_{C1} - R_1 \quad X_1 = X'_2 = \frac{X_{c1}}{2} \quad X_{C1} = X_1 + X'_2$$

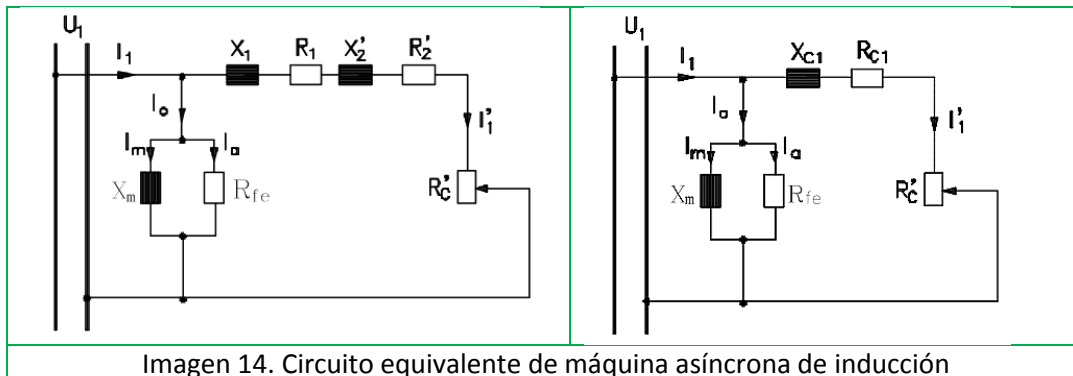
Si resulta necesario separar las reactancias se pueden considerar iguales.²⁹

²⁷ (J.Hurtado)

²⁸ (J.Hurtado)

²⁹ (J.Hurtado)

Dónde dicho circuito equivalente reducido al estator resulta:



Dónde :

X'2: reactancia de rotor reducida al estator

R' 2: resistencia de rotor reducida al estator

Xc1: reactancia combinada o de cortocircuito reducida al primario ($X_{c1} = X_1 + X_2 m^2 = X_1 + X'_2$)

Rc1: resistencia combinada o de cortocircuito reducida al primario ($R_{c1} = R_1 + R_2 m^2 = R_1 + R'_2$)

Xm: reactancia magnetizante

Rfe: resistencia de pérdidas en el hierro

Io: intensidad de vacío

R' C: resistencia que identifica la carga, reducida al primario ($R'_c = R_c m^2 = R'_2((1/d)-1)$)

Im: intensidad magnetizante

Ia: intensidad activa ³⁰

Ecuaciones del motor asíncrono de inducción			
Ecuación del par	Ecuación de la velocidad		
$T = \frac{P_m}{\omega_2} = \frac{P_m}{(1-d)\omega_1} = \frac{3}{\omega_1} \frac{R'_2}{d} \frac{U_1^2}{(R_1 + \frac{R'_2}{d})^2 + X_{c1}^2}$	$n_2 = n_1 (1-d) = \frac{60 f_1}{p} (1-d)$		
<p>dónde:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>p : nº de pares de polos</p> <p>R' 2: resistencia equivalente del rotor.</p> <p>XC1: reactancia combinada</p> <p>w: velocidad angular del rotor(2)/estator(1)</p> <p>Pm: Potencia mecánica</p> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>d: deslizamiento</p> <p>R1: resistencia del estátor</p> <p>n2: velocidad rotórica</p> <p>n1: velocidad campo estatórico</p> <p>U: tensión alimentación</p> </td> </tr> </table>		<p>p : nº de pares de polos</p> <p>R' 2: resistencia equivalente del rotor.</p> <p>XC1: reactancia combinada</p> <p>w: velocidad angular del rotor(2)/estator(1)</p> <p>Pm: Potencia mecánica</p>	<p>d: deslizamiento</p> <p>R1: resistencia del estátor</p> <p>n2: velocidad rotórica</p> <p>n1: velocidad campo estatórico</p> <p>U: tensión alimentación</p>
<p>p : nº de pares de polos</p> <p>R' 2: resistencia equivalente del rotor.</p> <p>XC1: reactancia combinada</p> <p>w: velocidad angular del rotor(2)/estator(1)</p> <p>Pm: Potencia mecánica</p>	<p>d: deslizamiento</p> <p>R1: resistencia del estátor</p> <p>n2: velocidad rotórica</p> <p>n1: velocidad campo estatórico</p> <p>U: tensión alimentación</p>		
<p>Tabla 6. Ecuaciones del motor asíncrono de inducción³¹</p>			

³⁰ (J.Hurtado)

³¹ (J.Hurtado)

4.8 Frenado de motores

Los métodos de frenado empleados en la industria se pueden clasificar como sigue:

- Frenado por inercia
- Frenado mecánico
- **Frenado eléctrico :**
 - **Frenado por inyección de corriente continua :** Disipa calor en el rotor
 - **Frenado por flujo:** Disipa calor en el estator.
 - **Frenado dinámico por resistencia :** Disipa calor en el rotor
 - **Frenado regenerativo:** Para el cual los variadores cuentan con IGBTs y díodos antiparalelo en el rectificador permitiendo que el motor funcione como generador durante el frenado y reaprovechando la energía. Especialmente útil en montajes multidrive, de varios variadores con bus de continua común. ³²

Frenado por continua		Frenado por flujo:	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Tecnológicamente sencillo y barato	Pérdida energética Calentamiento No hay control del motor durante el frenado	Permite controlar el motor durante la maniobra (DTC)	Potencia de frenado limitada por características constructivas y eléctricas del motor.
Frenado por resistencia		Frenado regenerativo	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Construcción sencilla y tecnología barata Funciona aunque se pierda la alimentación en CA	Se desperdicia energía Requiere espacio para resistencias y chopper Dimensionado y control de refrigeración. Desgaste aislamiento motor	Permite frenado repetitivo y potente Ahorra espacio Aprovechamiento energético	Costoso

Tabla 7. Ventajas y desventajas de los tipos de frenado. ³³

En el proyecto, se emplea modo de frenado combinado, de frenado regenerativo y frenado de corriente continua en los tres motores implementados en la máquina, determinado por las características de los variadores empleados para el control de velocidad.

Los MM420, parametrizados como se muestra en la configuración de los variadores en el apartado correspondiente de este documento técnico, son capaces de aplicar un frenado regenerativo dentro de unos valores de seguridad, que en caso de verse sobrepasados, activan el frenado por corriente continua. De esta forma, se garantiza el frenado del motor y se protege el propio variador ante sobretensiones si la velocidad del motor es muy elevada en el momento en el que pasa a funcionar como generador para el modo regenerativo.

³² (Fort)

³³ (Fort)

5. Descripción de la máquina.

5.1 Diseño 2013

A continuación, se expone el diseño original de la máquina, detallando los componentes empleados y sus características principales, para posteriormente, desarrollar el nuevo diseño.



Imagen 15. Aspecto de la máquina en el diseño del año 2013

Dado el exhaustivo uso del que ha sido objeto la máquina, así como del paso del tiempo y las diferentes problemáticas a las que se ha enfrentado, como los accidentes propios de su uso para fines educativos, ha supuesto que actualmente la máquina esté fuera de servicio, con daños en sus componentes más importantes.

Los conectores rápidos de entradas y salidas digitales así como los de entradas y salidas analógicas están retorcidos, con falsos contactos y conectores rotos.

El variador de frecuencia carece de protección mecánica y tiene contactos defectuosos.

Los sensores inductivos y encoders están desconectados, los encoders OMRON requieren un circuito amplificador que se encuentra averiado.



La pantalla HMI ya no se encuentra integrada en la máquina, está desconectada y el soporte físico que la mantenía unida al chasis de la máquina, así como la conexión no está instaladas.

El diseño original emplea un solo variador de frecuencia para los tres ejes, siendo su funcionamiento limitado a eje por orden a excepción de que deban girar en el mismo sentido y a la misma velocidad, en cuyo caso pueden coincidir dos o incluso los tres motores a la vez.

Se desconoce el programa de control implementado.

Los componentes empleados en el diseño de 2013 y sus características principales son:

5.1.1 Componentes, función y características

 <p>Imagen 16. PLC Modicon TSX M</p>	<p>Autómata Telemecanique Modicon TSX Micro Módulo TSXDMZ64DTK de :</p> <ul style="list-style-type: none"> 32 entradas 24VDC 32 salidas 24VDCMódulo TSX32-22 8E 0-10V 1S 0-10V Adaptador TSXACZ03: que permite convertir rango y tipo de entradas/salidas (Análogas/Digitales – V/A) <p>Comunicaciones: MODBUS, ETHERNET TCP/IP, Uni-telway, Fipway.</p>
 <p>Imagen 17. Variador SIEMENS</p>	<p>Variador de frecuencia SIEMENS Micromaster 6SE3113-6BA40</p> <ul style="list-style-type: none"> Tensión de entrada : 230V ± 15% monofásica , 6.5A, 47-63Hz Tensión de salida : (0-230V) trifásica ,3.4ª , 0-650HzMotor : 1HP / 750W Protección : IEC536/VDE0106 Clase 1 Temperatura de trabajo 0-40°C
 <p>Imagen 18. Pupitre operario</p>	<p>Botonera para control manual:</p> <ul style="list-style-type: none"> Selector Manual/automático Seta de seguridad Selectores Izq/Derecha eje X Selectores Izq/Derecha eje YSelectores arriba /abajo eje Z Pulsador marcha Pulsador paro
 <p>Imagen 19. PIA y contactores</p>	<p>Interruptor de protección Merlin Gerin 9C32A circuito de fuerza 3x15A 380V Contactores empleados para potencia de los motores x,y,z: SIEMENS 3TF2001-0BB4 16A 4KW A 400V</p>
 <p>Imagen 20. Conectores y TC</p>	<p>Conexiones Entradas digitales / Salidas digitales / E-S Analógicas. Toma de corriente auxiliar IGA 2X16A</p>

 <p>Imagen 21. Motor Parvalux</p>	<p>Características Motores PARVALUX ACIM (x3) 50Hz 220/380V Trifásico 60W 2800RPM Pre reductora 300RPM Post reductora Aislamiento clase B</p>
 <p>Imagen 21. Pantalla HMI</p>	<p>Pantalla HMI Schneider Magelis STU 855 3,5 Pulgadas Resolución (320 x 240) pixeles QVGA Colores de 65k con retroiluminación LED Comunicaciones : Puerto serie y puerto Ethernet.</p>
 <p>Imagen 23. Sensor inductivo</p>	<p>Sensores inductivos (x3) Marca BALLUF modelo BES 516-325-BO-CPNP 0-200mA Vi 24VDC</p>
 <p>Imagen 24. Final de carrera</p>	<p>Finales de carrera de seguridad Modelo GPTCRM01 de CHERRY (x3) 250V/15A Contactos NPN / PNP ó NC/NO</p>
 <p>Imagen 25. Encoder incremental OMRON</p>	<p>Encoder eje Y Encoder incremental OMRON EGA2-CIS5CA Alimentación entre 12-24VDC Resolución de salida 200 pulsos/vuelta.</p>
 <p>Imagen 26. Encoder incremental Hohner</p>	<p>Encoder eje X Encoder incremental Hohner Alimentación entre 12-24VDC Resolución de salida 5000 pulsos/vuelta.</p>

Tabla 8. Componentes integrados en estado previo de la máquina

5.2 Diseño 2018

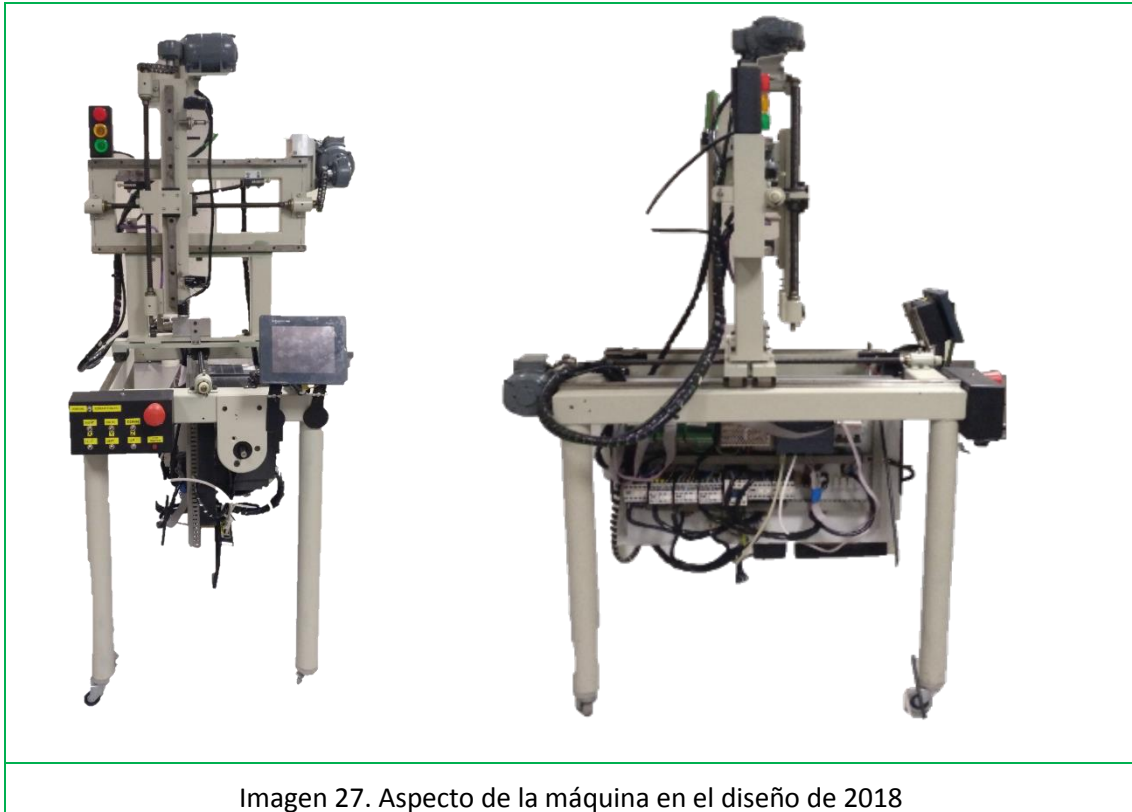


Imagen 27. Aspecto de la máquina en el diseño de 2018

Se persigue diseñar e implementar una máquina de 3 ejes, multifuncional, con interfaz humano-máquina que cuente con sistema de control con mando manual y automático, que permita la configuración de secuencias a ejecutar y la monitorización a través de web server.

La máquina estará dotada de botonera manual para la maniobra en esta modalidad, por ejemplo para la realización de labores de mantenimiento, puesta en marcha, parametrización y ajuste, siendo también posible el control manual mediante pantalla táctil, SCADA y Web server.

Se instalarán tres variadores de frecuencia, uno por motor y eje, para garantizar la independencia y simultaneidad si es requerida por la maniobra deseada.

Para el desarrollo del proyecto, se cuenta con el material disponible en el laboratorio de automatización industrial del departamento de ingeniería eléctrica de la universidad politécnica de Valencia. Dentro de la disponibilidad de material, se realiza el estudio expuesto en las siguientes páginas de este proyecto para la determinación de las necesidades técnicas del material a emplear, así como la selección más adecuada a las necesidades del sistema, siempre, dentro del abanico de material disponible en el departamento.

6. Selección de alternativas.

6.1 Requerimientos.

Uno de los factores más determinantes para la selección del autómatas a emplear en el proyecto, vendrá determinado por la necesidad de entradas y salidas digitales y analógicas suficientes para la implementación del sistema, así como la compatibilidad con el resto de recursos, véase, sistema de comunicaciones, variadores de frecuencia, pantalla HMI, y demás.

Se requerirán entradas digitales para los pulsadores y contactos de control, así como entradas analógicas para la medición de los sensores de tensión/corriente, que determinarán la posición de los ejes.

Se requerirán salidas digitales para el control de los contactores de circuitos de mando y potencia, así como para el control de los variadores de frecuencia de cada eje, dentro de los cuales según se cuenten con diferentes velocidades, se requerirán un número diferente de salidas.

Los variadores pueden ser controlados mediante contactos o puerto de comunicaciones, la disponibilidad de diferentes tipos de control dependerá de la gama y modelo de los variadores, siendo las diferentes posibilidades estudiadas y detalladas en apartados posteriores de este proyecto.

Se requerirá puerto ETHERNET para la comunicación con pantalla HMI y para conexión a red de datos, requisito fundamental para dar acceso a la máquina vía remota, empleando la funcionalidad de Web server, así como dar acceso a la nube, aplicaciones IOT y Big Data.

Se requerirá puerto serie para el mando y comunicación con los variadores, si la tecnología de los variadores seleccionados lo permite, consiguiendo de esta manera el control con un menor número de salidas digitales necesarias y dando mayor margen para el empleo de estas salidas que quedarían disponibles, en otras utilidades que añadan valor al proyecto.

A continuación, se detalla en la siguiente tabla, los requisitos mínimos de contactos para el control del sistema, teniendo en cuenta un control de los variadores de frecuencia, ejecutado con contactos y suponiendo un mínimo de dos contactos por eje para el control implementado con velocidad múltiple.

ENTRADAS REQUERIDAS	SALIDAS REQUERIDAS	COMUNICACIONES
Botonera	Variadores de f(Hz)	MODBUS RTU
MANUAL/AUTOMÁTICO	X FWD	Ethernet TCP/IP
X FWD	X REV	
X REV	X x1	
Y FWD	X x2	
Y REV	YFWD	
Z FWD	Y REV	
Z REV	Y x1	
MARCHA	Y x2	
PARO	Z FWD	
Máquina	Z REV	
FC X FWD (Circuito control)	Z x1	
FC X REV (Circuito control)	Z x2	
FC Y FWD (Circuito control)		
FC Y REV (Circuito control)		
FC Z FWD (Circuito control)		
FC Z REV (Circuito control)		
X ⊙ Sensor 0-10V		
Y ⊙ Sensor 0-10V		
Z ⊙ Sensor 0-10V		
Total = 15 DI / 3 AI	Total = 12 DO	

Tabla 9. Requerimiento de entradas y salidas para opción 1

Para disminuir el número de entradas y salidas necesarias, y no tener que incurrir en añadir un módulo de I/O que supondría un gasto evitable, se opta por:

- Emplear los finales de carrera de seguridad (FC) en cada eje, únicamente en el circuito de control interrumpiendo la maniobra sin necesidad de pasar por el autómata.
- Utilizar sólo una velocidad en el eje Z evitando emplear dos salidas para realizar las combinaciones de velocidad en el variador del eje Z.

De tal forma los requerimientos totales de entradas y salidas quedarían:



- 10 DI
- 3 AI
- 10 DO

Dado el caso de poder emplear el mando de los variadores por puerto serie, los requerimientos mínimos serían los siguientes:

ENTRADAS REQUERIDAS	SALIDAS REQUERIDAS	COMUNICACIONES
Botonera	Variadores de f(Hz)	MODBUS RTU
MANUAL/AUTOMÁTICO		Ethernet TCP/IP
X FWD	Total = 0 DO	
X REV		
Y FWD		
Y REV		
Z FWD		
Z REV		
MARCHA		
PARO		
Máquina		
X ⊙ Sensor 0-10V		
Y ⊙ Sensor 0-10V		
Z ⊙ Encoder incremental		
Total = 10 DI / 3 AI		
Tabla 10. Requerimientos de entradas y salidas para opción 2		

6.2 Selección de PLC.

Entre los PLC disponibles en el departamento, de los cuales se pueda disponer, se analizan las dos mejores opciones con el fin de seleccionar la idónea para el proyecto

SIEMENS S7 1200 1214C	OMRON CP1L-M40DR-A
	
<p>Imagen 28. PLC Siemens S7 1200 1214C</p>	<p>Imagen 29. PLC Omron CP1L-M40DR-A</p>
<p>Características generales Alimentación CPU 230V Alimentación sensores 24VDC Memoria de trabajo 75Kbyte Memoria de carga 4Mbyte (Respaldado) 8,5Kbyte de tamaño máx. de marcas. Reloj hardware Regulador PID Posibilidad de carga en modo RUN</p>	<p>Características generales Alimentación 230V / 24 VDC Alimentación sensores 24VDC Capacidad de programa 10Kpasos Memoria Flash integrada Reloj hardware</p>
<p>Entradas 14 Entradas digitales 6 Configurables para conteo rápido (HSC) 2 Entradas analógicas de 0-10V 4 entradas de alarma</p>	<p>Entradas 24 Entradas 4 Contadores rápidos</p>
<p>Salidas 10 Salidas digitales</p>	<p>Salidas 16 Salidas</p>
<p>Contadores 6 Contadores rápidos de hasta 100kHz</p>	<p>Contadores 4 contadores rápidos de hasta 100kHz</p>
<p>Comunicaciones Profinet /Ethernet : <ul style="list-style-type: none"> ▪ TCP/IP ▪ ISO-on-Tdp Ref1006 ▪ UDP Modulos de ampliación <ul style="list-style-type: none"> ▪ RS232 ▪ RS422/485 ▪ RS485 Servidor Web</p>	<p>Comunicaciones RS232 RS422A/485</p>
<p>Tabla 11. Comparativa entre PLC's disponibles en el departamento</p>	

Finalmente, se decide emplear el PLC SIEMENS S7 CPU 1214C, del cual se puede disponer de los módulos de comunicaciones para puertos serie RS y emplear la conexión Ethernet para conectar con web server y pantalla HMI, así como posibles ampliaciones de utilidad futura (internet of things, etc.). Este PLC cuenta con un número suficiente de entradas/salidas para la realización del proyecto sin necesidad de incluir módulos de ampliación de entradas/salidas y el entorno de programación TIA PORTAL V13 resulta más avanzado que el de su competidor OMRON.

6.3 Selección convertidores de frecuencia.

Para cumplir con los requisitos del diseño propuesto se han de respetar ciertas características como los son:

- Hará falta la implementación de tres variadores de frecuencia, para garantizar la independencia y simultaneidad del movimiento en los tres ejes.
- Los tres motores a alimentar son trifásicos y los tres variadores serán alimentados desde una red monofásica, deben tener entrada de alimentación monofásica a 230V 50Hz y salida trifásica.
- Será posible su control vía contactos o vía comunicaciones preferentemente, por puerto serie o Ethernet.

Vendrán determinados por las características constructivas:

- Potencia del motor: KW/HP
- Tecnología del motor: Asíncrono/Síncrono/Corriente continua.
- Tipo de red de alimentación: Monofásica / Trifásica., Frecuencia (Hz)
- Opciones de control Contactos/ Comunicaciones
- Requisitos funcionales como: par elevado, diferentes velocidades, rampas de aceleración/desaceleración.

Entre los variadores disponibles en el departamento, de los cuales se pueda disponer de tres unidades, con los requisitos funcionales especificados y los cuales sean compatibles o tengan la posibilidad de integrarse en los protocolos de comunicaciones que se pretenden emplear, podemos analizar y comparar para su posterior selección:

- SIEMENS MICROMASTER 420.
- SIEMENS MICROMASTER 440.
- OMRON YAKSAWA V1000.

Quedando el SIEMENS MICROMASTER 440 limitado a 2 unidades, se prescinde de esta opción y se procede a analizar la comparativa de las dos opciones restantes para su posterior selección final.




Opciones disponibles en el departamento:

MICROMASTER SIEMENS 420	OMRON YAKSAWA V1000
	
<p>Imagen 30. Variador Siemens MM420</p>	<p>Imagen 31. Variador Omron Yaksawa V1000</p>
<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de motores asíncronos y síncronos. ▪ Control V/f Lineal ▪ Control V/f cuadrático ▪ Control V/f multipunto. ▪ Control de corriente de flujo FCC ▪ Control vía PC con DriveMonitor (extra) 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de motores asíncronos y síncronos ▪ Control vectorial de corriente ▪ Alto par de arranque (200%/0,5Hz) ▪ Ajuste en marcha sin parada. ▪ Programación con teclado o PC con adaptador RJ45/USB y CX-ONE/DRIVE
<p>Comunicaciones</p> <p>Ampliable con módulos de comunicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ RS232 ▪ RS485 ▪ Panel BOP /AOP ▪ Profibus 	<p>Comunicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ RS422 ▪ RS485 <p>Ampliable:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Profibus ▪ DeviceNet ▪ Lonworks ▪ CompoNet ▪ Ethernet
<p>Requerimientos para control</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Control por contactos SI/NO ▪ Control por comunicaciones SI/NO. 	<p>Requerimientos para control</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Control por contactos SI/NO (Velocidad variable 2 contactos) ▪ Control por comunicaciones SI/NO
<p>Filtro incorporado : NO</p>	<p>Filtro incorporado : SÍ</p>
<p>Tabla 12. Comparativa variadores de frecuencia disponibles en departamento</p>	

Siendo seleccionados finalmente la opción del SIEMENS MICROMASTER MM420, en detrimento de una opción más completa como era el modelo de la casa OMRON, dado que se cuenta con unidades suficientes en stock, que funcionen correctamente, el software del PLC seleccionado, del mismo fabricante, incorpora una función de mando de VSD's compatible, a través de puerto serie, lo que deja disponibles la totalidad de las salidas digitales del PLC para emplearlas en opciones que añadan valor al proyecto.

6.4 Componentes.

Así bien, la totalidad de los componentes seleccionados para la remodelación de la máquina, resultan:

COMPONENTES NUEVOS	
	<p>Autómata SIEMENS S7 1200 1214C Rly Módulo 1214C-Rly de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 14 Entradas digitales ▪ 6 Configurables para conteo rápido (HSC) ▪ 2 Entradas analógicas de 0-10V ▪ 4 entradas de alarma pway. ▪ 10 Salidas digitales ▪ 6 Contadores rápidos de hasta 100kHz ▪ Profinet /Ethernet ▪ Puertos serie RS485 ▪ Servidor Web
Imagen 32. Autómata siemens s7 1200 1214C Rly	
	<p>Variador de frecuencia SIEMENS Micromaster MM420 Tensión de entrada : 230V ± 15% monofásica , 6.5A, 47-63Hz Tensión de salida : (0-230V) trifásica , 0-650Hz Motor : 1HP / 750W Protección : IEC536/VDE0106 Clase 1 Temperatura de trabajo 0-40°C Control por comunicaciones puerto serie RS485</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de motores asíncronos y síncronos. ▪ Control V/f Lineal ▪ Control V/f cuadrático ▪ Control V/f multipunto. ▪ Control de corriente de flujo FCC
Imagen 33. Variador Siemens Micromaster MM420	
	<p>Fuente alimentación DC:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrada 230V AC ▪ Salida 24V DC. ▪ Puesta a tierra ▪ ISalida: 3A ▪ Potencia nominal :72W
Imagen 34. Fuente alimentación DC	

	<p>Sensor posición eje Y</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Posiwire WS10 1250 10V L10 M4 M12 ▪ Medición de hasta 1250mm por potenciómetro de precisión ▪ Tensión alimentación: 18-27V DC ▪ Excitación : 20mA máx. ▪ Protegido contra polaridad inversa y cortocircuito ▪ Nivel de protección IP 65 ▪ Salida analógica 0-10V, resolución casi infinita ▪ Salida ruido: 0.5 mV_{RMS} ▪ Conector M12 8 Pin ▪ EMC :DIN EN 61326-1:2013
<p>Imagen 35. Sensor de posición Posiwire WS10</p>	
	<p>Sensor posición eje X 0-20mA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Posiwire WS10 1250 420A L10 M4 M12 ▪ Medición de hasta 1250mm por potenciómetro de precisión ▪ Nivel de protección IP 65 ▪ Salida analógica 4-20mA, resolución casi infinita ▪ Tensión alimentación: 12-27V DC ▪ Excitación : 32mA máx. ▪ Protegido contra polaridad inversa y cortocircuito ▪ Salida ruido: 0.5 mV_{eff} ▪ Conector M12 8 Pin ▪ EMC :DIN EN 61326-1:2013
<p>Imagen 36. Sensor de posición Posiwire WS10</p>	
	<p>Semáforo señalización paso</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Luz roja ▪ Luz ámbar ▪ Luz verde ▪ Alimentación 230V AC
<p>Imagen 37. Semáforo</p>	
	<p>SWITCH DLink DES-1005A</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alimentación 24V DC ▪ 5 Puertos no administrables ▪ Estándares IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
<p>Imagen 38. Swith Dlynk DES-1005A</p>	

COMPONENTES REUTILIZADOS



Pupitre operario (Reacondicionado):

- Selector Manual/automático
- Seta de seguridad
- Selectores Izq/Derecha eje X
- Selectores Izq/Derecha eje Y Selectores arriba /abajo eje Z
- Pulsador marcha
- Pulsador paro

Imagen 39. Pupitre operario



Contactores SIEMENS y bloques auxiliares

- Contactores 3TF2001-0BB4
16A 4KW A 400V (x7)
Tensión de mando 24V
- Bloques de contactos auxiliares 3TX4422-1A
2NC, 2NO hasta 10A

Imagen 40. Contactor y bloque auxiliar de contactos



Interruptor de protección Merlin Gerin 9C32A

Magnetotérmico 3x15A 380V
Poder de corte 6KA
Curva C

Imagen 41. Interruptor magnetotérmico



Conectores PHOENIX

1. Entradas digitales 20input/output
2. Salidas digitales 20input/output
3. E-S Analógicas. 20input/output

Imagen 42. Conectores Phoenix 20 entradas-20 salidas.



Motores ejes X / Y / Z Restaurados

Motores PARVALUX ACIM SD8 S (x3)
50Hz
220/380V Trifásico 60W
2800RPM Pre reductora
300RPM Post reductora
Aislamiento clase B

Imagen 43. Motor Parvalux restaurado

	<p>Pantalla HMI Schneider Magelis STU 855 3,5 Pulgadas Resolución (320 x 240) pixeles QVGA Colores de 65k con retroiluminación LED Comunicaciones : Puerto serie y puerto Ethernet.</p>
<p>Imagen 44. Pantalla HMI</p>	
	<p>Sensores inductivos (x3) Marca BALLUF modelo BES 516-325-BO-C PNP 0-200mA Vi 24VDC</p>
<p>Imagen 45. Sensor inductivo</p>	
	<p>Finales de carrera de seguridad Modelo GPTCRM01 de CHERRY (x3) 250V/15A Contactos NPN / PNP ó NC/NO</p>
<p>Imagen 46. Final de carrera</p>	
	<p>Encoder ejes Y/Z Encoder incremental OMRON EGA2-CIS5C Alimentación entre 12-24VDC Resolución de salida 200 pulsos/vuelta.</p>
<p>Imagen 47. Encoder incremental Omron</p>	
	<p>Encoder eje X Encoder incremental Hohner Alimentación entre 12-24VDC Resolución de salida 5000 pulsos/vuelta.</p>
<p>Imagen 48. Encoder incremetal Hohner</p>	
<p>Tabla 13. Detalle selección final de componentes</p>	

7. Solución adoptada.

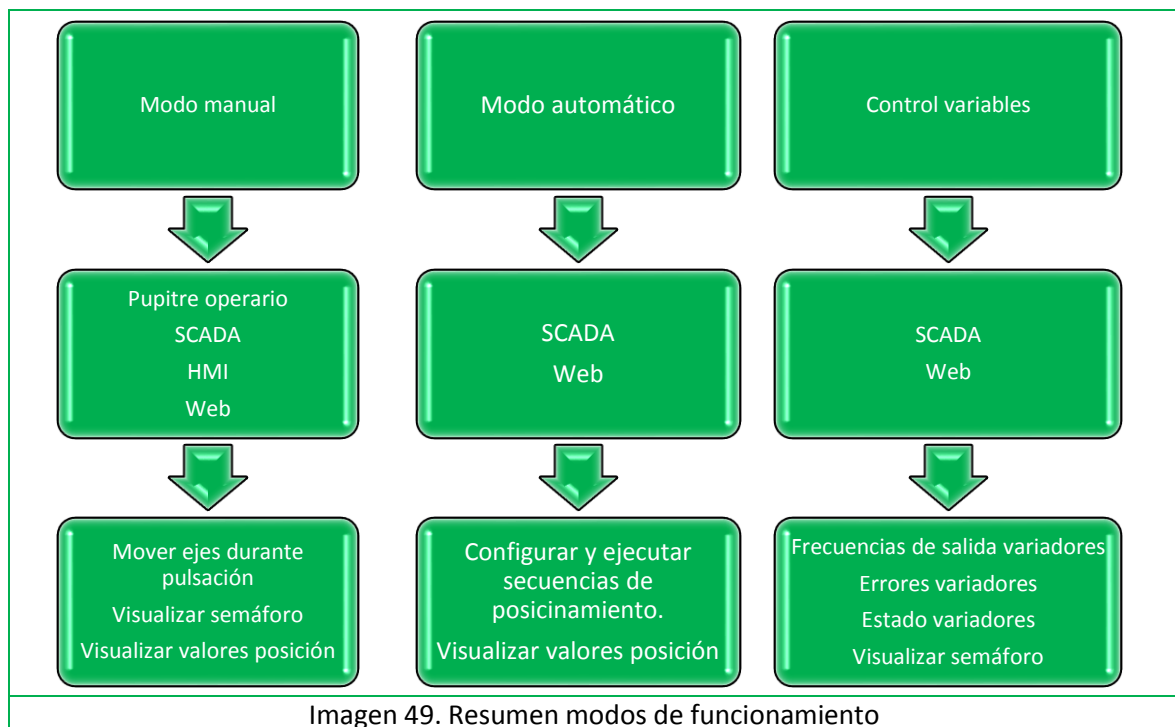
A continuación se expone la solución final adoptada en su conjunto, así como la configuración y parametrización de los componentes.

7.1 Funcionamiento de la máquina

Con el diseño llevado a cabo en este proyecto, se han implementado los modos de funcionamiento que se explican a continuación.

Resulta importante clarificar, que los modos de funcionamiento, así como el origen del mando de control, resultan excluyentes, es decir, solo funcionará el primer modo de funcionamiento seleccionado y desde el panel de mandos en el cual se habilitara, siendo imposible controlar la máquina simultáneamente desde dos controles distintos en modos distintos, por razones de seguridad.

La única función que es completamente compatible con cualquier modo de funcionamiento y desde diversos puntos de acceso, es la visualización de estado de variables desde sistema SCADA o Web server (uno o varios puntos de acceso), dado que no implica riesgo alguno para la seguridad de las personas y la máquina.



Manual:

Este modo, permite mover los tres ejes, simultánea o individualmente, seleccionando debidamente el modo operativo en el pupitre de operario, la pantalla HMI, el sistema SCADA o el Web server.

Esta modalidad está pensada para labores de mantenimiento, pruebas, escalado y testeo de sensores y demás funcionalidades requeridas en un entorno industrial, fuera del uso repetitivo y secuencial del proceso productivo.

Automático:

Este modo, es ejecutable desde el sistema SCADA o Web Server, seleccionando debidamente el modo operativo en el sistema SCADA o en la página Web de usuario provista en el autómatas.

Permite configurar una ejecución de cuatro posicionamientos consecutivos de los tres ejes, configurable por el usuario, seleccionando entre cinco posiciones posibles para cada eje en cada posicionamiento.

La ejecución de la secuencia, puede ser única o repetirse, si es así indicado por el usuario.

El proceso requiere seleccionar el modo automático, configurar el listado de posiciones y ejecutar la secuencia con el comando "Play", pudiendo interrumpirse temporalmente con el comando "Pause" y abortándose con el comando "Stop". La selección de repetición es opcional.

Durante el proceso es posible observar, en la representación gráfica, la posición de los ejes X e Y acorde al valor de sus respectivos sensores, sin embargo, el eje z es posicionado por tiempo, en cada ejecución secuencial, vuelve al punto de origen, en la parte superior del eje Z, y desciende a velocidad constante un tiempo determinado por la posición deseada por el usuario., dado que no es una señal real, directa y escalada, no se representa gráficamente.

Se ha configurado esta opción 5x4 a modo demostrativo, en un entorno industrial real, o ante necesidad de redimensionamiento para una secuencia de mayor número de operaciones, o bien, requerimiento de mayor número de posiciones disponibles, reacondicionando mínimamente el programa de control y la interface del modo automático en el SCADA, sería fácilmente implementable.

Variables

Desde el sistema SCADA, así como desde página web, siendo debidamente acreditado, se pueden consultar:

- Estado de variables del sistema.
- Estado habilitado/deshabilitado de los variadores.
- Frecuencias de salida de los variadores.
- Errores en los variadores.
- Rearme de los errores de los variadores.
- Posición de los ejes X e Y.
- Indicadores luminosos de estado de la máquina de aviso a peatones.

Semáforo

A modo de señalización para peatones, operarios en labores de mantenimiento o trabajos rutinarios en el perímetro de la máquina, se ha dispuesto una señalización luminosa tipo semáforo que indica lo siguiente:

- **Semáforo en verde:** Los variadores están deshabilitados, no hay riesgo de movimiento de partes móviles.
- **Semáforo en ambar:** señalización intermitente que indica que el modo automático o manual ha sido habilitado desde alguno de los puntos de acceso, los variadores están en modo RUN pero no hay frecuencia de salida, existe riesgo de accidente.
- **Semáforo en rojo:** Se está ejecutando maniobra en modo manual o automático en alguno, varios o todos los ejes, los variadores se encuentran habilitados y su frecuencia de salida es $f > 0\text{Hz}$, riesgo elevado de accidente.



Imagen 50. Disposición del semáforo.

7.2 Conductores y protecciones eléctricas

En las siguientes líneas se expone la base considerada para la realización de los cálculos justificativos de las secciones adoptadas:

Para la selección de los conductores activos adecuados a las cargas se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

7.2.1 Intensidad máxima admisible.

Tomando como intensidad la propia de cada carga o la situación más desfavorable en los cables con cargas múltiples intermitentes. Partiendo de las intensidades calculadas acorde a las expresiones expuestas a continuación, se selecciona la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación.

En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se tienen presentes las indicaciones de la ITC-BT-47 para receptores de motor que dictan:

ITC-BT-47 Instalación de receptores motores.

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque (conductores secundarios) deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Cálculo de las intensidades de los receptores:

INTENSIDAD RECEPTORES MONOFÁSICOS	INTENSIDAD RECEPTORES TRIFÁSICOS
$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$
Dónde : P= Potencia (W) V= Tensión (V) $\cos\varphi$ =Factor de potencia del receptor	Dónde : P= Potencia (W) V= Tensión (V) $\cos\varphi$ =Factor de potencia del receptor
Tabla 14. Fórmulas cálculo de intensidades	

Se considera el sistema de instalación tipo B2 correspondiente con “Cables unipolares o multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular, sobre pared de madera”

Las intensidades máximas admisibles serán las indicadas según la tabla C-52-1-bis de la norma vigente UNE-HD 60.364-5-52 de intensidades máximas admisibles en amperios, para cables no enterrados, con temperatura ambiente de 40°C en el aire, las cuales dictan para sección de 2,5mm² en el tipo de instalación indicado, una intensidad máxima admisible de 18A para receptores monofásicos y de 17A para receptores trifásicos.

7.2.2 Caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.

Cálculo de la caída de tensión máxima

Las expresiones de la cdt en función de la potencia, longitud, conductividad, sección y tensión son:

CAÍDA DE TENSIÓN MONOFÁSICA	CAÍDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA
$cdt_M \% = \frac{2 P l 100}{\sigma S U_0^2} (\%)$	$cdt_{III} \% = \frac{P l 100}{\sigma S U_0^2} (\%)$
Dónde : P= Potencia (W) U ₀ =Tensión en el origen (V) l= Longitud en metros S=Sección en mm ² σ = Conductividad	Dónde : P= Potencia (W) U ₀ =Tensión en el origen (V) l= Longitud en metros S=Sección en mm ² σ = Conductividad
Tabla 15. Fórmulas cálculo caídas de tensión	

La resistividad , para temperatura distinta a 20°C ,tiene un valor:

$$\rho_{\theta} = \rho_{\theta} [1 + 0,004(\theta - 20)]$$

La temperatura del conductor para temperaturas distinta a la ambiente :

$$\theta = \frac{I_B^2 [\theta_{ISO} + \theta_{AMBIENTE}]}{I_Z^2} + \theta_{AMBIENTE}$$

La resistividad de los materiales a 20°C en (mΩmm²/m) :

Cobre	Aluminio
18,51 (mΩmm ² /m)	29,41(mΩmm ² /m)

Según HD 60364-5-52:2011 la cdt entre el origen de la instalación y el equipo deberá ser inferior al valor de la siguiente tabla, expresado con respecto al valor de la tensión nominal de la instalación.

Caída de tensión máxima admisible		
Alimentación	Iluminación	Fuerza
Red pública	3%	5%
Red privada	6%	8%

Tabla 16. Porcentajes de caída de tensión admisibles

7.2.3 Poder de corte del dispositivo.

El poder de corte deberá al menos ser mayor o igual a la máxima corriente prevista de cortocircuito en el punto de su instalación.

Las fórmulas consideradas en la tabla adjunta en las siguientes páginas para el cálculo del poder de corte de la protección, es la siguiente:

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	PODER DE CORTE DISPOSITIVO
$I_{cc} = \frac{1.1 \times V}{\left(\frac{\rho_{\theta} \times L_{min}}{S}\right)}$	$I_{cu} > I_{cc} \geq I_{k3_{m\acute{a}x}}$
<p>Dónde :</p> <p>V=Tensión (V)</p> <p>L= Longitud en metros</p> <p>S=Sección en mm²</p> <p>ρ_{θ} = Resistividad del conductor a temperatura de servicio.</p>	<p>Dónde :</p> <p>I_{cu}= Poder de corte dispositivo</p> <p>I_{cc}= Intensidad cortocircuito calculada</p> <p>I_{k3_{máx}}=Máxima corriente de cortocircuito</p>

Tabla 17. Fórmulas del poder de corte del dispositivo

La máxima corriente de cortocircuito prevista, es la trifásica simétrica, en bornes del dispositivo

CORRIENTE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICA SIMÉTRICA
$I_{K3\max} = \frac{c_{\max} \cdot m \cdot U_0}{Z} = \frac{c_{\max} \cdot m \cdot U_0}{\sqrt{(R_s + R_U + R_{0f})^2 + (X_s + X_U + X_f)^2}}$
<p>Dónde :</p> <p>m = 1,05, factor de mayoración tensión en vacío.</p> <p>c_{max}= 1,05 factor de tensión</p> <p>U₀= Tensión entre fase y neutro</p> <p>R_s y X_s = Resistencia y reactancia de la red de AT pasada a BT.</p> <p>R_U y X_U= Resistencia y reactancia del transformador AT/BT pasadas a BT.</p> <p>R_{0f} y X_f= Resistencia y reactancia del conductor de fase o neutro.</p> <p>I_{k3máx}=Máxima corriente de cortocircuito</p>
Tabla 18. Fórmulas del poder de corte del dispositivo

Dado que las cargas suponen consumos reducidos, se realiza todo el cableado de potencia con cable de 2'5mm², de cobre, aislamiento de PVC 450/750V.

La alimentación de la máquina se realiza desde toma de corriente del aula del laboratorio, al interruptor automático magnetotérmico merlin gerin tripolar de 15A curva C.

Para la estimación de los consumos de los distintos circuitos se consideran las condiciones más desfavorables que son:

Los tres motores trabajando con el mismo variador de frecuencia, para lo que se considera una potencia de carga de la suma de las potencias de los tres motores añadiendo un 25% a la potencia del mayor de ellos como estipula el pliego de condiciones y la ITCBT-47 del REBT 2002 garantizando que en resto de supuestos las condiciones de servicio y seguridad estarán garantizadas.

En cuanto a la fuente de alimentación de DC, se considera el consumo acorde a las fichas técnicas de los fabricantes, de todas las cargas que soporta, suponiendo una simultaneidad total para comprobar la suficiencia tanto de la propia fuente como de los conductores

Los motores no contarán con medidas de protección añadidas, si bien estarán parametrizados en los variadores de frecuencia las características correspondientes a sus valores nominales de acuerdo a fabricante.

La única carga de corriente continua que no dependerá de la fuente de alimentación, será el SWITCH Dlynk, que cuenta con fuente de alimentación propia de 24V/1A.

Cálculo de Secciones.													
Carga	PIA (A)	P (w)	I(A)	S ladm (mm ²)	LMáx.(m)	Rc 70° (Ω/mm ²)	Cdt (v)	CDT%	S Elegida (mm ²)	Conexión	Carga L1	Carga L2	Carga L3
Motores en variador único.	15	195	1,18	2,5	3	0,020315	0,73	0,32	2,5	Trifásico	1,18	1,18	1,18
Motores en variador propio.	15	75	0,45	2,5	3	0,020315	0,73	0,32	2,5	Trifásico	0,45	0,45	0,45
Variadores Siemens Micromastes MM420.	15	360	1,57	2,5	2	0,020315	0,49	0,21	2,5	L1+N	1,57		
PLC Siemens S7 1200 1214C Rly	15	276	1,20	2,5	2	0,020315	0,49	0,21	2,5	L1+N	1,20		
Switch Dlynk	15	24	0,10	2,5	2	0,020315	0,49	0,21	2,5	L1+N	0,10		
Fuente alimentación DC (Entrada).	15	73	0,32	2,5	2	0,020315	0,49	0,21	2,5	L1+N	0,32		
Carga máxima											4,36		
Desglose cargas de fuente alimentación											Pos	Neg	
Fuente alimentación DC (Salida)		28	1,28	1	1	0,020315	0,03	0,11	1	P+N	1,28	-1,28	
Excitación contactores 24V DC (2 4W x 7)		17	0,78	1	1	0,020315	0,02	0,07	1				
Excitación sensores de posición Posiwire		1	0,06	1	1	0,020315	0,00	0,01	1				
Pantalla Magelis STU 855		7	0,31	1	1	0,020315	0,01	0,03	1				

Cálculo de Protecciones.								
Circuito	Tensión (V)	Lmín. (m)	Sección (mm ²)	R cable (Ω)	Icc (A)	I(A)	PIA (A)	Poder de corte (kA)
Protección general	230	8	2,5	0,06501	2830,42	1	15	4,5

Tabla 19. Resultado de los cálculos de conductores y protección magnetotérmica

7.3 Parametrización de los variadores de frecuencia

A continuación, se exponen los diferentes parámetros configurados en cada variador para la configuración final

Los datos e imágenes de este apartado, han sido extraídos del manual de usuario que facilita el fabricante y de libre acceso a través de su sitio web, siendo recopilados y esquematizados los parámetros y datos de relevancia para el proyecto.

MODOS DE CONTROL DE CONSIGNA

La consigna se puede prescribir mediante:

- Entrada analógica
- Interfaces de comunicación en serie
- Función JOG
- Potenciómetro motorizado
- Frecuencias fijas.

INTERFACES COMUNICACIÓN

El variador puede gobernarse a través de puerto serie mediante conexión bus USS, que es un estándar desarrollado por SIEMENS basado en Modbus RTU

El MICROMASTER 420 posee dos interfaces de comunicación en serie, que pueden funcionar simultáneamente:

- Interface BOP
- Interface COM

A esas interfaces se le pueden conectar diferentes unidades:

- Paneles de mando BOP y el AOP
- PCs con DriveMonitor y STARTER
- Tarjetas de interface para PROFIBUS DP, DeviceNet y CAN
- Controles programables con procesores para comunicación

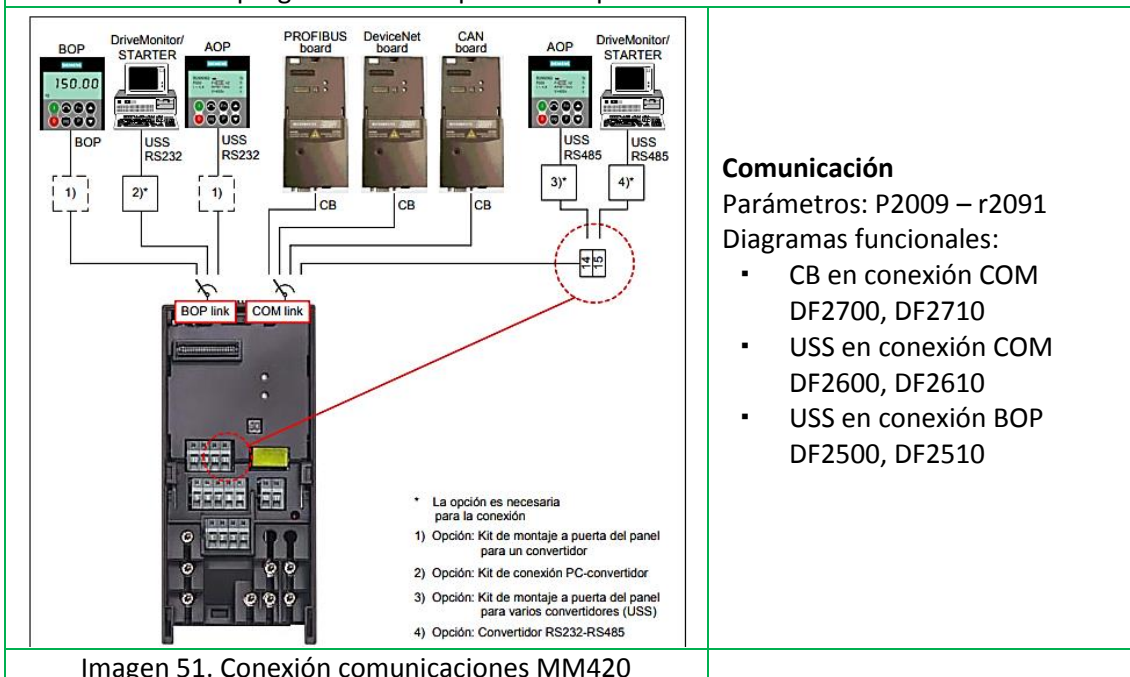


Imagen 51. Conexión comunicaciones MM420

CONEXIÓN DEL BUS

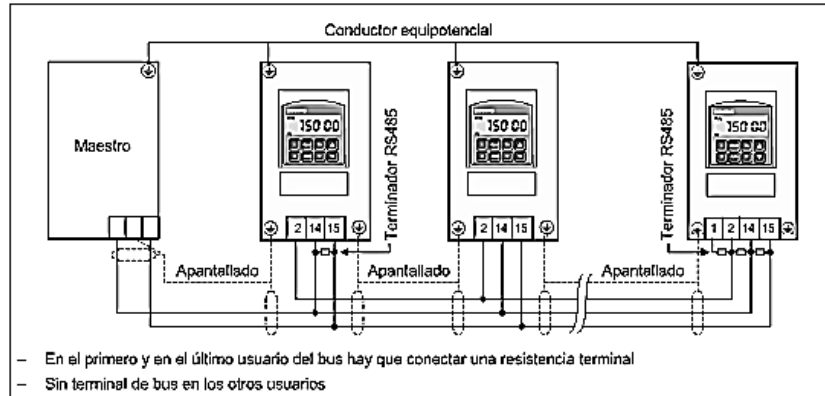


Imagen 52. Esquema bus USS con varios variadores

MODOS MANUAL O AUTOMÁTICO

Parámetros: P7019 ,P0810

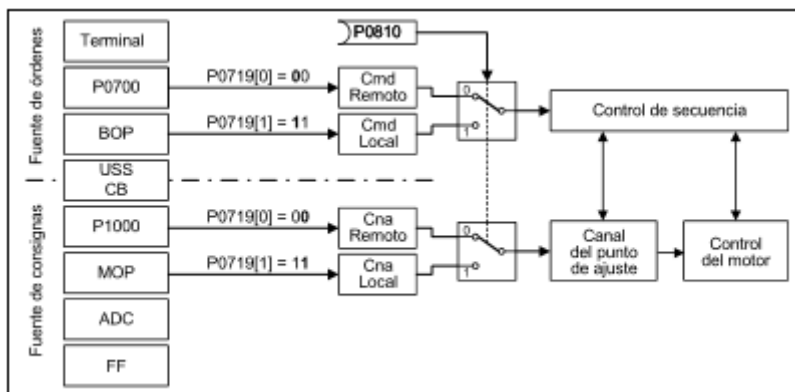


Imagen 53. Esquema funcional modos funcionamiento

AJUSTES PARA PARÁMETRO P0810 . (FUENTE DE ÓRDENES).

Ajustes de parámetro	Fuente de órdenes
P0810 = 722.2 implica P0703 = 99	Entrada digital 3
P0810 = 2032.15	USS en conexión BOP
P0810 = 2036.15	USS en conexión COM
P0810 = 2090.15	CB en conexión COM

Imagen 54. Configuración fuentes de órdenes

AJUSTES PARA PARÁMETRO P0719 . (FUENTE DE CONSIGNA)

Valor	Fuente de órdenes	Fuente de consigna
0	Cmd = BICO parám.	cna = BICO parám.
1	Cmd = BICO parám.	cna = MOP cna.
2	Cmd = BICO parám.	cna = Cna análog.
3	Cmd = BICO parám.	cna = Frec. fijas
4	Cmd = BICO parám.	cna = USS con.BOP
5	Cmd = BICO parám.	cna = USS con.COM
6	Cmd = BICO parám.	cna = CB con.COM
10	Cmd = BOP	cna = parám. BICO
11	Cmd = BOP	cna = cna. MOP
12	Cmd = BOP	cna = cna analog.
13	Cmd = BOP	cna = Frec. fija
15	Cmd = BOP	cna = USS con.COM
16	Cmd = BOP	cna = CB con.COM
40	Cmd = USS con.BOP	cna = parám BICO
41	Cmd = USS con.BOP	cna = cna MOP
42	Cmd = USS con.BOP	cna = cna MOP
43	Cmd = USS con.BOP	cna = Frec. fija
44	Cmd = USS con.BOP	cna = USS con.BOP
45	Cmd = USS con.BOP	cna = USS con.COM
46	Cmd = USS con.BOP	cna = CB con.COM
50	Cmd = USS con.COM	cna = BICO parám.
51	Cmd = USS con.COM	cna = MOP cna.
52	Cmd = USS con.COM	cna = Cna. análog.
53	Cmd = USS con.COM	cna = Frec. fija.
54	Cmd = USS con.COM	cna = USS con.BOP
55	Cmd = USS con.COM	cna = USS con.COM
60	Cmd = CB con.COM	cna = parám BICO.
61	Cmd = CB con.COM	cna = cna. MOP
62	Cmd = CB con.COM	cna = cna análog.
63	Cmd = CB con.COM	cna = Frec. fija
64	Cmd = CB con.COM	cna = USS con.BOP
66	Cmd = CB con.COM	cna = CB con.COM

Imagen 55. Configuración fuentes de consigna

FUNCIONAMIENTO CON FRECUENCIAS FIJAS

Cantidad configurable: 7

Sección de parámetros: P1001 – r1024

Diagramas funcionales: DF3200, DF3310

Las frecuencias fijas se determinan con los parámetros P1001 – P1007 y se seleccionan mediante entradas de binector P1020 – P1022.

La consigna de frecuencia efectiva se encuentra en la salida de conector r1024. Si ese valor se quiere utilizar como fuente de consigna hay que modificar el parámetro P1000 ó el P0719, o enlazar r1024 a la consigna principal por medio de P1070 o a la consigna adicional a través de P1075.

Al contrario del parámetro P0719 cuando se modifica el P1000 produce un cambio directo en los parámetros BICO P1070, P1075.

Frecuencias fijas como fuente de consigna

- a) Método estándar → P1000 = 3
- b) Método BICO → P1070 = 1024, P1075 = 0

		DIN3	DIN2	DIN1
FF0	0 Hz	0	0	0
FF1	P1001	0	0	1
FF2	P1002	0	1	0
FF3	P1003	1	0	0
FF4	P1004	0	0	0
FF5	P1005	0	0	0
FF6	P1006	0	0	0
FF1+FF2		0	1	1
⋮		⋮		
FF1+FF2+FF3		1	1	1

Imagen 56. Combinaciones de frecuencias fijas configurables

SELECCIÓN DE LA FRECUENCIA DE CONSIGNA VÍA USS

Consigna principal	Consigna adicional						
	No hay consigna adicional	Consigna por teclado (pot. motorizado)	Entrada analógica	Frecuencia fija	USS vía RS232	USS vía RS485	Tarjeta de comunicaciones opcional
No hay consigna principal	0	10	20	30	40	50	60
Consigna por teclado (pot. motorizado)	1	11	21	31	41	51	61
Entrada analógica	2	12	22	32	42	52	62
Frecuencia fija	3	13	23	33	43	53	63
USS vía RS232	4	14	24	34	44	54	64
USS vía RS485	5	15	25	35	45	55	65
Tarjeta de comunicaciones opcional	6	16	26	36	46	56	66

Parámetro P1000=5 Vía USS RS 485

Imagen 57. Selección de mando de origen de consigna de frecuencia

- ### FRENADO DE MOTOR
- El MICROMASTER 420 posee 2 frenos electrónicos:
- Freno por CC
 - Freno combinado: Con este tipo de freno se puede frenar activamente el accionamiento y evitar posibles sobretensiones en el circuito intermedio.

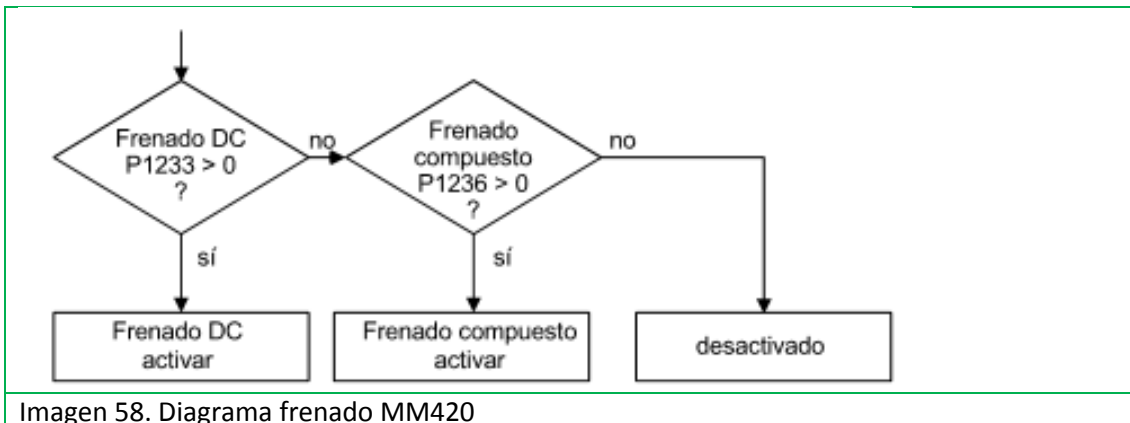


Imagen 58. Diagrama frenado MM420

FRENO COMBINADO

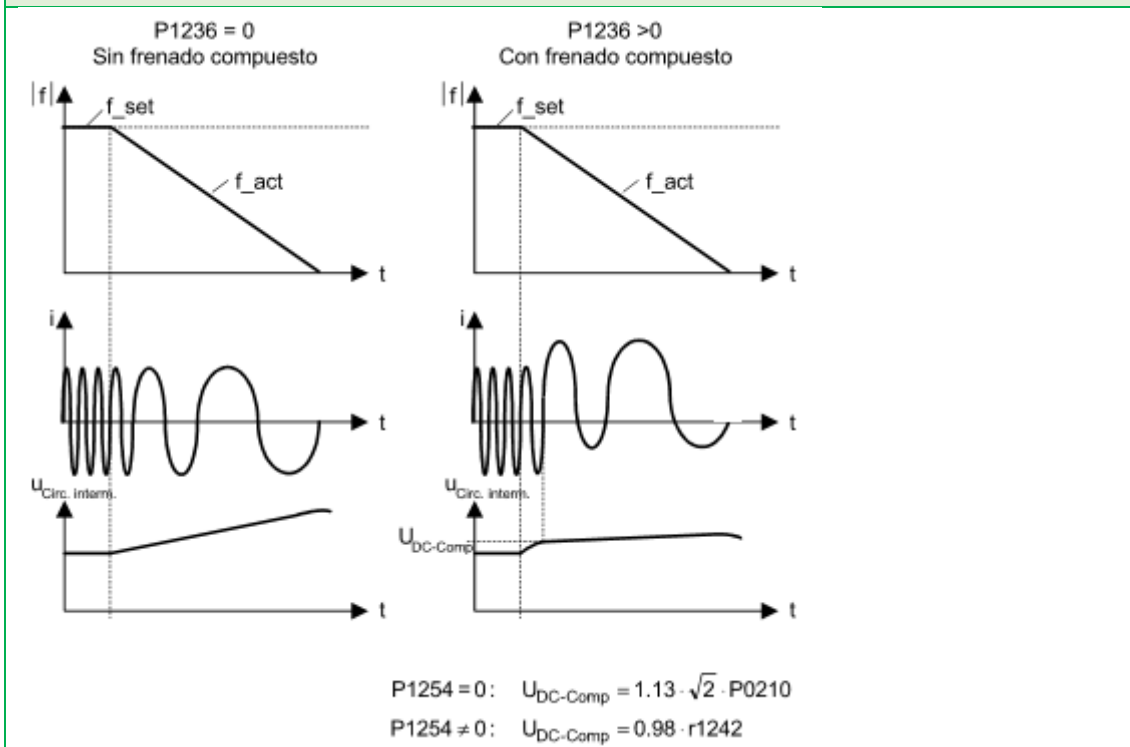


Imagen 59. Comparativa con frenado combinado y sin él de tensión en bus DC

Sección de parámetros: P1236, P1254,

El freno combinado es un mezcla entre el freno por CC y el frenado en Modo generador (por recuperación a lo largo de la de rampa), si la tensión del circuito intermedio sobrepasa el umbral de activación de este freno activa el frenado por corriente continua

Tabla 20. Parámetros principales a configurar para el proyecto

PARAMETRIZACIÓN PARA EL PROYECTO	
Restablecer ajustes de fábrica	P0010=30 P0970=1
Longitud de mensaje en Words (USS PZD) (USS PKW)	P2012[0]= 2 P2013[0]=4
Habilitar lectura/escritura de todos los parámetros	P0003=3
Tensión nominal del motor (V)	P0304
Intensidad nominal del motor (A)	P0305
Potencia nominal del motor (W)	P0307
Frecuencia nominal del motor (Hz)	P0310
Velocidad nominal del motor	P0311
Modo control Local/remoto	P0700[0]=5
Origen de la frecuencia de consigna vía USS	P1000[0]=5
Tiempo de aceleración (seg.)	P1120=5
Tiempo de deceleración (seg.)	P1121=5
Frecuencia referencia puerto serie(Hz)	P2000=50
Ajuste normalización USS	P2009[0]=0
Ajuste velocidad transferencia puerto serie	P2010[0]=4 (2400bit/seg)
Dirección de esclavo	P2011[0]=1[X]/2[Y]/3[Z]
Timeout para puerto serie	P2014=0 (Sin timeout)
Frenado combinado (Porcentaje In motor)	P1236=50
Regulador VDC-Máx	P1240= 1 (Habilitado)
Autodetección y ajuste niveles circuito intermedio	P1254=1 (Habilitado)
Transferir parametrización de RAM a EEPROM	P0971=1 (transferir datos)
Tabla 21. Valores y parámetros configurados en los variadores del proyecto	

Función de control de variadores desde PLC

Para el control del variador desde el puerto serie del PLC se ha de emplear la función de fabricante "USS_DRIVE".

La instrucción "USS_DRIVE" intercambia datos con el accionamiento creando avisos de solicitud y evaluando los avisos de respuesta del accionamiento. Para cada accionamiento debe utilizarse una instrucción propia, pero todas las instrucciones USS que están asignadas a una red USS y a un módulo de comunicación PtP deben utilizar el mismo bloque de datos instancia común.

Se configura el puerto con la instrucción "USS_PORT", que edita la comunicación a través de la red USS. Tras la ejecución de "USS_PORT" se comunica con los accionamientos. "USS_DRIVE"

Cuando se produce la primera ejecución de "USS_DRIVE", se inicializa el accionamiento indicado en la dirección USS (parámetro 2011) en el DB de instancia. Después de la inicialización, las siguientes instrucciones pueden iniciar la comunicación con el accionamiento.

La función consta de los siguientes parámetros, cuyas funciones son:

PARÁMETROS	TIPO	DESCRIPCIÓN
RUN	BOOL	Bit de inicio del accionamiento: Si el parámetro tiene el valor TRUE, permite a la entrada utilizar el accionamiento con la velocidad predeterminada
OFF2	BOOL	Bit "Finalizar en parada": Si el parámetro tiene el valor FALSE, el bit inicia la parada del accionamiento sin frenar
OFF3	BOOL	Bit de parada rápida Si el parámetro tiene el valor FALSE, el bit provoca una parada rápida frenando el accionamiento
F_ACK	BOOL	Bit de acuse de error Con este bit se desactiva el bit de error de un accionamiento. Se activa después de borrar el error y así el accionamiento detecta que el error anterior no debe notificarse más.
DIR	BOOL	Control de sentido del accionamiento El bit se activa cuando el accionamiento debe funcionar hacia delante (si SPEED_SP es positivo).
DRIVE	USINT	Dirección del accionamiento: esta entrada es la dirección del accionamiento USS. El rango válido está entre el accionamiento 1 y el accionamiento 16.
PZD_LEN	USINT	Longitud de palabra Es el número de palabras de datos PZD. Los valores válidos son 2, 4, 6 u 8 palabras. El valor predeterminado es 2.
SPEED_SP	REAL	Consigna de velocidad Es el porcentaje de la velocidad del accionamiento respecto a la frecuencia configurada. Un valor positivo significa que el accionamiento funciona hacia delante (si DIR tiene el valor TRUE).
CTRL3	WORD	Palabra de control Valor que se escribe en un parámetro del accionamiento configurable por el usuario. El usuario debe configurarlo en el accionamiento. Parámetro opcional
CTRL4		
CTRL5		
CTRL6		
CTRL7		
CTRL8		
NDR	BOOL	Nuevos datos listos Si el parámetro tiene el valor TRUE, el bit notifica que en la salida hay datos disponibles de una nueva solicitud de comunicación
ERROR	BOOL	Con errores Si el parámetro tiene el valor TRUE, el bit notifica que se ha producido un error y la salida STATUS es válida. Todas las demás salidas se ponen a cero en caso de error. Los errores de comunicación sólo se notifican en las salidas ERROR y STATUS de la instrucción "USS_PORT".
STATUS	WORD	Valor de estado de la solicitud. Indica el resultado del ciclo. No es una palabra de estado emitida por el accionamiento.
RUN_EN	BOOL	Operación autorizada El bit notifica si el accionamiento está funcionando.

D_DIR	BOOL	Sentido del accionamiento El bit notifica si el accionamiento funciona hacia delante
INHIBIT	BOOL	Accionamiento bloqueado El bit notifica el estado del bit de bloqueo para el accionamiento.
FAULT	BOOL	Error de accionamiento El bit notifica que se ha producido un error en el accionamiento. El usuario debe solucionar el fallo y activar el bit F_ACK para borrar este bit.
SPEED	REAL	Valor real de velocidad del accionamiento (valor escalado de la palabra de estado 2 del accionamiento) El valor porcentual de la velocidad del accionamiento respecto a la velocidad configurada.
STATUS1	WORD	Palabra de estado del accionamiento El valor contiene bits de estado fijos de un accionamiento
STATUS3		
STATUS4		
STATUS5		
STATUS6		
STATUS7		
STATUS8		
Tabla 22. Parámetros de la función de control de variadores SIEMENS en TIA Portal V13		

7.4 Pupitre de operario



Mover eje X

- Izquierda
- Derecha

Mover eje Y

- Izquierda
- Derecha

Mover eje Z

- Arriba
- Abajo

7.5 Programa de control

El programa de control ha sido desarrollado e implementado en la plataforma SIEMENS TIA PORTAL V13.

La programación íntegra del proyecto se ha realizado en lenguaje de texto estructurado (SCL) dada la mayor versatilidad del mismo y la disminución considerable de volumen de líneas de código necesarias para la configuración.

La estructura completa del proyecto y su desglose integro puede verse en el apartado anexos de este proyecto, mostrándose a continuación algunas imágenes relevantes sobre la constitución del mismo

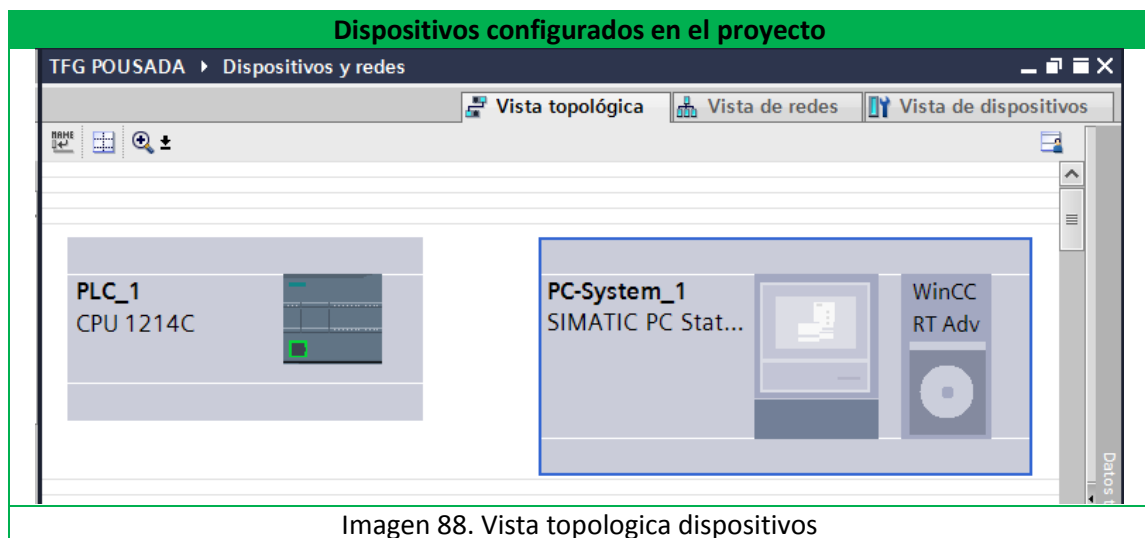


Imagen 88. Vista topologica dispositivos

Se han integrado el propio autómatas con su tarjeta de comunicación serie y puerto Ethernet, así como la estación PC con WinCC RT Advanced para la ejecución del sistema SCADA.

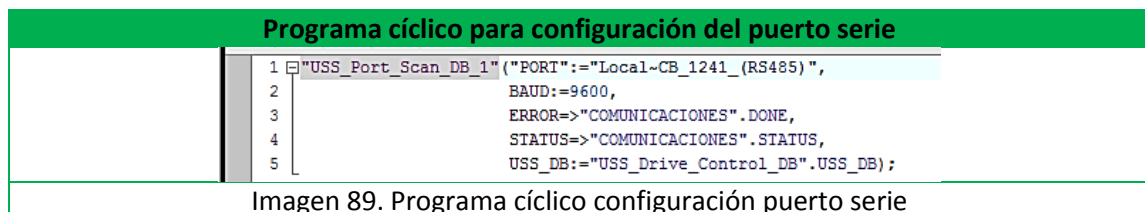


Imagen 89. Programa cíclico configuración puerto serie

Función que se ejecuta cíclicamente cada 40mS para garantizar que los puertos de los variadores no entren en error de comunicaciones y pierdan la fuente de consigna.

La configuración del puerto debe coincidir con la selección de parámetros de la tarjeta de comunicaciones integrada CB1241 para puerto serie RS485.

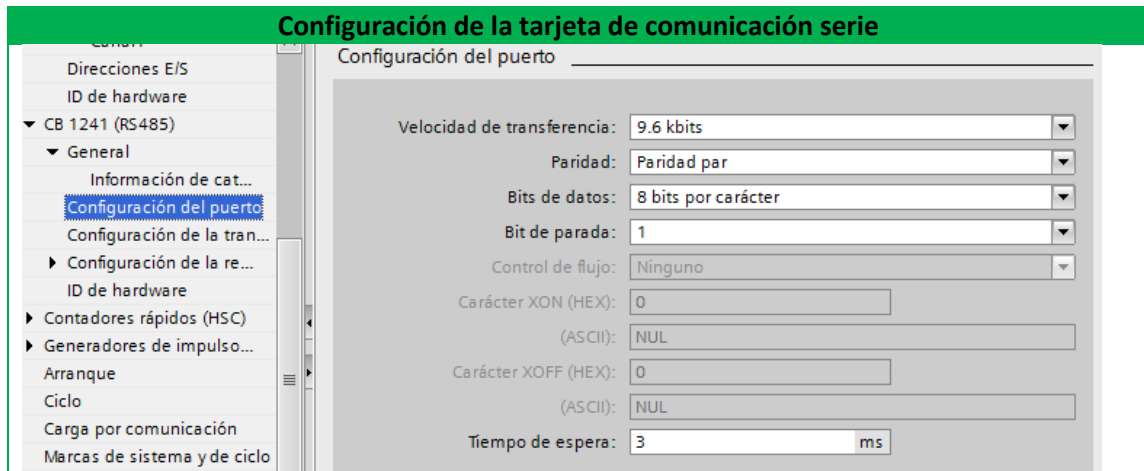


Imagen 90. Configuración tarjeta CB1241

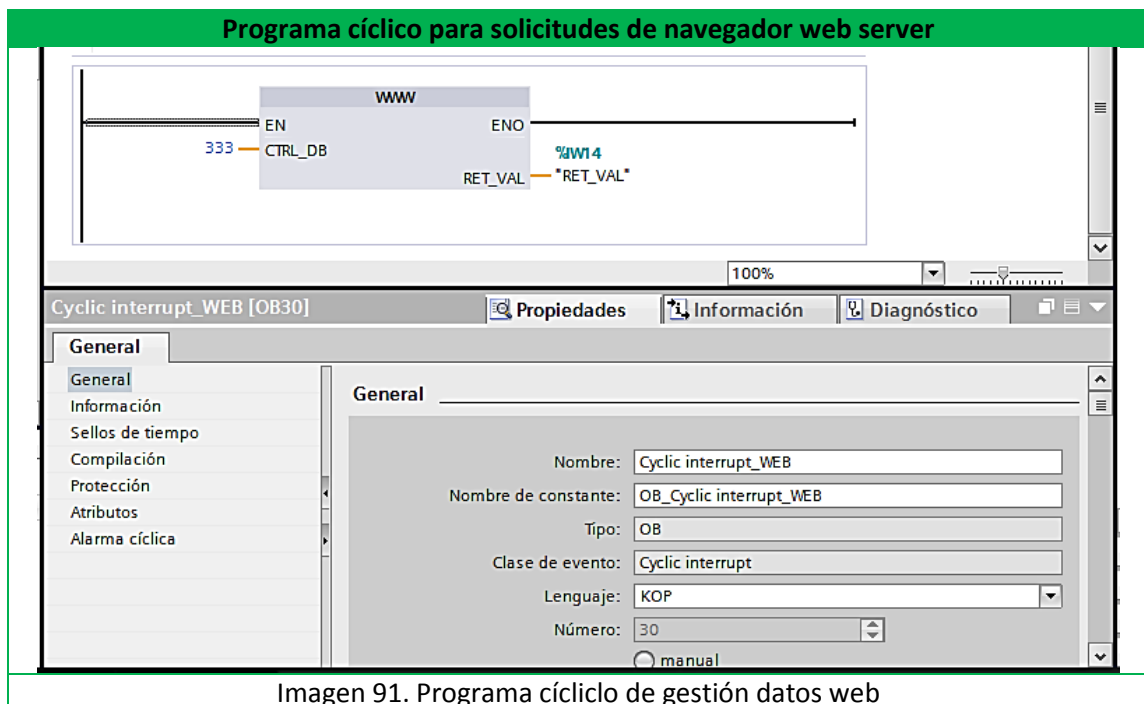
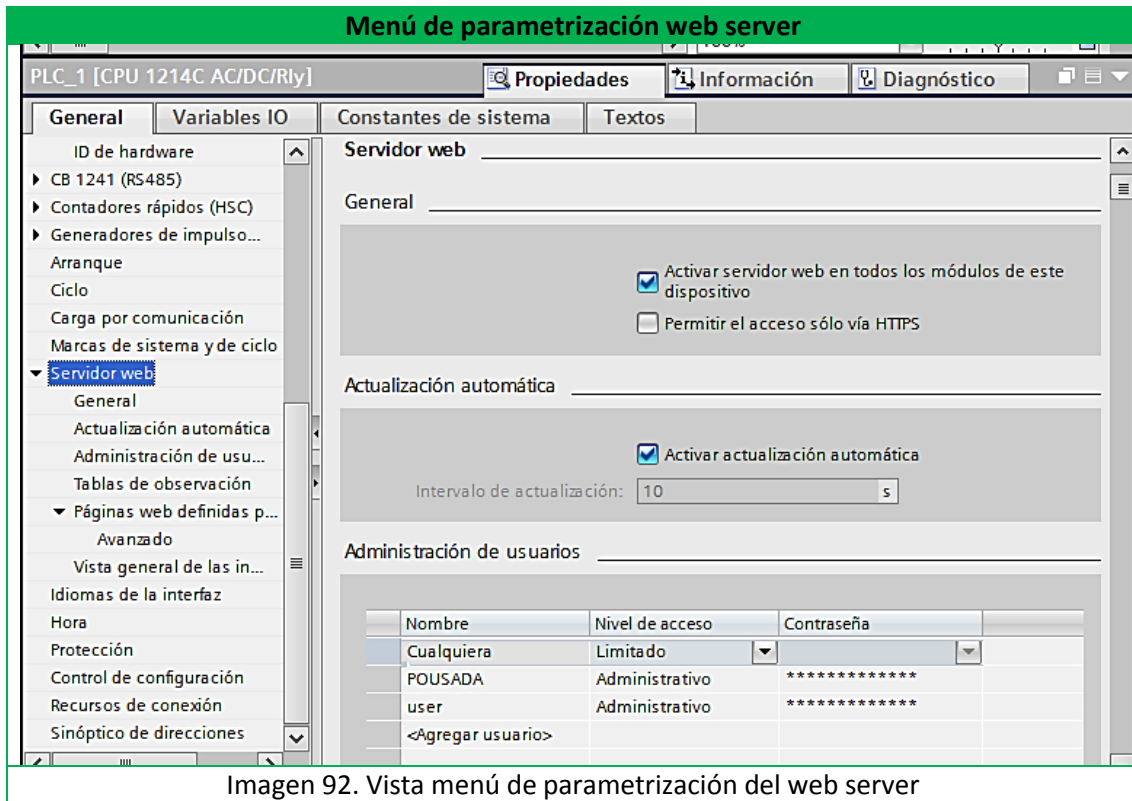


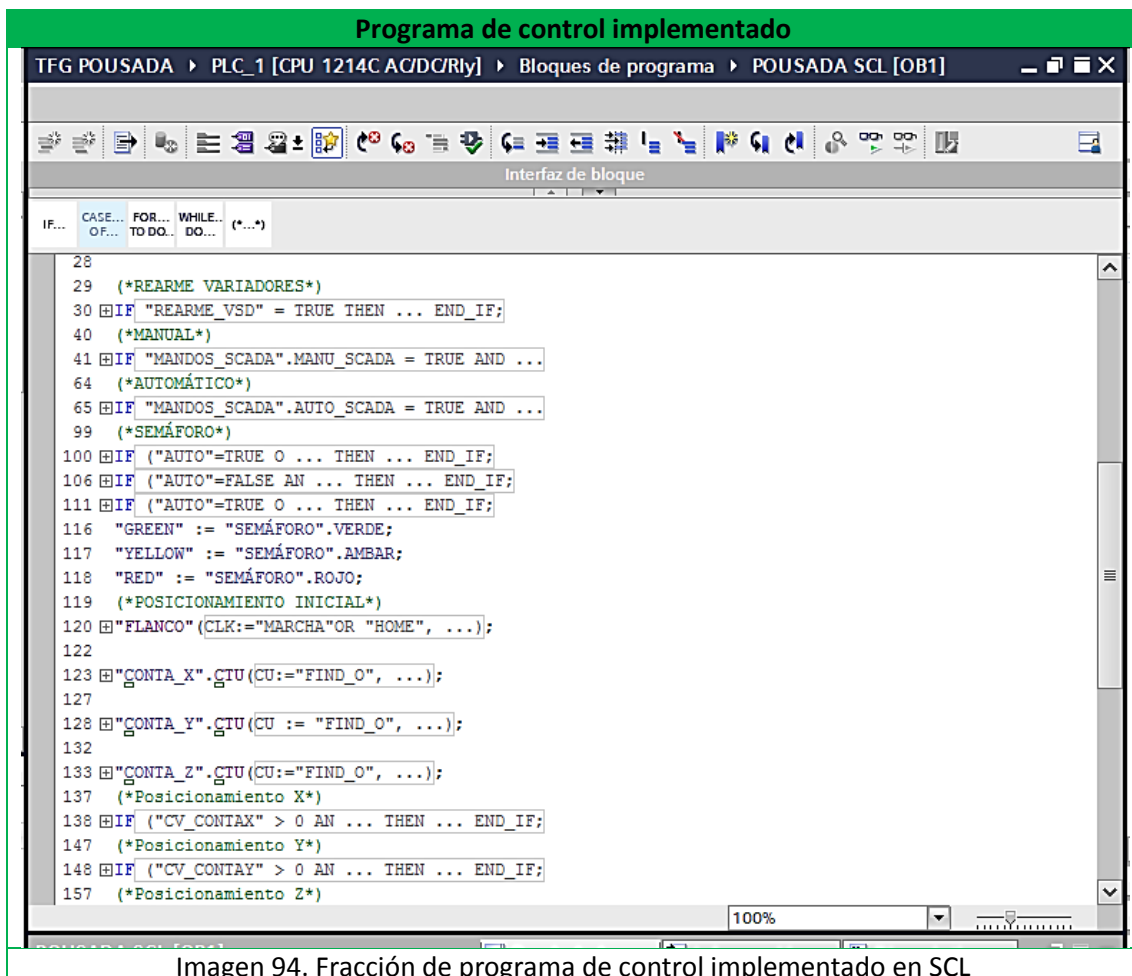
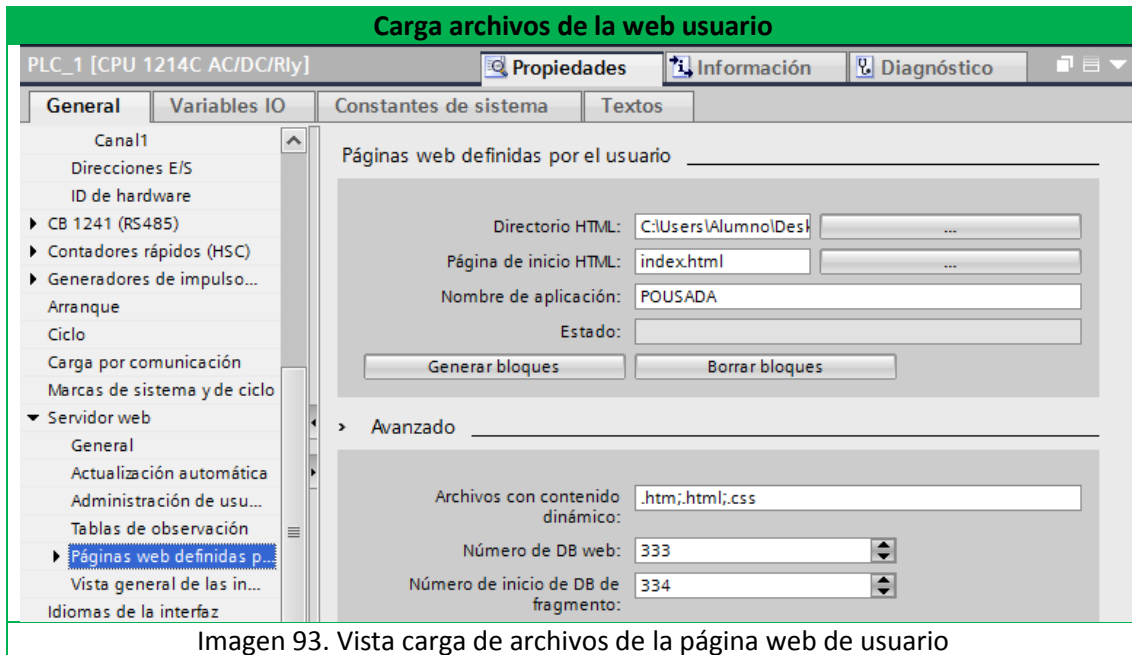
Imagen 91. Programa cíclico de gestión datos web

La función “WWW” procesa las solicitudes del navegador y actualiza los datos en las web de usuario, se ejecuta cada 100mS



En este menú:

- Se configuran las opciones de seguridad, se clasifican y dan de alta usuarios con distintos niveles de acceso así como se guardan sus contraseñas.
- Se carga los archivos de la web de usuario, no admitiendo todo tipo de formatos y creando un número de DB ajustado al peso del diseño de la web, cuantas más imágenes, páginas, datos, etc, tenga, más memoria requerirá.
 Los DBs creados por la CPU para la carga de datos de la web de usuario dentro del web server, se crean correlativamente desde el DB333 en adelante.



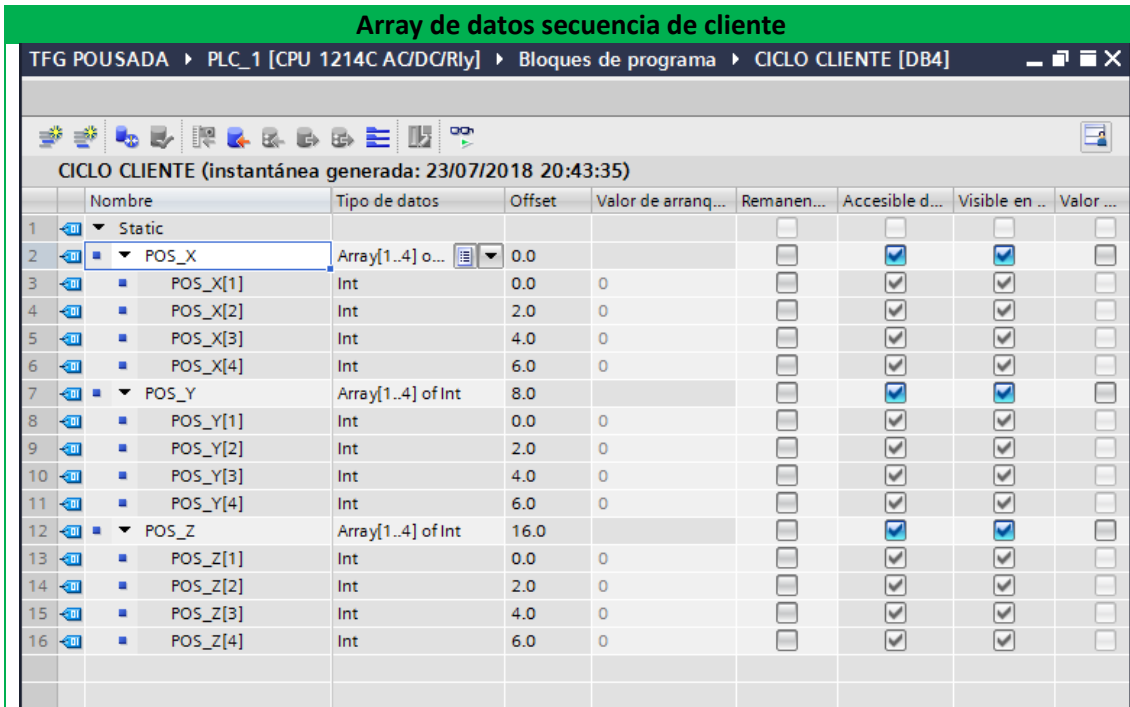
El programa íntegro puede verse en el apartado Anexos de este proyecto. Ha sido desarrollado en su totalidad en lenguaje de texto estructurado, dada su mayor versatilidad.

La estructura se encuentra comentada y separada en apartados dónde puede apreciarse fácilmente las distintas partes funcionales a las que corresponde el código. La gran parte de las variables empleadas en el proceso, se encuentran declaradas en DBs, agrupadas por funcionalidad en :

- Comunicaciones
- Configuración de puerto serie
- Gestión de datos servidor web
- Ciclo cliente
- Variadores de frecuencia [x],[y],[z]
- Semáforo
- HMI
- SCADA
- Web Server

Además, se encuentra la tabla de variables generales, dónde se encuentran declaradas variables comunes y de utilidad de la CPU, (marcas de memoria), empleadas en el proceso, como los relojes de diferentes frecuencias.

Array de datos secuencia de cliente



	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor ...
1	Static							
2	POS_X	Array[1..4] o...	0.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	POS_X[1]	Int	0.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	POS_X[2]	Int	2.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	POS_X[3]	Int	4.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	POS_X[4]	Int	6.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	POS_Y	Array[1..4] of Int	8.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	POS_Y[1]	Int	0.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	POS_Y[2]	Int	2.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	POS_Y[3]	Int	4.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	POS_Y[4]	Int	6.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	POS_Z	Array[1..4] of Int	16.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	POS_Z[1]	Int	0.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	POS_Z[2]	Int	2.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	POS_Z[3]	Int	4.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	POS_Z[4]	Int	6.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Imagen 95. Array datos ciclo cliente

Dónde se almacenan las secuencias configuradas por el cliente a través de SCADA o Web server.

Array de comunicaciones									
COMUNICACIONES (instantánea generada: 23/07/2018 20:43:35)									
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor de a..	Com...	
1	Static								
2	ERROR	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	STATUS	Word	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	DONE	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Imagen 96. Array estado comunicaciones

En este Array se agrupan todas las variables indicativas del estado de las comunicaciones del puerto serie.

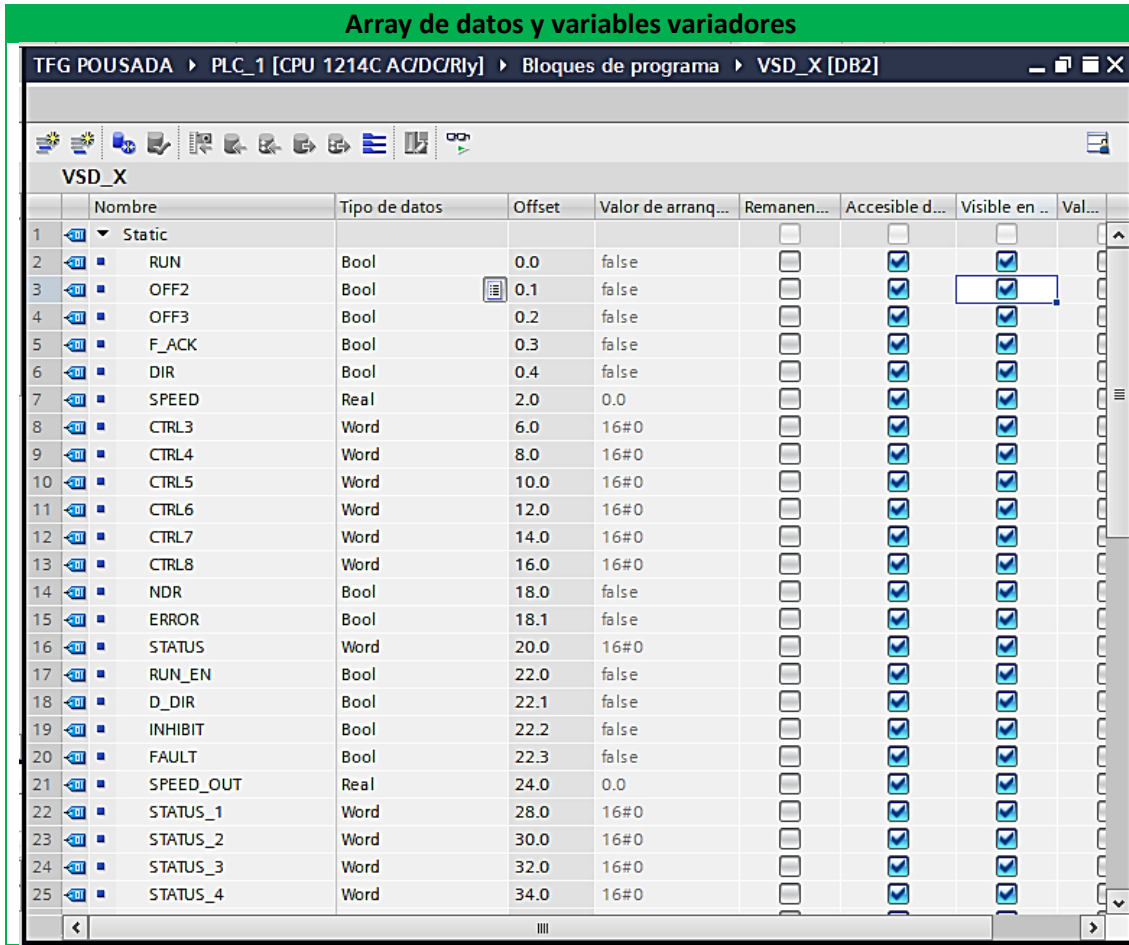
Array de variables HMI									
HMI (instantánea generada: 23/07/2018 20:43:35)									
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor ...	
1	Static								
2	FWD_X	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	REV_X	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	FWD_Y	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	REV_Y	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	FWD_Z	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	REV_Z	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	PLAY	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	HOME	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	PAUSE	Bool	1.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	STOP	Bool	1.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	POSX	Int	2.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	POSY	Int	4.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Imagen 97. Array de variables de pantalla HMI

Array de variables SCADA									
MANDOS_SCADA (instantánea generada: 23/07/2018 20:43:35)									
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor ...	
1	Static								
2	MANU_SCADA	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	AUTO_SCADA	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	FWD_X_SCADA	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	REV_X_SCADA	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	FWD_Y_SCADA	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	REV_Y_SCADA	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	FWD_Z_SCADA	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	REV_Z_SCADA	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Imagen 98. Array de variables SCADA

Array de datos y variables variadores



	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Val...
1	Static							
2	RUN	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	OFF2	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	OFF3	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	F_ACK	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	DIR	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	SPEED	Real	2.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	CTRL3	Word	6.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	CTRL4	Word	8.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	CTRL5	Word	10.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	CTRL6	Word	12.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	CTRL7	Word	14.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	CTRL8	Word	16.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	NDR	Bool	18.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	ERROR	Bool	18.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	STATUS	Word	20.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	RUN_EN	Bool	22.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	D_DIR	Bool	22.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	INHIBIT	Bool	22.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	FAULT	Bool	22.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	SPEED_OUT	Real	24.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	STATUS_1	Word	28.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	STATUS_2	Word	30.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	STATUS_3	Word	32.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	STATUS_4	Word	34.0	16#0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Imagen 99. Array de variables variador X

Cada variador cuenta con un array en el programa de control, donde están localizadas todas las variables que le atañen, son llamadas en diversos bloques del programa según necesidad.

7.5.1 Flujograma

A continuación se expone en las siguientes dos imágenes, el resumen de las posibilidades de cada modo de funcionamiento y el flujograma del programa respectivamente

Para que cualquiera de los modos de funcionamiento esté habilitado, no solo debe haber tensión de alimentación, sino también estar posicionado el selector S2 en la posición PLC_PROG, como se puede observar en el apartado planos del presente proyecto.

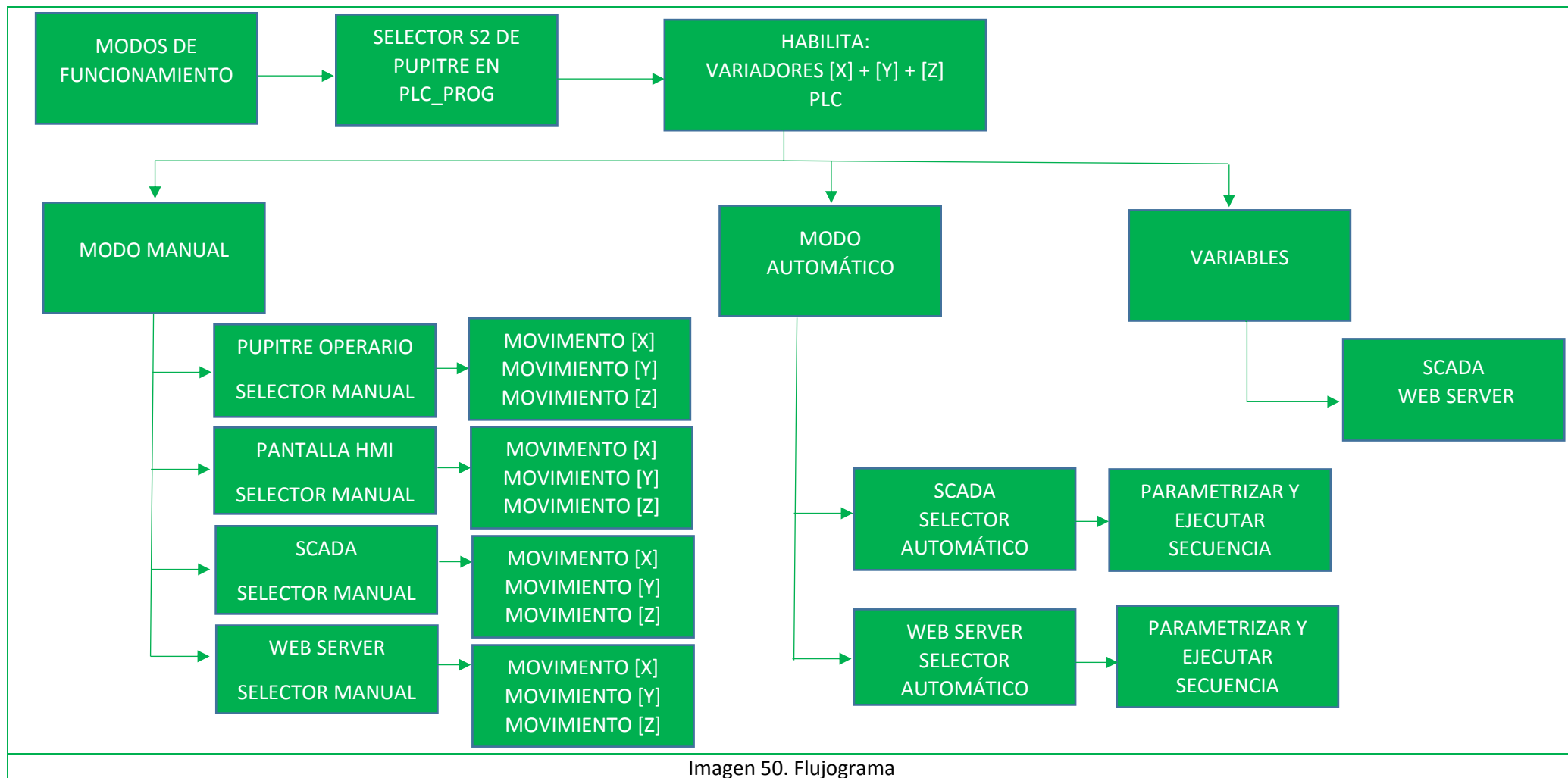


Imagen 50. Flujoograma

7.6 Pantalla HMI

Diseño de la pantalla

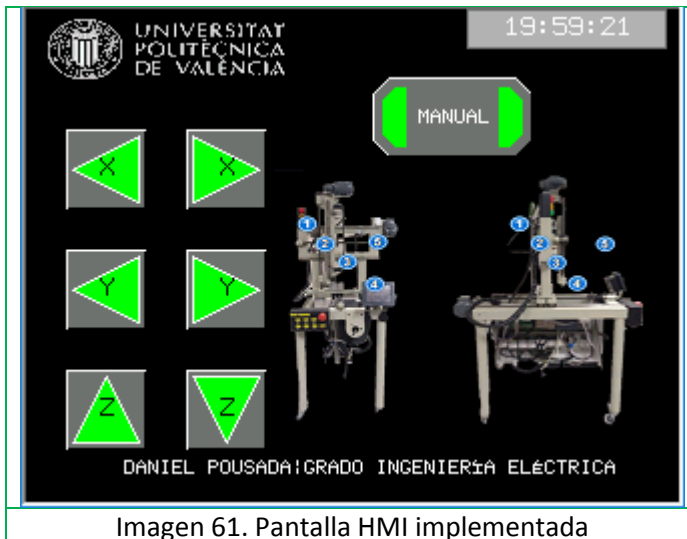


Imagen 61. Pantalla HMI implementada

Funcionamiento:

1. Selección del modo “Manual” como indica el pulsado para la habilitación de variadores.
2. Mantener pulsado el botón correspondiente al eje y dirección del movimiento deseado.
3. Soltar para detener.

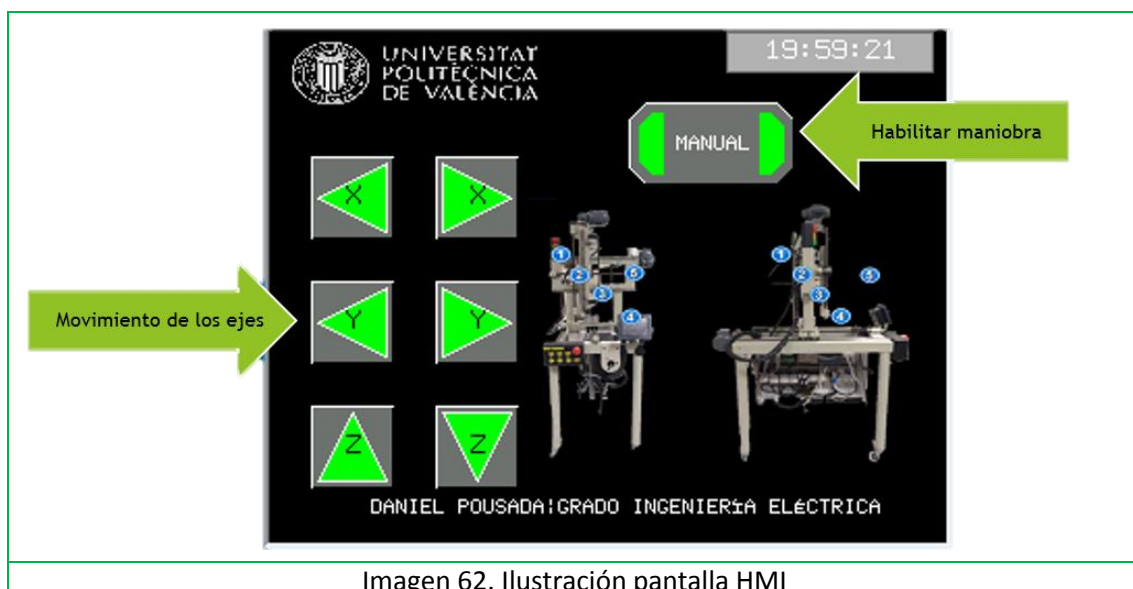


Imagen 62. Ilustración pantalla HMI

Disposición física de la pantalla



Como se puede observar en la imagen, la pantalla se encuentra ubicada a la derecha del pupitre de operario, en la misma máquina, con total visibilidad de las pantallas de los variadores, semáforo y ubicación de cada eje.

Por lo mismo no se ha representado en la pantalla, la cual cuenta con un espacio y resolución reducidos, el posicionamiento de los ejes ni el estado de los variadores.

La pantalla está conectada al Switch integrado en la máquina, por puerto Ethernet. Conectándose desde un PC integrado en la red que cuente con el software de fabricante Vijeo Designer, es perfectamente factible actualizar sus funcionalidades sin tener que desmontarla o cablearla.

7.7 S.C.A.D.A.

El sistema de control y supervisión accesible mediante PC con el Software de fabricante SIEMENS SIMATIC WINCC y el programa implementado cuenta con la siguiente estructura:



Imagen 64. Pantalla principal aplicación SCADA



Imagen 64.1 Pantalla principal SCADA en PC portátil

Pantalla principal:

Habilita el acceso a los modos operativos y a la lectura del estado de los variadores de los tres ejes, así como salir de la aplicación para poder acceder al sistema operativo del PC.

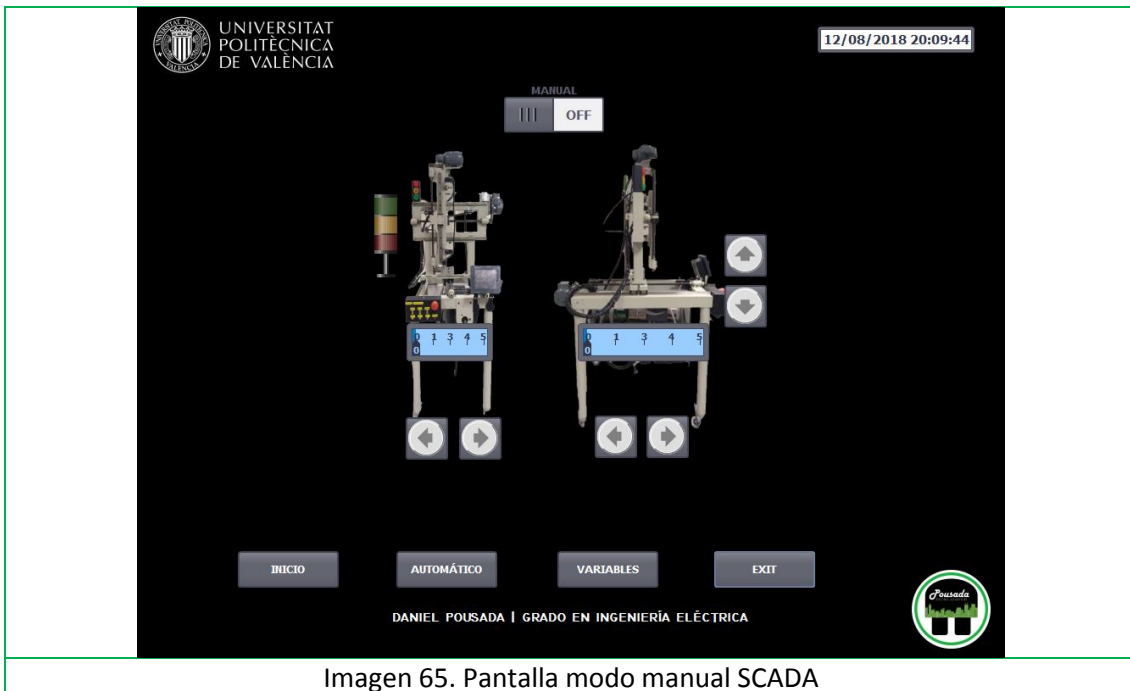


Imagen 65. Pantalla modo manual SCADA

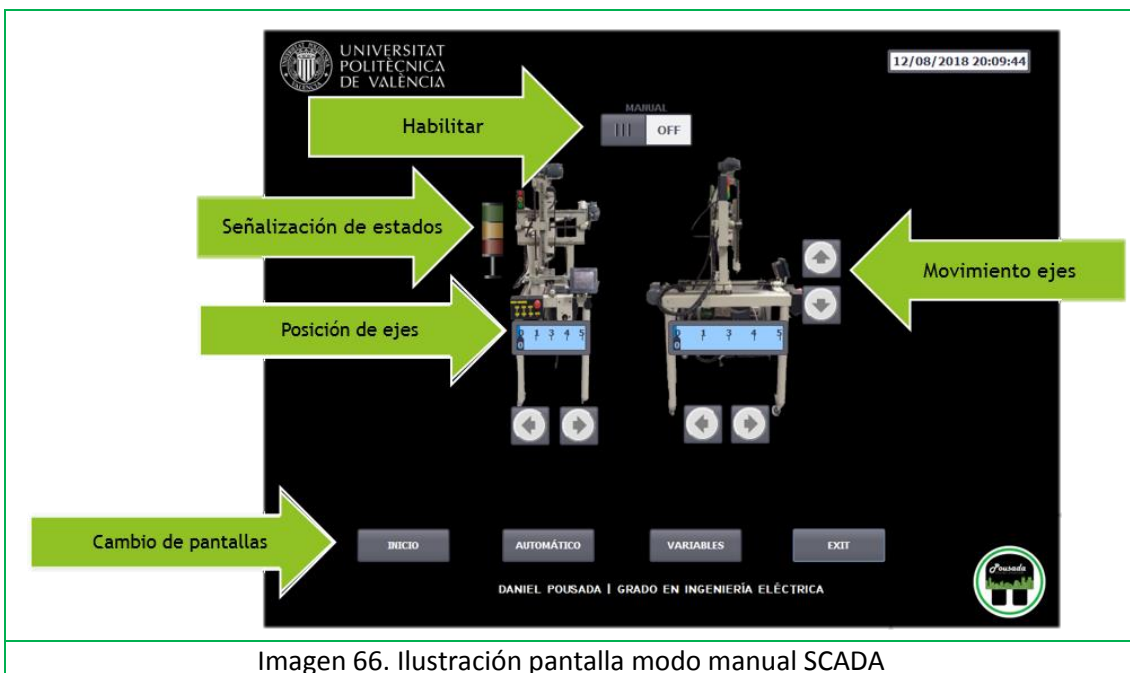


Imagen 66. Ilustración pantalla modo manual SCADA

Modo manual:

Permite, tras habilitar el funcionamiento de los variadores con el interruptor “Manual”:

- Mover individual o simultáneamente cualquiera de los ejes en las direcciones indicadas por las flechas.
- Visualizar la posición de los ejes X,Y,(Z se mueve por tiempo).
- El estado del semáforo y el color que indica el estado de la máquina.

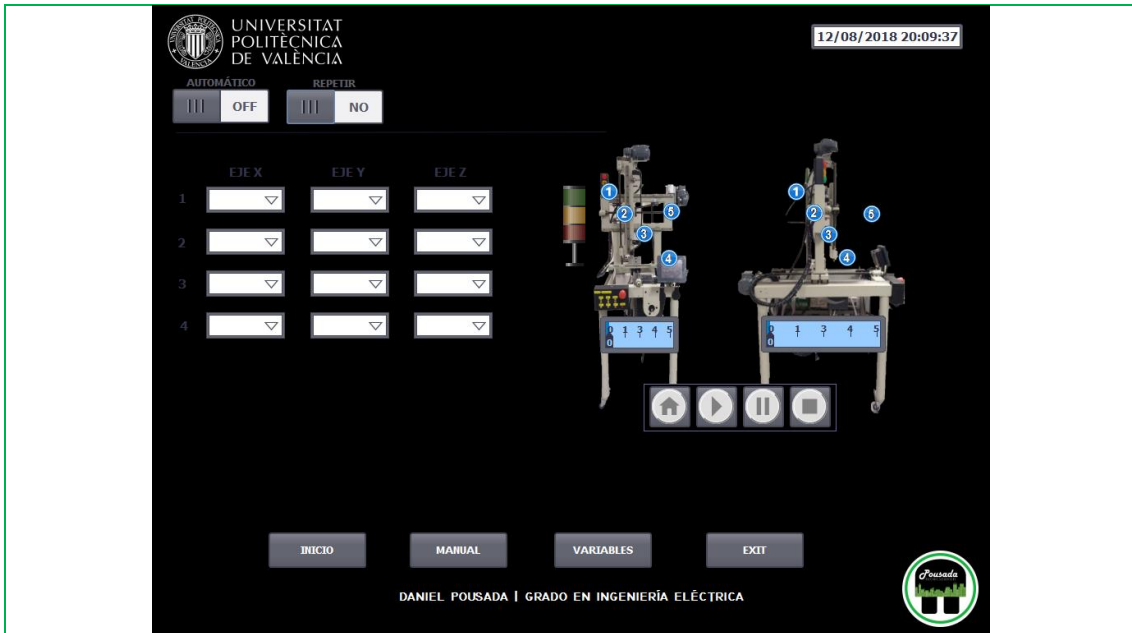


Imagen 67. Pantalla modo automático SCADA

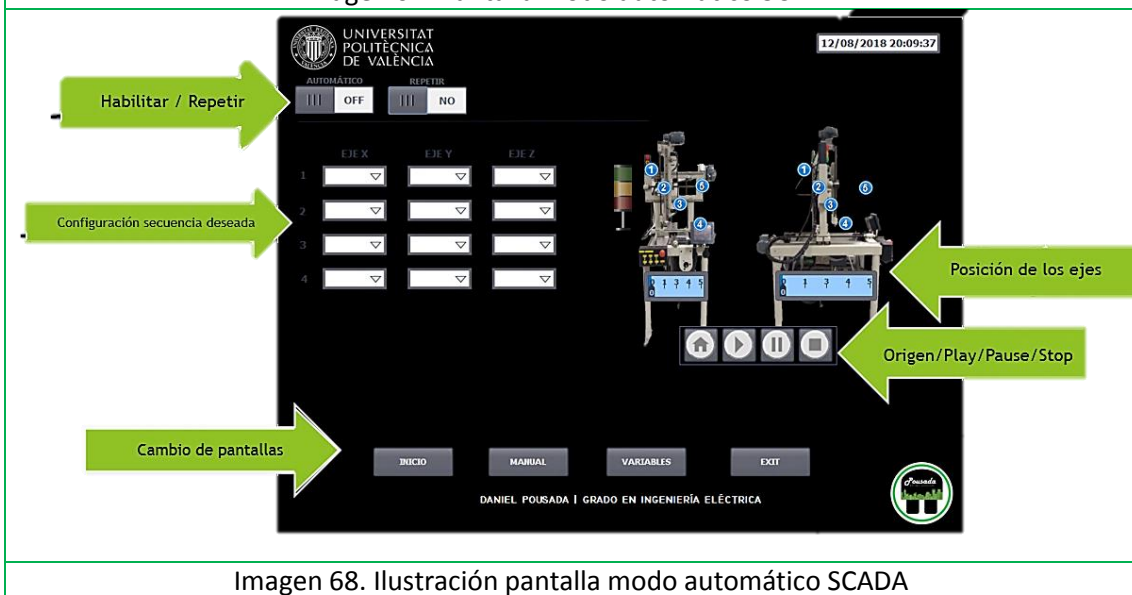
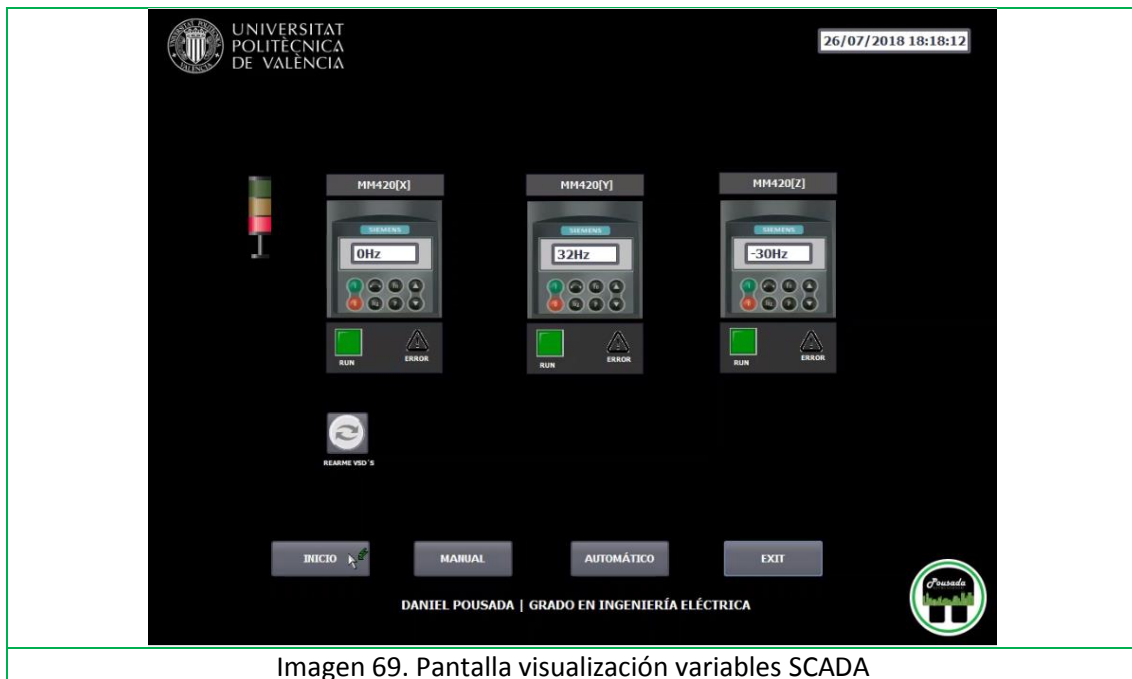


Imagen 68. Ilustración pantalla modo automático SCADA

Modo automático:

Permite, tras habilitar el funcionamiento de los variadores con el interruptor “Automático”:

- Configurar la ubicación deseada de cada eje para cada posicionamiento de la secuencia ejecutable de 4 (x,y,z), pudiendo ejecutarse una única vez o repetirse seleccionando “Repetir”.
- Ejecutar la secuencia configurada pulsando “Play”
- Interrumpirla temporalmente pulsando “Pause”
- Abortarla pulsando “Stop”
- Posicionar a los tres ejes en sus puntos de origen, pulsando “Home”
- Visualizar la posición de los ejes X,Y.
- El estado del semáforo y el color que indica el estado de la máquina.



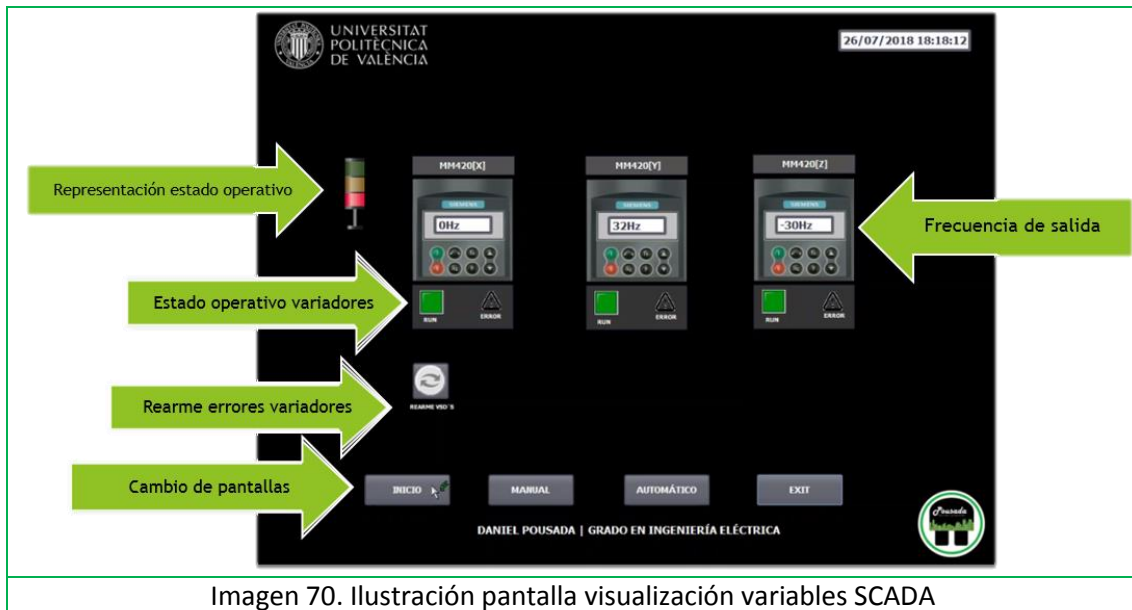


Imagen 70. Ilustración pantalla visualización variables SCADA

Variables:

Permite visualizar:

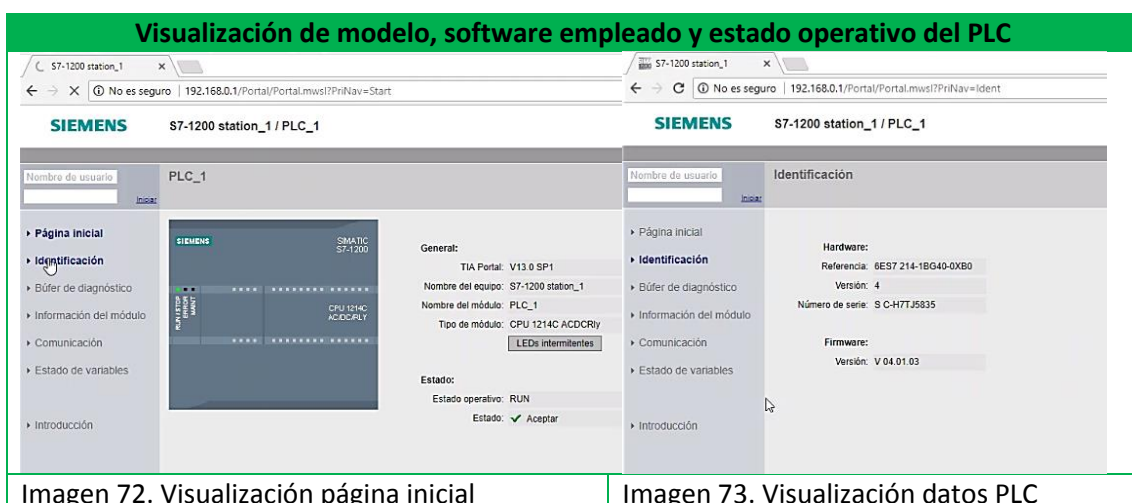
- Estado de los variadores (RUN)
- Errores en cualquiera de los variadores.
- Frecuencias de salida de los variadores.
- Semáforo indicativo del estado de la máquina.
- Rearme de errores en los variadores

7.8 Web server

El autómatas SIEMENS S1200 1214C-Rly, incorpora la posibilidad de habilitar y ejecutar la funcionalidad de servidor, preconfigurada por la casa.

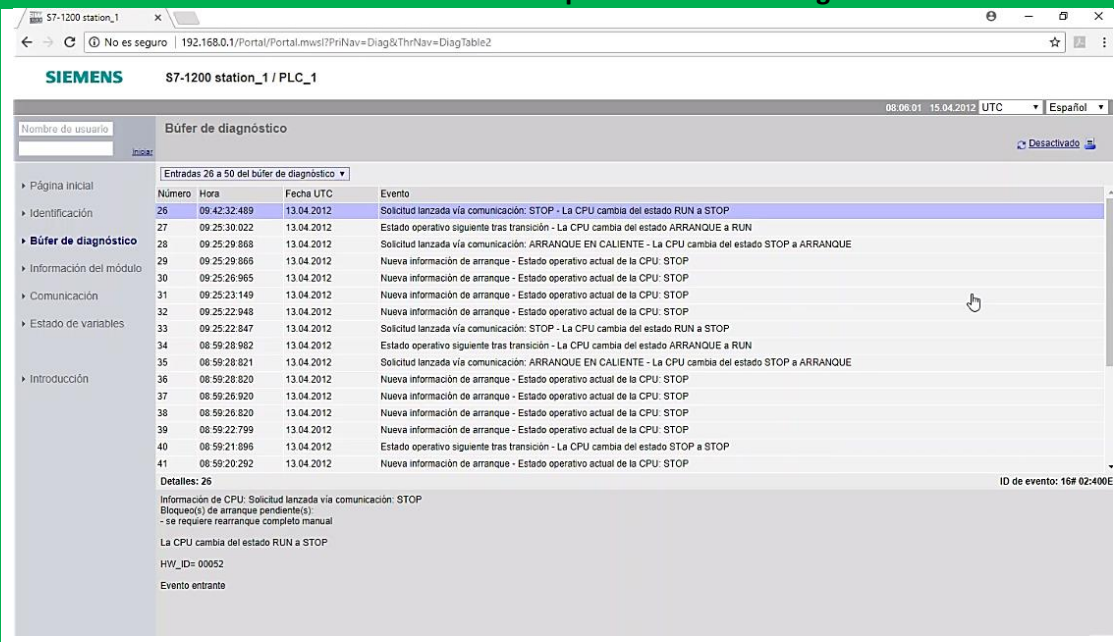
En ella, siendo paso previo su configuración, diseño y carga en el espacio de memoria adecuado del PLC, es posible ejecutar una página web propia diseñada por el usuario.

El resultado y posibilidades de este punto, requisito indispensable de la actualización a la industria 4.0, es el que se muestra a continuación:



Como se puede apreciar en las imágenes , es posible contrastar el estado operativo del autómeta, así como consultar sus datos constructivos, modelo,número de serie,versión de software CPU y versión de plataforma de programación empleada en el programa implementado.

Histórico de los últimos 50 inputs del búfer de diagnóstico del PLC



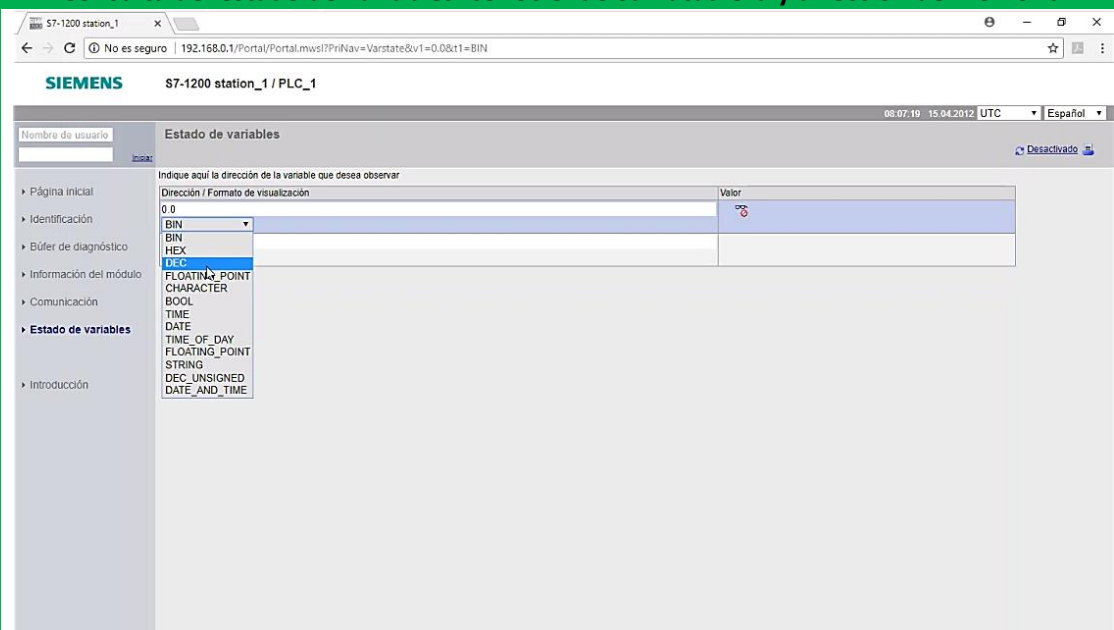
Número	Hora	Fecha UTC	Evento
26	09:42:32.489	13.04.2012	Solicitud lanzada vía comunicación: STOP - La CPU cambia del estado RUN a STOP
27	09:25:30.022	13.04.2012	Estado operativo siguiente tras transición - La CPU cambia del estado ARRANQUE a RUN
28	09:25:29.868	13.04.2012	Solicitud lanzada vía comunicación: ARRANQUE EN CALIENTE - La CPU cambia del estado STOP a ARRANQUE
29	09:25:29.866	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
30	09:25:26.965	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
31	09:25:23.149	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
32	09:25:22.948	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
33	09:25:22.847	13.04.2012	Solicitud lanzada vía comunicación: STOP - La CPU cambia del estado RUN a STOP
34	08:59:28.982	13.04.2012	Estado operativo siguiente tras transición - La CPU cambia del estado ARRANQUE a RUN
35	08:59:28.821	13.04.2012	Solicitud lanzada vía comunicación: ARRANQUE EN CALIENTE - La CPU cambia del estado STOP a ARRANQUE
36	08:59:28.820	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
37	08:59:26.920	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
38	08:59:26.820	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
39	08:59:22.799	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP
40	08:59:21.896	13.04.2012	Estado operativo siguiente tras transición - La CPU cambia del estado STOP a STOP
41	08:59:20.292	13.04.2012	Nueva información de arranque - Estado operativo actual de la CPU: STOP

Detalles: 26
 Información de CPU: Solicitud lanzada vía comunicación: STOP
 Bloqueo(s) de arranque pendiente(s):
 - se requiere re arranque completo manual
 La CPU cambia del estado RUN a STOP
 HW_ID= 00052
 Evento entrante

Imagen 72. Visualización Búfer de diagnostico PLC

Permite consultar los últimos 50 inputs del bufer de diagnostico del autómeta, cambios de estado operartivo de la CPU, solicitudes de carga y descarga,etc.

Consulta del estado de variables: conociendo su natualeza y dirección de memoria.

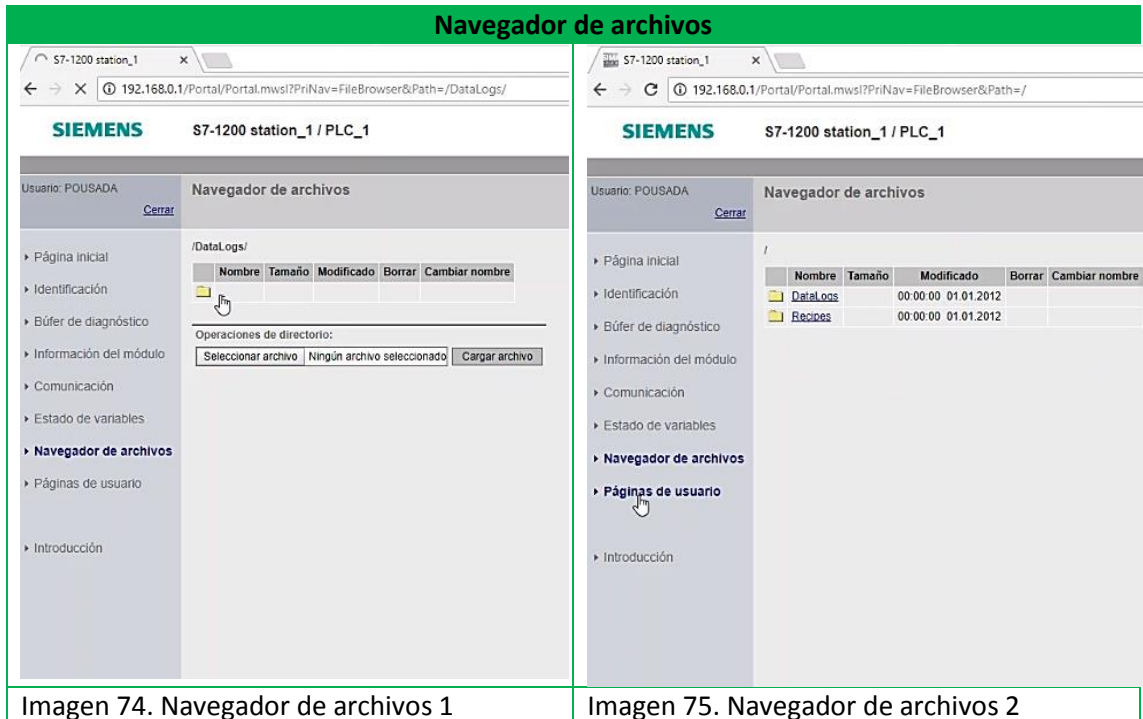


Indique aquí la dirección de la variable que desea observar

Dirección / Formato de visualización	Valor
0.0	0.0
BIN	
BIN	
HEX	
DEC	
FLOATING_POINT	
CHARACTER	
BOOL	
TIME	
DATE	
TIME_OF_DAY	
FLOATING_POINT	
STRING	
DEC_UNSIGNED	
DATE_AND_TIME	

Imagen 73. Visualización de estado de variables

Permite consultar el estado y/o valor de cualquier variable declarada, visibles y no visibles en otros modos de control como la aplicación SCADA, siempre limitado por el nivel de acceso de usuario, el cual es configurable en las opciones de parametrización de seguridad del Web server en la plataforma TIA PORTAL



El navegador de archivos , previa identificación de usuario con nivel de acceso administrador permite :

- Cargar
- Renombrar
- Descargar
- Consultar

Archivos de dirección de memoria conocida y accesible. Se pueden configurar por ejemplo, informes de estado de variables para controles y graficas de evolución, en conjunción con EXCEL o similares. (No se ha llegado a implementar en este proyecto)

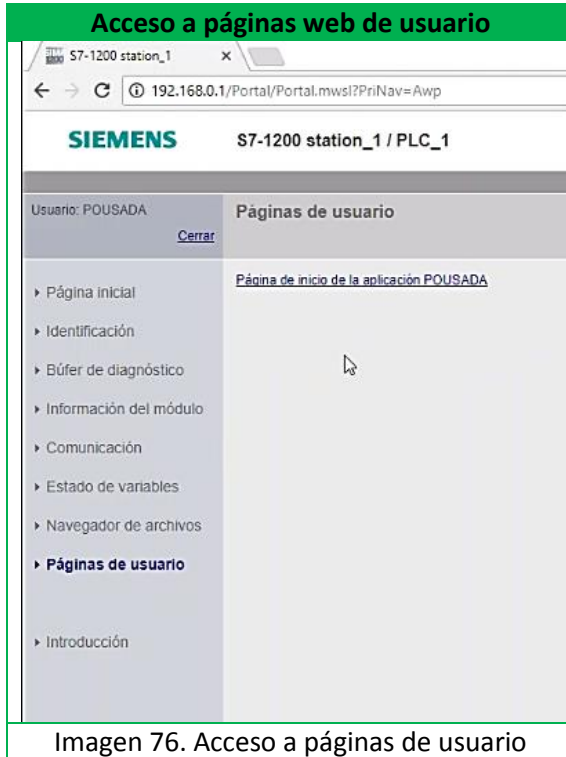


Imagen 76. Acceso a páginas de usuario

- Necesario identificación de usuario con permisos suficientes.
- Ejecución de la web de usuario desde el servidor de PLC.
- Posibilidad de implementar varias webs



Imagen 77. Pagina web de usuario

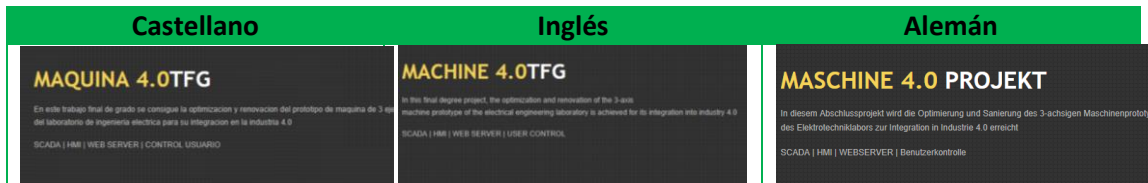


Imagen 78. Web Castellano

Imagen 79. Web inglés

Imagen 80. Web alemán

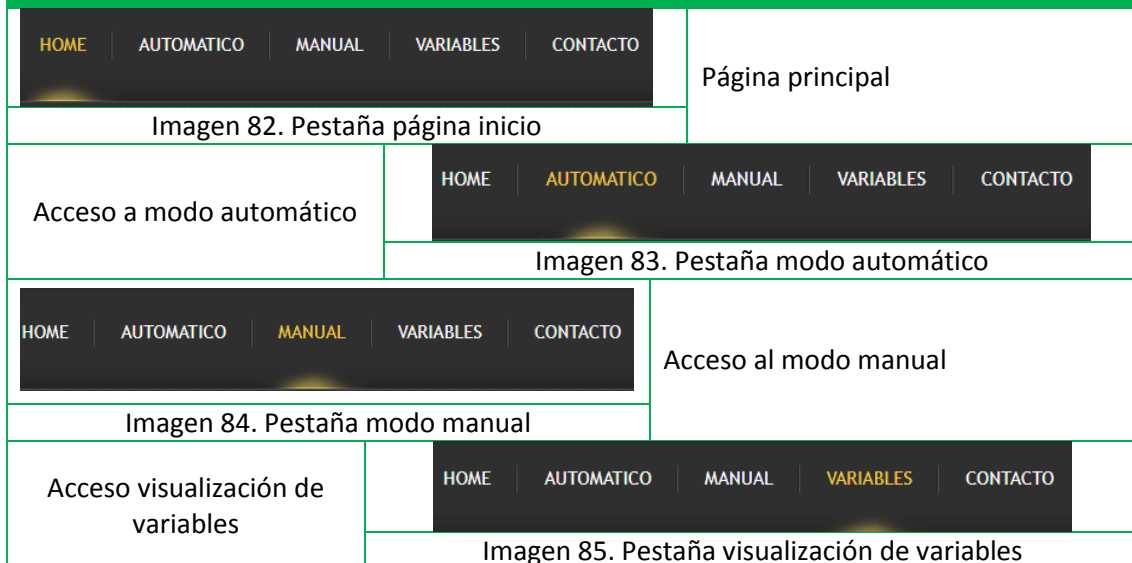
En la visualización principal se puede encontrar:

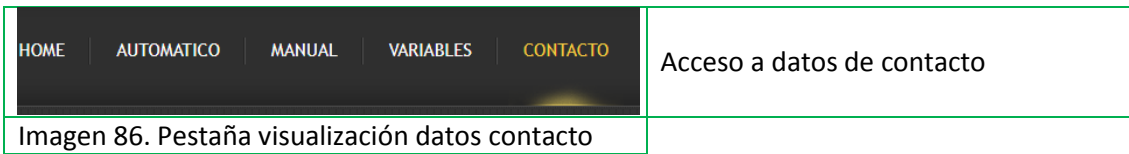
- Descripción básica del proyecto en:
 - Castellano
 - Inglés
 - Alemán.
- Descripción modos:
 - Manual
 - Automático
 - Variables



Imagen 81. Vista completa página principal en castellano

Barras redireccionamiento:





Siempre que la máquina se encuentre operativa y se haya acreditado correctamente el nivel de seguridad requerido mediante el acceso con usuario autorizado al web server, es posible ejecutar la página web propia desde cualquier dispositivo con acceso a internet que tenga software y hardware mínimo para ejecutarla, véase móviles, tablets, PC portátiles.

8. CONCLUSIONES

La constante evolución de la tecnología, la interconexión de los sistemas inteligentes, el aumento de la exigencia en los índices de productividad, aprovechamiento energético y reducción de costes, así como el aumento de la competencia y el gran acceso a información de los grandes grupos de consumidores, de todo tipo de productos, nos empujan hacia una industria cada vez más controlada, optimizada y eficiente.

Junto al vertiginoso avance del desarrollo de las tecnologías implicadas, crece la necesidad de conocimiento y especialización por parte de los profesionales y de la comunidad estudiantil, que como en este caso, mi persona, estamos a punto de integrarnos en un mercado laboral cada vez más exigente y competitivo y una industria cada vez más avanzada y en constante actualización.

A lo largo del estudio del grado en ingeniería eléctrica que afortunadamente he podido compaginar íntegramente con mi vida profesional en el mantenimiento industrial, he conseguido afianzar una apreciada base de conocimientos teóricos que espero poder seguir ampliando indefinidamente, contrastando gran parte de dichos conocimientos adquiridos en clase, en sus aplicaciones reales en la industria y viendo, a su vez, como la evolución es continua e incesante.

El desarrollo de este trabajo me ha permitido profundizar en la complejidad del desarrollo de un proceso de automatización íntegro, en las grandes ventajas que supone poder contar con un equipo multidisciplinar, me ha permitido contrastar y profundizar en gran parte de los conocimientos adquiridos en automatización y control de motores que se me han impartido en los últimos años y me ha permitido comprobar de primera mano, la infinidad de posibilidades que ofrece la conectividad de los sistemas inteligentes.

Los sistemas no conectados a la nube, los procesos no optimizados, que no evolucionan, ni mejoran, ni se encuentran en estudio o supervisión están condenados a desaparecer, así como los profesionales que no sigan formándose continuamente.

Me gustaría, agradecer al cuerpo docente que me ha formado a lo largo de estos años, con especial mención a los directores de este proyecto, Rubén Puche Panadero y Ángel Sapeña Baño así como a los profesores Antonio Fayos, Elías Hurtado y Vicente Fort por saber transmitir su conocimiento y haber estado siempre dispuestos a resolver todas las dudas y proporcionar material e información de manera altruista.

9. BIBLIOGRAFÍA

ABB. Métodos de control de velocidad del motor. [En línea]
<https://new.abb.com/drives/es/eficiencia-energetica/metodos-control-velocidad-motor>.

Autracen. Autracen , Walking trough industry 4.0. *Estructura PLC*. [En línea]
<http://www.autracen.com/descubre-la-estructura-interna-plc/>.

Beltrán de Nanclares, Eduardo. 2017. Industria conectada 4.0. *Estándares para la Industria Conectada 4.0*. [En línea] 24 de 11 de 2017.
<http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/Grupos-Trabajo/GT-Estandarizacion/Estandarizacion-Manuf4-OMOND-Industria-Conectada.pdf>.

De la Maza, Silvia. Industria conectada 4.0. *Transformando Digital Innovation Hubs en crecimiento y desarrollo de negocio*. [En línea]
<http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/Hub-Crecimiento.pdf>.

EHU. Curso básico de autómatas programables. *Universidad del país Vasco*. [En línea]
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/index.htm>.

Ferrero, Jorge Javier. Profesor Molina. [En línea]
<http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/plc/plc.htm>.

Fort, Vicente. Apuntes de la asignatura “Control de máquinas y accionamientos eléctricos”. Valencia : Departamento de ingeniería eléctrica, Universidad Politécnica de Valencia.

García Guzmán, Javier. Industria conectada 4.0. *Estándares para la interoperabilidad*. [En línea]
<http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/Grupos-Trabajo/GT-Estandarizacion/Estandarizacion-interoperabilidad-Industria-4-0.pdf>.

Grupo Spri Taldea. Industria conectada 4.0. *Basque Digital Innovation Hub*. [En línea]
<http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/BDIH.pdf>.

HART. HART (Highway Addressable Remote Transducer). [En línea] <http://en.hartcomm.org/>.

Hurtado Torres , José María. Info PLC . *Introducción a las redes de comunicación industrial*. [En línea]
http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion3b3n-a-las-redes-de-comunicacion3b3n-industrial.pdf.

Interbus. Interbus. [En línea]
https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?1dmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/subcategory_pages/interbus_p-04-11/a20f6e69-4460-457b-9267-2aea300acd7c.

J.Hurtado, Elías. *Máquinas eléctricas dinámicas* ISBN :978-84-611-5693-1.

Jiménez Caballero, José Antonio. Industria conectada 4.0. *Actividad de UNE en el marco de la Industria 4.0*. [En línea]
<http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/Grupos-Trabajo/GT-Estandarizacion/Estandarizacion-Industria-Conectada-4-0-UNE.pdf>.

Juan Pérez Cruz, Manuel Pineda Sánchez, Rubén Puche Panadero. *Aplicaciones técnicas industriales de los motores de inducción* ISBN:978-84-8363-528-5.

Martín, Felipe Mateos. Uniovi. [En línea]
<http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/Pres%20IEC%2061131.pdf>.

MECATRON. 2008. Automatización 2008 . [En línea] marzo de 2008.
<http://automatizacion2008.blogspot.com/2008/03/piramide-cim.html>.

Menezo, Alberto Salcines. 2015. *Automatización y supervisión del sistema de calefacción del IFCA.* Cantabria : Escuela técnica superior de ingenieros industriales y comunicación, 2015.

Ministerio de economía, industria y competitividad. Industria conectada 4.0. *Digital Innovation Hubs.* [En línea] <http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/DGIPYME-DIH.pdf>.

Ministerio de industria, comercio y turismo. Industria conectada 4.0. [En línea]
<http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>.

—. Industria conectada 4.0. *Digital Scoreboard 2016 and other information relevant for decisions about Digital Innovation Hubs: SPAIN.* [En línea]
<http://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/spain.pdf>.

Modbus. Modbus.org. *EtherNet/IP, Modbus® TCP/IP, and OPC UA.* [En línea]
<http://www.modbus.org/tech.php>.

OMRON. YAKASAWA V1000. [En línea]
<https://www.yaskawa.eu.com/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=2581&token=01f55e950d9e430502459c23c1dbc37c29ba89bd>.

Patel, Darshan. The automatization.com. *Modbus ASCII VS Modbus RTU VS Modbus TCP/IP.* [En línea] <https://theautomization.com/modbus-ascii-vs-modbus-rtu-vs-modbus-tcpip/>.

P-Net. Protocolo P-NET. [En línea] <http://www.p-net.dk/>.

Profibus. PROFIBUS (PROcess Field BUS). [En línea] <http://profibus.es/>.

—. PROFINET. [En línea] <http://profibus.es/profinet>.

Rodríguez Galbarro, Hermenegildo. Ingemecánica. *Pliego de condiciones técnicas para instalaciones eléctricas en baja tensión.* [En línea]
<https://ingemecanica.com/proyectos/objetos/pliegos/pliego3.pdf>.

Schneider. Detección y filtrado de armónicos. [En línea]
http://automata.cps.unizar.es/bibliotecaschneider/BT/Guia/5_Armonicos.

—. Harmonic mitigation. [En línea] <https://www.schneider-electric.es/es/work/insights/which-harmonic-mitigation-solution-is-right-for-you.jsp>.

SIEMENS. AS-I (Actuator/Sensor Interface). [En línea] <https://w3.siemens.com/redirects/404-1.htm?url=https://w3.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/industrial-communication/asinterface/Pages/default.aspx&oldReferer=?stc=wwdf100044>.

—. Manual S7 1200. [En línea]
<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>.

—. Micromaster MM420. [En línea]
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/704/6515704/att_95840/v1/opspa.PDF.

—. Micromaster MM440. [En línea]
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/893/14346893/att_62907/v1/440_OPI_sp_1202.pdf.

—. Variadores de velocidad. [En línea] <https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/accionamientos/convertidores/pages/convertidores.aspx>.

Villajulca, José Carlos. Instrumentación y control. [En línea]
<https://instrumentacionycontrol.net/estructura-de-un-plc-unidad-de-procesamiento-y-fuente/>.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

PLIEGO DE CONDICIONES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Autor: Daniel Alfredo Pousada Fernández.

Directores: Rubén Puche Panadero.

Ángel Sapeña Baño.

sep.-18

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. CONDICIONES GENERALES	88
2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	88
3.. CONDUCTORES.....	90
4. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE	90
5. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN	91
6. RECEPTORES DE ALUMBRADO	92
7. RECEPTORES A MOTOR	92
8. PUESTAS A TIERRA.....	94
9. INSPECCIONES Y PRUEBAS	94
10. CONTROL	95
11. SEGURIDAD.....	95
12. LIMPIEZA	95
13. MANTENIMIENTO	96

PLIEGO DE CONDICIONES

A lo largo de los siguientes puntos se desarrollan los aspectos técnicos considerados de relevancia en la construcción, ejecución, ajuste, uso y explotación de la máquina desarrollada en este proyecto, como resultan:

1. Condiciones generales

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, reflejadas en el obligado cumplimiento a mayores del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección académica.

Todos los materiales a emplear en la instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos expuestas en el apartado de "Normativa de referencia".³⁴

2. Canalizaciones eléctricas.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes del chasis de la máquina o en el interior de huecos disponibles en la estructura que nos obstaculicen los movimientos del prototipo.

Antes de iniciar el tendido de las líneas de mando y potencia, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarlas o en los que vayan a ser fijados y protegidos contra agentes mecánicos, salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la pre instalación.

Deberá plantearse accesible y visible la situación de las regletas de conexiones, borneros, de registro, dispositivos de protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento y siendo recomendable añadir su referencia de plano o esquema.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos³⁵.

³⁴ (Rodríguez Galbarro)

³⁵ (Rodríguez Galbarro)

Las canales para instalaciones superficiales tendrán unas características mínimas como las siguientes:

Característica	Grado de protección	
	Lado mayor < 16 mm	Lado mayor > 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C

Tabla 24. Grados de protección canalizaciones³⁶

Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica / Aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4, no inferior a 2	4, no inferior a 2
Resistencia a la penetración del agua	-	-
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador

Tabla 25. Grados de protección 2³⁷

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el tablero donde se efectúa la instalación. La tapa de las canales quedará siempre accesible.³⁸

³⁶ (Rodríguez Galbarro)

³⁷ (Rodríguez Galbarro)

³⁸ (Rodríguez Galbarro)

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad³⁹.

3. Conductores

Los cables utilizados serán de aislamiento no inferior a 450/750 V.

Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a las cargas se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC- BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.⁴⁰

4. Mecanismos y tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

³⁹ (Rodríguez Galbarro)

⁴⁰ (Rodríguez Galbarro)

Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.⁴¹

5. Aparamenta de mando y protección

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Los aparatos indicadores (lámparas y semáforo), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, selectores, pantalla HMI), se montarán sobre la parte frontal de la máquina, entendiéndose esta la cara con el chasis adaptado al encoder del eje X.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

La construcción y diseño de los circuitos deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

1. Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando en servicio, no tendrán piezas en tensión al descubierto.
2. Todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA).

Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptor magnetotérmico o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.⁴²

⁴¹ (Rodríguez Galbarro)

⁴² (Rodríguez Galbarro)

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

Interruptores diferenciales

La máquina se conectará por medio de una clavija schuko estándar a la instalación del laboratorio y su protección diferencial, estará cubierta por la propia del circuito de tomas de corriente del aula.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.⁴³

6. Receptores de alumbrado.

Serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Se considerará factor de potencia la unidad, dado que los únicos receptores de alumbrado instalados son los correspondientes al semáforo y los mismos consisten en lámparas incandescentes, de carácter completamente resistivo.⁴⁴

7. Receptores a motor.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases, protecciones garantizadas por los variadores de frecuencia instalados, correctamente parametrizados a los valores nominales del motor

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo

⁴³ (Rodríguez Galbarro)

⁴⁴ (Rodríguez Galbarro)

con la norma UNE 20.460 -4-45., garantizado por el empleo y parametrización de los variadores de frecuencia implementados.⁴⁵

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección

Los motores con protecciones IP 44 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.⁴⁶

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases ip 44 e ip 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

⁴⁵ (Rodríguez Galbarro)

⁴⁶ (Rodríguez Galbarro)

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado y sustituido por otro.⁴⁷

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Velocidad de rotación.
- Potencia nominal
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo ⁴⁸

8. Puestas a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.⁴⁹

9. Inspecciones y pruebas

El prototipo se someterá a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

Se comprobará el cableado eléctrico y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.

⁴⁷ (Rodríguez Galbarro)

⁴⁸ (Rodríguez Galbarro)

⁴⁹ (Rodríguez Galbarro)

Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante

10. Control.

Antes de su empleo en el montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en funcionamiento, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el director de TFG o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente.

11. Seguridad.

En el desempeño de las tareas para el montaje de la máquina, así como en posteriores labores y maniobras de mantenimiento, se deberán tener en consideración las siguientes estipulaciones de carácter obligatorio:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.⁵⁰

12. Limpieza

Antes de la puesta en servicio de la máquina, los componentes eléctricos se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante su tiempo en estanterías de almacenaje del laboratorio o anteriores implementaciones.

Se limpiarán los usillos sin fin de los tres ejes de la máquina y se engrasarán debidamente, como paso previo a la puesta en servicio del prototipo.

Se mantendrá el correcto estado de limpieza de terminales y componentes de la instalación a lo largo de su vida útil, siempre garantizando las condiciones de seguridad relatadas en el punto anterior para ejecutar las tareas de limpieza.

⁵⁰ (Rodríguez Galbarro)

13. Mantenimiento.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva.⁵¹

Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

Se implementarán los patrones de mantenimiento estipulados por los fabricantes, dispuestos en los diversos manuales. (Cambio de valvulinas de los motores, engrase de mecanismos de los usillos sin fin, cambio de rodamientos, etc.).

⁵¹ (Rodríguez Galbarro)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

PRESUPUESTO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Autor: Daniel Alfredo Pousada Fernández.

Directores: Rubén Puche Panadero.

Ángel Sapeña Baño.

sep.-18

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1 MÓDULO MATERIAL.....	99
1 MATERIAL COMUNICACIONES	99
1.2 MATERIAL CONTROL	100
1.3 MATERIAL CABLEADO.....	101
1 MÓDULO SOFTWARE	101
3 MÓDULO MANO DE OBRA	102
3.1 MONTAJE.....	102
3.2 PROGRAMACIÓN.....	102
3.1 DISEÑO	102
4.0 GASTOS GENERALES.....	103
5.0 BENEFICIO INDUSTRIAL	103
6 COSTE TOTAL.....	103
7 PRESUPUESTO ÍNTEGRO.....	104
8 RESUMEN	107

PRESUPUESTO

A continuación se muestra la relación de costes agrupado por tipología, en subgrupos. Se separan ejecución de tareas y mano de obra cualificada de materiales.

1. Módulo material

Se contabilizan en este apartado todos los componentes necesarios para la realización efectiva del proyecto los cuales suman un subtotal correspondiente al apartado de cuatro mil ciento cuarenta y tres con treinta céntimos de euro.

SUBTOTAL MATERIAL	4.143,30 €
--------------------------	-------------------

Los precios de los componentes han sido obtenidos tras consultar catálogos online actualizados de varios proveedores y seleccionando la opción menos costosa.

1.1 Material comunicaciones

Material empleado en al realización del bus de campo USS que conecta variadores con PLC y red ETHERNET que abarca PLC, PC, Pantalla HMI y conexión con red de la escuela.

MÓDULO	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GRUPAL	
MATERIAL	COMUNICACIONES	SWITCH	SWITCH DLink DES-1005A de 5 puertos con alimentación 24VVDC para estándares IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x	1	23,50 €	23,50 €
		TARJETA CB 1241 (RS485)	Tarjeta de comunicaciones puerto serie para PLC SIEMENS	1	80,07 €	80,07 €
		CABLE UTP	Cableados de par trenzado 8 hilos , longitud 1m grimpados con terminales RJ45 conforme estándar T-568 B	3	2,25 €	6,75 €
		BUS USS	Resistencias SIEMENS, finales de línea para bus de comunicaciones y cableado UTP empleando dos hilos.	5	4,52 €	22,60 €
		PROTECCIÓN BUS	Macarrón helicoidal negro d=20mm	3	1,25 €	3,75 €
		MATERIAL COMUNICACIONES				

Tabla 28. Material comunicaciones

1.2 Material control

MATERIAL	CONTROL	PUPITRE OPERARIO	8 Selectores , 2 pulsadores, 1 seta emergencia, caja negra 2 piezas.	1	9,00 €	9,00 €
		HMI	Pantalla schneider electric HMI Magelis STU 855	1	375,20 €	375,20 €
		PC	PC sobremesa, monitor, perifericos para ejecución de SCADA	1	923,62 €	923,62 €
		PLC	Autómata SIEMENS S7 1200 1214C Rly	1	372,44 €	372,44 €
		VSD	Variador de frecuencia SIEMENS Micromaster MM420	3	287,38 €	862,14 €
		CONTACTORES	SIEMENS 3TF2001-0BB4 16A 4KW A 400V	7	35,30 €	247,10 €
		CONTACTOS AUXILIARES	Bloques de contactos auxiliares 3TX44221A .2NC, 2NO hasta 10A	7	35,30 €	247,10 €
		FUENTE ALIMENTACIÓN	Fuente alimentación 230V AC / 24V DC 72W	1	29,95 €	29,95 €
		PIA	Interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin 9C32A, 3x15A 380V,4500A	1	59,96 €	59,96 €
		CONECTORES PHOENIX	1. Entradas digitales 20input/output 2. Salidas digitales 20input/output 3. E-S Analógicas. 20input/output	3	17,74 €	53,22 €
		SENSOR POSICIÓN	Posiwire WS10 1250 10V L10 M4 M12	1	124,58 €	124,58 €
		SENSOR POSICIÓN	Posiwire WS10 1250 420A L10 M4 M12	1	186,32 €	186,32 €
		MOTORES	Motores PARVALUX ACIM SD8 S 300RPM	3	119,71 €	359,13 €
		SENSORES INDUCTIVOS	Marca BALLUF modelo BES 516-325-BO-C	3	18,88 €	56,64 €
		FINALES DE CARRERA	Modelo GPTCRM01 de CHERRY	3	10,39 €	31,17 €
		CONJUNTO SEMÁFORO	Caja estanca negra, bombillas 3W, cableado	1	6,00 €	6,00 €
MATERIAL CONTROL					3.943,57 €	

Tabla 29. Material de control

1.3 Material cableado

CABLEADO	UTILLAJES VARIOS	Regletas de conexión 1'5mm pack 6uds	3	2,25 €	6,75 €
		Panel madera 76x44cm	1	5,75 €	5,75 €
		Tornillería madera 4'5 x 50mm (caja 50uds)	65	0,07 €	4,40 €
		Pernos de cabeza hexagonal métrica 4mm x 50mm	12	0,09 €	1,08 €
		Macarrón helicoidal negro d=20mm	8	1,25 €	10,00 €
		Canaleta ranurada 80 x 40mm	2,75	2,30 €	6,33 €
		Terminales puntera	126	0,08 €	9,45 €
	CABLE	Cable unipolar H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V).	15,5	0,50 €	7,67 €
	CABLE	Cable unipolar H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V).	22	0,24 €	5,17 €
	CABLE	Cable unipolar H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V).	36	0,18 €	6,46 €
MATERIAL CABLEADO					63,06 €

Tabla 30. Material de cableado

2. Módulo software

Se contabilizan en este apartado las licencias necesarias de los programas implementados para cliente , de ejecución de aplicación SCADA y software básico para configuración de pantalla HMI..

Los precios de los componentes han sido obtenidos tras consultar catálogos online actualizados de varios proveedores y seleccionando la opción menos costosa

SOFTWARE	SCADA	SIMATIC WINCC CLIENT	Licencia WIN CC RT ADVANCEDL software para ejecución de aplicación SCADA	1	1.240,26 €	1.240,26 €
	HMI	VIJEO DESIGNER	Licencia simple Vijeo Designer serie Magelis	1	778,44 €	778,44 €
	SUBTOTAL SOFTWARE					2.018,70 €

Tabla 31. Costes software cliente

3. Módulo mano de obra

Se contabilizan en este apartado todos las horas de trabajo del alumno, distribuidas modularmente acorde a las diferentes estructuras relatadas a continuación, habiendo considerado los salarios medios de mano de obra de tablas salariales de distintos convenios colectivos vigentes de ámbito industrial.

SALARIO OFICIAL ELECTRICISTA		SALARIO INGENIERO TÉCNICO	
ANUAL	15.366,05 €	ANUAL	26.876,99 €
MENSUAL	1.097,58 €	MENSUAL	1.919,78 €
DIARIO	36,16 €	DIARIO	63,24 €
HORA	4,52 €	HORA	7,91 €

Tabla 32. Tabla salarial electricista

Tabla 33. Tabla salarial ingeniero técnico

El coste de la partida de mano de obra asciende a la cifra de tres mil seiscientos sesenta y siete con noventa y ocho céntimos, correspondientes a los siguientes apartados:

SUBTOTAL MANO DE OBRA	3.667,98 €
------------------------------	-------------------

3.1 Montaje

MANO DE OBRA	MONTAJE	MONTAJE COMPONENTES	Montaje de componentes, acorde diseño, distribución con optimización de trazados y recorrido, anclaje a panel, montaje de panel, engrase mecanismos, apriete terminales.	46	4,52 €	207,92 €
		CABLEADO	Cableado de circuitos de mando y potencia acorde proyecto.	68	4,52 €	307,36 €
			Cableado bus de comunicaciones USS.	16	4,52 €	72,32 €
			Cableado y montaje comunicaciones ethernet.	6	4,52 €	27,12 €

Tabla 34. Mano de obra de montaje y cableado

3.2 Programación

MANO DE OBRA	PROGRAMACIÓN	PROGRAMACIÓN PLC	Creación y testeo de programa de control implementado en PLC.	86	7,91 €	680,26 €
		APP SCADA	Creación, implementación y teste de aplicación SCADA	39	7,91 €	308,49 €
		WEB SERVER	Creación de página web propia de usuario, integración en programa de control, parametrización PLC para uso utilidad como servidor	43	7,91 €	340,13 €

Tabla 35. Mano de obra programación

3.3 Diseño

MANO DE OBRA	DISEÑO	DISEÑO ELÉCTRICO	Creación en programas CAD de esquemas de control, potencia, y comunicaciones	95	7,91 €	751,45 €
		ESTUDIO Y REDACCIÓN	Creación de documento técnico del proyecto acorde a normativa	123	7,91 €	972,93 €

Tabla 36. Mano de obra diseño.

4. Gastos generales.

GASTOS GENERALES	GASTOS GENERALES	GASTOS GENERALES	Tasas administrativas, gestiones administrativas, oficina, desgaste de herramienta, material ofimático variado, fijado en un 15% del coste.	1	15%	1.474,50 €
	SUBTOTAL GASTOS GENERALES					1.474,50 €

Tabla 37. Gastos generales considerados.

5. Beneficio industrial

BENEFICIO	BENEFICIO	BENEFICIO INDUSTRIAL	Tasa de beneficio industrial fijada en un 6% del coste	1	6%	589,80 €
	SUBTOTAL BENEFICIO INDUSTRIAL					589,80 €

Tabla 38. Beneficio industrial considerado.

6. COSTE TOTAL

El coste total del proyecto asciende a la cifra de catorce mil tres cientos noventa y dos con 7 céntimos de euro, impuestos incluidos.

TOTAL SIN IVA	11.894,28 €
IVA 21%	2.497,80 €
TOTAL CON IVA	14.392,07 €

Tabla 39. Coste total con y sin impuestos

7. Presupuesto íntegro.

MÓDULO	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GRUPAL
COMUNICACIONES	SWITCH	SWITCH DLink DES-1005A de 5 puertos con alimentación 24VVDC para estándares IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x	1	23,50 €	23,50 €
	TARJETA CB 1241 (RS485)	Tarjeta de comunicaciones puerto serie para PLC SIEMENS	1	80,07 €	80,07 €
	CABLE UTP	Cableados de par trenzado 8 hilos , longitud 1m grimpados con terminales RJ45 conforme estándar T-568 B	3	2,25 €	6,75 €
	BUS USS	Resistencias SIEMENS, finales de línea para bus de comunicaciones y cableado UTP empleando dos hilos.	5	4,52 €	22,60 €
	PROTECCIÓN BUS	Macarrón helicoidal negro d=20mm	3	1,25 €	3,75 €
MATERIAL COMUNICACIONES					136,67 €
MATERIAL CONTROL	PUPITRE OPERARIO	8 Selectores , 2 pulsadores, 1 seta emergencia, caja negra 2 piezas.	1	9,00 €	9,00 €
	HMI	Pantalla schneider electric HMI Magelis STU 855	1	375,20 €	375,20 €
	PC	PC sobremesa, monitor, perifericos para ejecución de SCADA	1	923,62 €	923,62 €
	PLC	Autómata SIEMENS S7 1200 1214C Rly	1	372,44 €	372,44 €
	VSD	Variador de frecuencia SIEMENS Micromaster MM420	3	287,38 €	862,14 €
	CONTACTORES	SIEMENS 3TF2001-0BB4 16A 4KW A 400V	7	35,30 €	247,10 €
	CONTACTOS AUXILIARES	Bloques de contactos auxiliares 3TX44221A .2NC, 2NO hasta 10A	7	35,30 €	247,10 €
	FUENTE ALIMENTACIÓN	Fuente alimentación 230V AC / 24V DC 72W	1	29,95 €	29,95 €
	PIA	Interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin 9C32A, 3x15A 380V, 4500A	1	59,96 €	59,96 €
	CONECTORES PHOENIX	1. Entradas digitales 20input/output 2. Salidas digitales 20input/output 3. E-S Analógicas. 20input/output	3	17,74 €	53,22 €
	SENSOR POSICIÓN	Posiwire WS10 1250 10V L10 M4 M12	1	124,58 €	124,58 €
	SENSOR POSICIÓN	Posiwire WS10 1250 420A L10 M4 M12	1	186,32 €	186,32 €
	MOTORES	Motores PARVALUX ACIM SD8 S 300RPM	3	119,71 €	359,13 €
	SENSORES INDUCTIVOS	Marca BALLUF modelo BES 516-325-BO-C	3	18,88 €	56,64 €
	FINALES DE CARRERA	Modelo GPTCRM01 de CHERRY	3	10,39 €	31,17 €
CONJUNTO SEMÁFORO	Caja estanca negra, bombillas 3W, cableado	1	6,00 €	6,00 €	
MATERIAL CONTROL					3.943,57 €

REACONDICIONADO DEL CONTROL DE LA MAQUINA DE 3 EJES PARA SU ADAPTACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

CABLEADO	UTILLAJES VARIOS	Regletas de conexión 1'5mm pack 6uds	3	2,25 €	6,75 €	
		Panel madera 76x44cm	1	5,75 €	5,75 €	
		Tornillería madera 4'5 x 50mm (caja 50uds)	65	0,07 €	4,40 €	
		Pernos de cabeza hexagonal métrica 4mm x 50mm	12	0,09 €	1,08 €	
		Macarrón helicoidal negro d=20mm	8	1,25 €	10,00 €	
		Canaleta ranurada 80 x 40mm	2,75	2,30 €	6,33 €	
		Terminales puntera	126	0,08 €	9,45 €	
	CABLE	Cable unipolar H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V).	15,5	0,50 €	7,67 €	
	CABLE	Cable unipolar H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V).	22	0,24 €	5,17 €	
	CABLE	Cable unipolar H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V).	36	0,18 €	6,46 €	
MATERIAL CABLEADO					63,06 €	
SUBTOTAL MATERIAL					4.143,30 €	
MANO DE OBRA	MONTAJE	MONTAJE COMPONENTES	Montaje de componentes, acorde diseño, distribución con optimización de trazados y recorrido, anclaje a panel, montaje de panel, engrase mecanismos, apriete terminales.	46	4,52 €	207,92 €
		CABLEADO	Cableado de circuitos de mando y potencia acorde proyecto.	68	4,52 €	307,36 €
			Cableado bus de comunicaciones USS.	16	4,52 €	72,32 €
			Cableado y montaje comunicaciones ethernet.	6	4,52 €	27,12 €
	MANO DE OBRA MONTAJE					614,72 €
	PROGRAMACIÓN	PROG. PLC	Creación y testeo de programa de control implementado en PLC.	86	7,91 €	680,26 €
		APP SCADA	Creación , implementación y teste de aplicación SCADA	39	7,91 €	308,49 €
		WEB SERVER	Creación de página web propia de usuario, integración en programa de control, parametrización PLC para uso utilidad como servidor	43	7,91 €	340,13 €
	MANO DE OBRA PROGRAMACIÓN					1.328,88 €
	DISEÑO	DISEÑO ELÉCTRICO	Creación en programas CAD de esquemas de control, potencia, y comunicaciones	95	7,91 €	751,45 €
ESTUDIO Y REDACCIÓN		Creación de documento técnico del proyecto acorde a normativa	123	7,91 €	972,93 €	
MANO DE OBRA DISEÑO					1.724,38 €	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					3.667,98 €	

REACONDICIONADO DEL CONTROL DE LA MAQUINA DE 3 EJES PARA SU ADAPTACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

SOFTWARE	SCADA	SIMATIC WINCC CLIENT	Licencia WIN CC RT ADVANCEDL software para ejecución de aplicación SCADA	1	1.240,26 €	1.240,26 €
	HMI	VIJEO DESIGNER	Licencia simple Vijeo Designer serie Magelis	1	778,44 €	778,44 €
SUBTOTAL SOFTWARE						2.018,70 €
GASTOS GENERALES	GASTOS GENERALES	GASTOS GENERALES	Tasas administrativas, gestiones administrativas, oficina, desgaste de herramienta, material ofimático variado, fijado en un 15% del coste.	1	15%	1.474,50 €
	SUBTOTAL GASTOS GENERALES					
BENEFICIO	BENEFICIO	BENEFICIO INDUSTRIAL	Tasa de beneficio industrial fijada en un 6% del coste	1	6%	589,80 €
	SUBTOTAL BENEFICIO INDUSTRIAL					
TOTAL SIN IVA						11.894,28 €
IVA 21%						2.497,80 €
TOTAL CON IVA						14.392,07 €

Tabla 40. Presupuesto íntegro

8. Resumen

MÓDULO	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GRUPAL	
MATERIAL	COMUNICA	MATERIAL COMUNICACIONES	Switch, tarjeta CB1241 , cable UTP, Resistencias Bus USS, etc.	1	136,67 €	136,67 €
	CONTROL	MATERIAL DE CONTROL	Pupitre operario, HMI, PLC, contactores, contactos auxiliares, PC, VSD's,motores ,F.A., sensores,etc	1	3.943,57 €	3.943,57 €
	CABLEADO	MATERIAL CABLEADO	Cables H07V-K 450/750V de 1mm2/1,5mm2/2,5mm2, canaletas, torinillería, pernos , terminales , etc.	1	63,06 €	63,06 €
SUBTOTAL MATERIAL					4.143,30 €	
SOFTWARE	SOFTWARE	SOFTWARE CLIENTE	Licencias WIN CC RT ADVANCEDL SCADA y Vijeo Designer serie Magelis simple.	1	2.018,70 €	2.018,70 €
	SUBTOTAL SOFTWARE					2.018,70 €
MANO DE OBRA	MONTAJE.	MONTAJE COMPONENTES Y CABLEADO	Montaje de componentes,acorde diseño, cableado de circuitos de mando y potencia, buses de comunicaciones y conectores,	1	614,72 €	614,72 €
	PROG	PROGRAMACIÓN PLC / SCADA / WEB	Creación y testeo de programa de control implementado en PLC, aplicación SCADA y servidor WEB	1	1.328,88 €	1.328,88 €
	DISEÑO	DISEÑO ELÉCTRICO ESTUDIO	Creación en programas CAD de esquemas,documentos técnicos,etc	1	1.724,38 €	1.724,38 €
SUBTOTAL MANO DE OBRA					3.667,98 €	
GASTOS GENERALES	GASTOS GENERALES	GASTOS GENERALES	Tasas administrativas, gestiones administrativas,oficina,desgaste de herramienta, material ofimático variado, fijado en un 15% del coste.	1	15%	1.474,50 €
	SUBTOTAL GASTOS GENERALES					1.474,50 €
BENEFICIO	BENEFICIO	BENEFICIO INDUSTRIAL	Tasa de beneficio industrial fijada en un 6% del coste	1	6%	589,80 €
	SUBTOTAL BENEFICIO INDUSTRIAL					589,80 €
TOTAL SIN IVA					11.894,28 €	
IVA 21%					2.497,80 €	
TOTAL CON IVA					14.392,07 €	

Tabla 41. Resumen de partidas del coste total del proyecto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

REACONDICIONADO DEL CONTROL DE LA MAQUINA DE 3 EJES PARA SU ADAPTACIÓN A LA INDUSTRIA 4.0



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

PLANOS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Autor: Daniel Alfredo Pousada Fernández.

Directores: Rubén Puche Panadero.

Ángel Sapeña Baño.

sep.-18

PLANOS

ÍNDICE

1. ESQUEMAS ELÉCTRICOS MODELO 2018	111
2. ESQUEMAS ELÉCTRICOS MODELO 2013	122

1. Esquemas eléctricos modelo 2018

De los esquemas plasmados en las siguientes páginas se puede observar que la instalación realizada en este trabajo, se ha realizado con la previsión de que la máquina pueda ser empleada, tanto con el sistema de control que se desarrolla a lo largo de este proyecto, como por futuros diseños de miembros de la comunidad estudiantil, sin que ello deba suponer la total reconfiguración física del prototipo.

Cabe destacar que en el esquema de mando, queda reflejado que el selector S2, facilita:

1. Funcionamiento con los contactores (C0,CX,CY,CZ), lo que habilitaría el movimiento de los tres ejes empleando un único variador (el correspondiente al eje X) y mando por contactos de la botonera, conectando las salidas correspondientes a los contactos libres de potencial del contactor C0 indicados en el esquema.
2. Funcionamiento con los contactores (C1,C2,C3), que habilita el funcionamiento de los tres variadores , dando independencia a los ejes, ajustados al programa de control implementado.

Además, se preinstalan y cablean a los conectores PHOENIX :

- Encoders incrementales ejes Y,Z, que requieren un circuito amplificador de señal.
- Encoder incremental eje X.

Las longitudes de trabajo o distancias útiles de los ejes resultan:

- Eje X = 480 mm
- Eje Y = 260 mm
- Eje Z = Movimiento por tiempo

A continuación se muestran los esquemas eléctricos de la modelización actual

TRABAJO FIN DE GRADO

ESQUEMAS ELÉCTRICOS

0	30/04/2018	DanielAlfredo	
IND	Fecha	Nombre	Comentarios
U.P.V. E.T.S.I.D GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA			DANIEL ALFREDO POUSADA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
			Índice : 0
		Contrato nº :	Datos de usuario 1
			Datos de usuario 2
			Hoja : 01

Hoja	Función	Situación	Revisión	Fecha	Creado por	Descripción
01	=F1	+L1	0	02/07/2018	DanielAlfredo	ESQUEMAS ELÉCTRICOS
02	=F1	+L1	0	30/04/2018	DanielAlfredo	Lista de hojas
03	=F1	+L1	0	30/04/2018	DanielAlfredo	ESQUEMA POTENCIA
04	=F1	+L1	0	30/04/2018	DanielAlfredo	ESQUEMA MANDO
05	=F1	+L1	0	03/05/2018	DanielAlfredo	DIGITAL INPUTS
06	=F1	+L1	0	10/05/2018	DanielAlfredo	DIGITAL OUTPUTS
07	=F1	+L1	0	03/07/2018	DanielAlfredo	ANALOG SIGNALS
08	=F1	+L1	0	10/05/2018	DanielAlfredo	BUS COMUNICACIONES
09	=F1	+L1	0	11/05/2018	DanielAlfredo	S7 1200 1214C Rly
10	=F1	+L1	0	28/05/2018	DanielAlfredo	CONECTORES PHOENIX CONTACT

DANIEL ALFREDO POUSADA
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
U.P.V. E.T.S.I.D.

TRABAJO FIN DE GRADO

Índice :

0

Hoja :

02

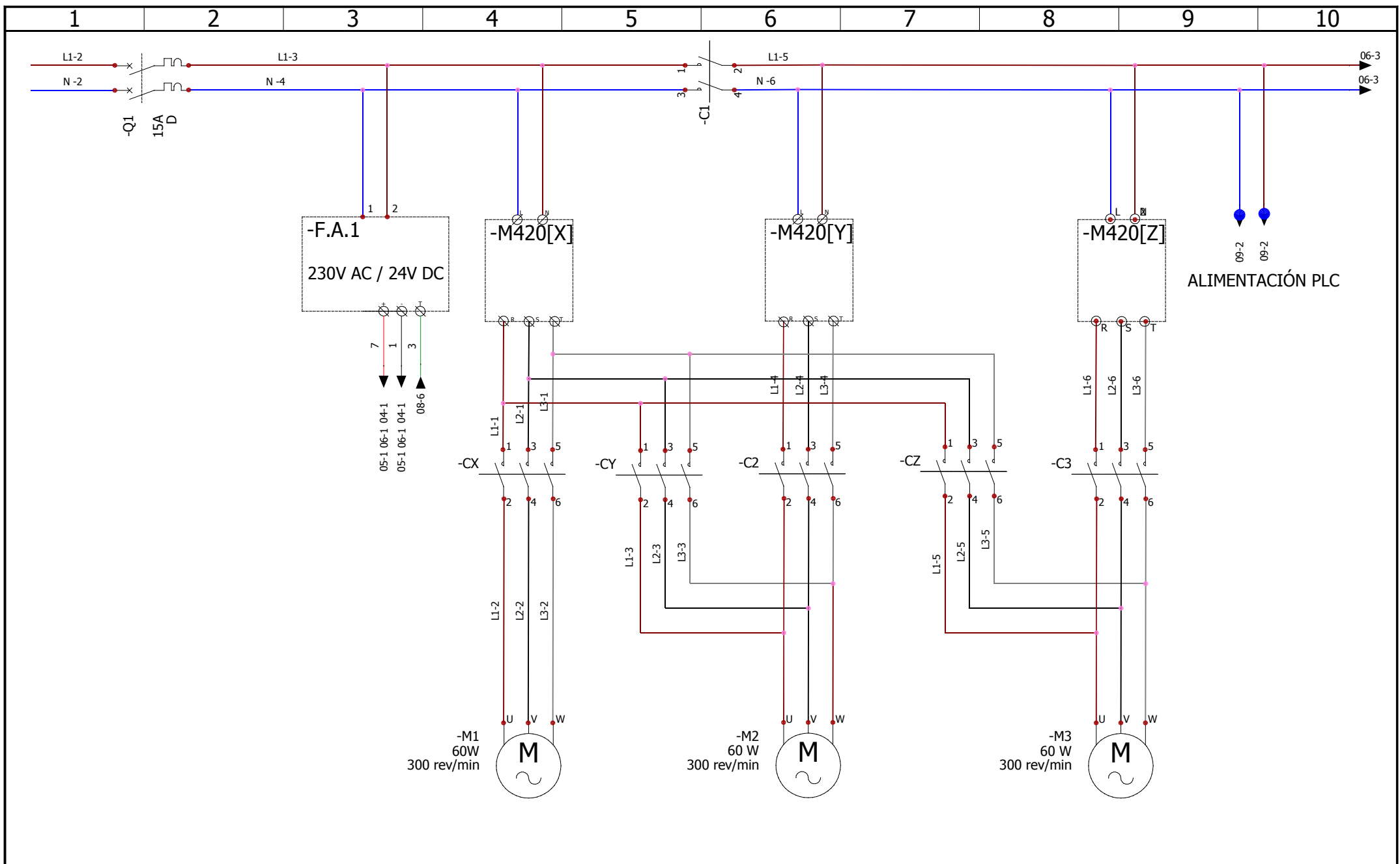
Contrato nº :

Situación:

+L1

Armario principal

IND	Fecha	Nombre	Comentarios
0	30/04/2018	DanielAlfredo	
Datos de usuario 1			Datos de usuario 2

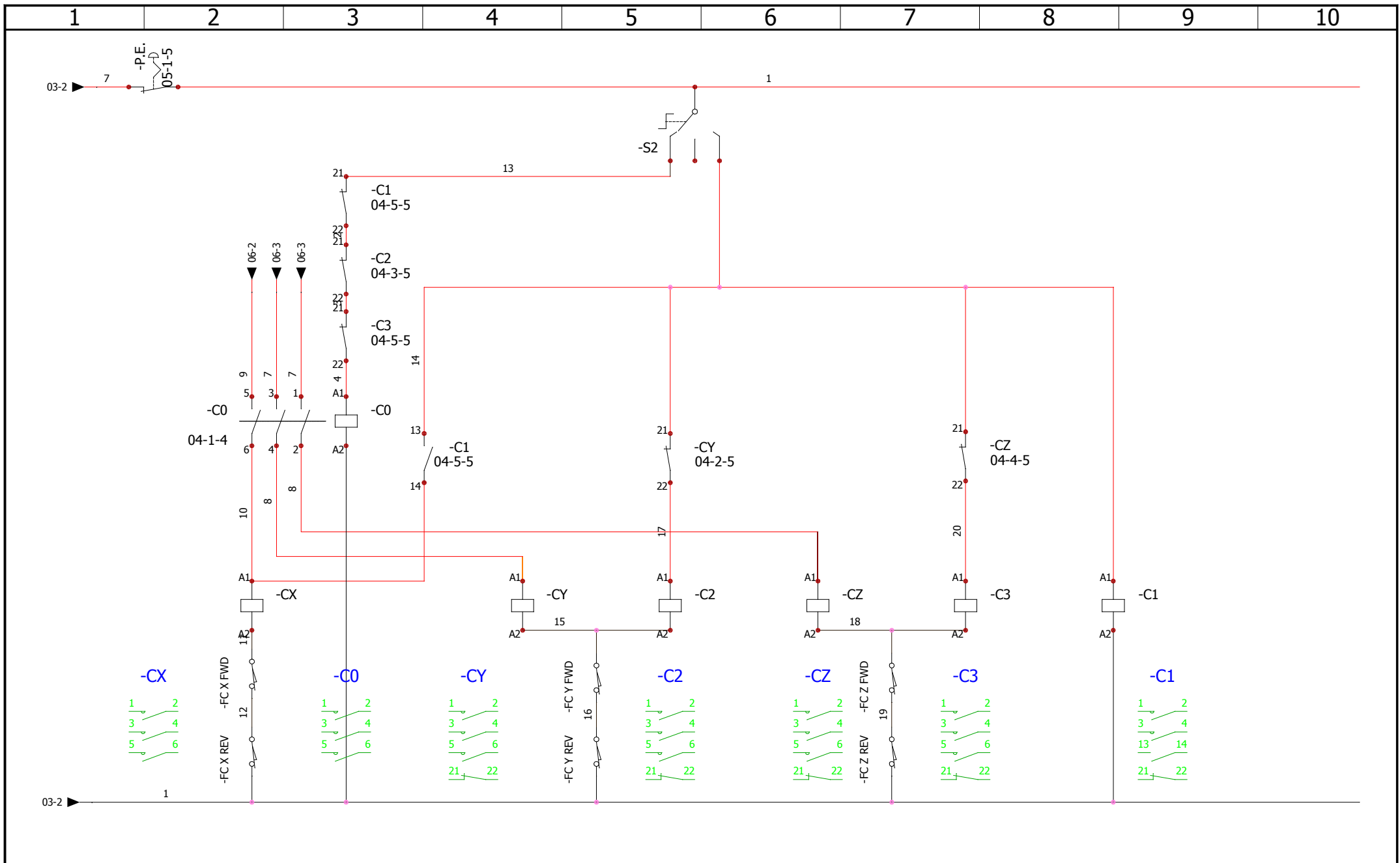


DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

TRABAJO FIN DE GRADO
 ESQUEMA POTENCIA

Situación: +L1 Armario principal

				Indice
				0
0	30/04/2018	DanielAlfredo		
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Datos de usuario 1			Datos de usuario 2	03



DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

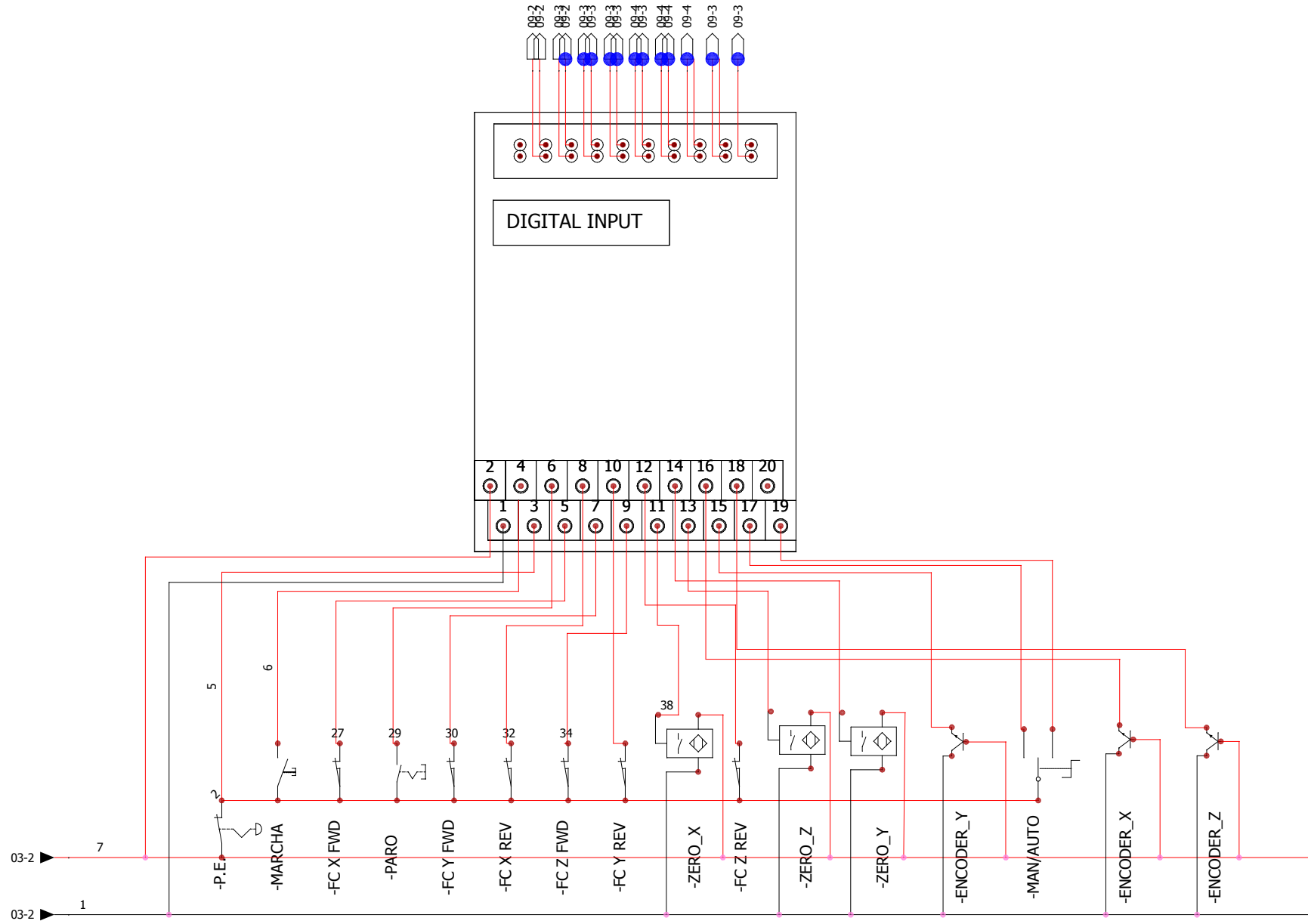
TRABAJO FIN DE GRADO
 ESQUEMA MANDO

Situación:

+L1

Armario principal

				Indice
				0
0	30/04/2018	DanielAlfredo		
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Datos de usuario 1			Datos de usuario 2	04



DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

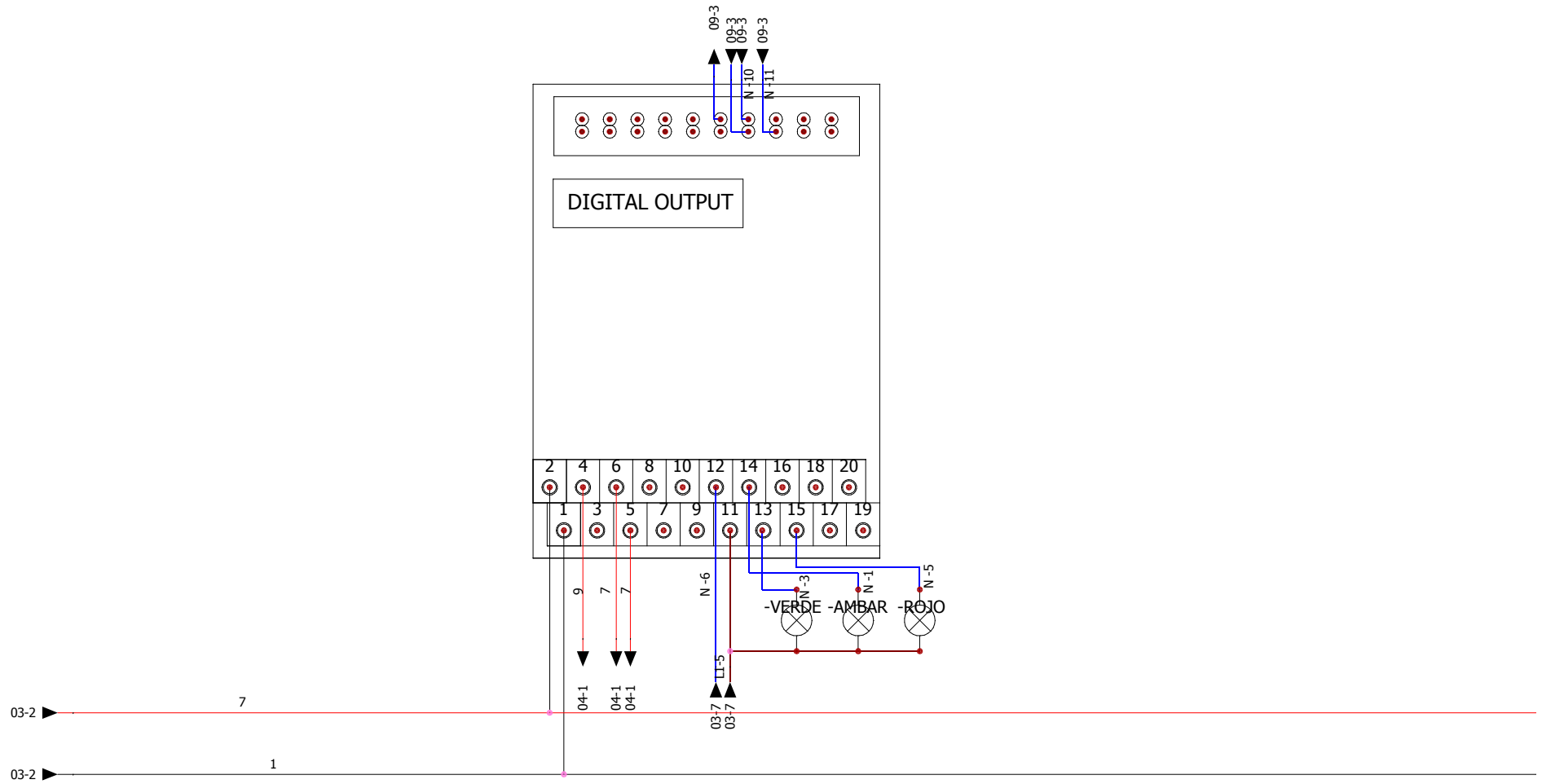
TRABAJO FIN DE GRADO
 DIGITAL INPUTS

Situación:

+L1

Armario principal

0	03/05/2018	DanielAlfredo	
IND	Fecha	Nombre	Comentarios
Datos de usuario 1		Datos de usuario 2	



DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

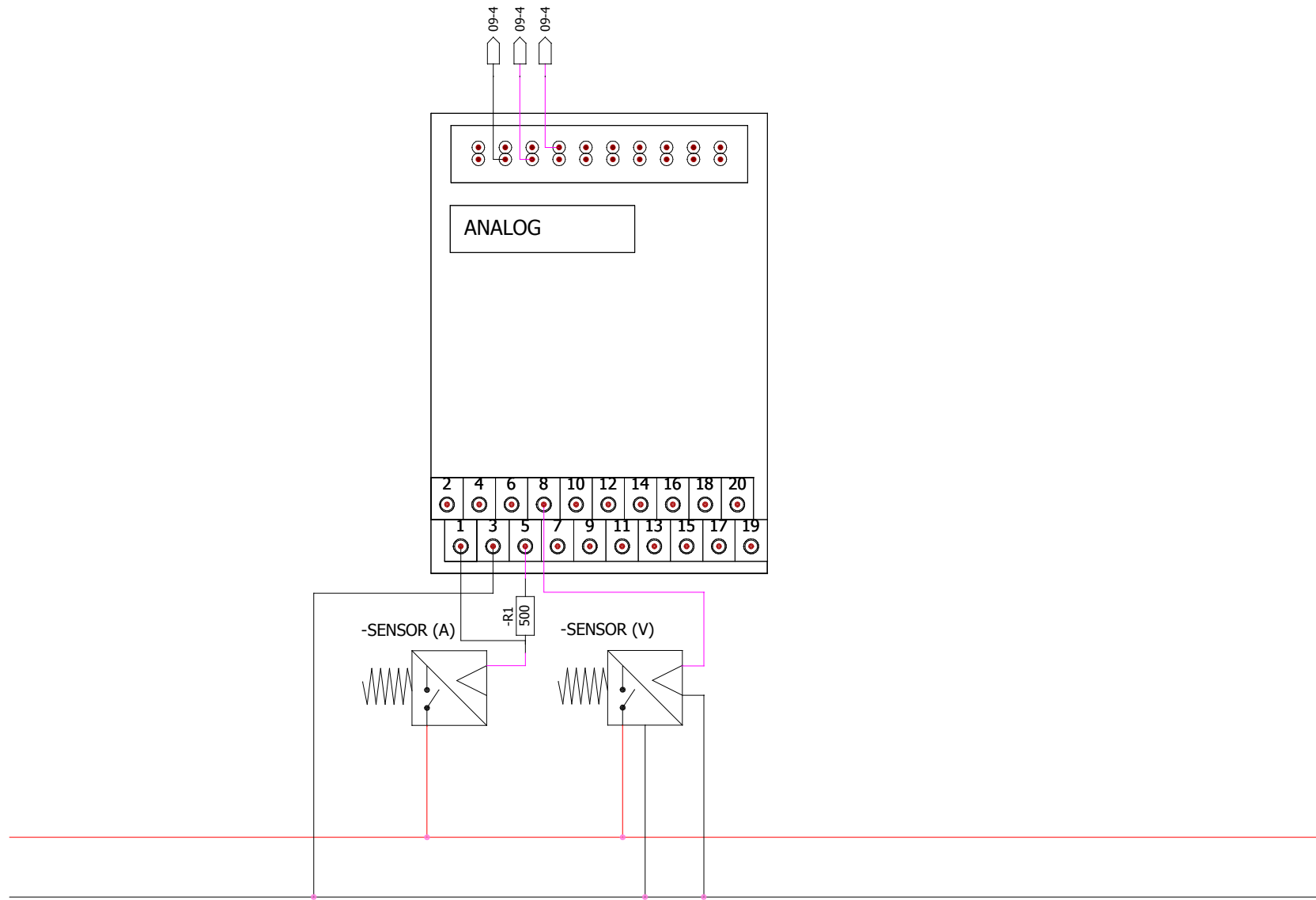
TRABAJO FIN DE GRADO
 DIGITAL OUTPUTS

Situación:

+L1

Armario principal

				Indice
				0
0	10/05/2018	DanielAlfredo		
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Datos de usuario 1			Datos de usuario 2	06



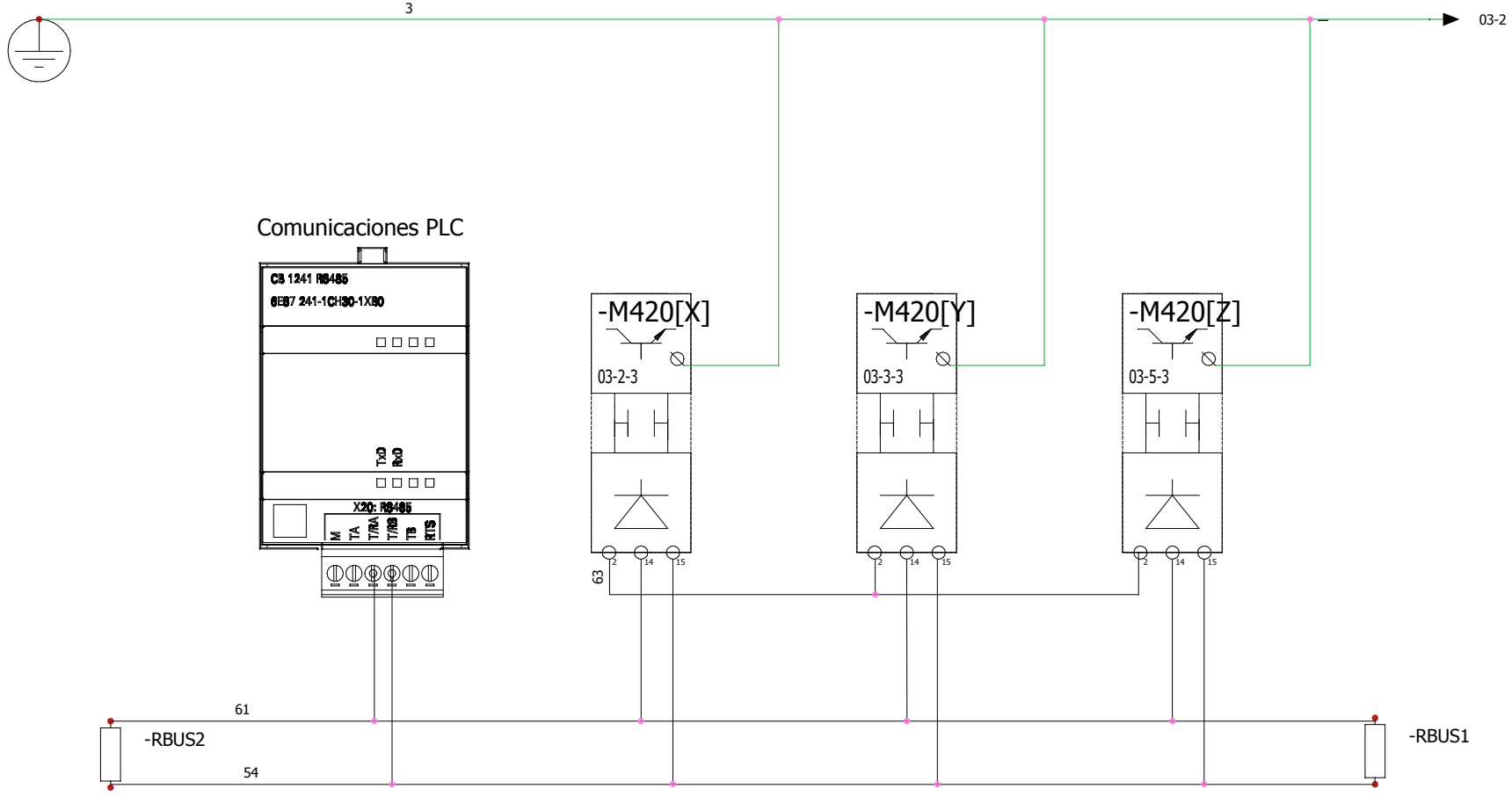
DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

TRABAJO FIN DE GRADO
 ANALOG SIGNALS

Situación: +L1 Armario principal

0	03/07/2018	DanielAlfredo	
IND	Fecha	Nombre	Comentarios
Datos de usuario 1		Datos de usuario 2	

Indice
 0
 Hoja
 07



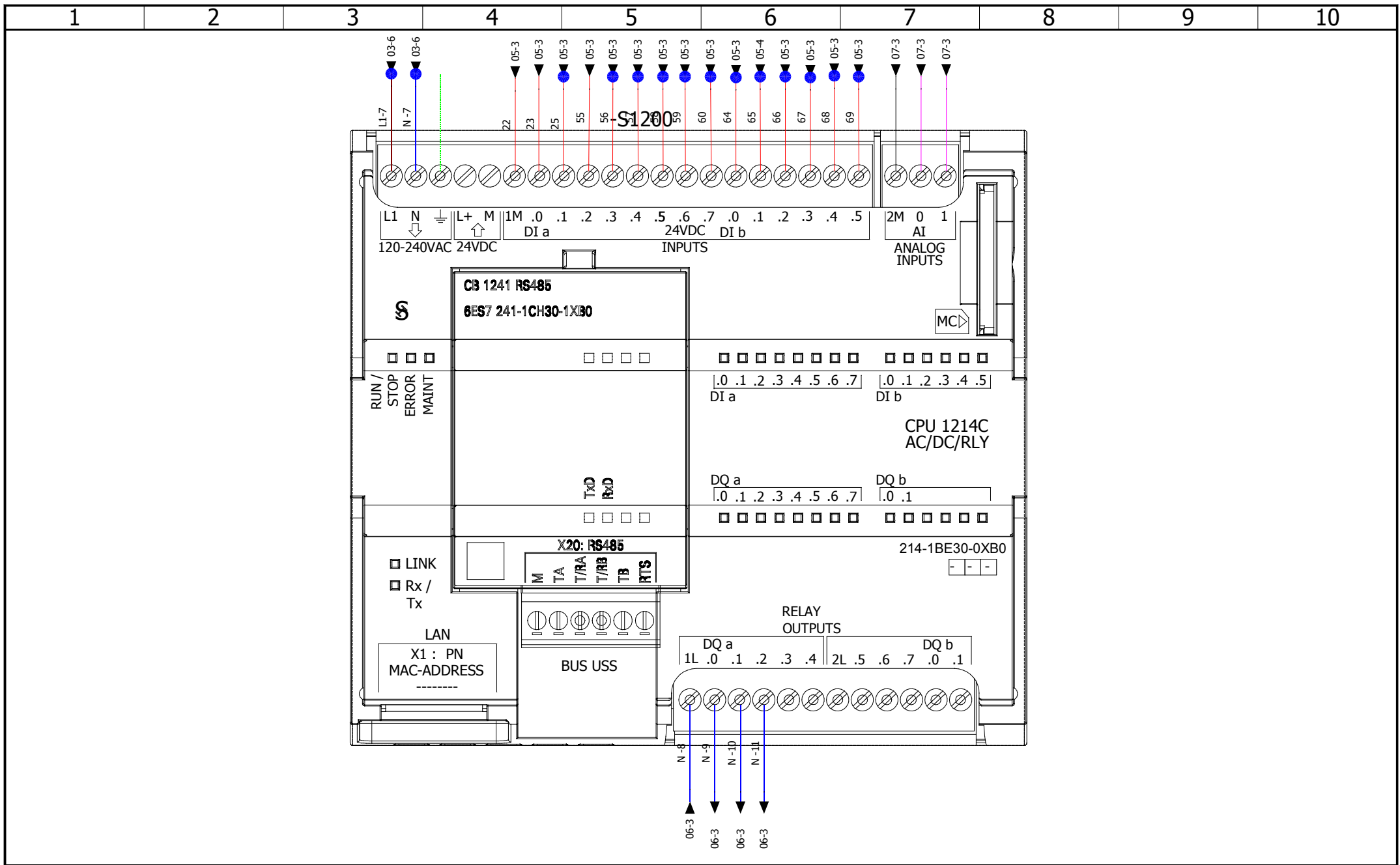
DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

TRABAJO FIN DE GRADO
 BUS COMUNICACIONES

Situación: +L1 Armario principal

0	10/05/2018	DanielAlfredo	
IND	Fecha	Nombre	Comentarios
Datos de usuario 1			Datos de usuario 2

Indice
 0
 Hoja
 08

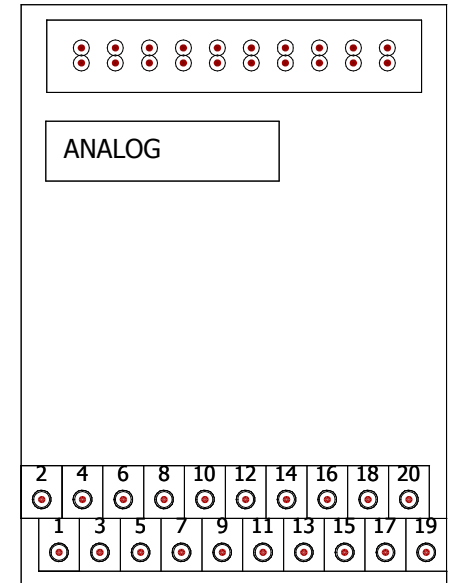
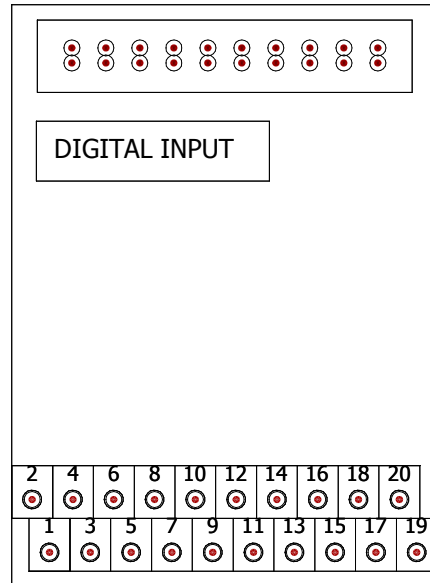
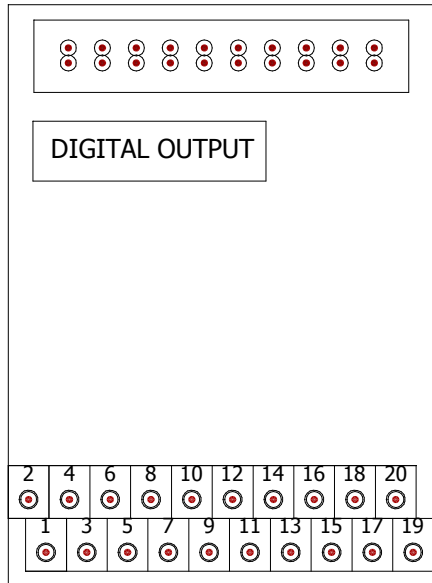


DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

TRABAJO FIN DE GRADO
 S7 1200 1214C Rly

Situación: +L1 Armario principal

				Indice
				0
0	11/05/2018	DanielAlfredo		
IND	Fecha	Nombre	Comentarios	Hoja
Datos de usuario 1			Datos de usuario 2	09



DANIEL ALFREDO POUSADA
 GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
 U.P.V. E.T.S.I.D.

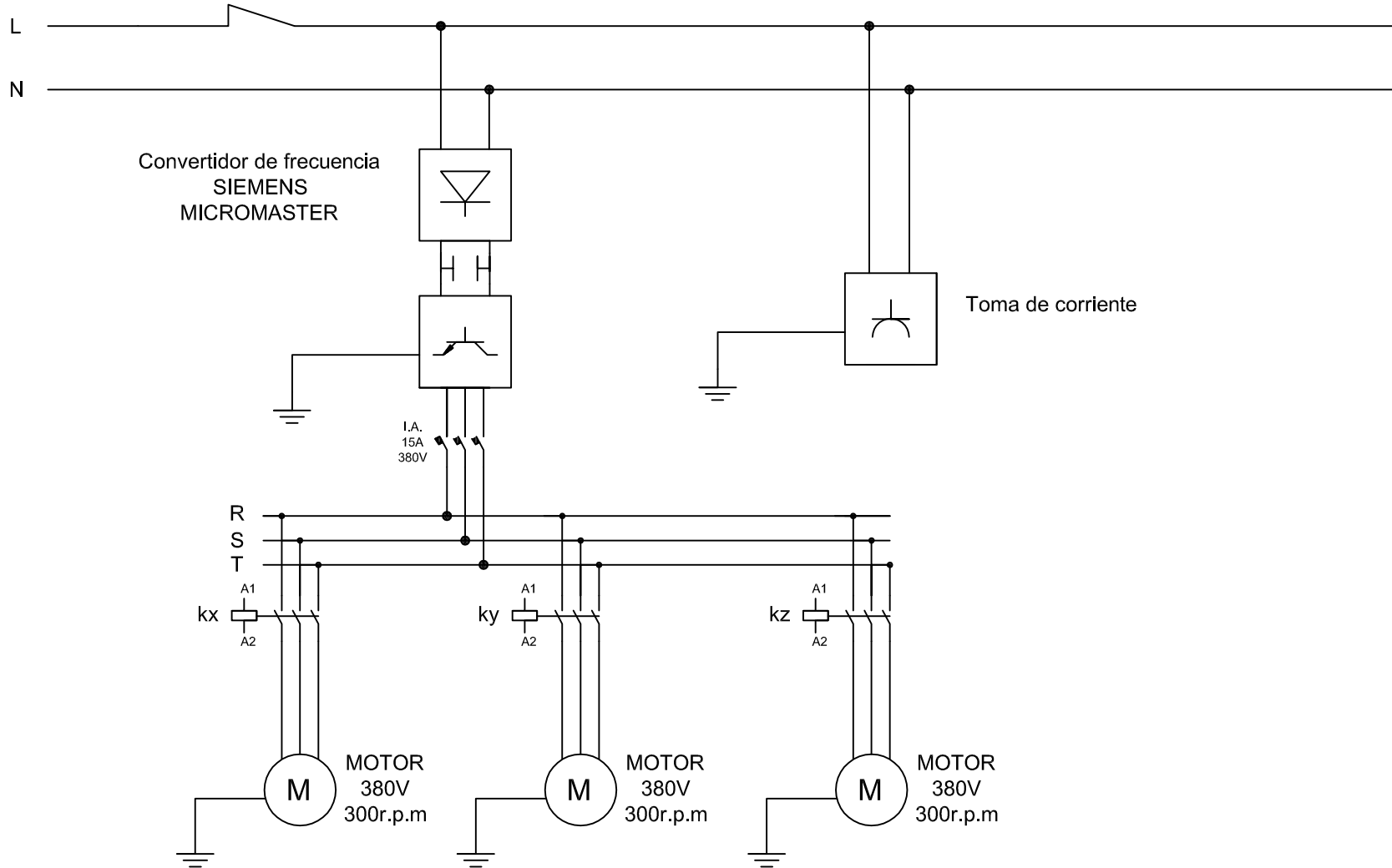
TRABAJO FIN DE GRADO
 CONECTORES PHOENIX CONTACT

Situación: **+L1** Armario principal

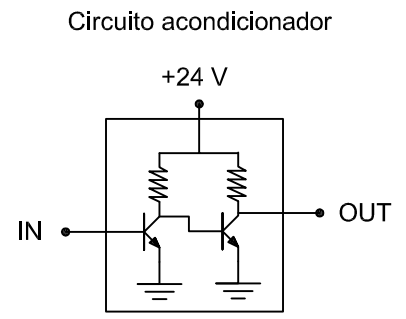
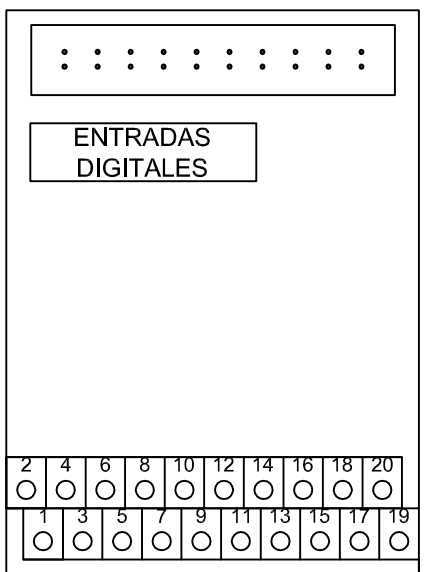
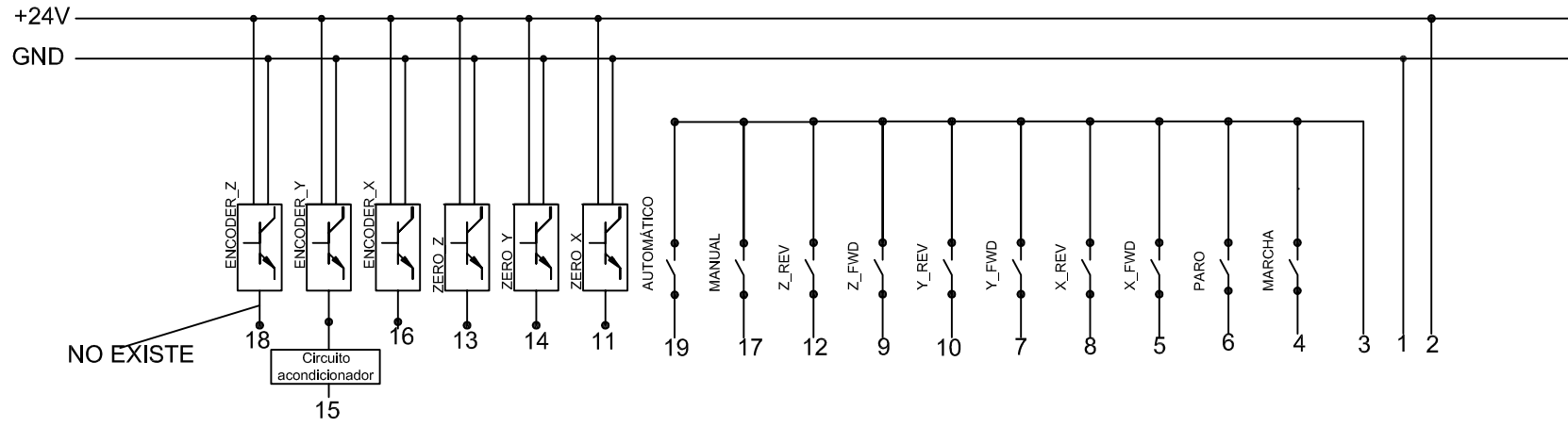
0	28/05/2018	DanielAlfredo	
IND	Fecha	Nombre	Comentarios
Datos de usuario 1		Datos de usuario 2	

2. Esquemas eléctricos modelo 2013

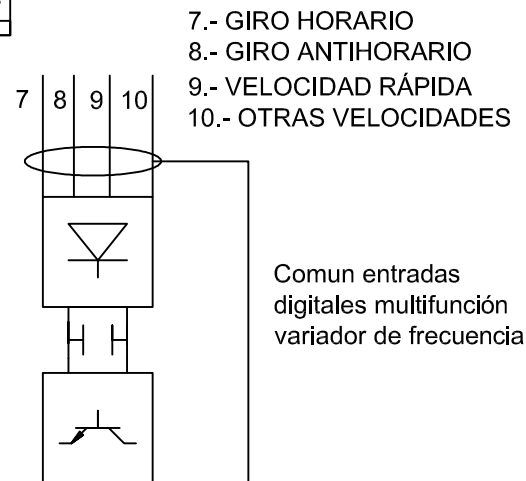
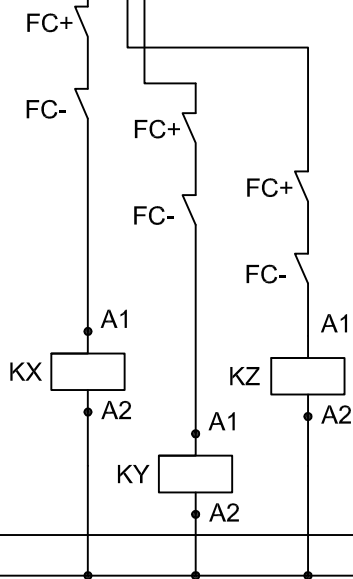
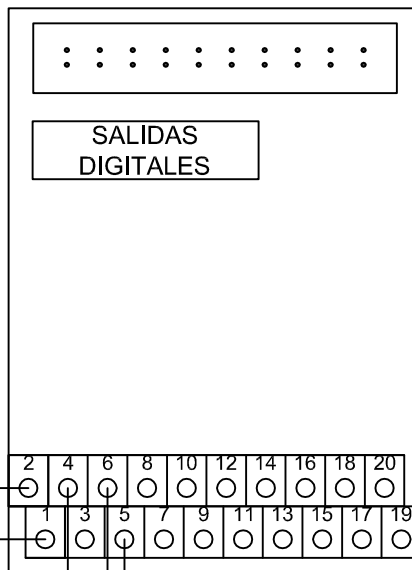
PULSADOR EMERGENCIA



DISEÑO	FECHA	DESCRIPCIÓN	NUM
DIE	07/2013	Conexión de todos los elementos de la red de potencia de la máquina de 3 ejes.	1

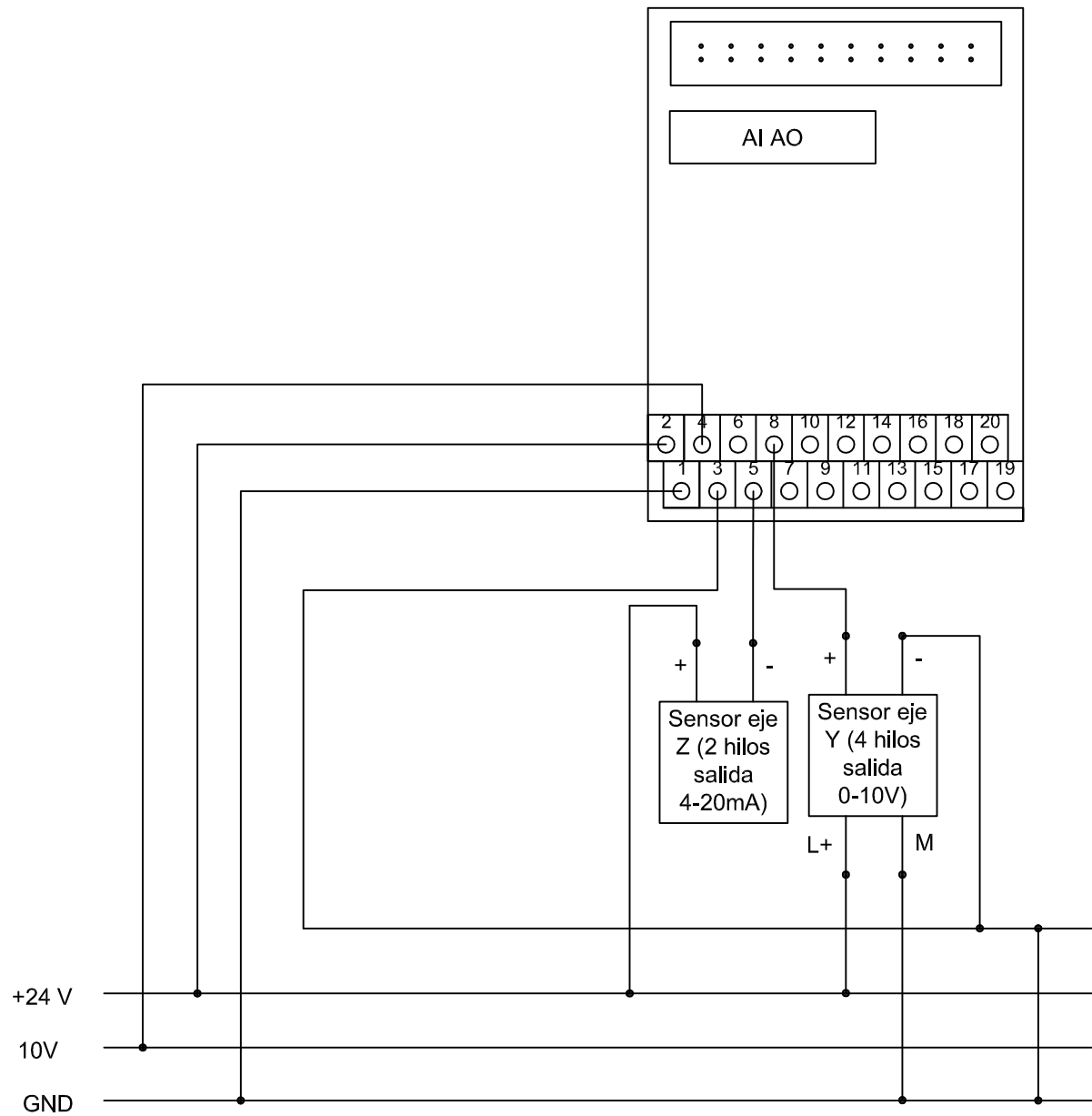


DISEÑO	FECHA	DESCRIPCIÓN	NUM
DIE	07/2013	Conexión de las entradas digitales de la máquina de tres ejes a la bornera de conexiones rápidas.	2



+24V
GND

DISEÑO	FECHA	DESCRIPCIÓN	NUM
DIE	07/2013	Conexionado al bornero de las salidas digitales de la máquina de tres ejes.	3



DISEÑO	FECHA	DESCRIPCIÓN	NUM
DIE	07/2013	Conexión de las entradas analógicas al bornero. (La señal 10 V no se utiliza pero se reserva por la estandarización)	4

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TRABAJO FIN DE GRADO.

ANEXOS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Autor: Daniel Alfredo Pousada Fernández.

Directores: Rubén Puche Panadero.

Ángel Sapeña Baño.

sep.-18

ANEXOS

ÍNDICE

1. PROGRAMA DE CONTROL TIA PORTAL V13	130
2. FICHA TÉCNICA VARIADORES DE FRECUENCIA	168
3. FICHA TÉCNICA sensores de posición	175
4. FICHA TÉCNICA AUTÓMATA IMPLEMENTADO.....	178
5. FICHA TÉCNICA MOTORES IMPLEMENTADOS.....	181
6. FICHA TÉCNICA CONTACTORES EMPLEADOS.....	184
7. FICHA TÉCNICA CONTACTOS AUXILIARES	188

1. Programa de control TIA Portal V13

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly]

PLC_1

General\Información del proyecto

Nombre	PLC_1	Autor	OPREM	Comentario	
--------	-------	-------	-------	------------	--

Slot	1	Rack	0		
------	---	------	---	--	--

General\Información de catálogo

Descripción abreviada	CPU 1214C AC/DC/Rly	Descripción	Memoria de trabajo 100KB; fuente de alimentación 120/240V AC con DI14 x 24V DC SINK/SOURCE, DQ10 x relé y AI2 integradas; 6 contadores rápidos y 4 salidas de impulso integradas; Signal Board amplia I/O integradas; hasta 3 módulos de comunicación para comunicación serie; hasta 8 módulos de señales para ampliación I/O; 0,04ms/1000 instrucciones; conexión PROFINET para programación, HMI y comunicación PLC-PLC	Referencia	6ES7 214-1BG40-0XB0
-----------------------	---------------------	-------------	---	------------	---------------------

Versión de firmware V4.1

General\Identification & Maintenance

ID de la instalación	ID de situación	Fecha de instalación	2017-12-04 19:00:01.094
Información adicional			

Interfaz PROFINET [X1]\General

Nombre	Interfaz PROFINET_1	Autor	OPREM	Comentario	
--------	---------------------	-------	-------	------------	--

Interfaz PROFINET [X1]\General\Información del proyecto

Nombre	DI 14/DQ 10_1	Comentario		Nombre	AI 2_1
--------	---------------	------------	--	--------	--------

Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones Ethernet\Interfaz conectada en red con

Subred: no conectada

Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones Ethernet\Protocolo IP

Ajustar dirección IP en el proyecto	Dirección IP:	192.168.0.1	Másc. subred:	255.255.255.0
Utilizar router	False			

Interfaz PROFINET [X1]\Direcciones Ethernet\PROFINET

Ajustar nombre de dispositivo PROFINET en el dispositivo	False	Generar automáticamente el nombre del dispositivo PROFINET	True	Nombre del dispositivo PROFINET	plc_1
Nombre convertido:	plcxb1d0ed	Número de dispositivo:	0		

Interfaz PROFINET [X1]\Sincronización horaria

Activar sincronización horaria vía servidor NTP	Activar sincronización horaria vía servidor NTP	Direcciones IP		Servidor 1	0.0.0.0
Servidor 2	0.0.0.0	Servidor 3	0.0.0.0	Servidor 4	0.0.0.0
Intervalo de actualización	10sec				

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal0

Dirección de canal	I0.0	Filtros de entrada	6.4 millisecc	Activar toma de impulso	0
--------------------	------	--------------------	---------------	-------------------------	---

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal0\

Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49152	Nombre del evento:	0
Alarma de proceso:	0	Flanco ascendente0	Flanco ascendente0		

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal0\

Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49280	Nombre del evento:	0
Alarma de proceso:	0	Flanco descendente0	Flanco descendente0		

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal1

Dirección de canal	I0.1	Filtros de entrada	6.4 millisecc	Activar toma de impulso	0
--------------------	------	--------------------	---------------	-------------------------	---

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal1\

Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49153	Nombre del evento:	0
Alarma de proceso:	0	Flanco ascendente1	Flanco ascendente1		

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal1\

Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49281	Nombre del evento:	0
Alarma de proceso:	0	Flanco descendente1	Flanco descendente1		

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal2

Dirección de canal	I0.2	Filtros de entrada	6.4 millisecc	Activar toma de impulso	0
--------------------	------	--------------------	---------------	-------------------------	---

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal2\

Activar detección del flanco ascendente	0	RidPrefixRisingEdgeEvent	49154	Nombre del evento:	0
Alarma de proceso:	0	Flanco ascendente2	Flanco ascendente2		

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal2\

Activar detección de flanco descendente	0	RidPrefixFallingEdgeEvent	49282	Nombre del evento:	0
Alarma de proceso:	0	Flanco descendente2	Flanco descendente2		

Interfaz PROFINET [X1]\Entradas digitales\Canal3

Dirección de canal	I0.3	Filtros de entrada	6.4 millisecc	Activar toma de impulso	0
--------------------	------	--------------------	---------------	-------------------------	---

Totally Integrated Automation Portal					
Marcas de sistema y de ciclo					
Bits de marcas de sistema					
Activar la utilización del byte de marcas de sistema	1	Dirección del byte de marcas de sistema (MBx)	1	Primer ciclo	%M1.0 (FirstScan)
Diagrama de diagnóstico modificado	%M1.1 (DiagStatusUpdate)	Siempre 1 (high)	%M1.2 (AlwaysTRUE)	Siempre 0 (low)	%M1.3 (AlwaysFALSE)
Marcas de sistema y de ciclo					
Bits de marcas de ciclo					
Activar la utilización del byte de marcas de ciclo	1	Dirección del byte de marcas de ciclo (MBx)	301	Reloj 10 Hz	%M301.0 (Clock_10Hz)
Reloj 5 Hz	%M301.1 (Clock_5Hz)	Reloj 2.5 Hz	%M301.2 (Clock_2.5Hz)	Reloj 2 Hz	%M301.3 (Clock_2Hz)
Reloj 1.25 Hz	%M301.4 (Clock_1.25Hz)	Reloj 1 Hz	%M301.5 (Clock_1Hz)	Reloj 0.625 Hz	%M301.6 (Clock_0.625Hz)
Reloj 0.5 Hz	%M301.7 (Clock_0.5Hz)				
Servidor web					
General					
Activar servidor web en todos los módulos de este dispositivo	True	Permitir el acceso sólo vía HTTPS	False		
Servidor web					
Actualización automática					
Activar actualización automática	True	Intervalo de actualización	10s		
Servidor web					
User interface languages					
Asignar idioma del proyecto			Idiomas de la interfaz		
Español (España)			Alemán		
Español (España)			Inglés		
Español (España)			Francés		
Español (España)			Español		
Español (España)			Italiano		
Español (España)			Chino (simplificado)		
Servidor web					
User management					
Nombre de usuario			Derechos de usuario		
Everybody			Consultar diagnóstico ,Leer variables ,Leer estado de variable ,Hacer que el LED parpadee		
POUSADA			Consultar diagnóstico ,Leer variables ,Escribir variables ,Leer estado de variable ,Escribir estado de variable ,Llamar páginas definidas por el usuario ,Escribir en páginas definidas por el usuario ,Leer archivos ,Escribir o borrar archivos ,Cambiar estado operativo ,Hacer que el LED parpadee ,Actualizar el firmware		
user			Consultar diagnóstico ,Leer variables ,Escribir variables ,Leer estado de variable ,Escribir estado de variable ,Llamar páginas definidas por el usuario ,Escribir en páginas definidas por el usuario ,Leer archivos ,Escribir o borrar archivos ,Cambiar estado operativo ,Hacer que el LED parpadee ,Actualizar el firmware		
Servidor web					
User defined web pages					
Nombre de la aplicación	Ruta de origen HTML	Página HTML predeterminada	Archivos con contenido dinámico	Número de DB Web	Fragmento n.º de DB
POUSADA	C:\Users\Alumno\Desktop\TFG\WEB SERVER\WEBPOU	index.html	.htm;.html;.css	333	334
Servidor web					
Overview of interfaces					
Dispositivo	Interfaz	Activar acceso al servidor web			
PLC_1	Interfaz PROFINET_1	True			
User interface languages					
Asignar idioma del proyecto			Idiomas de la interfaz		
Español (España)			Alemán		
Español (España)			Inglés		
Español (España)			Francés		
Español (España)			Español		
Español (España)			Italiano		
Español (España)			Chino (simplificado)		
Horario					
Hora local					
Zona horaria	(UTC +01:00) Berlín, Berna, Bruselas, Roma, Estocolmo, Viena				
Horario de verano					
Activar cambio de horario de verano	1	Diferencia entre horario de invierno y verano	60min.		
Horario de verano					
Inicio del horario de verano					
Semana de inicio del mes	Última		Domingo	de	Marzo
a las	01:00 horas				
Horario de invierno					
Inicio del horario de invierno					
	Última		Domingo	de	Octubre
a las	02:00 horas				
Protección					
Nivel de protección					
Nivel de protección	Sin protección				
Protección					
Mecanismos de conexión					
Permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto (PLC, HMI, OPC...)	True				
Control de configuración					
Control de configuración para configuración central					
Permitir la reconfiguración del dispositivo mediante el programa de usuario	0				
Anchor (Addresses)					
Menu					
Entradas	True	Salidas	True	Huecos direcciones	False
Slot	True				

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

POUSADA SCL [OB1]

POUSADA SCL Propiedades

General							
Nombre	POUSADA SCL	Número	1	Tipo	OB	Idioma	SCL
Numeración	automática						
Información							
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

```

0001 (* HABILITAR VARIADORES*) // CONTRASEÑA PLC 1234
0002 "VSD_X".OFF2 := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0003 "VSD_X".OFF3 := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0004 "VSD_Y".OFF2 := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0005 "VSD_Y".OFF3 := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0006 "VSD_Z".OFF2 := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0007 "VSD_Z".OFF3 := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0008 "VSD_X".RUN := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0009 "VSD_Y".RUN := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0010 "VSD_Z".RUN := "AUTO" OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA;
0011 "HMI".POSX := "POS_X";
0012 "HMI".POSY := "POS_Y";
0013 (*NORMALIZACIÓN SENSORES DE POSICIÓN*)
0014 "NX":=NORM_X(MIN:=7576, VALUE:="SENSOR_X", MAX:=27918);
0015 "POS_X" := SCALE_X(MIN := 0, VALUE := "NX", MAX := 5);
0016 "NY":= NORM_X(MIN := 989, VALUE := "SENSOR_Y", MAX := 8890);
0017 "POS_Y" := SCALE_X(MIN := 0, VALUE := "NY", MAX := 5);
0018 IF "VSD_Z".SPEED_OUT < 0 OR "VSD_Z".SPEED_OUT > 0 THEN
0019     "TONZ" := TRUE;
0020 ELSE
0021     "TONZ" := FALSE;
0022 END_IF;
0023 IEC_Timer_0_DB".TON(IN := "TONZ",
0024     PT := T#10000MS,
0025     ET => "TIME_Z");
0026
0027 "POS_Z" := SCALE_X(MIN := 0, VALUE := TIME_TO_INT("TIME_Z"), MAX := 5);
0028
0029 (*REARME VARIADORES*)
0030 IF "REARME_VSD" = TRUE THEN
0031     "VSD_X".RUN := FALSE;
0032     "VSD_Y".RUN := FALSE;
0033     "VSD_Z".RUN := FALSE;
0034     "VSD_X".F_ACK := TRUE;
0035     "VSD_Y".F_ACK := TRUE;
0036     "VSD_Z".F_ACK := TRUE;
0037 ELSE
0038     "VSD_X".F_ACK:= FALSE;"VSD_Y".F_ACK := FALSE;"VSD_Z".F_ACK := FALSE;
0039 END_IF;
0040 (*MANUAL SCADA*)
0041 IF "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA = TRUE AND "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA=FALSE THEN
0042     IF "MANDOS_SCADA".FWD_X_SCADA = TRUE THEN// EJE X
0043         "VSD_X".SPEED := 90;
0044     ELSIF "MANDOS_SCADA".REV_X_SCADA = TRUE THEN
0045         "VSD_X".SPEED := -90;
0046     ELSE
0047         "VSD_X".SPEED := 0;
0048     END_IF;
0049     IF "MANDOS_SCADA".FWD_Y_SCADA = TRUE THEN// EJE Y
0050         "VSD_Y".SPEED := 90;
0051     ELSIF "MANDOS_SCADA".REV_Y_SCADA = TRUE THEN
0052         "VSD_Y".SPEED := -90;
0053     ELSE
0054         "VSD_Y".SPEED := 0;
0055     END_IF;
0056     IF "MANDOS_SCADA".FWD_Z_SCADA = TRUE THEN// EJE Z
0057         "VSD_Z".SPEED := 70;
0058     ELSIF "MANDOS_SCADA".REV_Z_SCADA = TRUE THEN
0059         "VSD_Z".SPEED := -70;
0060     ELSE
0061         "VSD_Z".SPEED := 0;
0062     END_IF;
0063 END_IF;
0064 (*AUTOMÁTICO*)
0065 IF "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA = TRUE AND "PLAY" = TRUE AND "STOP" = FALSE THEN
0066     "INDEX":="INDEX"+1;
0067     (*EJE X*)
0068     IF "CICLO CLIENTE".POS_X["INDEX"]>"POS_X" THEN

```

Totally Integrated Automation Portal		
0069 0070 0071 0072 0073 0074 0075 0076 0077 0078 0079 0080 0081 0082 0083 0084 0085 0086 0087 0088 0089 0090 0091 0092 0093 0094 0095 0096 0097 0098 0099 0100 0101 0102 0103 0104 0105 0106 0107 0108 0109 0110 0111 0112 0113 0114 0115 0116 0117 0118 0119 0120 0121 0122 0123 0124 0125 0126 0127 0128 0129 0130 0131 0132 0133 0134 0135 0136 0137 0138 0139 0140 0141 0142 0143 0144 0145 0146 0147 0148 0149 0150 0151 0152 0153 0154 0155 0156	<pre> "VSD_X".SPEED := 90; ELSIF "CICLO CLIENTE".POS_X["INDEX"] < "POS_X" THEN "VSD_X".SPEED := -90; ELSE "VSD_X".SPEED := 0; END_IF; (*EJE Y*) IF "CICLO CLIENTE".POS_Y["INDEX"] > "POS_Y" THEN "VSD_Y".SPEED := 90; ELSIF "CICLO CLIENTE".POS_Y["INDEX"] < "POS_Y" THEN "VSD_Y".SPEED := -90; ELSE "VSD_Y".SPEED := 0; END_IF; (*EJE Z*) IF "CICLO CLIENTE".POS_Z["INDEX"] > "POS_Z" THEN "VSD_Z".SPEED := 90; ELSIF "CICLO CLIENTE".POS_Z["INDEX"] < "POS_Z" THEN "VSD_Z".SPEED := -90; ELSE "VSD_Z".SPEED := 0; END_IF; IF "INDEX" > 5 THEN "INDEX" := 0; END_IF; ELSIF "PLAY" = FALSE OR "STOP" = FALSE THEN "VSD_X".SPEED := 0; "VSD_Y".SPEED := 0; "VSD_Z".SPEED := 0; END_IF; (*SEMÁFORO*) IF ("AUTO"=TRUE OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA=TRUE OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA=TRUE) AND ("VSD_X".SPEED_OUT<0 OR "VSD_Y".SPEED_OUT<0 OR "VSD_Z".SPEED_OUT<0 OR "VSD_X".SPEED_OUT>0 OR "VSD_Y".SPEED_OUT>0 OR "VSD_Z".SPEED_OUT>0) THEN "SEMÁFORO".ROJO := TRUE; "SEMÁFORO".AMBAR := FALSE; "SEMÁFORO".VERDE := FALSE; END_IF; IF ("AUTO"=FALSE AND "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA=FALSE AND "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA=FALSE) AND ("VSD_X".SPEED_OUT=0 AND "VSD_Y".SPEED_OUT=0 AND "VSD_Z".SPEED_OUT=0) THEN "SEMÁFORO".VERDE := TRUE; "SEMÁFORO".ROJO := FALSE; "SEMÁFORO".AMBAR := FALSE; END_IF; IF ("AUTO"=TRUE OR "MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA=TRUE OR "MANDOS_SCADA".MANU_SCADA=TRUE) AND ("VSD_X".SPEED_OUT=0 AND "VSD_Y".SPEED_OUT=0 AND "VSD_Z".SPEED_OUT=0) THEN "SEMÁFORO".AMBAR := "Clock_0.5Hz"; "SEMÁFORO".ROJO := FALSE; "SEMÁFORO".VERDE := FALSE; END_IF; "GREEN" := "SEMÁFORO".VERDE; "YELLOW" := "SEMÁFORO".AMBAR; "RED" := "SEMÁFORO".ROJO; (*POSICIONAMIENTO INICIAL*) "FLANCO" (CLK:= "MARCHA" OR "HOME", Q=> "FIND_O"); "CONTA_X".CTU (CU:= "FIND_O", R:= "FINDED_OX", PV:= 1, CV=> "CV_CONTAX"); "CONTA_Y".CTU (CU := "FIND_O", R := "FINDED_OY", PV := 1, CV => "CV_CONTAY"); "CONTA_Z".CTU (CU:= "FIND_O", R:= "FINDED_OZ", PV:= 1, CV=> "CV_CONTAZ"); (*Posicionamiento X*) IF ("CV_CONTAX" > 0 AND "ZERO_X" = FALSE) THEN "VSD_X".SPEED := 65; //VELOCIDAD PARA POSICIONAR EN ORIGEN ELSE IF ("CV_CONTAX" > 0 AND "ZERO_X" = TRUE) THEN "VSD_X".OFF3 := FALSE; "VSD_X".SPEED := 0; "FINDED_OX" := TRUE; END_IF; END_IF; (*Posicionamiento Y*) IF ("CV_CONTAY" > 0 AND "ZERO_Y" = FALSE) THEN "VSD_Y".SPEED := -65; //VELOCIDAD PARA POSICIONAR EN ORIGEN ELSE IF ("CV_CONTAY" > 0 AND "ZERO_Y" = TRUE) THEN "VSD_Y".OFF3 := FALSE; "VSD_Y".SPEED := 0; "FINDED_OY" := TRUE; END_IF; END_IF; </pre>	

```
0157 (*Posicionamiento Z*)
0158 IF ("CV_CONTAZ" > 0 AND "ZERO_Z" = FALSE) THEN
0159     "VSD_Z".SPEED := 60; //VELOCIDAD PARA POSICIONAR EN ORIGEN
0160 ELSE
0161     IF ("CV_CONTAZ" > 0 AND "ZERO_Z" = TRUE) THEN
0162         "VSD_Z".OFF3 := FALSE;
0163         "VSD_Z".SPEED := 0;
0164         "FINDED_OZ" := TRUE;
0165     END_IF;
0166 END_IF;
0167 IF ("FINDED_OX" = TRUE AND "FINDED_OY" = TRUE AND "FINDED_OZ" = TRUE) THEN
0168     "FIND_O" := FALSE;
0169     "REARME_O" := TRUE;
0170 END_IF;
0171 "R_FIND_X_Y_Z".TON(IN := "REARME_O",
0172     PT := T#1000MS,
0173     Q => "R_FINDED_X_Y_Z");
0174 IF "R_FINDED_X_Y_Z" = TRUE THEN
0175     "FINDED_OX" := FALSE;
0176     "FINDED_OY" := FALSE;
0177     "FINDED_OZ" := FALSE;
0178     "REARME_O" := FALSE;
0179 END_IF;
0180 (*FIN POSICIONAMIENTO INICIAL*)
0181 (*FUNCIONES DE CONTROL DE VARIADORES*)
0182 (*CONTROL MM420 EJE X*)
0183 "USS_Drive_Control_DB"(RUN:="VSD_X".RUN, //HABILITAR
0184     OFF2:= "VSD_X".OFF2, //FRENADO POR INERCIA
0185     OFF3:= "VSD_X".OFF3, //FRENADO ACTIVO
0186     F_ACK:= "VSD_X".F_ACK, //REINICIAR BIT FALLO
0187     DIR:= "VSD_X".DIR, //SENTIDO DE GIRO FWD(TRUE)
0188     DRIVE:=1, //N° ESCLAVO EN BUS
0189     PZD_LEN:=-2, //LONGITUD EN WORD'S MENSAJE
0190     SPEED_SP:= "VSD_X".SPEED, // % DE FRECUENCIA MÁXIMA
0191     CTRL3:= "VSD_X".CTRL3,
0192     CTRL4:= "VSD_X".CTRL4,
0193     CTRL5:= "VSD_X".CTRL5,
0194     CTRL6:= "VSD_X".CTRL6,
0195     CTRL7:= "VSD_X".CTRL7,
0196     CTRL8:= "VSD_X".CTRL8,
0197     NDR=> "VSD_X".NDR, //NUEVA SOLICITUD DE ENVÍO
0198     ERROR=> "VSD_X".ERROR, //ERROR COMUNICACIONES
0199     STATUS=> "VSD_X".STATUS, //ESTADO COMUNICACIONES
0200     RUN_EN=> "VSD_X".RUN_EN, //DISPOSITIVO HABILITADO
0201     D_DIR=> "VSD_X".D_DIR, //CONFIRMACIÓN DIRECCIÓN
0202     INHIBIT=> "VSD_X".INHIBIT,
0203     FAULT=> "VSD_X".FAULT,
0204     SPEED=> "VSD_X".SPEED_OUT,
0205     STATUS1=> "VSD_X".STATUS_1,
0206     STATUS3=> "VSD_X".STATUS_3,
0207     STATUS4=> "VSD_X".STATUS_4,
0208     STATUS5=> "VSD_X".STATUS_5,
0209     STATUS6=> "VSD_X".STATUS_6,
0210     STATUS7=> "VSD_X".STATUS_7,
0211     STATUS8=> "VSD_X".STATUS_8) ;
0212 (*CONTROL MM420 EJE Y*)
0213 "USS_Drive_Control_DB"(RUN := "VSD_Y".RUN, //HABILITAR
0214     OFF2 := "VSD_Y".OFF2, //FRENADO POR INERCIA
0215     OFF3 := "VSD_Y".OFF3, //FRENADO ACTIVO
0216     F_ACK := "VSD_Y".F_ACK, //REINICIAR BIT FALLO
0217     DIR := "VSD_Y".DIR, //SENTIDO DE GIRO FWD(TRUE)
0218     DRIVE := 2, //N° ESCLAVO EN BUS
0219     PZD_LEN := 2, //LONGITUD EN WORD'S MENSAJE
0220     SPEED_SP := "VSD_Y".SPEED, // % DE FRECUENCIA MÁXIMA
0221     NDR => "VSD_Y".NDR, //NUEVA SOLICITUD DE ENVÍO
0222     ERROR => "VSD_Y".ERROR, //ERROR COMUNICACIONES
0223     STATUS => "VSD_Y".STATUS, //ESTADO COMUNICACIONES
0224     RUN_EN => "VSD_Y".RUN_EN, //DISPOSITIVO HABILITADO
0225     D_DIR => "VSD_Y".D_DIR, //CONFIRMACIÓN DIRECCIÓN
0226     INHIBIT => "VSD_Y".INHIBIT,
0227     FAULT => "VSD_Y".FAULT,
0228     SPEED => "VSD_Y".SPEED_OUT);
0229 (*CONTROL MM420 EJE Z*)
0230 "USS_Drive_Control_DB"(RUN := "VSD_Z".RUN, //HABILITAR
0231     OFF2 := "VSD_Z".OFF2, //FRENADO POR INERCIA
0232     OFF3 := "VSD_Z".OFF3, //FRENADO ACTIVO
0233     F_ACK := "VSD_Z".F_ACK, //REINICIAR BIT FALLO
0234     DIR := "VSD_Z".DIR, //SENTIDO DE GIRO FWD(TRUE)
0235     DRIVE := 3, //N° ESCLAVO EN BUS
0236     PZD_LEN := 2, //LONGITUD EN WORD'S MENSAJE
0237     SPEED_SP := "VSD_Z".SPEED, // % DE FRECUENCIA MÁXIMA
0238     NDR => "VSD_Z".NDR, //NUEVA SOLICITUD DE ENVÍO
0239     ERROR => "VSD_Z".ERROR, //ERROR COMUNICACIONES
0240     STATUS => "VSD_Z".STATUS, //ESTADO COMUNICACIONES
0241     RUN_EN => "VSD_Z".RUN_EN, //DISPOSITIVO HABILITADO
0242     D_DIR => "VSD_Z".D_DIR, //CONFIRMACIÓN DIRECCIÓN
0243     INHIBIT => "VSD_Z".INHIBIT,
0244     FAULT => "VSD_Z".FAULT,
0245     SPEED => "VSD_Z".SPEED_OUT);
0246 (*FRECUENCIAS DE SALIDA PARA SCADA*)
0247 "XUINT" := REAL_TO_INT("VSD_X".SPEED_OUT);
```

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

```

0248 "YUINT" := REAL_TO_INT("VSD_Y".SPEED_OUT);
0249 "ZUINT" := REAL_TO_INT("VSD_Z".SPEED_OUT);
0250 "VSD_X".FREC_OUT := ("YUINT")*1/2;
0251 "VSD_Y".FREC_OUT := ("YUINT")*1/2;
0252 "VSD_Z".FREC_OUT := ("ZUINT")*1/2;
0253
0254
0255
0256

```

Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"AUTO"	%I1.1	Bool	
"CICLO CLIENTE".POS_X	P#DB4.DBX0.0	Array	
"CICLO CLIENTE".POS_Y	P#DB4.DBX8.0	Array	
"CICLO CLIENTE".POS_Z	P#DB4.DBX16.0	Array	
"Clock_0.5Hz"	%M301.7	Bool	
"CV_CONTAX"	%IW2	Int	
"CV_CONTAY"	%IW4	Int	
"CV_CONTAZ"	%IW6	Int	
"FIND_O"	%M2.5	Bool	
"FINDED_OX"	%M2.6	Bool	
"FINDED_OY"	%M2.7	Bool	
"FINDED_OZ"	%M3.0	Bool	
"GREEN"	%Q0.0	Bool	
"HMI".POSX	%DB3.DBW2	Int	
"HMI".POSY	%DB3.DBW4	Int	
"HOME"	%M2.1	Bool	SCADA
"INDEX"	%IW8	Int	
"MANDOS_SCADA".AUTO_SCADA	%DB15.DBX0.1	Bool	
"MANDOS_SCADA".FWD_X_SCADA	%DB15.DBX0.2	Bool	
"MANDOS_SCADA".FWD_Y_SCADA	%DB15.DBX0.4	Bool	
"MANDOS_SCADA".FWD_Z_SCADA	%DB15.DBX0.6	Bool	
"MANDOS_SCADA".MANU_SCADA	%DB15.DBX0.0	Bool	
"MANDOS_SCADA".REV_X_SCADA	%DB15.DBX0.3	Bool	
"MANDOS_SCADA".REV_Y_SCADA	%DB15.DBX0.5	Bool	
"MANDOS_SCADA".REV_Z_SCADA	%DB15.DBX0.7	Bool	
"MARCHA"	%I0.0	Bool	
"NX"	P#M100.0	LReal	
"NY"	P#M150.0	LReal	
"PLAY"	%M2.3	Bool	
"POS_X"	%IW10	Int	
"POS_Y"	%IW12	Int	
"POS_Z"	%IW16	Int	
"R_FINDED_X_Y_Z"	%M3.2	Bool	
"REARME_O"	%M3.1	Bool	
"REARME_VSD"	%M2.2	Bool	
"RED"	%Q0.2	Bool	
"SEMÁFORO".AMBAR	%DB1.DBX0.2	Bool	Q0.2
"SEMÁFORO".ROJO	%DB1.DBX0.1	Bool	Q0.1
"SEMÁFORO".VERDE	%DB1.DBX0.0	Bool	Q0.0
"SENSOR_X"	%IW66	Word	
"SENSOR_Y"	%IW64	Word	
"STOP"	%M3.4	Bool	
"TIME_Z"	%ID0	Time	
"TONZ"	%M60.1	Bool	
"VSD_X".CTRL3	%DB2.DBW6	Word	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
"VSD_X".CTRL4	%DB2.DBW8	Word	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
"VSD_X".CTRL5	%DB2.DBW10	Word	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
"VSD_X".CTRL6	%DB2.DBW12	Word	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
"VSD_X".CTRL7	%DB2.DBW14	Word	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
"VSD_X".CTRL8	%DB2.DBW16	Word	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
"VSD_X".D_DIR	%DB2.DBX22.1	Bool	SENTIDO ACCIONAMIENTO; 1=FWD
"VSD_X".DIR	%DB2.DBX0.4	Bool	SENTIDO GIRO; 1=FWD SI SPEED ES +
"VSD_X".ERROR	%DB2.DBX18.1	Bool	ERROR
"VSD_X".F_ACK	%DB2.DBX0.3	Bool	REINICIO BIT FALLO
"VSD_X".FAULT	%DB2.DBX22.3	Bool	ERROR; SOLUCIONAR + F_ACK
"VSD_X".FREC_OUT	%DB2.DBW42	Int	
"VSD_X".INHIBIT	%DB2.DBX22.2	Bool	BLOQUEADO
"VSD_X".NDR	%DB2.DBX18.0	Bool	NUEVA SOLICITUD COMUNICACIÓN
"VSD_X".OFF2	%DB2.DBX0.1	Bool	FRENO INERCIA
"VSD_X".OFF3	%DB2.DBX0.2	Bool	FRENO ACTIVO
"VSD_X".RUN	%DB2.DBX0.0	Bool	
"VSD_X".RUN_EN	%DB2.DBX22.0	Bool	RUN HABILITADO
"VSD_X".SPEED	%DB2.DBD2	Real	% FRECUENCIA MÁX
"VSD_X".SPEED_OUT	%DB2.DBD24	Real	VELOCIDAD REAL
"VSD_X".STATUS	%DB2.DBW20	Word	VALOR DE LA SOLICITUD
"VSD_X".STATUS_1	%DB2.DBW28	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_X".STATUS_3	%DB2.DBW32	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_X".STATUS_4	%DB2.DBW34	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_X".STATUS_5	%DB2.DBW36	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_X".STATUS_6	%DB2.DBW38	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_X".STATUS_7	%DB2.DBW40	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_X".STATUS_8	%DB2.DBW44	Word	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
"VSD_Y".D_DIR	%DB7.DBX22.1	Bool	SENTIDO ACCIONAMIENTO; 1=FWD
"VSD_Y".DIR	%DB7.DBX0.4	Bool	SENTIDO GIRO; 1=FWD SI SPEED ES +
"VSD_Y".ERROR	%DB7.DBX18.1	Bool	ERROR
"VSD_Y".F_ACK	%DB7.DBX0.3	Bool	REINICIO BIT FALLO
"VSD_Y".FAULT	%DB7.DBX22.3	Bool	ERROR; SOLUCIONAR + F_ACK
"VSD_Y".FREC_OUT	%DB7.DBW44	Int	

Totally Integrated Automation Portal			
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"VSD_Y".INHIBIT	%DB7.DBX22.2	Bool	BLOQUEADO
"VSD_Y".NDR	%DB7.DBX18.0	Bool	NUEVA SOLICITUD COMUNICACIÓN
"VSD_Y".OFF2	%DB7.DBX0.1	Bool	FRENO INERCIA
"VSD_Y".OFF3	%DB7.DBX0.2	Bool	FRENO ACTIVO
"VSD_Y".RUN	%DB7.DBX0.0	Bool	
"VSD_Y".RUN_EN	%DB7.DBX22.0	Bool	RUN HABILITADO
"VSD_Y".SPEED	%DB7.DBD2	Real	% FRECUENCIA MÁX
"VSD_Y".SPEED_OUT	%DB7.DBD24	Real	VELOCIDAD REAL
"VSD_Y".STATUS	%DB7.DBW20	Word	VALOR DE LA SOLICITUD
"VSD_Z".D_DIR	%DB5.DBX22.1	Bool	SENTIDO ACCIONAMIENTO; 1=FWD
"VSD_Z".DIR	%DB5.DBX0.4	Bool	SENTIDO GIRO; 1=FWD SI SPEED ES +
"VSD_Z".ERROR	%DB5.DBX18.1	Bool	ERROR
"VSD_Z".F_ACK	%DB5.DBX0.3	Bool	REINICIO BIT FALLO
"VSD_Z".FAULT	%DB5.DBX22.3	Bool	ERROR; SOLUCIONAR + F_ACK
"VSD_Z".FREC_OUT	%DB5.DBW44	Int	
"VSD_Z".INHIBIT	%DB5.DBX22.2	Bool	BLOQUEADO
"VSD_Z".NDR	%DB5.DBX18.0	Bool	NUEVA SOLICITUD COMUNICACIÓN
"VSD_Z".OFF2	%DB5.DBX0.1	Bool	FRENO INERCIA
"VSD_Z".OFF3	%DB5.DBX0.2	Bool	FRENO ACTIVO
"VSD_Z".RUN	%DB5.DBX0.0	Bool	
"VSD_Z".RUN_EN	%DB5.DBX22.0	Bool	RUN HABILITADO
"VSD_Z".SPEED	%DB5.DBD2	Real	% FRECUENCIA MÁX
"VSD_Z".SPEED_OUT	%DB5.DBD24	Real	VELOCIDAD REAL
"VSD_Z".STATUS	%DB5.DBW20	Word	VALOR DE LA SOLICITUD
"XUINT"	%MW8	Int	
"YELLOW"	%Q0.1	Bool	
"YUINT"	%MW10	Int	
"ZERO_X"	%I1.2	Bool	
"ZERO_Y"	%I1.3	Bool	
"ZERO_Z"	%I1.4	Bool	
"ZUINT"	%MW12	Int	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Variables PLC / Tabla de variables estándar [94]

Variables PLC

Variables PLC							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Visible en HMI	Accesible desde HMI	Comentario
	PE	Bool	%I0.1	False	True	True	
	X_REV	Bool	%I0.3	False	True	True	
	Y_FWD	Bool	%I0.4	False	True	True	
	Y_REV	Bool	%I0.5	False	True	True	
	MARCHA	Bool	%I0.0	False	True	True	
	X_FWD	Bool	%I0.2	False	True	True	
	ZFWD	Bool	%I0.6	False	True	True	
	ZREV	Bool	%I0.7	False	True	True	
	MAN	Bool	%I1.0	False	True	True	
	AUTO	Bool	%I1.1	False	True	True	
	ZERO_X	Bool	%I1.2	False	True	True	
	ZERO_Y	Bool	%I1.3	False	True	True	
	ZERO_Z	Bool	%I1.4	False	True	True	
	ENCODER_X	Bool	%I1.5	False	True	True	
	SENSOR_Y	Word	%IW64	False	True	True	
	CV_CONTAX	Int	%IW2	False	True	True	
	CV_CONTAY	Int	%IW4	False	True	True	
	CV_CONTAZ	Int	%IW6	False	True	True	
	SENSOR_X	Word	%IW66	False	True	True	
	INDEX	Int	%IW8	False	True	True	
	POS_X	Int	%IW10	False	True	True	
	POS_Y	Int	%IW12	False	True	True	
	RET_VAL	Int	%IW14	False	True	True	
	GREEN	Bool	%Q0.0	False	True	True	
	YELLOW	Bool	%Q0.1	False	True	True	
	RED	Bool	%Q0.2	False	True	True	
	System_Byte	Byte	%MB1	False	True	True	
	FirstScan	Bool	%M1.0	False	True	True	
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False	True	True	
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False	True	True	
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False	True	True	
	BUSY1	Bool	%M2.0	False	True	True	
	FIND_O	Bool	%M2.5	False	True	True	
	FINDED_OX	Bool	%M2.6	False	True	True	
	FINDED_OY	Bool	%M2.7	False	True	True	
	FINDED_OZ	Bool	%M3.0	False	True	True	
	REARME_O	Bool	%M3.1	False	True	True	
	R_FINDED_X_Y_Z	Bool	%M3.2	False	True	True	
	PTREARME	Time	%MD4	False	True	True	TIEMPO REARME VARIABLES BUSQUEDA ORIGENES
	REPETIR	Bool	%M3.3	False	True	True	
	Clock_Byte	Byte	%MB301	False	True	True	
	Clock_10Hz	Bool	%M301.0	False	True	True	
	Clock_5Hz	Bool	%M301.1	False	True	True	
	Clock_2.5Hz	Bool	%M301.2	False	True	True	
	Clock_2Hz	Bool	%M301.3	False	True	True	
	Clock_1.25Hz	Bool	%M301.4	False	True	True	
	Clock_1Hz	Bool	%M301.5	False	True	True	
	Clock_0.625Hz	Bool	%M301.6	False	True	True	
	Clock_0.5Hz	Bool	%M301.7	False	True	True	
	HOME	Bool	%M2.1	False	True	True	SCADA
	REARME_VSD	Bool	%M2.2	False	True	True	
	PLAY	Bool	%M2.3	False	True	True	
	PAUSE	Bool	%M2.4	False	True	True	
	STOP	Bool	%M3.4	False	True	True	
	NX	LReal	%M100.0	False	True	True	
	NY	LReal	%M150.0	False	True	True	
	XUINT	Int	%MW8	False	True	True	
	YUINT	Int	%MW10	False	True	True	
	ZUINT	Int	%MW12	False	True	True	

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanen- cia	Visible en HMI	Accesible desde HMI	Comentario
☐	POS_Z	Int	%IW16	False	True	True	
☐	TIME_Z	Time	%ID0	False	True	True	
☐	TONZ	Bool	%M60.1	False	True	True	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Cyclic interrupt_WEB [OB30]

Cyclic interrupt_WEB Propiedades

General

Nombre	Cyclic interrupt_WEB	Número	30	Tipo	OB	Idioma	KOP
--------	----------------------	--------	----	------	----	--------	-----

Numeración automática

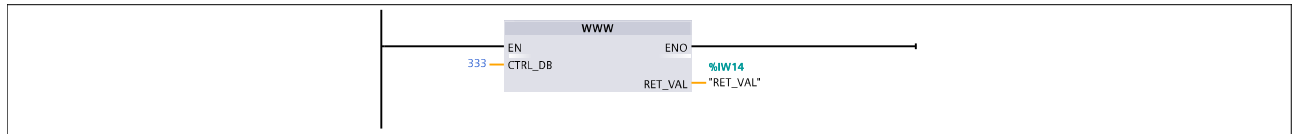
Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

Segmento 1: PROCESAMIENTO SOLICITUDES NAVEGADOR

LA FUNCIÓN PROCESA LAS SOLICITUDES DEL NAVEGADOR Y ACTUALIZA LOS DATOS EN LAS WEB DE USUARIO



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"RET_VAL"	%IW14	Int	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Cyclic interrupt [OB31]

Cyclic interrupt Propiedades

General

Nombre	Cyclic interrupt	Número	31	Tipo	OB	Idioma	SCL
---------------	------------------	---------------	----	-------------	----	---------------	-----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

```

0001 "USS_Port_Scan_DB_1" ("PORT":="Local~CB_1241_(RS485)",
0002     BAUD:=9600,
0003     ERROR=>"COMUNICACIONES".DONE,
0004     STATUS=>"COMUNICACIONES".STATUS,
0005     USS_DB:="USS_Drive_Control_DB".USS_DB);
0006
    
```

Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"COMUNICACIONES".DONE		Bool	
"COMUNICACIONES".STATUS		Word	
"Local~CB_1241_(RS485)"	269	PORT	
"USS_Drive_Control_DB".USS_DB		Block_UDT	Internal Parameter of USS_Drive_Control

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

COMUNICACIONES [DB8]

COMUNICACIONES Propiedades

General

Nombre	COMUNICACIONES	Número	8	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	----------------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static							
ERROR	Bool	false	False	True	True	False	
STATUS	Word	16#0	False	True	True	False	
DONE	Bool	false	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

SEMÁFORO [DB1]

SEMÁFORO Propiedades

General

Nombre	SEMÁFORO	Número	1	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	----------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
VERDE	Bool	0.0	false	False	True	True	False	Q0.0
ROJO	Bool	0.1	false	False	True	True	False	Q0.1
AMBAR	Bool	0.2	false	False	True	True	False	Q0.2

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

VSD_X [DB2]

VSD_X Propiedades

General

Nombre	VSD_X	Número	2	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	-------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
RUN	Bool	0.0	false	False	True	True	False	
OFF2	Bool	0.1	false	False	True	True	False	FRENO INERCIA
OFF3	Bool	0.2	false	False	True	True	False	FRENO ACTIVO
F_ACK	Bool	0.3	false	False	True	True	False	REINICIO BIT FALLO
DIR	Bool	0.4	false	False	True	True	False	SENTIDO GIRO; 1=FWD SI SPEED ES +
SPEED	Real	2.0	0.0	False	True	True	False	% FRECUENCIA MÁX
CTRL3	Word	6.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL4	Word	8.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL5	Word	10.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL6	Word	12.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL7	Word	14.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL8	Word	16.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
NDR	Bool	18.0	false	False	True	True	False	NUEVA SOLICITUD COMUNICACIÓN
ERROR	Bool	18.1	false	False	True	True	False	ERROR
STATUS	Word	20.0	16#0	False	True	True	False	VALOR DE LA SOLICITUD
RUN_EN	Bool	22.0	false	False	True	True	False	RUN HABILITADO
D_DIR	Bool	22.1	false	False	True	True	False	SENTIDO ACCIONAMIENTO; 1=FWD
INHIBIT	Bool	22.2	false	False	True	True	False	BLOQUEADO
FAULT	Bool	22.3	false	False	True	True	False	ERROR; SOLUCIONAR + F_ACK
SPEED_OUT	Real	24.0	0.0	False	True	True	False	VELOCIDAD REAL
STATUS_1	Word	28.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_2	Word	30.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_3	Word	32.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_4	Word	34.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_5	Word	36.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_6	Word	38.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_7	Word	40.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
FREC_OUT	Int	42.0	0	False	True	True	False	
STATUS_8	Word	44.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

VSD_Z [DB5]

VSD_Z Propiedades

General

Nombre	VSD_Z	Número	5	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	-------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
RUN	Bool	0.0	false	False	True	True	False	
OFF2	Bool	0.1	false	False	True	True	False	FRENO INERCIA
OFF3	Bool	0.2	false	False	True	True	False	FRENO ACTIVO
F_ACK	Bool	0.3	false	False	True	True	False	REINICIO BIT FALLO
DIR	Bool	0.4	false	False	True	True	False	SENTIDO GIRO; 1=FWD SI SPEED ES +
SPEED	Real	2.0	0.0	False	True	True	False	% FRECUENCIA MÁX
CTRL3	Word	6.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL4	Word	8.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL5	Word	10.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL6	Word	12.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL7	Word	14.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL8	Word	16.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
NDR	Bool	18.0	false	False	True	True	False	NUEVA SOLICITUD COMUNICACIÓN
ERROR	Bool	18.1	false	False	True	True	False	ERROR
STATUS	Word	20.0	16#0	False	True	True	False	VALOR DE LA SOLICITUD
RUN_EN	Bool	22.0	false	False	True	True	False	RUN HABILITADO
D_DIR	Bool	22.1	false	False	True	True	False	SENTIDO ACCIONAMIENTO; 1=FWD
INHIBIT	Bool	22.2	false	False	True	True	False	BLOQUEADO
FAULT	Bool	22.3	false	False	True	True	False	ERROR; SOLUCIONAR + F_ACK
SPEED_OUT	Real	24.0	0.0	False	True	True	False	VELOCIDAD REAL
STATUS_1	Word	28.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_2	Word	30.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_3	Word	32.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_4	Word	34.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_5	Word	36.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_6	Word	38.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_7	Word	40.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_8	Word	42.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
FREC_OUT	Int	44.0	0	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

VSD_Y [DB7]

VSD_Y Propiedades

General

Nombre	VSD_Y	Número	7	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	-------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
RUN	Bool	0.0	false	False	True	True	False	
OFF2	Bool	0.1	false	False	True	True	False	FRENO INERCIA
OFF3	Bool	0.2	false	False	True	True	False	FRENO ACTIVO
F_ACK	Bool	0.3	false	False	True	True	False	REINICIO BIT FALLO
DIR	Bool	0.4	false	False	True	True	False	SENTIDO GIRO; 1=FWD SI SPEED ES +
SPEED	Real	2.0	0.0	False	True	True	False	% FRECUENCIA MÁX
CTRL3	Word	6.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL4	Word	8.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL5	Word	10.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL6	Word	12.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL7	Word	14.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
CTRL8	Word	16.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA CONTROL, CONFIGURABLE EN VSD
NDR	Bool	18.0	false	False	True	True	False	NUEVA SOLICITUD COMUNICACIÓN
ERROR	Bool	18.1	false	False	True	True	False	ERROR
STATUS	Word	20.0	16#0	False	True	True	False	VALOR DE LA SOLICITUD
RUN_EN	Bool	22.0	false	False	True	True	False	RUN HABILITADO
D_DIR	Bool	22.1	false	False	True	True	False	SENTIDO ACCIONAMIENTO; 1=FWD
INHIBIT	Bool	22.2	false	False	True	True	False	BLOQUEADO
FAULT	Bool	22.3	false	False	True	True	False	ERROR; SOLUCIONAR + F_ACK
SPEED_OUT	Real	24.0	0.0	False	True	True	False	VELOCIDAD REAL
STATUS_1	Word	28.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_2	Word	30.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_3	Word	32.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_4	Word	34.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_5	Word	36.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_6	Word	38.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_7	Word	40.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
STATUS_8	Word	42.0	16#0	False	True	True	False	PALABRA ESTADO CONFIGURABLE
FREC_OUT	Int	44.0	0	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

MANDOS_SCADA [DB15]

MANDOS_SCADA Propiedades

General

Nombre	MANDOS_SCADA	Número	15	Tipo	DB	Idioma	DB
---------------	--------------	---------------	----	-------------	----	---------------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
MANU_SCADA	Bool	0.0	false	False	False	False	False	
AUTO_SCADA	Bool	0.1	false	False	True	True	False	
FWD_X_SCADA	Bool	0.2	false	False	True	True	False	
REV_X_SCADA	Bool	0.3	false	False	True	True	False	
FWD_Y_SCADA	Bool	0.4	false	False	True	True	False	
REV_Y_SCADA	Bool	0.5	false	False	True	True	False	
FWD_Z_SCADA	Bool	0.6	false	False	True	True	False	
REV_Z_SCADA	Bool	0.7	false	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

HMI [DB3]

HMI Propiedades

General

Nombre	HMI	Número	3	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	-----	--------	---	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
FWD_X	Bool	0.0	false	False	True	True	False	
REV_X	Bool	0.1	false	False	True	True	False	
FWD_Y	Bool	0.2	false	False	True	True	False	
REV_Y	Bool	0.3	false	False	True	True	False	
FWD_Z	Bool	0.4	false	False	True	True	False	
REV_Z	Bool	0.5	false	False	True	True	False	
PLAY	Bool	0.6	false	False	True	True	False	
HOME	Bool	0.7	false	False	True	True	False	
PAUSE	Bool	1.0	false	False	True	True	False	
STOP	Bool	1.1	false	False	True	True	False	
POSX	Int	2.0	0	False	True	True	False	
POSY	Int	4.0	0	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

CICLO CLIENTE [DB4]

CICLO CLIENTE Propiedades

General

Nombre	CICLO CLIENTE	Número	4	Tipo	DB	Idioma	DB
---------------	---------------	---------------	---	-------------	----	---------------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static								
▼ POS_X	Array[1..4] of Int	0.0		False	True	True	False	
POS_X[1]	Int	0.0	0	False	True	True	False	
POS_X[2]	Int	2.0	0	False	True	True	False	
POS_X[3]	Int	4.0	0	False	True	True	False	
POS_X[4]	Int	6.0	0	False	True	True	False	
▼ POS_Y	Array[1..4] of Int	8.0		False	True	True	False	
POS_Y[1]	Int	0.0	0	False	True	True	False	
POS_Y[2]	Int	2.0	0	False	True	True	False	
POS_Y[3]	Int	4.0	0	False	True	True	False	
POS_Y[4]	Int	6.0	0	False	True	True	False	
▼ POS_Z	Array[1..4] of Int	16.0		False	True	True	False	
POS_Z[1]	Int	0.0	0	False	True	True	False	
POS_Z[2]	Int	2.0	0	False	True	True	False	
POS_Z[3]	Int	4.0	0	False	True	True	False	
POS_Z[4]	Int	6.0	0	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

FLANCO [DB10]

FLANCO Propiedades

General

Nombre	FLANCO	Número	10	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	--------	--------	----	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor	SIMATIC	Comentario		Familia	BIT
--------	--	-------	---------	------------	--	---------	-----

Versión	1.0	ID personalizada	R_TRIG				
---------	-----	------------------	--------	--	--	--	--

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Input							
CLK	Bool	false	False	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	False	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa
CONTA_X [DB11]

CONTA_X Propiedades

General

Nombre	CONTA_X	Número	11	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	automática						

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizada	CNTR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static							
CU	Bool	false	True	True	True	False	
CD	Bool	false	True	True	True	False	
R	Bool	false	True	True	True	False	
LD	Bool	false	True	True	True	False	
QU	Bool	false	True	True	True	False	
QD	Bool	false	True	True	True	False	
PV	Int	0	True	True	True	False	
CV	Int	0	True	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa
CONTA_Y [DB12]

CONTA_Y Propiedades

General

Nombre	CONTA_Y	Número	12	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	---------	--------	----	------	----	--------	----

Numeración automática

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
--------	--	-------	---------	------------	--	---------	-----

Versión	1.0	ID personalizada	CNTR				
---------	-----	------------------	------	--	--	--	--

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static							
CU	Bool	false	True	True	True	False	
CD	Bool	false	True	True	True	False	
R	Bool	false	True	True	True	False	
LD	Bool	false	True	True	True	False	
QU	Bool	false	True	True	True	False	
QD	Bool	false	True	True	True	False	
PV	Int	0	True	True	True	False	
CV	Int	0	True	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa
CONTA_Z [DB13]

CONTA_Z Propiedades

General

Nombre	CONTA_Z	Número	13	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	automática						

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizada	CNTR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static							
CU	Bool	false	True	True	True	False	
CD	Bool	false	True	True	True	False	
R	Bool	false	True	True	True	False	
LD	Bool	false	True	True	True	False	
QU	Bool	false	True	True	True	False	
QD	Bool	false	True	True	True	False	
PV	Int	0	True	True	True	False	
CV	Int	0	True	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

R FIND_X_Y_Z [DB14]

R FIND_X_Y_Z Propiedades

General

Nombre	R FIND_X_Y_Z	Número	14	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	automática						

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static							
ST	Time	T#0ms	False	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	False	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	False	True	True	False	
RU	Bool	false	False	False	False	False	
IN	Bool	false	False	True	True	False	
Q	Bool	false	False	True	True	False	

PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa
IEC_Timer_0_DB [DB16]

IEC_Timer_0_DB Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB	Número	16	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	automática						

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizada	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Static							
ST	Time	T#0ms	False	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	False	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	False	True	True	False	
RU	Bool	false	False	False	False	False	
IN	Bool	false	False	True	True	False	
Q	Bool	false	False	True	True	False	

2. Ficha técnica variadores de frecuencia

Tabla 5-1 Características del MICROMASTER 420

Característica	Especificación
Tensión de red en servicio y Márgenes de potencia	1 AC 200 V a 240 V \pm 10 % 0,12 kW – 3,0 kW (0,16 hp – 4,0 hp) 3 AC 200 V a 240 V \pm 10 % 0,12 kW – 5,5 kW (0,16 hp – 7,5 hp) 3 AC 380 V a 480 V \pm 10 % 0,37 kW – 11,0 kW (0,50 hp – 15,0 hp)
Frecuencia de entrada	47 Hz a 63 Hz
Frecuencia de salida	0 Hz a 650 Hz
Factor de potencia	\geq 0,7
Rendimiento del convertidor	96 % a 97 %
Capacidad de sobrecarga	50 % de sobrecarga durante 60 s en un período de 5 min referido a la corriente nominal de salida
Corriente al conectar	Inferior a la corriente nominal de entrada
Método de control	Control V/f lineal; Control V/f lineal con Flux Current Control (FCC); U Control V/f cuadrático; Control V/f multipunto
Frecuencia de pulsación	2 kHz a 16 kHz (en pasos de 2 kHz)
Frecuencias fijas	7, parametrizable
Frecuencias inhibibles	4, parametrizable
Resolución de consigna	0,01 Hz digital, 0,01 Hz serie, 10 bits analógica (potenciómetro motorizado 0.1 Hz [0.1% (en modo PID)])
Entradas digitales	3, parametrizable (libre de potencial), conmutables entre activa con high/activa con low (PNP/NPN)
Entrada analógica	1, para valor de consigna o entrada PI (0 V a 10 V, escalable o utilizable como 4ª entrada digital)
Salida de relé	1, parametrizable DC 30 V / 5 A (carga resistiva), AC 250 V / 2 A (carga inductiva)
Salida analógica	1, parametrizable (0 mA a 20 mA)
Interface serie	RS-485, opción RS-232
Compatibilidad electromagnética	Filtros EMC opcionales según EN55011, clase A o B, también hay disponibles filtros clase A internos
Frenado	Frenado por inyección de c.c., frenado combinado
Grado de protección	IP20
Margen de temperatura	-10 °C a +50 °C (14 °F a 122 °F)
Temperatura almacenamiento	-40 °C a +70 °C (-40 °F a 158 °F)
Humedad relativa	< 95 % (sin condensación)
Altitud de operación	hasta 1000 m sobre el nivel del mar sin necesidad de reducción de potencia
Características de protección	Mínima tensión, sobretensión, sobrecarga, defecto a tierra, cortocircuito, protección basculante, protección de bloqueo del motor, sobretemperatura en motor, sobretemperatura en convertidor, bloqueo de parámetros
Normas	UL, cUL, CE, C-tick
Marcado CE	de acuerdo con las directivas europeas "Baja tensión" 73/23/CEE y "Compatibilidad electromagnética" 89/336/CEE

Tabla 5-2 Dimensiones, flujo volumétrico del aire refrigerante necesario y pares de apriete para las conexiones de potencia

Tipo	Dimensiones		Flujo volumétrico del aire refrigerante		Pares de apriete para las conexiones de potencia		
A	B x H x T	mm	73 × 173 × 149	l/s	4,8	Nm	1,1
		inch	2,87 × 6,81 × 5,87	CFM	10,2	lbf.in	10
B	B x H x T	mm	149 × 202 × 172	l/s	24	Nm	1,5
		inch	5,87 × 7,95 × 6,77	CFM	51	lbf.in	13,3
C	B x H x T	mm	185 × 245 × 195	l/s	54,9	Nm	2,25
		inch	7,28 × 9,65 × 7,68	CFM	116,3	lbf.in	20

Tabla 5-3 Reducción de la corriente en función de la frecuencia de pulsación

Tensión de red	Potencia [kW]	Dimensión de la corriente de salida en A con una frecuencia de pulsación						
		4 kHz	6 kHz	8 kHz	10 kHz	12 kHz	14 kHz	16 kHz
1/3 AC 200 V	0,12 a 5,5	Preajuste 16 kHz → no es necesario reducir la tensión						
3 AC 400 V	0,37	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
	0,55	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,1
	0,75	2,1	2,1	2,1	2,1	1,6	1,6	1,1
	1,1	3,0	3,0	2,7	2,7	1,6	1,6	1,1
	1,5	4,0	4,0	2,7	2,7	1,6	1,6	1,1
	2,2	5,9	5,9	5,1	5,1	3,6	3,6	2,6
	3,0	7,7	7,7	5,1	5,1	3,6	3,6	2,6
	4,0	10,2	10,2	6,7	6,7	4,8	4,8	3,6
	5,5	13,2	13,2	13,2	13,2	9,6	9,6	7,5
	7,5	19,0	18,4	13,2	13,2	9,6	9,6	7,5
11,0	26,0	26,0	17,9	17,9	13,5	13,5	10,4	

NOTA

Si se aplican bobinas de salida la frecuencia de pulsación no debe ser mayor de 4 KHz.

Tabla 5-4 Especificaciones del MICROMASTER 420

A fin de lograr una instalación que cumpla con las normas UL es necesario usar fusibles de la gama SITOR con la corriente nominal apropiada.

**Margen de tensión de entrada 1 AC 200 V – 240 V, ± 10 %
(con filtro integrado Clase A)**

Referencia	6SE6420-	2AB11 -2AA1	2AB12 -5AA1	2AB13 -7AA1	2AB15 -5AA1	2AB17 -5AA1	2AB21 -1BA1	2AB21 -5BA1	2AB22 -2BA1	2AB23 -0CA1
Potencia nominal	[kW] [hp]	0,12 0,16	0,25 0,33	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0
Potencia de salida	[kVA]	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,4	3,2	4,6	6,0
Corriente de entrada 1)	[A]	1,8	3,2	4,6	6,2	8,2	11,0	14,4	20,2	35,5
Corriente de salida	[A]	0,9	1,7	2,3	3,0	3,9	5,5	7,4	10,4	13,6
Fusible	[A]	10	10	10	10	16	20	20	32	40
recomendado	3NA	3803	3803	3803	3803	3805	3807	3807	3812	3817
obligatorio para UL		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	2,5 16	2,5 16	4,0 12	6,0 10
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,5 16
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8
Peso	[kg] [lbs]	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	1,3 2,9	1,3 2,9	3,3 7,3	3,6 7,9	3,6 7,9	5,2 11,4

1) Condiciones marginales: La corriente de entrada en punto nominal es válida para una tensión de cortocircuito de la red $U_k = 2\%$ basada en la potencia nominal del convertidor y una tensión nominal de red de 240 V sin bobina de conmutación de red. Si se aplica una bobina de conmutación de red se reducen los valores dados de 30 % a 45%.

**Margen de tensión de entrada 1 AC 200 V – 240 V, ± 10 %
(sin filtro)**

Referencia	6SE6420-	2UC11 -2AA1	2UC12 -5AA1	2UC13 -7AA1	2UC15 -5AA1	2UC17 -5AA1	2UC21 -1BA1	2UC21 -5BA1	2UC22 -2BA1	2UC23 -0CA1
Potencia nominal	[kW] [hp]	0,12 0,16	0,25 0,33	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0
Potencia de salida	[kVA]	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,4	3,2	4,6	6,0
Corriente de entrada 1)	[A]	1,8	3,2	4,6	6,2	8,2	11,0	14,4	20,2	35,5
Corriente de salida	[A]	0,9	1,7	2,3	3,0	3,9	5,5	7,4	10,4	13,6
Fusible	[A]	10	10	10	10	16	20	20	32	40
recomendado	3NA	3803	3803	3803	3803	3805	3807	3807	3812	3817
obligatorio para UL		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	2,5 14
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,5 16
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8
Peso	[kg] [lbs]	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	2,9 6,4	2,9 6,4	3,1 6,8	5,2 11,4

**Margen de tensión de entrada 3 AC 200 V – 240 V, ± 10 %
(con filtro integrado Clase A)**

Referencia	6SE6420-	2AC23 -0CA1	2AC24 -0CA1	2AC25 -5CA1
Potencia nominal	[kW] [hp]	3,0 4,0	4,0 5,0	5,5 7,5
Potencia de salida	[kVA]	6,0	7,7	9,6
Corriente de entrada 1)	[A]	15,6	19,7	26,5
Corriente de salida	[A]	13,6	17,5	22,0
Fusible	[A]	25	32	35
recomendado	3NA	3810	3812	3814
obligatorio para UL		*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	4,0 12
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	10,0 8	10,0 8	10,0 8
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [AWG]	1,5 16	2,5 14	4,0 12
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [AWG]	10,0 8	10,0 8	10,0 8
Peso	[kg] [lbs]	5,2 11,4	5,5 12,1	5,5 12,1

- 1) Condiciones marginales: La corriente de entrada en punto nominal es válida para una tensión de cortocircuito de la red $U_k = 2\%$ basada en la potencia nominal del convertidor y una tensión nominal de red de 240 V sin bobina de conmutación de red. Si se aplica una bobina de conmutación de red se reducen los valores dados de 30 % a 45%.

**Margen de tensión de entrada 3 AC 380 V – 480 V, ± 10 %
(con filtro integrado Clase A)**

Referencia	6SE6420-	2AD22- 2BA1	2AD23- 0BA1	2AD24- 0BA1	2AD25- 5CA1	2AD27- 5CA1	2AD31- 1CA1
Potencia nominal	[kW] [hp]	2,2 3,0	3,0 4,0	4,0 5,0	5,5 7,5	7,5 10,0	11,0 15,0
Potencia de salida	[kVA]	4,5	5,9	7,8	10,1	14,0	19,8
Corriente de entrada 1)	[A]	7,5	10,0	12,8	15,6	22,0	32,3
Corriente de salida	[A]	5,9	7,7	10,2	13,2	19,0	26,0
Fusible	[A]	16	16	20	20	25	35
recomendado	3NA	3805	3805	3807	3807	3810	3814
obligatorio para UL		*	*	*	*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,5 16	2,5 14	4,0 12	6,0 10
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8	10,0 8	10,0 8
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,5 16	2,5 14	4,0 12
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [AWG]	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8	10,0 8	10,0 8
Peso	[kg] [lbs]	3,1 6,8	3,3 7,3	3,3 7,3	5,4 11,9	5,7 12,5	5,7 12,5

- 1) Condiciones marginales: La corriente de entrada en punto nominal es válida para una tensión de cortocircuito de la red $U_k = 2\%$ basada en la potencia nominal del convertidor y una tensión nominal de red de 400 V sin bobina de conmutación de red. Si se aplica una bobina de conmutación de red se reducen los valores dados de 20 % a 30%.

**Margen de tensión de entrada 3 AC 380 V – 480 V, ± 10 %
(sin filtro)**

Referencia	6SE6420-	2UD13-7AA1	2UD15-5AA1	2UD17-5AA1	2UD21-1AA1	2UD21-5AA1	2UD22-2BA1	2UD23-0BA1	2UD24-0BA1
Potencia nominal	[kW] [hp]	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0	4,0 5,0
Potencia de salida	[kVA]	0,9	1,2	1,6	2,3	3,0	4,5	5,9	7,8
Corriente de entrada 1)	[A]	2,2	2,8	3,7	4,9	5,9	7,5	10,0	12,8
Corriente de salida	[A]	1,2	1,6	2,1	3,0	4,0	5,9	7,7	10,2
Fusible	[A]	10	10	10	10	10	16	16	20
recomendado	3NA	3803	3803	3803	3803	3803	3805	3805	3807
obligatorio para UL		*	*	*	*	*	*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,5 16
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [AWG]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [AWG]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10
Peso	[kg] [lbs]	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	3,3 7,3	3,3 7,3	3,3 7,3

Referencia	6SE6420-	2UD25-5CA1	2UD27-5CA1	2UD31-1CA1
Potencia nominal	[kW] [hp]	5,5 7,5	7,5 10,0	11,0 15,0
Potencia de salida	[kVA]	10,1	14,0	19,8
Corriente de entrada 1)	[A]	15,6	22,0	32,3
Corriente de salida	[A]	13,2	19,0	26,0
Fusible	[A]	20	25	35
recomendado	3NA	3807	3810	3814
obligatorio para UL		*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	2,5 14	4,0 12	6,0 10
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [AWG]	10,0 8	10,0 8	10,0 8
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [AWG]	1,5 16	2,5 14	4,0 12
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [AWG]	10,0 8	10,0 8	10,0 8
Peso	[kg] [lbs]	5,5 12,1	5,5 12,1	5,5 12,1


3. Ficha técnica sensores de posición

Sensor de tensión, 4 hilos

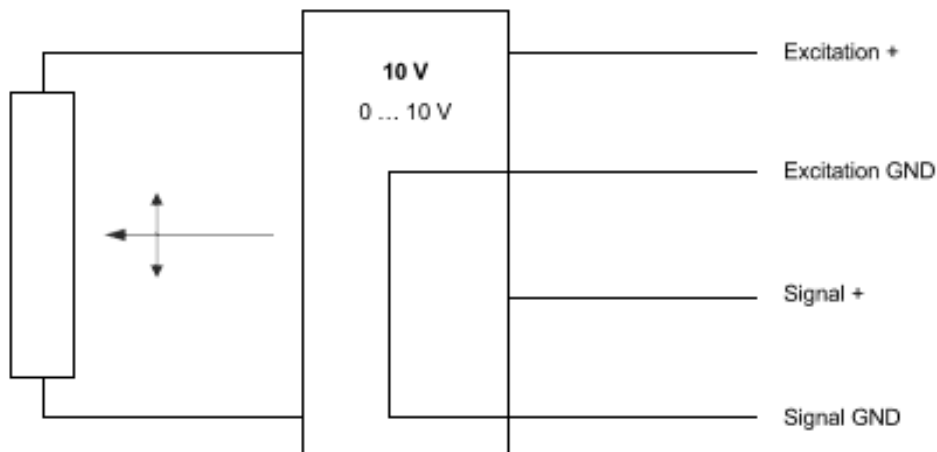
POSIWIRE®
WS10




Signal conditioner 10V and 10V5

Voltage output	Excitation voltage	18 ... 27 V DC non stabilized
	Excitation current	20 mA max.
	Output voltage	10V: 0 ... 10 V DC; 10V5: 0.5 ... 10 V DC
	Output current	2 mA max.
	Output load	> 5 kΩ
	Stability (temperature)	$\pm 50 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ f.s.
	Protection	Reverse polarity, short circuit
	Output noise	0.5 mV _{rms}
	Operating temperature	Refer to output specification
	EMC	DIN EN 61326-1:2013

Output signals



Signal wiring

Signal	Connector pin no.	Cable color	View to sensor connector
Excitation +	1	white	 CONN-M12-8F
Excitation GND	2	brown	
Signal +	3	green	
Signal GND	4	yellow	
Not connected	5	grey	
Not connected	6	pink	
Not connected	7	blue	
Not connected	8	red	

Sensor de corriente , 2 hilos

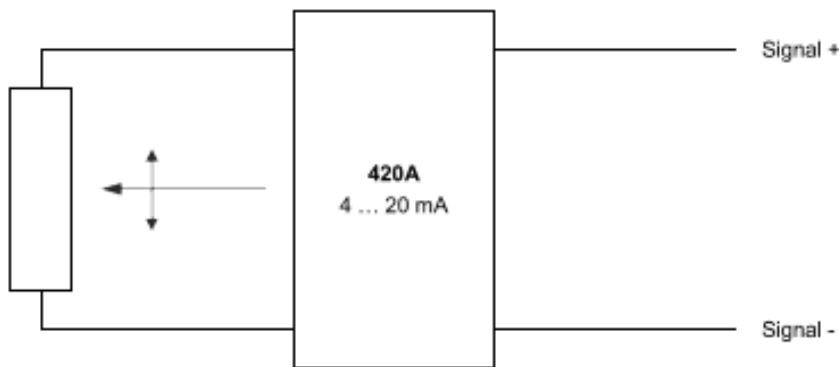
POSIWIRE®
WS10




Signal conditioner 420A

<p>Current output (2 wire)</p> 	Excitation voltage	12 ... 27 V DC non stabilized, measured at the sensor terminals
	Excitation current	35 mA max.
	Output current	4 ... 20 mA equivalent for 0 ... 100 % range
	Stability (temperature)	$\pm 100 \times 10^{-9}$ / °C f.s.
	Protection	Reversed polarity, short circuit
	Output noise	0.5 mV _{rms}
	Operating temperature	Refer to output specification
	EMC	DIN EN 61326-1:2013

Output signals



Signal wiring

Signal	Connector pin no.	Cable color	View to sensor connector
Signal +	1	white	 <p>CONN-M12-8F</p>
Signal -	2	brown	
Not connected	3	green	
Not connected	4	yellow	
Not connected	5	grey	
Not connected	6	pink	
Not connected	7	blue	
Not connected	8	red	

El sensor de corriente empleado, no es válido para usar con el modelo de autómatas elegido en el proyecto, dado que sus entradas analógicas solo admiten tensiones y no corrientes, así pues, dado que no existía la posibilidad de emplear otro sensor de tensión, se adaptó la salida de corriente conectando una resistencia en serie de valor 500Ω y se conectó al autómatas la señal de diferencia de potencial que aparece en bornes de la citada resistencia, consiguiendo una señal apta para la realización de la medición de posición con la entrada analógica del autómatas S71200 1214CRly.

4. Ficha técnica autómeta implementado

SIMATIC S7-1200 Módulos centrales

CPU 1214C

Sinopsis



- La CPU compacta de alto rendimiento
- Con 24 entradas/salidas integradas
- Ampliable con:
 - 1 Signal Board (SB) o Communication Board (CB)
 - 8 Signal Modules (SM)
 - Máx. 3 módulos de comunicaciones (CM)

Datos técnicos

	6ES7 214-1BG31-0XB0 CPU 1214C AC/DC/relé	6ES7 214-1AG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/DC	6ES7 214-1HG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/relé
Información general			
Ingeniería con • Paquete de programación	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior
Tensión de alimentación			
24 V DC		Si	Si
120 V AC	Si		
230 V AC	Si		
Alimentación de sensores			
Alimentación de sensores 24 V • 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Pérdidas			
Pérdidas, tip.	14 W	12 W	12 W
Memoria			
Memoria de trabajo • integrada	75 kbyte	75 kbyte	75 kbyte
Memoria de carga • integrada	4 Mbyte	4 Mbyte	4 Mbyte
Respaldo • sin pila	Si	Si	Si
Tiempos de ejecución de la CPU			
para operaciones de bits, tip.	0,085 µs; /instrucción	0,085 µs; /instrucción	0,085 µs; /instrucción
para operaciones de palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción	1,7 µs; /instrucción	1,7 µs; /instrucción
para aritmética en coma flotante, tip.	2,5 µs; /instrucción	2,5 µs; /instrucción	2,5 µs; /instrucción
Áreas de datos y su remanencia			
Marcas • Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas	8 kbyte; Tamaño del área de marcas	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones			
Imagen del proceso • Entradas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
Hora			
Reloj • Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Si	Si	Si

SIMATIC S7-1200 Módulos centrales

CPU 1214C

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1BG31-0XB0 CPU 1214C AC/DC/relé	6ES7 214-1AG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/DC	6ES7 214-1HG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/relé
Entradas digitales			
Cantidad/entradas binarias	14; integrada	14; integrada	14; integrada
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)
Salidas digitales			
Número/salidas binarias	10; Relé	10	10; Relé
• De ellas, salidas rápidas		4; Salida de tren de impulsos 100 kHz	
Entradas analógicas			
Canales integrados (AI)	2; 0 a 10 V	2; 0 a 10 V	2; 0 a 10 V
Rangos de entrada			
• Tensión	Sí	Sí	Sí
1. Interfaz			
Tipo de interfaz	PROFINET	PROFINET	PROFINET
Norma física	Ethernet	Ethernet	Ethernet
Funcionalidad			
• PROFINET IO-Controller	Sí	Sí	Sí
Funciones de comunicación			
Comunicación S7			
• Soporta servidor iPAR	Sí	Sí	Sí
Comunicación IE abierta			
• TCP/IP	Sí	Sí	Sí
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí	Sí	Sí
• UDP	Sí	Sí	Sí
servidores web			
• Soporta servidor iPAR	Sí	Sí	Sí
Funciones integradas			
Nº de contadores	6	6	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz	100 kHz	100 kHz
Frecuencímetro	Sí	Sí	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí	Sí	Sí
Regulador PID	Sí	Sí	Sí
Nº de entradas de alarma	4	4	4
Nº de salidas de impulsos		2	
Frecuencia límite (impulsos)		100 kHz	
Condiciones ambientales			
Temperatura de empleo			
• mín.	-20 °C	-20 °C	-20 °C
• máx.	60 °C	60 °C	60 °C
Configuración			
programación			
• Lenguaje de programación			
- KOP	Sí	Sí	Sí
- FUP	Sí	Sí	Sí
- SCL	Sí	Sí	Sí
Dimensiones			
Anchura	110 mm	110 mm	110 mm
Altura	100 mm	100 mm	100 mm
Profundidad	75 mm	75 mm	75 mm
Peso			
Peso, aprox.	455 g	415 g	435 g

5. Ficha técnica motores implementados

Gearbox Type: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">S</div> Speed Range: 13 – 680 r.p.m.	Single Reduction Worm Gear Units 1 or 3 Phase Induction Motors – Constant Speed Enclosures: Standard – Ventilated Internal Fan Cooled (IP 20) Alternative – Totally Enclosed (IP 50) with Terminal Box or T.E.F.C. (IP 54)
---	---



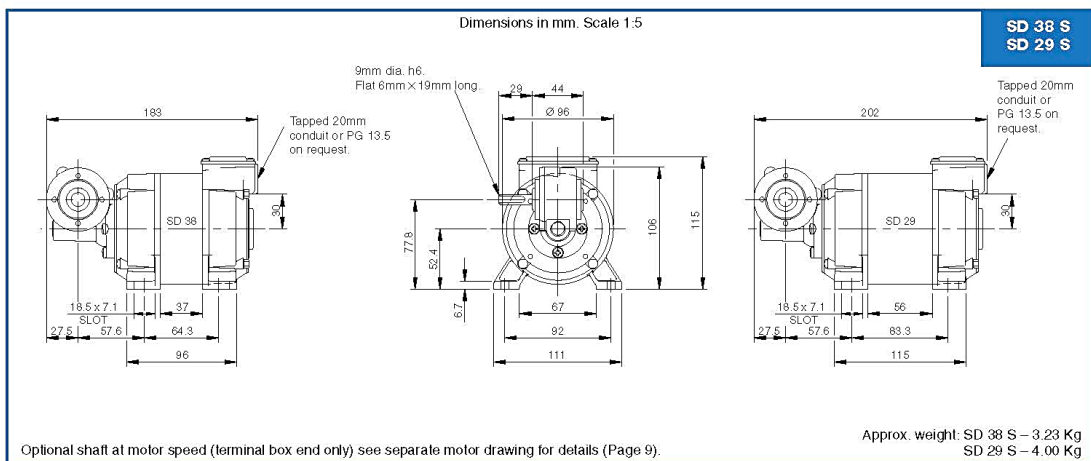
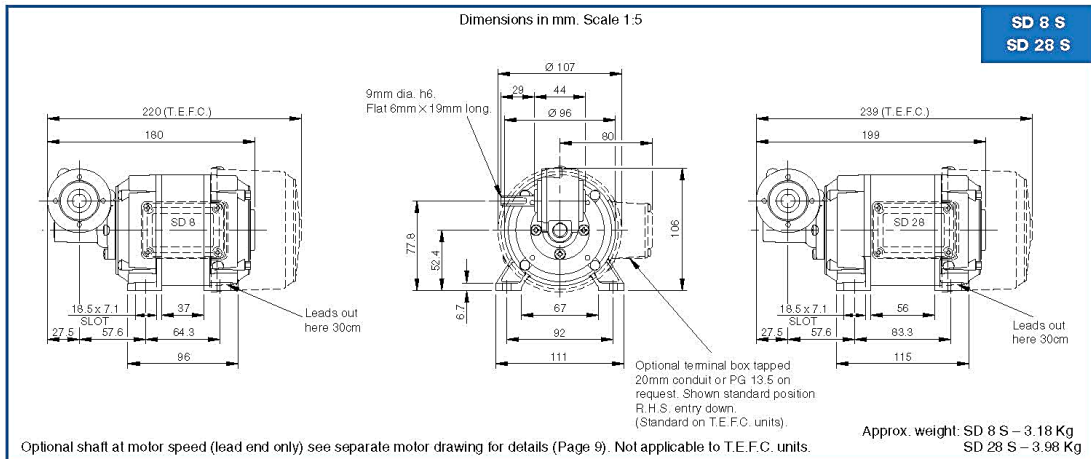
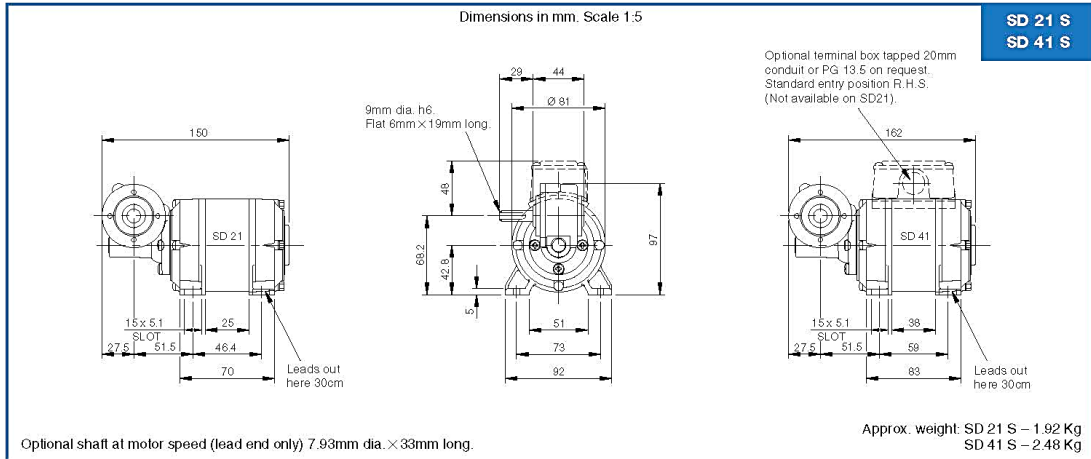
■ **Voltage, Construction, Connections, Motor Performance Specifications and Optional Extras** see pages 6 and 8 for full details.

(1 Nm = 8.85 lbs. ins.) (1 Nm = 10.2 cmkp)

Gearbox Specification Motor Speed 1400 r.p.m.		SD 21 S (1 Phase Only)		SD 41 S 1 or 3 Phase	SD 8 S – SD 38 S 1 or 3 Phase		SD 28 S – SD 29 S 1 or 3 Phase		
		Shaded Pole (T.E.) Motor Rating 3.7 watts	Shaded Pole/Capacitor Motor Rating 8 watts		Motor Rating 10 watts	Motor Rating 35 watts	Motor Rating 55 watts		
FINAL R.P.M.	RATIO	OUTPUT TORQUE (Nm)							
		COMPOSITE		COMPOSITE		COMPOSITE		COMPOSITE	BRONZE
20	70:1	0.45	1.36	1.5	1.5	2.5	-	-	
21	66:1	0.45	1.24	1.5	1.5	2.5	-	-	
23	60:1	0.40	1.13	1.36	2.3	4	-	-	
26	54:1	0.34	1.02	1.13	2.3	4	-	-	
29	48:1	0.34	1.02	1.13	2.3	4	-	-	
32	44:1	0.34	0.90	1.02	2.3	4	-	-	
35	40:1	0.34	0.90	1.02	2.9	4.3	-	4.5	
39	36:1	0.34	0.90	1.02	2.9	3.8	-	4.5	
42	33:1	0.26	0.90	1.02	2.9	3.5	-	4.5	
47	30:1	0.26	0.79	0.90	2.9	3.3	-	4.5	
52	27:1	0.26	0.79	0.90	2.9	3.2	2.9	4.5	
56	25:1	0.26	0.79	0.90	2.9	3.1	2.9	4.5	
62	22 1/2:1	0.26	0.68	0.79	2.9	-	2.9	4.5	
68	20 1/2:1	0.23	0.68	0.79	2.9	-	2.9	4.5	
75	18 1/2:1	0.23	0.57	0.68	2.64	-	2.9	4.5	
85	16 1/2:1	0.23	0.51	0.62	2.47	-	2.9	4.3	
90	15 1/2:1	0.23	0.46	0.51	2.37	-	2.9	4.1	
97	14 1/2:1	0.20	0.40	0.45	2.11	-	2.9	3.6	
104	13 1/2:1	0.20	0.34	0.40	1.98	-	2.9	3.4	
112	12 1/2:1	0.20	0.34	0.40	1.72	-	2.9	-	
123	11 1/3:1	0.17	0.34	0.40	1.58	-	2.7	-	
135	10 1/3:1	0.17	0.28	0.34	1.44	-	2.5	-	
150	9 1/3:1	0.17	0.28	0.34	1.32	-	2.3	-	
168	8 1/3:1	0.17	0.28	0.34	1.19	-	2	-	
193	7 1/4:1	0.14	0.23	0.28	1.05	-	1.8	-	
224	6 1/4:1	0.11	0.17	0.19	0.92	-	1.6	-	
270	5 1/8:1	0.08	0.11	0.14	0.79	-	1.38	-	
340	4 1/8:1	0.06	0.08	0.10	0.52	-	0.90	-	

Gearbox Specification Motor Speed 2800 r.p.m.		SD 41 S 1 or 3 Phase	SD 8 S – SD 38 S 1 or 3 Phase	SD 28 S – SD 29 S					
		Motor Rating 25 watts	Motor Rating 60 watts	Motor Rating 100 watts	Motor Rating 120 watts				
FINAL R.P.M.	RATIO	OUTPUT TORQUE (Nm)							
		COMPOSITE		BRONZE	COMPOSITE	BRONZE	COMPOSITE	BRONZE	
40	70:1	1.5	-	2.5	-	-	-	-	
42	66:1	1.5	-	2.5	-	-	-	-	
46	60:1	2.3	2.3	3.62	-	-	-	-	
52	54:1	2.3	2.3	3.39	-	-	-	-	
58	48:1	2.03	2.3	3.28	-	-	-	-	
64	44:1	1.81	2.3	3.16	-	-	-	-	
70	40:1	1.58	2.9	2.9	2.9	4.5	2.9	4.5	
76	36:1	1.47	2.9	-	2.9	4.5	2.9	4.5	
84	33:1	1.36	2.9	-	2.9	4.5	2.9	4.5	
94	30:1	1.24	2.9	-	2.9	4.5	2.9	4.5	
104	27:1	1.13	2.71	-	2.9	4.5	2.9	4.5	
112	25:1	1.02	2.44	-	2.9	4.5	2.9	4.5	
124	22 1/2:1	0.96	2.30	-	2.9	4	2.9	4.5	
136	20 1/2:1	0.90	2.17	-	2.9	3.73	2.9	4.5	
152	18 1/2:1	0.85	2.04	-	2.9	3.39	2.9	4.07	
170	16 1/2:1	0.79	1.90	-	2.9	3.16	2.9	3.73	
190	15 1/2:1	0.73	1.76	-	2.9	-	2.9	3.62	
194	14 1/2:1	0.70	1.69	-	2.83	-	2.9	3.39	
208	13 1/2:1	0.68	1.63	-	2.71	-	2.9	3.28	
224	12 1/2:1	0.64	1.56	-	2.60	-	2.9	3.05	
246	11 1/3:1	0.62	1.49	-	2.49	-	2.9	-	
270	10 1/3:1	0.57	1.36	-	2.26	-	2.71	-	
300	9 1/3:1	0.51	1.22	-	2.03	-	2.37	-	
336	8 1/3:1	0.46	1.08	-	1.81	-	2.15	-	
396	7 1/4:1	0.40	0.96	-	1.58	-	1.81	-	
448	6 1/4:1	0.36	0.88	-	1.47	-	1.70	-	
540	5 1/8:1	0.28	0.74	-	1.24	-	1.47	-	
690	4 1/8:1	0.25	0.61	-	1.02	-	1.24	-	

Gearbox Specification Motor Speed 900 r.p.m.		SD 8 S – SD 38 S 1 Phase	SD 8 S – SD 38 S 3 Phase
		Motor Rating 10 watts	Motor Rating 15 watts
FINAL R.P.M.	RATIO	OUTPUT TORQUE (Nm)	
		COMPOSITE	COMPOSITE
13	70:1	1.5	1.5
14	66:1	1.5	1.5
15	60:1	2.3	2.3
17	54:1	2.3	2.3
18	48:1	2.3	2.3
20	44:1	2	2.3
22	40:1	1.90	2.83
25	36:1	1.63	2.48
27	33:1	1.52	2.28
30	30:1	1.50	2.25
33	27:1	1.38	2.03
36	25:1	1.20	1.81
40	22 1/2:1	1.13	1.70
44	20 1/2:1	1.10	1.65
48	18 1/2:1	1.07	1.60
54	16 1/2:1	1.06	1.58
58	15 1/2:1	1	1.50
62	14 1/2:1	0.97	1.47
66	13 1/2:1	0.94	1.36
72	12 1/2:1	0.88	1.24
79	11 1/3:1	0.81	1.19
87	10 1/3:1	0.78	1.13
96	9 1/3:1	0.69	1.02
108	8 1/3:1	0.63	0.96
124	7 1/4:1	0.57	0.86
144	6 1/4:1	0.50	0.73
174	5 1/8:1	0.38	0.57
218	4 1/8:1	0.26	0.34



6. Ficha técnica contactores empleados

SIEMENS

Data sheet

3TF20 01-0AC2










CONTACTOR, SIZE 00, 3-POLE AC-3,4KW/400V, SCREW
TERMINALS AUXILIARY CONTACT 01E (1NC) AC OPERATION
AC 24V 50/60HZ



Figure similar

General technical data:	
Size of contactor	0
Protection class IP on the front	IP20
Ambient temperature during operation	55 ... -25 °C
Equipment marking acc. to DIN 40719 extended according to IEC 204-2 acc. to IEC 750	K
Equipment marking acc. to DIN EN 61346-2	Q
Main circuit:	
Number of poles for main current circuit	3
Operating current at AC-1 at 400 V	
• at ambient temperature 40 °C rated value	16 A
Number of NC contacts for main contacts	0
Number of NO contacts for main contacts	3
Operating current at AC-3 at 400 V rated value	9 A
Operating power	
• at AC-1 at 400 V rated value	10 kW
• at AC-3 at 400 V rated value	4 kW
Control circuit/ Control:	

Control version of the switch operating mechanism	conventional
Type of voltage of the control supply voltage	AC
Control supply voltage frequency	50 Hz 60 Hz
<ul style="list-style-type: none"> • 1 rated value • 2 rated value 	
Control supply voltage	
<ul style="list-style-type: none"> • at AC <ul style="list-style-type: none"> — at 50 Hz — rated value — at 60 Hz — rated value 	24 V 24 V
Auxiliary circuit:	
Number of NC contacts for auxiliary contacts	
<ul style="list-style-type: none"> • lagging switching • instantaneous contact 	0 1
Number of NO contacts for auxiliary contacts	
<ul style="list-style-type: none"> • leading contact • instantaneous contact 	0 0
Connections/ Terminals:	
Type of electrical connection	
<ul style="list-style-type: none"> • for main current circuit • for auxiliary and control current circuit 	screw-type terminals screw-type terminals
Identification number and letter for switching elements	01 E
Mechanical data:	
Mounting type	screw and snap-on mounting onto 35 mm standard mounting rail according to DIN EN 50022
Mounting type Side-by-side mounting	Yes
Width	45 mm
Height	48 mm
Depth	68 mm
Certificates/ approvals:	

General Product Approval				Functional Safety/Safety of Machinery	Declaration of Conformity
 CCC	 CSA	 UL		Baumusterbescheinigung	 EG-Konf.
Test Certificates	Shipping Approval			other	
spezielle Prüfbescheinigung n	 DNV	 GL	 LRS	 RMRS	Umweltbestätigung
other					
sonstig					

Further information

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)
<http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)
<http://www.siemens.com/industrymall>

Cax online generator
<http://support.automation.siemens.com/WW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3TF20010AC2>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3TF20010AC2>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3TF20010AC2&lang=en

last modified: 04.06.2016

7. Ficha técnica de bloque de contactos auxiliares empleados

SIEMENS

Show actual product details

Data sheet

3TX4422-1A

AUXILIARY CONTACT BLOCK WITH SCREW TERMINAL
F.MOTOR CONTACTORS DIN EN 50012 IDENTIFICAT.NUMBER
32E,2NO+2NC



General technical data	
product brandname	SIRIUS
Suitability for use	Contact relay and power contactor
Protection class IP on the front	IP20
Ambiant temperature	
• during storage	-55 ... +80 °C
• during operation	-25 ... +55 °C
Mechanical service life (switching cycles) typical	10 000 000
Insulation voltage with degree of pollution 3 rated value	690 V
Surge voltage resistance rated value	6 kV
Auxiliary circuit	
Number of NC contacts for auxiliary contacts	
• instantaneous contact	2
• lagging switching	0
Number of NO contacts for auxiliary contacts	
• instantaneous contact	2
• leading contact	0

Operating current of auxiliary contacts at AC-12	
• at 24 V	10 A
• at 230 V	10 A
• maximum	10 A
Operating current	
• of auxiliary contacts	
— at AC-14	
— at 125 V	10 A
— at AC-15	
— at 24 V	10 A
— at 230 V	5.6 A
— at 400 V	3.6 A
• at AC-15 at 690 V rated value	2.3 A
Operating current	
• of auxiliary contacts at DC-13	
— at 24 V	10 A
— at 60 V	5 A
— at 110 V	1.14 A
— at 220 V	0.48 A
Installation/ mounting/ dimensions	
Mounting type	snap-on mounting
Width	45 mm
Height	24 mm
Depth	25 mm
Connections/Terminals	
Type of electrical connection for auxiliary and control current circuit	screw-type terminals
Type of connectable conductor cross-sections	
• for auxiliary contacts	
— finely stranded	
— with core end processing	2x (0.5 ... 1.0 mm ²), 2x (0.75 ... 2.5 mm ²)
• at AWG conductors for auxiliary contacts	2x (18 ... 12)
Safety related data	
Product function positively driven operation acc. to IEC 60947-5-1	Yes
Certificates/approvals	

General Product Approval				Functional Safety/Safety of Machinery	Test Certificates
				Baumusterbescheinigung	spezielle Prüfbescheinigungen
CCC	CSA	UL	EAC		
Shipping Approval			other		
			Bestätigungen		
DNV	PRS	RINA			

Further information

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)

<http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/en/Catalog/product?mlfb=3TX4422-1A>

Cax online generator

<http://support.automation.siemens.com/WW/CAXorder/default.aspx?lang=en&mlfb=3TX4422-1A>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/3TX4422-1A>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, EPLAN macros, ...)

http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_de.aspx?mlfb=3TX4422-1A&lang=en

last modified:

02/07/2017