

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Optimización de Sistema de Automatización de la zona de digestores en una Estación Depuradora de Aguas Residuales mediante TIA Portal



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo Fin de Grado

Ander Núñez Suberviola

Ignacio Del Villar Fernández

Pamplona, 23 de mayo de 2022

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Grado se ha llevado a cabo durante el periodo de prácticas curriculares en la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Arazuri. Consiste en la optimización de la zona de digestores de la planta, así como en la automatización a través de TIA Portal del nuevo digestor primario que se va a construir en dicha planta depuradora. Todos los procesos que se llevan a cabo en un digestor se realizan de forma automática, los cuales son controlados con la ayuda del software SCADA Wonderware. En la actualidad existen 4 digestores primarios, los cuales están controlados por diferentes PLCs, por lo que en primer lugar se debe centralizar el control de los mismos en un único autómatas, para posteriormente poder diseñar tanto los esquemas eléctricos como el programa del nuevo digestor.

Lista de palabras clave

Digestor, EDAR, TIA Portal, SCADA, optimización, autómatas, PLC, bomba, válvula.

Abstract

This Final Degree Project has been carried out during the curricular practices period at the Arazuri Wastewater Treatment Plant. It consists of the optimization of the digester area of the plant, as well as the automation through TIA Portal of the new primary digester that is going to be built in this treatment plant. All the processes that are produced in a digester are done automatically, which are controlled with the help of Wonderware SCADA software. Currently there are 4 primary digesters, which are controlled by different PLCs, so first of all, their control must be centralized in a single automaton, in order to subsequently be able to design both the electrical diagrams and the program for the new digester.

Keywords

Digester, WWTP, TIA Portal, SCADA, optimization, automaton, PLC, bomb, valve.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen	2
Lista de palabras clave	2
1. Introducción	10
1.1. La empresa	10
1.1.1. Emplazamiento.....	10
1.1.2. Historia	11
1.2. El proyecto de construcción del nuevo digestor	12
2. Justificación del trabajo.....	12
3. Objetivos del proyecto	13
4. Estado Del Arte.....	13
4.1. Funcionamiento de una estación depuradora	13
4.1.1. Línea de aguas	15
4.1.2. Línea de fangos.....	16
4.2. Procesos de estabilización del fango	17
4.2.1. Estabilización química.....	17
4.2.2. Estabilización térmica	17
4.2.3. Estabilización biológica.....	18
4.3. Tecnología existente en la digestión del fango.....	20
4.3.1. Bomba de tornillo helicoidal.....	20
4.3.2. Bomba neumática de doble membrana	20
4.3.3. Bomba lobular o de pistones rotativos	21
5. Antecedentes y situación de partida	22
5.1. Distribución lógica de la planta	22
5.1.1. Organización general	22
5.1.2. Organización zona digestores	24
5.2. Funcionamiento de un digestor primario	24
5.3. Elementos necesarios para la automatización y monitorización de un digestor	28
5.4. Hardware disponible	29
5.4.1. Elementos de control y comunicaciones	29
5.4.2. Motores y accionamientos	36
5.5. TIA Portal en la EDAR de Arazuri	42
5.5.1. Breve introducción a TIA Portal	42

5.5.2.	Organización del proyecto	43
5.5.3.	Lógica de programación	44
5.5.4.	Organización del programa de los digestores	47
5.6.	Modificaciones previas a realizar en la instalación	48
5.6.1.	PLC Energía	49
5.6.2.	PLC Deshidratación	49
5.6.3.	PLC Fangos	50
6.	Optimización del sistema mediante TIA Portal	50
6.1.	Reubicación de los dispositivos	50
6.1.1.	Direccionamiento inicial de los elementos del PLC de Energía	50
6.1.2.	Direccionamiento inicial del PLC de Deshidratación	52
6.1.3.	Plano de ocupación del PLC de Fangos	53
6.1.4.	Direccionamiento final del PLC de Fangos	54
6.1.5.	Conexionado a los borneros	58
6.2.	Desarrollo del programa basado en TIA Portal	60
6.2.1.	Funciones principales a utilizar	60
6.2.2.	Funciones auxiliares	64
7.	Integración de un nuevo digestor en el sistema	67
7.1.	Diseño de los esquemas eléctricos	67
7.1.1.	Software EPLAN	67
7.1.2.	Generalidades de los esquemas	68
7.2.	Programación y control con TIA Portal	70
7.2.1.	Direccionamiento de los nuevos equipos del digestor N°5	70
7.2.2.	Funciones principales a utilizar	72
7.2.3.	Funciones auxiliares PLC FANG	74
7.2.4.	Funciones auxiliares PLC DESH	76
7.3.	Control del sistema mediante SCADA	77
7.3.1.	Software Wonderware InTouch	77
7.3.2.	Diseño de la pantalla del digestor N°5	77
7.3.3.	Creación de elementos animados	79
7.3.4.	Vinculación de los objetos a señales del PLC	83
8.	Conclusiones	86
9.	Líneas futuras	87

10.	Bibliografía	88
11.	Anexos.....	90
Anexo 1.	PLC 412-2 PN	90
Anexo 2.	IM 153-1	91
Anexo 3.	IM 155-6 DP HF.....	93
Anexo 4.	Bomba Netzsch T. Envi T2 06/140 BG-E.....	94
Anexo 5.	Bomba KSB Etanorm.....	96
Anexo 6.	Válvula guillotina Orbinox.....	97
Anexo 7.	Sirius arrancador suave	99
Anexo 8.	Variador de frecuencia Danfoss.....	100
Anexo 9.	Ventilador HCTT/4-800-A 3kW	101
Anexo 10.	Planos	102
Plano 1:	Esquema de fuerza bombas digestor N°5	102
Plano 2:	Esquema de mando bomba Dinomix digestor N°5.....	103
Plano 3:	Esquema de mando bomba fangos digestor N°5	104
Plano 4:	Esquema de mando bomba agua caliente digestor N°5.....	105
Plano 5:	Esquema de mando ventilador sótano digestor N°5.....	106
Plano 6:	Esquema de maniobra válvula 4 vías digestor N°5.....	107
Plano 7:	Esquema de maniobra EV torre de reparto a digestor N°5	108
Plano 8:	ET01 Sótano digestores – Entradas digitales	109
Plano 9:	ET01 Sótano digestores – Salidas digitales	110
Anexo 11.	Funciones TIA Portal	111
INTERCAMBIADOR N°5	111	
DINOMIX N°5	122	
SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO.....	133	
EVs CLORURO FERRICO	158	
VENTILACION SOTANO.....	162	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Emplazamiento EDAR Arazuri – fuente: https://www.google.es/maps/@42.8084958,-1.7195246,2046m/data=!3m1!1e3?hl=es	10
Figura 4.1: Municipios integrados en la Comarca de Pamplona - fuente: http://www.mcp.es/la-mancomunidad/quienes-somos	14
Figura 4.2: Imagen panorámica EDAR Arazuri - fuente: https://www.mcp.es/sites/default/files/EDAR_aerea_2014%20port.jpg	14
Figura 4.3: Diagrama del proceso aerobio de lodos - fuente: http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4314/Capitulo6.pdf	18
Figura 4.4: Etapas del proceso de digestión biológica anaerobia de fangos. Fuente: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360128508000312	19
Figura 4.5: Bomba de tornillo helicoidal - fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Bomba-rotativa-de-tornillo-helicoidal_fig3_279479588	20
Figura 4.6: Bomba neumática de doble membrana - fuente: https://www.debem.com/es/productos/bombas-neumaticas-de-doble-membrana/fullflow/fullflow-502/	21
Figura 4.7: Bomba lobular - fuente: https://pumps-systems.netzsch.com/es/productos-and-accesorios/bombas-de-pistones-rotativos-tornado/bomba-de-pistones-rotativos-tornado-t-envi	21
Figura 4.8: Funcionamiento de una bomba lobular - fuente: https://www.inoxpa.com/uploads/document/Manuals%20de%20instruccions/Components/Bombes/TLS/01.520.30.07ES.pdf	22
Figura 5.1: Red física de comunicaciones de la EDAR.....	23
Figura 5.2: Ubicación digestores en la EDAR	25
Figura 5.3: Situación del 5º digestor.....	25
Figura 5.4: Esquema intercambiador de calor (En rojo el agua y en marrón el fango).....	26
Figura 5.5: Depósito de cloruro férrico	26
Figura 5.6: Esquema de conexiones de un digestor primario.....	27
Figura 5.7: PLC 414-2 DP - fuente: https://es.wiautomation.com/94957-home_default/6ES74142XL070AB0.jpg	30
Figura 5.8: Módulo de alimentación PS407 10A - fuente: https://www.plc-city.com/shop/698-thickbox_default/6es7407-0ka02-0aa0.jpg	30
Figura 5.9: Módulo ProfiNET CP 443-1 - fuente: https://relepro.com/1731-large_default/simatic-net-cp-443-1-procesador-de-comunicaciones-para-la-conexion-de-simatic-s7-400-a-ethernet-ind.jpg	31
Figura 5.10: Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC del PLC FANG - fuente: https://plc-trade.com/pub/35249/6es7421-1bl01-0aa0.jpg	31

Figura 5.11: Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC/0.5A del PLC FANG- fuente: https://plc-trade.com/pub/35255/6es7422-1bl00-0aa0.jpg	32
Figura 5.12: Módulo de entradas analógicas AI8x13BIT del PLC FANG - fuente: https://www.plc-city.com/shop/171756-large_default/sie-6es7431-1kf00-0ab0-refurbished.jpg	32
Figura 5.13: IM 153-1 - fuente: https://i.ebayimg.com/images/g/ogYAAOSwEUxiJPVF/s-l300.jpg	33
Figura 5.14: Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC de la ET200 sótano digestores - fuente: https://www.plc-city.com/shop/334-large_default/6es7321-1bl00-0aa0.jpg	33
Figura 5.15: Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC/0.5A de la ET200 sótano digestores - fuente: https://www.plc-city.com/shop/547-large_default/6es7322-1bl00-0aa0.jpg	34
Figura 5.16: Módulo de entradas analógicas AI8x13BIT de la ET200 sótano digestores - fuente: https://www.plc-city.com/shop/19320-large_default/6es7331-1kf01-0ab0-used.jpg	34
Figura 5.17: IM 155-6 DP HF - fuente: https://assets.alliedelec.com/f_auto,q_auto,c_scale,w_400/71114936.jpg	35
Figura 5.18: Módulo de entradas digitales de la ET200 reparto - fuente: https://i.ebayimg.com/images/g/BjQAAOSwnm1eb9pX/s-l400.jpg	35
Figura 5.19: Módulo de salidas digitales de las ET200 reparto - fuente: https://i.ebayimg.com/images/g/l5cAAOSw7OhiM6Ay/s-l225.jpg	36
Figura 5.20: Módulo de entradas analógicas de la ET200 reparto - fuente: https://www.plc-city.com/shop/2263-thickbox_default/6es7134-6hd00-0ba1-nfs.jpg	36
Figura 5.21: Características bomba Dinomix	37
Figura 5.22: Bomba Dinomix	37
Figura 5.23: Bomba fangos a intercambiador	38
Figura 5.24: Bomba agua caliente a intercambiador	39
Figura 5.25: Intercambiador de calor	40
Figura 5.26: Válvula 4 vías	40
Figura 5.27: E.V. fango a digestor primario	41
Figura 5.28: E.V. alimentación fango a digestor primario.....	42
Figura 5.29: Logo TIA Portal V14 - fuente: https://www.plc-city.com/shop/c/234-category_default/siemens-software-tia-portal-v14.jpg	42
Figura 5.30: Organización general del programa de TIA Portal	43
Figura 5.31: Organización PLC	44
Figura 5.32: Organización de los programas de los digestores.....	47
Figura 5.33: Función de los intercambiadores del PLC de Energía	47
Figura 5.34: Función de preparación del buzón de comunicaciones del PLC de Energía.....	48

Figura 5.35: Funciones de las válvulas de los digestores del PLC de Deshidratación	48
Figura 6.1: Entradas digitales iniciales PLC Energía	51
Figura 6.2: Salidas digitales iniciales PLC Energía	51
Figura 6.3: Entradas analógicas iniciales PLC Energía	52
Figura 6.4: Direccionamiento inicial ET200 del sótano de la torre de digestores	52
Figura 6.5: Direccionamiento inicial ET200 reparto de la segunda planta de la torre de digestores.....	52
Figura 6.6: Plano de ocupación inicial de las variables de entrada del PLC Fangos	53
Figura 6.7: Plano de ocupación inicial de las variables de salida PLC Fangos	54
Figura 6.8: Entradas digitales finales de las bombas de fango y de agua caliente de los digestores primarios 1 y 3	54
Figura 6.9: Salidas digitales finales de las bombas de fango y agua caliente de los digestores primarios 1 y 3.....	55
Figura 6.10: Entradas digitales finales de las válvulas 4 vías de los digestores primarios 1 y 3 ..55	
Figura 6.11: Salidas digitales finales de las válvulas 4 vías de los digestores primarios 1 y 3	55
Figura 6.12: Sensores de temperatura de los digestores 1 y 3, valor real en DB36	56
Figura 6.13: Sensores de temperatura de los digestores 1 y 3, valor entero en DB38	56
Figura 6.14: Comunicación ProfiBUS de las ETs correspondientes al PLC DESH	56
Figura 6.15: Comunicación ProfiNET de las ETs correspondientes al PLC DESH	57
Figura 6.16: Comunicación ProfiNET de las ETs correspondientes al PLC FANG.....	57
Figura 6.17: Direccionamiento final ET200 del sótano de la torre de digestores	58
Figura 6.18: Direccionamiento final ET200 reparto de la segunda planta de la torre de digestores.....	58
Figura 6.19: Secuencia EVs arqueta de reparto	63
Figura 6.20: Secuencia EVs cloruro férrico	64
Figura 6.21: Funciones de alarma del PLC de Energía	64
Figura 6.22: Segmento añadido en la FC19-ALARMAS FANGOS.....	65
Figura 6.23: Accionamiento de emergencia	66
Figura 6.24: Accionamiento de fallo mando de una bomba	66
Figura 6.25: Accionamiento de fallo mando de una válvula	66
Figura 7.1: Logo EPLAN - fuente: https://expoalemania.com/wp-content/uploads/2021/06/EPLAN-Software-Service-Hispanoame%CC%81rica.jpg	68
Figura 7.2: Entradas digitales equipos Digestor N°5 PLC FANG.....	70
Figura 7.3: Salidas digitales equipos Digestor N°5 PLC FANG	71

Figura 7.4: Entradas digitales equipos Digestor N°5 PLC DESH	71
Figura 7.5: Salidas digitales equipos Digestor N°5 PLC DESH	71
Figura 7.6: Entradas analógicas digestor N°5 PLC FANG	72
Figura 7.7: Entradas analógicas digestor N°5 PLC DESH	72
Figura 7.8: Señales analógicas, valores reales en DB36, PLC FANG	72
Figura 7.9: Señales analógicas, valores reales en DB36, PLC DESH.....	72
Figura 7.10: Alarmas digestor N°5 en PLC FANG	75
Figura 7.11: Alarmas digestor N°5 PLC DESH	76
Figura 7.12: Accionamiento fallo mando ventilador N°5 en el PLC DESH.....	77
Figura 7.13: Logo Wonderware InTouch - fuente: https://www.logolynx.com/images/logolynx/52/529a6f6dc10a6bae00f2d3199e4cfcfe.jpeg ..	77
Figura 7.14: Pantalla base del SCADA del digestor primario N°5	78
Figura 7.15: Ventana de características de una bomba.....	80
Figura 7.16: Ventana de características de un variador de frecuencia	81
Figura 7.17: Ventana de características de una válvula 4 vías	81
Figura 7.18: Ventana de características de una electroválvula	82
Figura 7.19: Pantalla del SCADA del digestor primario N°5 con objetos animados.....	83
Figura 7.20: Pantalla final del SCADA del digestor N°5	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1: Entradas y salidas PLC.....	29
Tabla 5.2: DBs de horas y maniobras	45
Tabla 5.3: Direcciones de alarmas	46
Tabla 6.1: Conexionado borneros entradas y salidas digitales	59
Tabla 7.1: Equipos digestor N°5 del PLC FANG.....	71
Tabla 7.2: Equipos digestor N°5 del PLC DESH	72
Tabla 7.3: Numeración de los equipos en el SCADA.....	84
Tabla 7.4: Numeración de los sensores analógicos en el SCADA.....	84
Tabla 7.5: Atributos de la bomba fango digestor N°5 en el SCADA.....	85

1. Introducción

La automatización y optimización de los procesos industriales son temas que siempre tienen una gran importancia para las empresas. En esta ocasión, se busca mejorar la eficiencia en el proceso de digestión de una planta depuradora de aguas residuales, en concreto de la EDAR de Arazuri.

Por ello, en primer lugar, se explicará brevemente el contexto y entorno para el desarrollo del Trabajo de Fin de Grado, describiendo brevemente el lugar de trabajo y el proyecto en construcción de un nuevo digestor, que formará parte de la memoria.

1.1. La empresa

La Mancomunidad de la Comarca de Pamplona (MCP) se trata de una entidad local formada por 50 municipios correspondientes a la comarca de Pamplona, la cual desarrolla los siguientes servicios públicos:

- Recogida y tratamiento de los residuos
- Ciclo integral del agua
- Transporte urbano
- Servicio de taxi
- Parque fluvial de la Comarca

El proyecto está dirigido al servicio del ciclo integral del agua, en concreto a la Estación Depuradora de Aguas Residuales (en adelante, EDAR) de Arazuri.

1.1.1. Emplazamiento

La EDAR de Arazuri es una depuradora ubicada al sur de Arazuri, localidad y concejo perteneciente al municipio de la Cendea de Olza, situado en la Merindad de Pamplona, en la Cuenca de Pamplona.



Figura 1.1: Emplazamiento EDAR Arazuri – fuente: <https://www.google.es/maps/@42.8084958,-1.7195246,2046m/data=!3m1!1e3?hl=es>

1.1.2. Historia

a) Historia de la MCP/SCPSA

Sobre los años 60 comenzó a aumentar la industria en Navarra, dando lugar a un crecimiento demográfico en Pamplona y en las poblaciones cercanas. Esto originó unas necesidades y problemas comunes, como podía ser el abastecimiento, saneamiento y depuración del agua, ya que cada ayuntamiento no era capaz de abordar el problema de manera individual.

El destino de estas aguas residuales era el río Arga y sus afluentes, y este crecimiento demográfico estaba afectando gravemente a la integridad de estos.

Por lo tanto, en 1980, corporaciones locales de la comarca, la Diputación Foral y el Ayuntamiento de Pamplona decidieron enfrentarse a este problema conjuntamente. Como resultado, en 1982 nació la Mancomunidad de Aguas de la Comarca de Pamplona, la cual gestiona el ciclo integral del agua, es decir, el abastecimiento de agua potable y la depuración de las aguas residuales.

Cuatro años después, en 1986, la Mancomunidad de Aguas pasó a denominarse Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, con la intención de abordar nuevos servicios. De esta manera, en 1987 comenzó a encargarse de la recogida y gestión de residuos.

Otro problema que empezó a surgir fue la movilidad y transporte entre los diferentes núcleos de población, por lo que, en 1999, la MCP asumió la gestión del servicio de transporte urbano. En primer lugar, se encargaba del transporte colectivo, pero, en 2006, abordó también el servicio del taxi.

El último servicio se asumió en 2007 y consistía en la gestión del Parque Fluvial de la Comarca de Pamplona.

b) Historia de la EDAR de Arazuri

La necesidad de recoger toda el agua residual de la Comarca de Pamplona y verterla al río con un menor grado de contaminación hizo que, en el año 1987 se construyera en Arazuri una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). A través de las redes de colectores, llegan las aguas residuales generadas en la Comarca de Pamplona, las cuales se someten a un proceso de depuración que permita devolverlas al río Arga en las mejores condiciones.

En dicho año, se construye lo que se conoce ahora como “tratamiento primario”, es decir, el proceso de depuración consistía en un pretratamiento, en el cual las aguas pasaban por rejillas y tamices para eliminar los gruesos, y posteriormente se sometía al tratamiento primario, en el cual se decantaba el agua para eliminar partículas en suspensión. De igual forma, se construye en 1987 los digestores 1 y 2.

Posteriormente, en 1999, se construye el tratamiento secundario (tratamiento biológico), consiguiendo una depuración mucho más eficaz, así como el proceso de nitrificación y desnitrificación. Como parte de ese proceso se construyen los digestores 3 y 4.

Entre los años 2002 y 2004, se realiza una segunda línea de flotación y espesamiento de fangos biológicos, con una inversión de 956.350,56 euros y financiada por NILSA con cargo al canon de saneamiento.

Durante los años posteriores se han ido realizando mejoras e incrementos en la instalación, hasta el 2022, año en el que se ha proyectado la construcción del 5º digestor primario.

1.2. El proyecto de construcción del nuevo digestor

Para este año 2022, en la EDAR de Arazuri se ha proyectado la construcción de un quinto digestor primario, y que los 4 existentes se han quedado cortos para abastecer toda la demanda actual.

Por ello, es necesaria la automatización de dicho digestor para su correcto funcionamiento, desarrollando en este documento la realización de esta.

En la sesión del 31 de agosto, el Consejo de Administración de Servicios de la Comarca de Pamplona (SCPSA) trata la aprobación de la licitación del nuevo digestor. En la EDAR de Arazuri no solamente se depura el agua residual, sino que, a partir de transformaciones biológicas, se genera energía renovable y compost.

Durante la digestión se produce una estabilización de lodos en ausencia de oxígeno, descomponiendo los microorganismos en materia biodegradable. Con la implementación del nuevo digestor de 4.100 m³ de capacidad, se mejorará la digestión anaerobia de los lodos, permitirá aumentar la capacidad de depuración de aguas residuales, aumentará la capacidad de digestión (en un 25%), mejorará la estabilidad del lodo resultante (aumentando su Tiempo de Retención de 22,7 a 28,4 días) e incrementará la producción de biogás.

Actualmente, el Digestor Secundario está programado en el PLC de control como "Nº 5" por lo que, para evitar errores de lectura, se deberá modificar la nomenclatura de este digestor secundario, para poder diferenciarlo del nuevo Digestor 5.

El funcionamiento de este quinto nuevo digestor, junto con los cuatro ya existentes, deberá reajustarse con la regulación actual de la producción de fangos en exceso de la Planta y con el tiempo de retención, fijado en torno a 22-24 días.

2. Justificación del trabajo

La cantidad de agua consumida por la Comarca de Pamplona va en aumento a lo largo de los años, haciendo que las instalaciones construidas en la Estación Depuradora de Arazuri se vayan quedando pequeñas y vaya siendo necesaria la ampliación de las mismas.

Debido esto, y que la línea de fangos es la parte de la planta que peor eficiencia presenta en la actualidad, se ha considerado necesario la instalación de un quinto digestor primario, el cual dotará de mayor capacidad de digestión del fango, mejorando la eficiencia de la línea.

Además, poco a poco todos los procesos industriales capaces de automatizarse se hacen, ya que permiten mejorar la calidad de los procesos y llevar un control exhaustivo de todos los elementos.

Por lo tanto, la principal justificación de este Trabajo de Fin de Grado es desarrollar un programa capaz de automatizar el nuevo digestor primario que se va a instalar en la EDAR de Arazuri, mejorando la calidad del fango estabilizado y, por lo tanto, optimizando la eficiencia de la planta.

3. Objetivos del proyecto

El objeto del proyecto es la optimización de la zona de digestión de la EDAR de Arazuri mediante la centralización del control y mando de los digestores, debido a que estos se encuentran gobernados por varios autómatas, y se desea reducir la tarea a un único autómata. Aprovechando los cambios que se van a realizar, se modificará una línea de comunicación entre los autómatas para actualizar los protocolos de comunicación de ProfiBUS a ProfiNET.

Por otro lado, dada la necesidad de ampliar la capacidad de la planta dado el aumento de consumo y de generación de residuos de la población de la Comarca de Pamplona, en 2022 se va a construir un 5º digestor primario, por lo que se desarrollarán los esquemas y programa correspondiente para la correcta automatización del nuevo digestor. Para ello, se deberá trabajar con el software utilizado en la empresa:

TIA Portal, para la automatización del digestor.

SCADA Wonderware, para la visualización de señales y control del digestor.

EPLAN, para la elaboración de planos y esquemas.

4. Estado Del Arte

A continuación, se describirá el estado del arte actual de la tecnología existente en el ámbito de la depuración de aguas residuales y, en concreto, en el apartado de digestión del fango. Para ello, se empezará con una explicación general y se irá concretando en el funcionamiento propio de un digestor.

4.1. Funcionamiento de una estación depuradora

La estación depuradora de aguas residuales (en adelante EDAR) de Arazuri es una planta depuradora que pertenece a la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona y que recoge toda el agua residual de la comarca.



Figura 4.1: Municipios integrados en la Comarca de Pamplona - fuente: <http://www.mcp.es/la-mancomunidad/quienes-somos>

La Mancomunidad de la Comarca de Pamplona engloba los 50 municipios de la comarca de Pamplona.

La EDAR de Arazuri se encarga de recoger toda el agua residual doméstica e industrial de la comarca de Pamplona y depurarla para poder verterla al río con unos niveles de contaminación admisibles.

En la Figura 4.2 se puede ver una imagen de la planta:



Figura 4.2: Imagen panorámica EDAR Arazuri - fuente: https://www.mcp.es/sites/default/files/EDAR_aerea_2014%20port.jpg

La planta depuradora de Arazuri tiene una ventaja y es que se encuentra aguas abajo de prácticamente toda la comarca (a excepción de Arazuri y Orkoien), por lo que no necesita bombear el agua hasta la estación, ya que esta llega gracias a la acción gravitatoria.

Una planta depuradora tiene dos líneas diferentes: línea de aguas y línea de fangos.

La línea de aguas sigue el ciclo aguas abajo, por lo que la planta no necesita bombas de agua para el movimiento del agua. Sin embargo, la línea de fangos va en sentido contrario, por lo que para esta sí que necesitan bombas.

4.1.1. Línea de aguas

En la línea de aguas, se determinan las siguientes etapas de depuración:

En primer lugar, el agua llega por una tubería a un canal en donde se ubican tres compuertas, las cuales permiten el paso a la primera etapa de depuración. La estación es capaz de tratar un caudal de aproximadamente 7000 litros por segundo. Si en alguna ocasión llega una cantidad de agua superior, el agua restante se desborda a través de unas compuertas de *ByPass* y llega al río sin tratar.

c) Pretratamiento

Consiste en eliminar los sólidos gruesos. Es una etapa muy importante porque esto evita el deterioro de los materiales de las siguientes etapas. Como se ha comentado anteriormente, se tienen tres compuertas de entrada del agua a la depuradora. Esto es porque en la estación hay tres líneas paralelas de tratamiento previo.

Cada línea tiene las siguientes partes:

Rejas de unos 5 cm de paso para eliminar los sólidos más grandes. Estos elementos quedan retenidos y cada cierto tiempo, se activa un motor que eleva dichos sólidos y los lleva a una cinta transportadora.

Tamices: tienen un paso de luz menor que el de las rejas. En la ocasión actual, una de las líneas contiene un tamiz estático y las otras dos tienen tamices rotatorios.

Tras los tamices, el agua llega a unos tanques de desarenado y desengrasado, en los que se introducen burbujas de aire, que hacen que las grasas salgan rápidamente a la superficie y se coloquen en los laterales de los tanques, las cuales son recogidas mediante unas pasarelas. Por otro lado, la parte inferior del tanque está construido en forma de "V" para que vayan depositando los sólidos más densos (arenas). De vez en cuando, una bomba aspira dichos sólidos para verterlos a un contenedor.

d) Tratamiento primario

Tras el pretratamiento, toda el agua se vuelve a juntar en un canal. Dicho canal tiene una compuerta que limita el caudal del agua, vertiendo de nuevo el excedente al río Arga (esta vez con los sólidos más gruesos eliminados). Una vez el agua pasa la compuerta, se vuelve a dividir

en dos canales, los cuales distribuyen dicha agua en 6 decantadores primarios (un canal lleva el agua a los decantadores primarios 1, 2 y 3, y el otro canal a los otros tres).

Estos decantadores son unos decantadores circulares que lo que hacen es reducir la velocidad del agua para que los sólidos más densos sedimenten y las grasas floten. Igualmente, se introducen burbujas en el agua para que se formen flóculos y se puedan eliminar los coloides del agua.

Igualmente, una pasarela rotatoria va recogiendo las grasas y los sedimentos se recogen con una rasqueta.

e) Tratamiento secundario

Una vez ha pasado el decantador primario, se lleva el agua a 4 lagunas aireadas de 10 metros de profundidad, las cuales tienen tres zonas diferenciadas. En la primera zona se introducen burbujas de aire para recircular el agua, consiguiendo un tratamiento aerobio. En la segunda parte, el agua se deja en reposo, consiguiendo en la mayor parte de esta un tratamiento anaerobio. Y en la tercera zona, se pueden introducir o no burbujas de aire, según lo que se desee obtener, siendo un tratamiento facultativo.

Además, para que el proceso de activación de los fangos se acelere, se aporta del decantador secundario parte del agua tratada la cual contiene materia orgánica muerta.

f) Tratamiento terciario

Finalmente, de las lagunas aireadas se lleva el agua a los 4 decantadores terciario, que son de un tamaño superior al de los decantadores primarios, y se deja el agua decantando un tiempo también mayor.

Tras estos últimos decantadores, el agua limpia de la superficie rebosa a los canales perimetrales, conduciéndola a la arqueta de salida y seguidamente al río.

4.1.2. Línea de fangos

Por otro lado, toda la materia orgánica que se va eliminando del agua residual se va tratando para posteriormente poder obtener abono o poder producir energía.

Para ello, se debe eliminar la mayor cantidad posible del mismo, así como estabilizarlo.

En primer lugar, hay tres espesadores y tres flotadores que recogen el fango procedente de los decantadores. Básicamente, el fango proveniente de los decantadores primarios se lleva a los espesadores, ya que se trata de un fango más denso, mientras que el fango proveniente de los decantadores secundarios se lleva a los flotadores, puesto que es más ligero.

Tras esto, tanto el fango de los espesadores como el de los flotadores se lleva a una arqueta de reparto del fango a los digestores (actualmente la arqueta se ha sustituido por una tubería en forma de anillo, ya que la arqueta daba muchos problemas), en donde se mezcla todo el fango.

Una vez mezclado, se reparte entre los 4 digestores primarios que existen actualmente (en 2022 se va a construir el 5º, el cual va a ser el objeto de este proyecto). La función principal de los digestores es estabilizar la materia orgánica del fango, así como obtener diferentes gases como pueden ser el metano o amoníaco. Esta parte se explicará de forma más exhaustiva posteriormente.

Tras los digestores primarios, se lleva el fango al digestor secundario, el cual almacena y sedimenta todo el fango procedente de los decantadores primarios.

El biogás producido se conduce hacia un gasómetro, donde se almacena en la esfera de gas o se lleva a la zona de generación, para utilizarlo posteriormente en la generación de energía térmica o eléctrica.

Del digestor secundario, el fango pasa al tanque de homogeneización y, por último, el fango es deshidratado. Para ello, se le añade una sustancia la cual ayuda al proceso.

Una vez realizadas todas estas etapas, se obtiene un fango con alto porcentaje en masa preparado para ser utilizado como abono o combustible para la generación de energía.

4.2. Procesos de estabilización del fango

A la hora de estabilizar el fango obtenido de los espesadores y flotadores en una EDAR, eliminando la mayor cantidad posible de materia biodegradable. El principal objetivo de la digestión de fangos en una depuradora es eliminar la mayor cantidad de materia orgánica biodegradable para evitar la putrefacción incontrolada. A partir de ahí, se busca la mayor eficiencia en el proceso y el máximo aprovechamiento energético posible, dos de los principales objetivos de las empresas.

Para ello, en la actualidad existen 3 métodos distintos de estabilización: químicos, térmicos y biológicos.

4.2.1. Estabilización química

La estabilización química consiste en la utilización de reactivos tales como el cloro (Cl_2) o el monóxido de calcio (CaO), los cuales reaccionan con el fango para obtener materia orgánica (M.O. en adelante). Si se utiliza Cl_2 , se destruye por oxidación virus y M.O., mientras que con la utilización de CaO la M.O. no se destruye, pudiéndose aprovechar energéticamente.

Este tipo de estabilización únicamente es viable para pequeñas cantidades de fango debido al consumo de reactivos, por lo que en una estación depuradora no es viable.

4.2.2. Estabilización térmica

La estabilización térmica consigue una estabilización y acondicionamiento del fango simultáneo.

Las altas temperaturas y presiones (40 atm y 60 °C) destruyen los virus, pero no la M.O., permitiendo el aprovechamiento energético. Dichas condiciones facilitan también la separación y deshidratación del fango obtenido.

4.2.3. Estabilización biológica

Por último, se encuentra la estabilización biológica, que puede realizarse en condiciones aerobias y anaerobias. Mediante dicho proceso, el fango estable obtenido tiene menor contenido de M.O., aunque se producen gases (CO_2 y CH_4) que disminuyen el poder energético.

a) Estabilización biológica aerobia

La estabilización biológica aerobia consiste en someter a los lodos a una aireación prolongada de entre 10 y 25 días, llevada a cabo o bien en un digestor que trata el fango en exceso o bien en la propia etapa de tratamiento secundario (biológico) del agua residual.

A continuación, en la Figura 4.3, se muestra un diagrama del proceso aerobio de lodos:

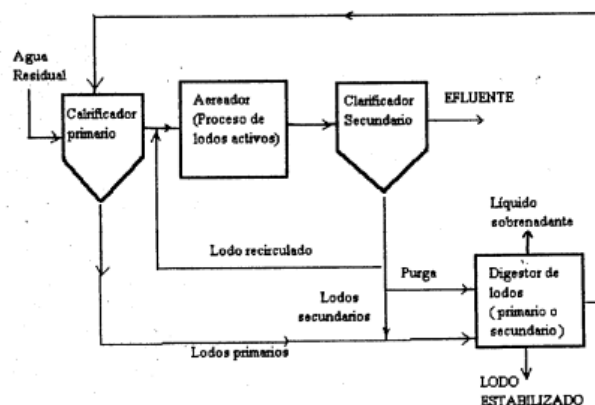
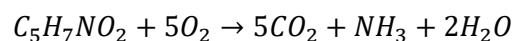


Figura 4.3: Diagrama del proceso aerobio de lodos - fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/4314/Capitulo6.pdf>

Dicho proceso viene representado mediante la siguiente ecuación:



Tal y como se ve, la materia orgánica presente en el fango (representada por $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$) es oxidada, convirtiéndose en dióxido de carbono, amoníaco y agua.

b) Estabilización biológica anaerobia

El proceso más frecuente y el utilizado en la mayor parte de las depuradoras de aguas residuales (utilizado en la EDAR de Arazuri) es el de estabilización biológica anaerobia, en donde se produce la degradación de materia orgánica en recinto cerrado y en ausencia de aire, formándose biogás (CH_4). Las principales ventajas de este método de estabilización es la posibilidad de tratar gran cantidad de materia orgánica, y la obtención de biogás, el cual se puede utilizar para la generación de energía eléctrica.

La digestión anaerobia se puede dividir en cuatro procesos: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, tal y como se describe en la Figura 4.4:

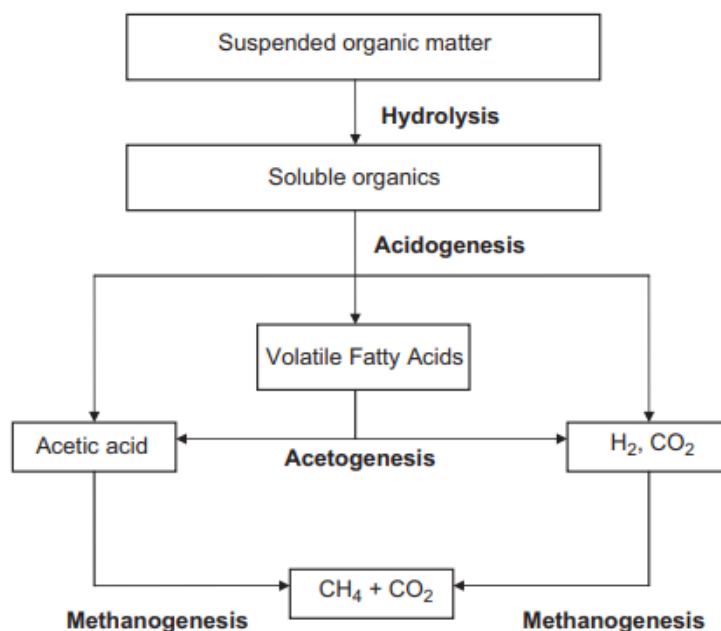
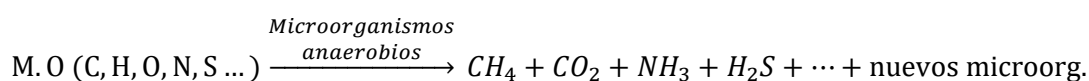


Figura 4.4: Etapas del proceso de digestión biológica anaerobia de fangos. Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360128508000312>

Durante la hidrólisis, la materia orgánica insoluble y los elementos de alto peso molecular se descomponen en compuestos más sencillos (aminoácidos, ácidos grasos, etc.). Es la etapa más lenta y, por lo tanto, la etapa limitante en el proceso. En la acidogénesis se generan ácidos grasos volátiles y gases tales como son el dióxido de carbono, amoníaco y el ácido sulfhídrico. Durante la acetogénesis, los ácidos y alcoholes, gracias a las bacterias facultativas y anaerobias, se transforman en ácido acético. Por último, en la metanogénesis, se produce el gas metano gracias a las bacterias metanogénicas.

La reacción final se podría resumir en la siguiente fórmula:



Debido a la ausencia de oxígeno, la materia orgánica se descompone en gases como pueden ser el metano, dióxido de carbono, amoníaco o ácido sulfúrico (estos dos últimos dependerán de la composición del fango).

Dentro de este tipo, existen dos tecnologías distintas, según la temperatura a la que se tenga el fango: digestión mesofílica (óptimo en torno a 36°C) y digestión termofílica (temperatura alrededor de 55°C). La más utilizada es la digestión biológica mesofílica puesto que, a pesar de que en la digestión a 55°C se obtiene un mejor tratamiento en la reducción de sólidos volátiles y microorganismos patógenos y que es un proceso más rápido, el proceso puede ser más inestable y no se obtiene tanta cantidad de metano como a 36°C.

En la EDAR de Arazuri el proceso de estabilización del fango se realiza mediante una digestión biológica anaerobia mesofílica.

4.3. Tecnología existente en la digestión del fango

El fango que se manipula en el proceso de digestión puede tener distinta naturaleza y no es un fluido homogéneo, por lo que el bombeo de dicho fango necesita de una tecnología más específica que con otros fluidos como puede ser el agua.

4.3.1. **Bomba de tornillo helicoidal**

La bomba de tornillo helicoidal o de rotor excéntrico consiste en un rotor helicoidal metálico que gira dentro de un estator de goma también helicoidal, pero desfasado 180° (de ahí deriva el nombre de la bomba de rotor excéntrico). Esto hace que se formen cavidades, llamadas cámaras de impulsión, entre las 2 piezas que hagan avanzar el fluido a lo largo del eje si cambiar de volumen ni de forma.

Este movimiento del rotor hace que en las cámaras se generen depresiones. Estas depresiones consiguen que la bomba de rotor excéntrico sea autocebante. Además, el rotor tiene un movimiento constante (a diferencia de los cambios de dirección de los pistones de carrera y los puntos muertos correspondientes), por lo que el bombeo del material se realiza con una pulsación baja. En la lanzadera, el medio de impulsión se distribuye con ayuda de aire a presión, de modo que el fluido se puede aplicar de forma homogénea.

Además, en esta bomba, no hay válvulas para limitar las cámaras de bombeo, con lo que se evita un mayor desgaste.

Originalmente, en la antigüedad se utilizaba como equipo de bombeo de agua.

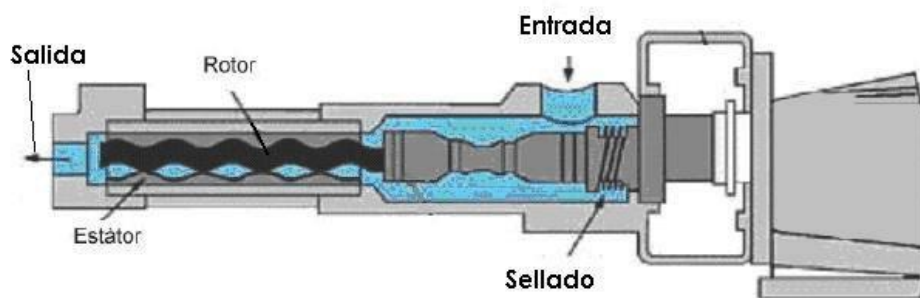


Figura 4.5: Bomba de tornillo helicoidal - fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Bomba-rotativa-de-tornillo-helicoidal_fig3_279479588

4.3.2. **Bomba neumática de doble membrana**

Una bomba neumática o bomba de doble membrana es una bomba de desplazamiento positivo que es accionada por aire a presión para el trasiego de productos y fluidos. Por tanto, al ser neumática, aprovecha la energía del aire para transmitirla al fluido incrementando su presión y generando un caudal.

Su principio de funcionamiento se basa en un doble diafragma, que está conectado por un eje en el centro, lo que permite que las cámaras se muevan al mismo tiempo, separando al mismo

tiempo el producto y el aire comprimido. Es posible, a través de la válvula reguladora de presión, ajustar al aire necesario para tener un mayor o menor caudal de fluido.



Figura 4.6: Bomba neumática de doble membrana - fuente: <https://www.debem.com/es/productos/bombas-neumaticas-de-doble-membrana/fullflow/fullflow-502/>

4.3.3. Bomba lobular o de pistones rotativos

La bomba lobular es una bomba rotativa de desplazamiento positivo. El lóbulo superior es impulsado por el eje conductor, mientras que el lóbulo inferior está ubicado sobre el eje conducido y está accionado a través de un engranaje helicoidal. Ambos lóbulos giran de manera síncrona sin tocarse el uno con el otro.



Figura 4.7: Bomba lobular - fuente: <https://pumps-systems.netzsch.com/es/productos-and-accesorios/bombas-de-pistones-rotativos-tornado/bomba-de-pistones-rotativos-tornado-t-envi>

Cuando la bomba está en funcionamiento, esta desplaza un volumen fijo de líquido a lo largo del tiempo. En la siguiente figura se muestra el funcionamiento de la bomba lobular:

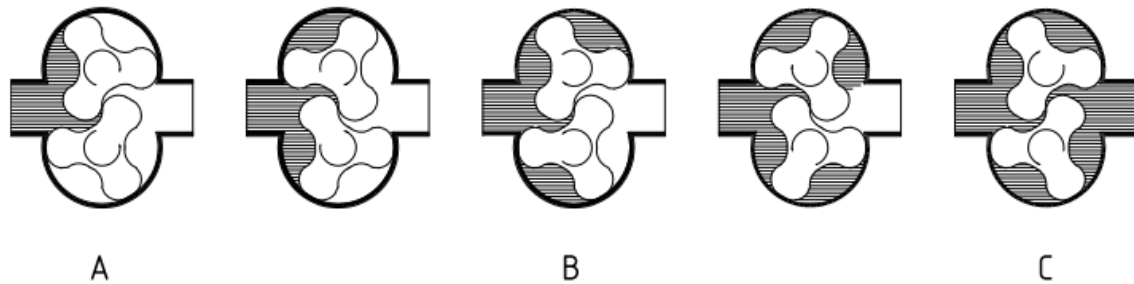


Figura 4.8: Funcionamiento de una bomba lobular - fuente:

<https://www.inoxpa.com/uploads/document/Manuals%20de%20instruccions/Components/Bombes/TLS/01.520.30.07ES.pdf>

En la Figura 4.8 se presenta la siguiente secuencia:

A: cuando los lóbulos giran, el espacio por el lado de aspiración aumenta ya que un lóbulo se distancia del otro, causando un vacío que lleva el líquido hacia la cámara de bombeo.

B: cada lóbulo vacío se llena consecutivamente a medida que giran los ejes mientras el líquido se desplaza hacia el lado de la impulsión. Los espacios libres entre lóbulos y entre los lóbulos y paredes del cuerpo de la bomba provocan que los espacios se cierren debidamente.

C: el cuerpo de la bomba se llena completamente y el líquido escapa a través del engranaje de los lóbulos, completando de esta manera el bombeo.

La principal ventaja de la bomba lobular TLS es su capacidad para bombear una gran cantidad de líquidos viscosos, desde 1 mPa.s hasta 100.000 mPa.s. Además, puede bombear productos líquidos delicados y/o que contienen sólidos blandos, que necesitan de un manejo muy cuidadoso con la menor degradación posible.

Actualmente, son las bombas de tipo lobular las que la EDAR de Arazuri.

5. Antecedentes y situación de partida

5.1. Distribución lógica de la planta

5.1.1. Organización general

La EDAR de Arazuri es una depuradora que trata una gran cantidad de agua residual diariamente. Por ello, tiene un tamaño y una complejidad muy grandes, haciendo que tanto la automatización como la alimentación de los diversos elementos se debe distribuir en diferentes PLCs y centros de control de motores (CCMs). Es por ello por lo que está todo dividido en diferentes estaciones, las cuales están nombradas de la siguiente forma:

- Sinóptico
- Caseta bombeo

- Galería biológica
- Biológico
- Fangos y energía
- Subestación
- Tamices
- Cogeneración
- Pretratamiento
- Caudalímetro
- Deshidratación
- Tamiz fosas
- Compost 1
- Compost 2, 3 y 4
- Caseta río
- EBAR (Estación de Bombeo de Aguas Residuales)
- Planta camiones

Todas estas zonas están conectadas entre sí en forma de anillo, pudiendo mantener la comunicación entre todas ellas de manera redundante, de tal forma que, si se produce un fallo en una parte del circuito, siempre exista un camino alternativo para conectar dos nudos.

La Figura 5.1 muestra un esquema simplificado con la red de comunicaciones y las estaciones existentes en la EDAR de Arazuri:

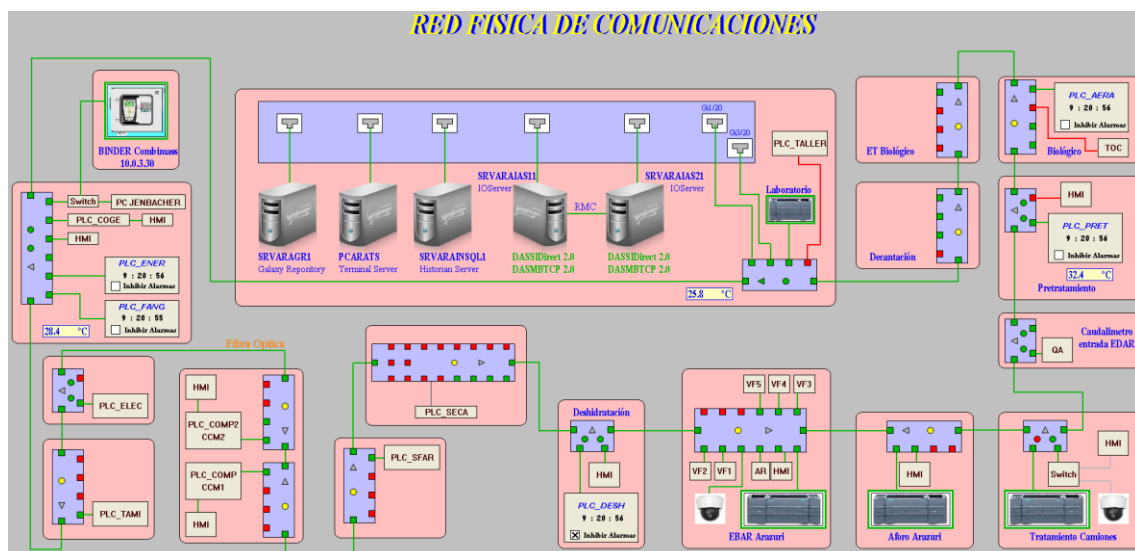


Figura 5.1: Red física de comunicaciones de la EDAR

Los principales protocolos de comunicación que existen son ProfiBUS y ProfiNET.

Sin embargo, debido a las grandes ventajas que ofrece ProfiNET frente a ProfiBUS, se quiere ir eliminando esta última, convirtiendo todo a ProfiNET.

5.1.2. Organización zona digestores

Para el caso de la automatización del digestor nº5, los nudos que influyen en el proyecto son los siguientes:

- Fangos y energía
- Deshidratación

Sin embargo, para este proyecto se propone centralizar el control de los digestores en un único PLC (ya que, actualmente, está dividido ese control entre los PLCs de Fangos, Deshidratación y Energía), llevando todo el control al PLC de Fangos. Así mismo, el ET200 ubicado en el sótano de la Torre de Digestores, pasará a ser controlado por el PLC de Fangos (actualmente está controlado por el de Deshidratación). De igual forma, la comunicación establecida entre el PLC de Deshidratación y el ET200 del sótano de digestores está realizada por ProfiBUS, por lo que, aprovechando el cambio que se va a realizar, se eliminará dicha conexión y se realizará una nueva con el PLC de Fangos (en vez de con el de Deshidratación) a través de ProfiNET.

El único apartado referente a los digestores que no se centralizará será el del control del ventilador del sótano del digestor primario Nº 5, el cual se controlará desde el PLC de Deshidratación, al igual que los ventiladores del resto de sótanos de los digestores.

Por otro lado, se encuentra también la alimentación de los motores (bombas) y ventiladores. La alimentación de las bombas (Dinomix, Fango y Agua Caliente) se realizará desde el CCM de Energía, mientras que la alimentación de los ventiladores del sótano de digestores será desde el CCM de Deshidratación.

5.2. Funcionamiento de un digestor primario

Como se ha comentado anteriormente, el objeto del proyecto presente es la automatización del 5º digestor de la EDAR de Arazuri.

En la planta, los digestores se encuentran ubicados entre los espesadores y la nave de deshidratación, tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 5.2: Ubicación digestores en la EDAR

El proyecto de construcción del nuevo digestor mencionado en el apartado [1.2](#) establece la ubicación del mismo entre el digestor primario N°1 y el digestor secundario, tal y como se indica en la Figura 5.3:

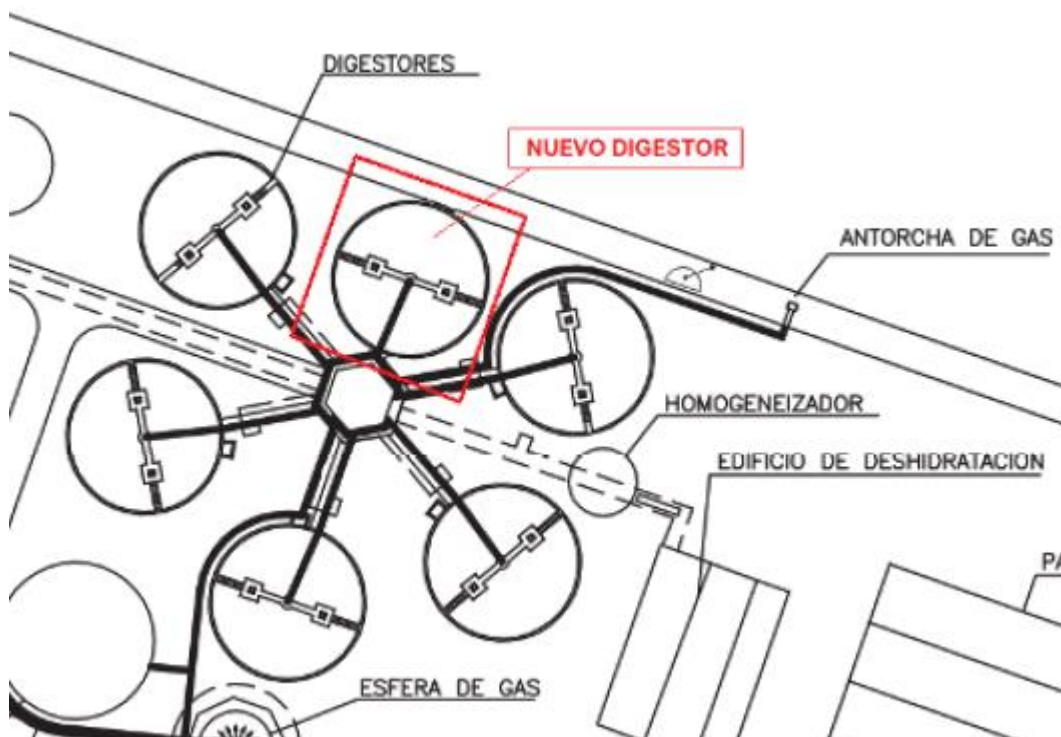


Figura 5.3: Situación del 5º digestor

Por ello, es conveniente explicar cómo funciona un digestor para poder entender así la realización de dicho proyecto.

Una de las etapas de la línea de fangos consiste en estabilizar el fango eliminando la materia orgánica biodegradable, para así evitar la putrefacción incontrolada del mismo.

Existen tres diferentes tipos de estabilización: química, térmica y biológica. Esta última es la que se consigue en los digestores, explicada en el apartado [4.2.3](#).

Al tener que tratarse una cantidad muy grande de fango, el proceso de estabilización se realiza con dos digestores en serie (en el caso actual, y teniendo en cuenta la construcción del 5º digestor primario, con 5 digestores primarios y 1 secundario).

En los digestores primarios, se produce la digestión anaerobia. Para ello, el fango debe estar removiéndose continuamente en un entorno sin oxígeno, lo que hace que se vayan generando diferentes gases (principalmente metano, CH₄), los cuales son recogidos y almacenados.

La agitación, como se verá más adelante, dispone de un circuito cerrado de agitación, el cual mantiene el fango en constante movimiento; Además, existe otro circuito para calentar el fango, ya que se debe mantener este en torno a 36°C para producir una fermentación eficiente. Este calentamiento se realiza a través de un intercambiador de calor en forma de espiral, el cual consta de dos circuitos separados, uno de fango y otro de agua caliente:

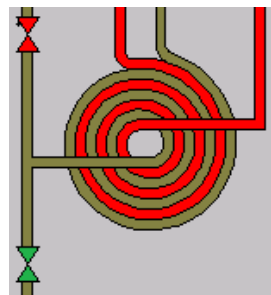


Figura 5.4: Esquema intercambiador de calor (En rojo el agua y en marrón el fango)

Por otro lado, se dispone de cloruro férrico el cual se añade al fango para evitar la formación de ácido sulfhídrico, un gas inflamable que en altas concentraciones puede ser venenoso. El cloruro férrico se almacena en un depósito y se va añadiendo al fango del digestor de forma controlada. En la Figura 5.5 se muestra una imagen del depósito de cloruro férrico, situado en el sótano de la torre de digestores:



Figura 5.5: Depósito de cloruro férrico

Por lo tanto, el fango a estabilizar procedente de los espesadores y flotadores se envían, con ayuda de unas bombas, a la arqueta de reparto a los digestores (que ya se ha comentado que se ha sustituido por una tubería en forma de anillo), la cual se encuentra ubicada en la segunda planta de la Torre de reparto:

De ahí se bombea el fango a los diferentes digestores a través de unas electroválvulas.

Una vez el fango está dentro del digestor primario, con un circuito se coge parte del fango y se lleva al intercambiador para aumentar la temperatura del mismo, y se vuelve a llevar a la arqueta de reparto.

Por otro lado, se coge también otra parte del fango para recircularlo por un circuito que lo que hace es introducir ese fango a una velocidad que haga remover el fango que se encuentra en el interior del digestor.

Además, existen dos circuitos de purga que llevan el fango a los llamados anillos superior e inferior, que posteriormente conducirán el fango hacia el digestor secundario.

Por otro lado, hay un depósito de cloruro férrico que se va añadiendo al digestor para tener el fango en las proporciones adecuadas de elementos.

Para los intercambiadores de calor, se bombea el agua caliente procedente de los motogeneradores, aprovechando así ese calor generado para calentar el fango.

En la Figura 5.6 se muestra un esquema con los principales elementos de los digestores:

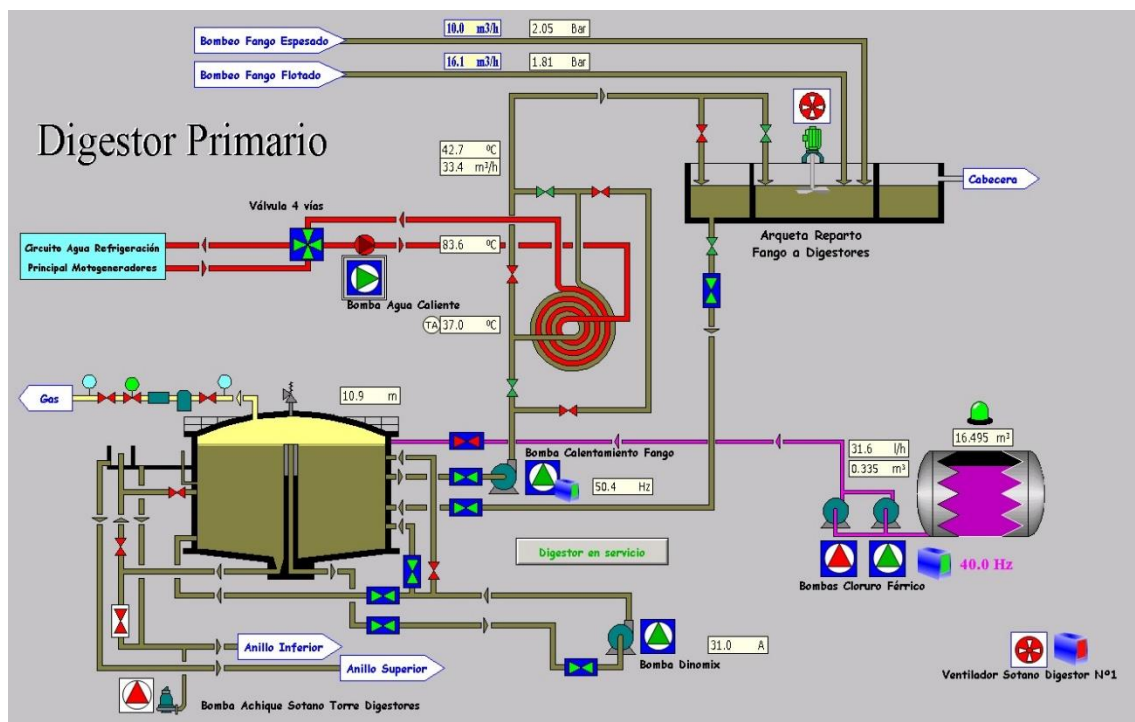


Figura 5.6: Esquema de conexiones de un digestor primario

5.3. Elementos necesarios para la automatización y monitorización de un digestor

Para poder automatizar y monitorizar un proceso, es necesario una serie de equipos como pueden ser motores, electroválvulas, sensores o autómatas. En el caso actual, son necesarios los siguientes elementos:

a) Bombas y ventiladores

Como se ha comentado, se necesitan diferentes bombas para conseguir la circulación del fango y agua, así como ventiladores para aclimatar la zona del sótano de los digestores. Dichos elementos se referenciarán mediante los siguientes nombres:

- Bomba agua caliente digestor primario Nº5. Se instalará en la planta 0 de la Torre de digestión, cuya función es recircular el agua caliente a través del intercambiador.
- Bomba Dinomix digestor primario Nº5. Se instalará en la planta sótano (planta -1) de la Torre de Reparto de digestores, cuya función es recircular el fango para acelerar el proceso biológico de digestión.
- Bomba fango digestor primario Nº5. Se instalará en la planta 0 de la Torre de Reparto de digestores, cuya función recircular el fango del digestor hasta el intercambiador de calor situado en planta 1 para su calentamiento con el mismo objetivo de acelerar el proceso biológico de digestión del fango.
- Ventilador sótano digestores Nº5, para evitar las posibles concentraciones de gases tóxicos que se pudieran acumular durante la digestión del fango en la planta sótano de la Torre de Reparto.

b) Electroválvulas (E.V.)

Para el control de la circulación del fango a través de diferentes circuitos, se dispondrá de diferentes electroválvulas con accionamiento neumático. Dichas electroválvulas irán referenciadas con los siguientes nombres:

- E.V. Cloruro férrico a digestor Nº 5
- E.V. Alimentación fango digestor Nº 5
- E.V. Aspiración bomba Dinomix digestor Nº 5
- E.V. Aspiración circuito Dinomix digestor Nº 5
- E.V. Aspiración fango a calentar digestor Nº 5
- E.V. Impulsión bomba Dinomix jet derecho digestor Nº 5
- E.V. Impulsión bomba Dinomix jet izquierdo digestor Nº 5
- E.V. Purga fango digestor Nº 5 a anillo inferior
- E.V. Fango a digestor primario Nº 5
- Válvula 4 vías digestor Nº 5

c) Sensores

Por otra parte, es necesario disponer de sensores para comprobar y corregir el funcionamiento del nuevo digestor. Estos sensores son los siguientes:

- 1 caudalímetro de fango recirculando en digestión
- 1 sonda de temperatura de fango a digestión

- 1 sonda de temperatura a la entrada del agua al intercambiador nuevo
- 1 sensor de nivel del fango en el digestor

d) Control y mando de los elementos

Tanto los motores como las electroválvulas irán asociados diferentes elementos tales como sensores o pulsadores. Dichos accionamientos irán asociados a una entrada o salida del PLC, las cuales se irán especificando a lo largo de la memoria. Para disponer de una visión global, se determinarán las siguientes entradas y salidas para cada motor y electroválvula, resumidas en la Tabla 5.1:

Objeto	1. EMERGENCIA	2. REMOTO	3. ABIERTA	4. CERRADA	5. DEFECTO	6. CONF. MARCHA	ORDEN ABRIR	ORDEN CERRAR	ORDEN DE ALIMENTACIÓN	ORDEN MARCHA	ORDEN MARCHA DIRECTO	ORDEN MARCHA INVERSO
BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº 5	X	X			X	X				X		
BOMBA DINOMIX DIGESTOR PRIMARIO Nº 5	X	X			X	X				X		
BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº 5	X	X			X	X				X		
ET01 - E.V. CLORURO FÉRRICO A DIGESTOR Nº 5							X					
ET01 - EV ALIMENTACIÓN FANGO DIGESTOR Nº 5			X	X				X				
ET01 - EV ASPIRACION BOMBA DINOMIX DIGESTOR Nº 5			X	X				X				
ET01 - EV ASPIRACION CIRCUITO DINOMIX DIGESTOR Nº 5			X	X				X				
ET01 - EV ASPIRACION FANGO A CALENTAR DIGESTOR Nº 5			X	X				X				
ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET DCHO. DIGESTOR Nº 5			X	X				X				
ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET IZDO. DIGESTOR Nº 5			X	X				X				
ET01 - EV PURGA FANGO DIGESTOR Nº 5 A ANILLO INFERIOR			X	X			X					
EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO Nº 5	X	X	X	X	X			X				
EV PURGA DIGESTOR PRIMARIO Nº 5			X	X								
VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº 5			X				X	X				
VENTILADOR SOTANO DIGESTORES Nº 5	X	X			X	X					X	X

Tabla 5.1: Entradas y salidas PLC

Cabe destacar que no se han incluido pantallas ni ordenadores en la lista de elementos ya que se disponen ya de los necesarios en la estación depuradora. Sin embargo, es evidente que estos elementos son indispensables para el control y monitorización de los procesos.

5.4. Hardware disponible

A la hora de automatizar un proceso industrial, se deben tener en cuenta dos partes diferenciadas: el *hardware* que lleva el control del proceso y de los accionamientos, y los propios accionamientos tales como motores o tajaderas.

5.4.1. Elementos de control y comunicaciones

a) CPU 412-2 DP

Los programas realizados en TIA Portal son leídos y ejecutados por PLCs. Estos PLCs pertenecen también a Siemens y están diseñados para controlar equipos industriales.

Existe una gran variedad de modelos de autómatas, pero en esta ocasión se utilizará el modelo de PLC 414-2 DP con las siguientes características (hoja de características en el Anexo 1):

- Memoria de trabajo 512KB código y 512KB datos
- Capacidad de 8KB DI/O
- Velocidad de lectura de 0,045 ms/1000 instrucciones
- 32 conexiones
- 1 interfaz MPI/DP

- 1 interfaz ProfiBUS-DP
- Apto como emisor y receptor para la para comunicación directa
- Routing de registros
- Apto para multiprocesamiento



Figura 5.7: PLC 414-2 DP - fuente: https://es.wiautomation.com/94957-home_default/6ES74142XL070AB0.jpg

Este modelo de CPU no dispone de entradas ni salidas y necesita un módulo de alimentación.

El módulo de alimentación se corresponde con el modelo PS 407 10A, alimentado a 120/230 V AC.



Figura 5.8: Módulo de alimentación PS407 10A - fuente: https://www.plc-city.com/shop/698-thickbox_default/6es7407-0ka02-0aa0.jpg

Por otro lado, para poder conectar el PLC a través de ProfiNET, es necesario acoplarle un módulo adicional. En este caso el CP 443-1:



Figura 5.9: Módulo ProfiNET CP 443-1 - fuente: https://relepro.com/1731-large_default/simatic-net-cp-443-1-procesador-de-comunicaciones-para-la-conexion-de-simatic-s7-400-a-ethernet-ind.jpg

Por último, tal y como se ha comentado, la CPU no dispone de entradas ni salidas, por lo que es necesario añadir módulos I/O. Los módulos empleados son los siguientes:

- Entradas digitales: Modelo DI 32x24VDC (ref. 6ES7 421-1BL01-0AA0), contiene 32 entradas digitales de tipo de entrada 1 (IEC 61131) a 24 V DC.



Figura 5.10: Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC del PLC FANG - fuente: <https://plc-trade.com/pub/35249/6es7421-1bl01-0aa0.jpg>

- Salidas digitales. Modelo DO 32xDC24V/0.5A (ref. 6ES7 422-1BL00-0AA0), contiene 32 salidas digitales en grupos de 8, con una intensidad de 4 A por grupo.



Figura 5.11: Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC/0.5A del PLC FANG- fuente: <https://plc-trade.com/pub/35255/6es7422-1bl00-0aa0.jpg>

- Entradas analógicas: Modelo AI 8x13BIT (ref. 6ES7 431-1KF00-0AB0), entradas con una precisión del 0,8% y tensión en modo común de 30 V.



Figura 5.12: Módulo de entradas analógicas AI8x13BIT del PLC FANG - fuente: https://www.plc-city.com/shop/171756-large_default/sie-6es7431-1kf00-0ab0-refurbished.jpg

b) IM 153-1

Dada la amplia cantidad de señales de entradas y salidas necesarias, se dispone de periferia descentralizada, que consiste en un módulo de entradas y salidas conectado a la CPU, y que actúa como una extensión de la misma.

Este modelo se corresponde con la ET200 situada en el sótano de la torre de digestores.

En esta ocasión, el modelo es el IM153-1, con las siguientes características. Se adjunta la ficha técnica en el Anexo 2:

- Tensión nominal de alimentación: 24 V DC
- Corriente de consumo máxima: 350 mA; con 24 V DC
- Tensión de salida nominal: 5 V DC
- Pérdidas típicas: 3 W

- Área de direcciones: 128 bytes de entrada y 128 bytes de salida
- Protocolo de bus/transferencia: PROFIBUS DP según EN 50170

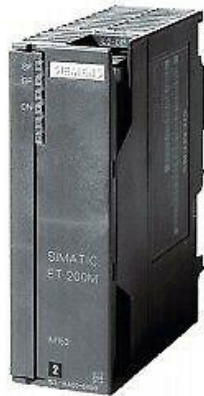


Figura 5.13: IM 153-1 - fuente: <https://i.ebayimg.com/images/g/oqYAAOSwEUxiIPVF/s-l300.jpg>

A la cabecera se le añaden tarjetas de salidas y entradas:

- Entradas digitales: Modelo DI 32x24VDC (ref. 6ES7 321-1BL00-0AA0), contiene 32 entradas digitales en módulos de 16 de tipo 1 (IEC 61131):



Figura 5.14: Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC de la ET200 sótano digestores - fuente: https://www.plc-city.com/shop/334-large_default/6es7321-1bl00-0aa0.jpg

- Salidas digitales: Modelo DO 32xDC24V/0.5A (ref. 6ES7 322-1BL00-0AA0), contiene 32 salidas digitales en grupos de 8, con una intensidad de 4 A por grupo.



Figura 5.15: Módulo de salidas digitales DO 32x24VDC/0.5A de la ET200 sótano digestores - fuente: https://www.plc-city.com/shop/547-large_default/6es7322-1b100-0aa0.jpg

- Entradas analógicas: Modelo AI 8x13BIT (ref. 6ES7 331-1KF01-0AB0):



Figura 5.16: Módulo de entradas analógicas AI8x13BIT de la ET200 sótano digestores - fuente: https://www.plc-city.com/shop/19320-large_default/6es7331-1kf01-0ab0-used.jpg

c) IM 155-6 DP HF

En la segunda planta de la torre de digestores se dispone de la ET200 de reparto, cuyo modelo se corresponde con el IM 155-6 DP HF (Anexo 3). Las características principales de esta cabecera son las siguientes:

- Tensión nominal de alimentación: 24 V DC
- Área de direcciones: 244 bytes de datos de entrada/salida
- Máximo de 32 módulos de periferia y 16 módulos ET200AL
- Protocolo de bus/transferencia: PROFIBUS DP según EN 50170



Figura 5.17: IM 155-6 DP HF - fuente: https://assets.alliedelec.com/f_auto,q_auto,c_scale,w_400/71114936.jpg

- Entradas digitales: Modelo DI 16x24VDC ST (ref. 6ES7 131-6BH00-0BA0), contiene 16 entradas digitales de tipo de entrada 3 (IEC 61131) a 24 V DC.



Figura 5.18: Módulo de entradas digitales de la ET200 reparto - fuente: <https://i.ebayimg.com/images/g/BjQAASwnm1eb9pX/s-l400.jpg>

- Salidas digitales: Modelo DQ 16x24VDC/0.5A ST (ref. 6ES7 132-6BH00-0BA0), contiene 16 salidas digitales a 24 V DC y con una corriente máxima de 0,5 A.



Figura 5.19: Módulo de salidas digitales de las ET200 reparto - fuente: <https://i.ebayimg.com/images/g/l5cAAOSw7OhiM6Ay/s-l225.jpg>

- Entradas analógicas: Modelo AI 4xU/I 2-wire ST (ref. 6ES7 134-6HD00-0BA1):



Figura 5.20: Módulo de entradas analógicas de la ET200 reparto - fuente: https://www.plc-city.com/shop/2263-thickbox_default/6es7134-6hd00-0ba1-nfs.jpg

5.4.2. Motores y accionamientos

- a) Bomba recirculación de fango

Se corresponde con una bomba Dinomix de la marca ABB Motors con arrancador suave de Siemens Sirius 63A de 30 kW (Anexo 7). Las características de la Dinomix son las siguientes:

- Tipo: MBT 225 S-8
- Frecuencia nominal: 50/60 Hz
- Potencia: 18,5/21 kW – 25/29 HP
- Velocidad de giro: 725/875 rpm
- Tensión nominal: 420/660 V
- Factor de potencia: 0,78
- Nivel de protección: IEC 34
- Caudal: 610 m³/h



Figura 5.21: Características bomba Dinomix



Figura 5.22: Bomba Dinomix

b) Bomba fango a calentar

Para el bombeo de fango a calentar se dispone de una bomba Netzsch T. Envi T2 06/140 BG-E (Anexo 4) con las siguientes características principales:

- Caudal: 60 m³/h
- Presión: 8 m.c.a.
- Fluido: Fango al 6%
- Temperatura: 35°C
- Potencia: 2,8 kW

Dicha bomba irá controlada mediante un variador de Danfoss de 11 kW ref. fc302p11k con tarjeta de comunicación DAN.130B1235 VLT® PROFINET MCA 120 (Anexo 8).



Figura 5.23: Bomba fangos a intercambiador

c) Bomba agua caliente a intercambiador (KSB)

El bombeo del agua caliente al intercambiador se realizará a través de una bomba KSB Etanorm referencia ETN 100-080-160 GGSAA11GA200224B horizontal (sin grupo impulsor: eje libre) con las siguientes características principales (Anexo 5):

- Caudal bombeado requerido: 60 m³/h
- Fluido: Agua
- Temperatura ambiente: 20°C
- Temperatura del medio a bombear: 90°C
- Potencia máxima de curva: 1,74 kW
- Mínimo caudal permitido para funcionamiento estable continuo: 25,42 m³/h
- Eficiencia: 67,5 %
- Frecuencia: 50 Hz
- N° polos: 4
- Tamaño del motor: 100 L

El motor de la bomba de agua caliente será con arranque directo.



Figura 5.24: Bomba agua caliente a intercambiador

d) Ventilador concentración gases

Para evitar la concentración de gases en el fondo de galería del digestor nuevo, en la torre de reparto se instalará un ventilador de Soler&Palau modelo HCTT/4-800-A 3kW EXE, ATEXII 2G. Los variadores serán con comunicación ProfiNET ya integrada en la referencia Danfoss FC-302P3K0T5E20H2XGXXXXXXXALBXCXXXXDX (Anexo 9).

e) Intercambiador de calor

Se utilizará un intercambiador de calor espiral para el calentamiento del fango de los digestores, de las siguientes características:

- Marca: IBERFUEL
- Modelo: CE-316
- Volumen: 0,18 m³
- Tipo: Espiral
- Superficie: 9,75 m²
- Caudal fangos: 60 m³/h
- Caudal agua: 60 m³/h
- Temperatura entrada fangos: 32°C
- Temperatura salida fangos: 37,3°C
- Temperatura entrada agua: 68°C
- Temperatura salida agua: 62°C
- Diámetro total: 1,02 m



Figura 5.25: Intercambiador de calor

f) Tajaderas

- Válvula 4 vías

El control del flujo del agua al intercambiador irá con una válvula de 4 vías termostática de bola de la marca JC con conexiones BW y diámetro DN150.



Figura 5.26: Válvula 4 vías

- Tajadera de reparto (E.V. Fango a digestor primario)

La tajadera de reparto es una válvula de guillotina marca Orbinox modelo EX UNIDIRECCIONAL con accionamiento neumático de doble efecto, ref. EXESN IEST PN10 DN-150 NEUMÁTICO D/E con las siguientes características (Anexo 6):

- Cuerpo: CF8M AISI-316
- Tajadera: AISI 316
- Cierre: EPDM
- Empaquetadura: ST
- Brida: DIN PN 10

- Tamaño: 150

El cilindro de doble efecto será pilotado por una electroválvula 3/2 Monoestable de Metalwork y este contará con dos detectores inductivos de avance – retroceso.



Figura 5.27: E.V. fango a digestor primario

- Resto de tajaderas

A parte de la tajadera de reparto, para el control de la instalación existen otras 8 válvulas de guillotina de acero inoxidable del Modelo Ex de Orbinox con accionamiento neumático mediante un cilindro de doble efecto, de diferentes secciones:

- 2 Uds. de DN150 (válvula del cloruro férrico y válvula aspiración fango a calentar)
- 1 Ud. de DN200 (válvula purga fango digestor a anillo inferior)
- 1 Ud. de DN250 (válvula alimentación fango digestor)
- 3 Uds. de DN300 (válvula impulsión bomba Dinomix Jet derecho, Jet Izquierdo y válvula aspiración bomba Dinomix)
- 1 Ud. de DN500 (Válvula aspiración circuito Dinomix)

Las electroválvulas que gobernarán la instalación serán o bien válvulas independientes de la marca Joucomatic 3/2 monoestables catalogadas como Atex, o bien un bloque de válvulas centralizado. No obstante, existirá un transductor de presión para el control de esta.



Figura 5.28: E.V. alimentación fango a digester primario

5.5. TIA Portal en la EDAR de Arazuri

5.5.1. Breve introducción a TIA Portal

TIA Portal (*Totally Integrated Automation*) [1] es un software de Siemens que permite agrupar todos los aspectos relacionados con la automatización de un proceso industrial en gran cantidad de sectores industriales diferentes.



Figura 5.29: Logo TIA Portal V14 - fuente: https://www.plc-city.com/shop/c/234-category_default/siemens-software-tia-portal-v14.jpg

En dicho programa, además de la posibilidad de automatizar PLCs, es posible trabajar con más tipos de dispositivos, como pueden ser las HMIs (*Human-Machine Interface*), sistemas PC, accionamientos tales como variadores de velocidad o arrancadores suaves.

Actualmente TIA Portal es una de las plataformas de automatización más importantes en el sector industrial gracias a su buena funcionalidad y a ofrecer un entorno de energía unificado para todas las tareas de automatización y control. De igual manera, Siemens ofrece una gran variedad de componentes Hardware, aunque permite la posibilidad de agregar cualquier dispositivo de cualquier otra marca.

El software se renueva periódicamente y Siemens cada cierto tiempo saca una versión nueva del programa. Actualmente la versión más reciente es la V17. Sin embargo, la planta depuradora se encuentra en la versión V14, por lo que el programa que se utilizará será el TIA Portal V14.

5.5.2. Organización del proyecto

La automatización de la planta está centralizada en un único proyecto en TIA Portal. Dicho proyecto agrupa todos los PLCs, así como otros dispositivos tales como HMIs, variadores de frecuencia, etc. El proyecto está organizado de forma similar a la distribución anteriormente citada:



Figura 5.30: Organización general del programa de TIA Portal

Antes de describir cada PLC, conviene describir los 4 tipos de bloques que existen en TIA Portal:

- Bloques de organización (OB): controlan la ejecución del programa. Se pueden ejecutar cíclicamente, al iniciar el controlador, al saltar alarmas o al detectar errores.
- Bloques de función (FB): bloques lógicos que depositan sus parámetros de entrada, salida y entrada/salida de forma permanente en bloques de datos instancia, de modo que siguen estando disponibles después de editar el bloque.
- Funciones (FC): bloques lógicos sin memoria. No poseen una memoria de datos que permita almacenar valores de parámetros de bloque.
- Bloque de datos (DB): bloques encargados de almacenar datos. Pueden ser bloques de datos globales o bloques de datos de instancia.

En cada grupo hay un PLC de control, que vuelve a tener una distribución muy similar. En cada uno se pueden distinguir tres partes: una parte general, que contiene los bloques necesarios ("01 OBs", "02 Auxiliares", etc.), otra parte específica de cada PLC y una última parte que agrupa los bloques que todavía no han sido organizados ("DBs", "FBs" y "FCs"):

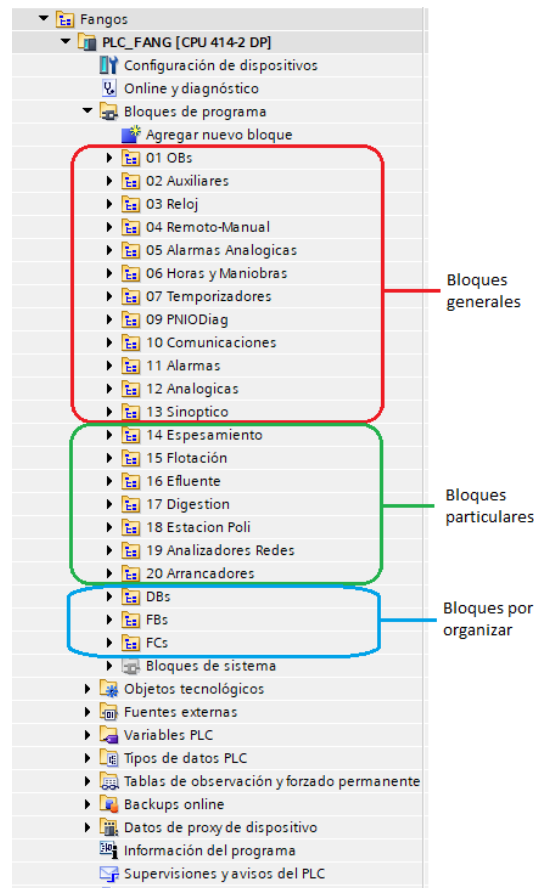


Figura 5.31: Organización PLC

Casi la totalidad de los datos están almacenados en DBs. Estos bloques se han organizado de tal forma que cada DB representa una característica en específico de cada elemento, y cada dirección de memoria de cada DB se corresponde con un equipo en específico. Es decir, tomando como ejemplo el “DB25-MARCHA” y “DB78-EMERGENCIAS”, en cada DB se almacena una característica en específico, y el bit 3.5 de ambos DBs se corresponderá con el mismo elemento (esto último siempre y cuando la variable sea booleana, en otro caso, la dirección sería la que le corresponde por el tipo de variable).

5.5.3. Lógica de programación

Se puede explicar brevemente en los siguientes apartados:

a) Tratamiento de señales analógicas

El valor de las señales analógicas se almacena como número real en el DB36 y como número entero en el DB38. La FC21 lleva el procesamiento de las señales analógicas, la cual realiza una llamada al FC111 para entradas 0-10V y al FC113 para entradas 4-20mA.

b) Contador de horas y maniobras

El FC20 es llamado por el OB1 (bloque de organización cíclico), que a su vez ejecuta un lazo de llamada al FC106 (contador de maniobras) y al FC107 (contador de horas). La Tabla 5.2 se muestran los DBs en donde se almacenan los contadores:

DBs de horas	DBs de maniobras
DB14: Horas totales	DB95: Maniobras totales
DB19: Horas parciales	DB10: Maniobras parciales
DB18: Reset horas parciales	DB11: Reset maniobras parciales

Tabla 5.2: DBs de horas y maniobras

c) Temporizadores

Dada la limitación de número de horas de los temporizadores existentes en el propio programa, y de la imposibilidad de modificar desde una fuente externa (Pantallas táctiles o SCADA) los tiempos de estos, se han creado unos temporizadores de retardo a la conexión sin límite de tiempo y con la posibilidad de modificar el tiempo desde pantalla táctil o InTouch (SCADA).

El funcionamiento va de la siguiente manera: se ejecuta el OB35 (bloque cíclico que se activa cada 100 ms), el cual llama al FC108 (Temporizador) mediante un lazo, el cual ejecuta el temporizador tantas veces como se quiera.

Una vez que se activa un bit del DB26 (Temp-En) se activará el bit correspondiente del DB28 (Temp-Dn) cuando haya pasado el tiempo de preselección fijado en el DB20 (horas), DB21 (minutos) y DB22 (segundos).

El tiempo transcurrido de temporización se podrá visualizar en el DB29 (horas), DB30 (minutos) y DB31 (segundos).

d) Equipos en remoto-manual

El principal funcionamiento de los equipos es el siguiente:

- Local: El equipo se comanda desde la botonera situada en los cuadros eléctricos o desde la sala de cuadros eléctricos.
- Remoto:
 - Automático: El PLC gobierna el equipo.
 - Manual: El operario a través del SCADA puede arrancar o parar el equipo.

En caso de estar equipo en remoto, el control se establece a través del SCADA Wonderware. Para ello, se disponen de diferentes DBs que leen y guardan en el PLC las siguientes órdenes:

- DB24-SEMI: Establece el funcionamiento automático o manual. Cuando está desactivado el funcionamiento está en automático y cuando se activa pasa a manual.
- DB25-MARCHA: Establece la orden de marcha en los equipos que tienen marcha-paro (bombas, motores, etc.).
- Para los equipos que tienen orden de abrir-cerrar (válvulas o compuertas) o marcha izquierda-derecha (cintas, carros, etc.), su orden de marcha se introducirá en DB32-ABRIR y DB33-CERRAR.

e) Alarmas de la planta

Las alarmas vienen agrupadas en cada PLC en el FC19. En las funciones, todas las alarmas activan en paralelo un set de sirena que puede ser reseteado por cualquier pulsador de reset de sirena.

Las señales que se envían de cada PLC al resto para comunicar alarmas son las siguientes:

	Sirena	Reset Sirena	Alarma Sinóptico
Fangos	DB100.DBX0.1	DB100.DBX0.2	DB100.DBX0.3
Energía	DB101.DBX0.0	DB101.DBX0.2	DB101.DBX0.1
Pretratamiento	DB102.DBX4.2	DB102.DBX4.4	DB102.DBX4.5
Bombeo	DB102.DBX4.3	DB102.DBX4.4	DB102.DBX4.6
Sinóptico	DB103.DBX1.1	DB103.DBX0.0	DB103.DBX0.7
Biológico	DB104.DBX0.6	DB104.DBX0.5	DB104.DBX0.4
Deshidratación	DB127.DBX0.1	DB127.DBX0.2	DB127.DBX0.3

Tabla 5.3: Direcciones de alarmas

Para cada PLC, se pueden apreciar tres señales:

- Sirena: Señal que se utiliza para activar la sirena de cada zona.
- Reset sirena: Señal que se utiliza para desactivar la sirena.
- Alarma Sinóptico: Señal que se utiliza para encender el led de cada sinóptico. Esta señal queda activada hasta que se resetee la alarma.

f) Buzón de comunicaciones

Mediante el buzón de comunicaciones se comparten direcciones de cada autómatas con el resto. Cada autómatas lee los datos que interesan del resto de los autómatas.

El OB1 llama al FC1 (Comunicaciones), el cual a su vez llama al FC104 (FGET), el cual es una función que llama a los SFB14 (Get), instrucción que permite leer datos de una CPU remota.

De igual manera, cada PLC almacena en un DB determinado los datos que se quieren compartir:

- Fangos: DB100
- Energía: DB101
- Pretratamiento: DB102
- Sinóptico: DB103
- Biológico: DB104
- Subestación: DB106
- Compost CCM1: DB109
- Compost CCM2: DB110
- Deshidratación DB127
- Cogeneración: DB129
- Tamices: DB130
- Aforo: DB131
- EBAR: DB132
- SCADA: DB150

g) Totalizadores

Para calcular el totalizador de una señal analógica se toma el valor de la señal cíclicamente y se añade a una dirección que actúa como totalizador.

El FC22 (Totalizadores) calcula los datos correspondientes y los almacena en el DB41.

5.5.4. Organización del programa de los digestores

Siguiendo la estructura actual y el objetivo de unificar toda la automatización de los digestores en el PLC de Fangos, en primer lugar, se deberán crear las variables correspondientes a los elementos que se vayan a trasladar a dicho PLC en todos los DBs que deban tener datos sobre estos.

Una vez realizado, se completarán las funciones ya existentes y se trasladarán otras de los PLCs de Deshidratación y de Energía al de Fangos.

Por último, una vez unificado todo, se crearán las variables para los accionamientos y máquinas del nuevo digestor y realizará el programa del digestor en las funciones existentes.

Dichas funciones, así como los DBs asociados a las mismas, están agrupadas en un grupo llamado “17 Digestión” en el PLC de Fangos:

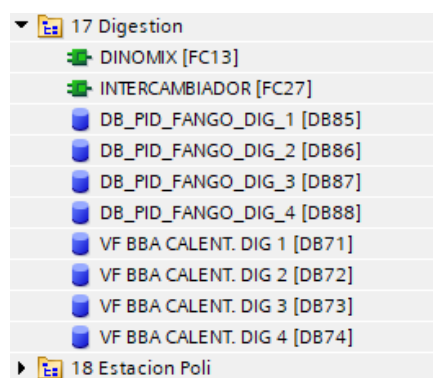


Figura 5.32: Organización de los programas de los digestores

Estas funciones están incompletas ya que, como se ha dicho, la programación no está centralizada todavía. En el PLC de Energía existe otra función llamada “FC27-INTERCAMBIADORES”, en la que están los programas de los intercambiadores de los digestores 1 y 3:



Figura 5.33: Función de los intercambiadores del PLC de Energía

De igual manera, hay partes del programa también en la función “FC26-PREPARACIÓN BUZÓN”, por lo que también habrá que modificar esa parte del programa. El FC26 es una función que prepara el buzón de comunicaciones, asociando cada zona de memoria de, en este caso, el DB101 (Buzón de Energía) a las variables deseadas.

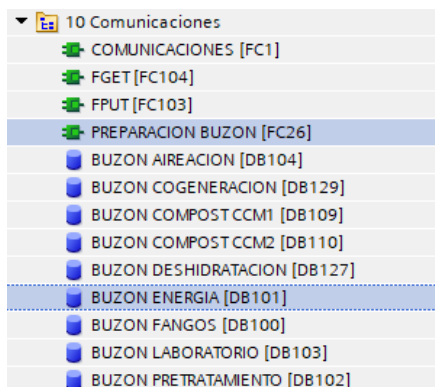


Figura 5.34: Función de preparación del buzón de comunicaciones del PLC de Energía

En el PLC de Deshidratación se sitúa la programación de todas las válvulas de los digestores en las funciones “FC7-VALVULAS DIGESTORES”, “FC46-SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO” y “FC15-CLORURO FÉRRICO”:

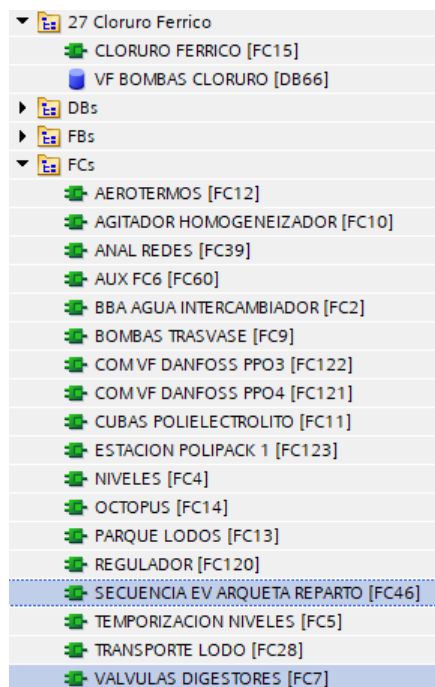


Figura 5.35: Funciones de las válvulas de los digestores del PLC de Deshidratación

5.6. Modificaciones previas a realizar en la instalación

Tal y como se ha comentado anteriormente, toda la automatización y control de los digestores se quiere centralizar en un único PLC, el cual va a ser el PLC de Fangos. Por ello se deben realizar ciertas modificaciones en el resto de PLCs:

5.6.1. PLC Energía

En la actualidad, con respecto a los Digestores se encuentran los siguientes elementos programados en dicho PLC:

- Bomba fangos a intercambiador digestor primario N°1
- Bomba fangos a intercambiador digestor primario N°3
- Bomba agua caliente digestor primario N°1
- Bomba agua caliente digestor primario N°3
- Válvula 4 vías digestor primario N°1
- Válvula 4 vías digestor primario N°3

De igual manera, existen 4 sensores de temperatura que también se deben mover, siendo:

- Sensor de temperatura de fango en intercambiador digestor primario N°1
- Sensor de temperatura de agua caliente en intercambiador digestor primario N°1
- Sensor de temperatura de fango en intercambiador digestor primario N°3
- Sensor de temperatura de agua caliente en intercambiador digestor primario N°3

Por lo tanto, se deberá traspasar el programa que controla estos elementos al PLC de Fangos y cuando sea preciso, desconectarlos de este PLC y conectarlos a Fangos.

5.6.2. PLC Deshidratación

Las electroválvulas que gobiernan el flujo de los fluidos a través de los digestores están controladas por el PLC de Deshidratación:

- ET200 Sótano Digestores
 - E.V. Cloruro férrico a digestores primarios
 - E.V. Alimentación fango digestores primarios
 - E.V. Aspiración bomba Dinomix digestores primarios
 - E.V. Aspiración circuito Dinomix digestores primarios
 - E.V. Aspiración fango a calentar digestores primarios
 - E.V. Impulsión bomba Dinomix jet derecho digestores primarios
 - E.V. Impulsión bomba Dinomix jet izquierdo digestores primarios
 - E.V. purga fango digestores primarios a anillo inferior
 - E.V. Aspiración circuito Dinomix digestor secundario
 - E.V. Fango anillo superior a digestor secundario
 - E.V. Fango digestor secundario a intercambiador
 - E.V. Fango intercambiador a digestor secundario
 - E.V. Impulsión bomba Dinomix jet derecho digestor secundario
 - E.V. Impulsión bomba Dinomix jet izquierdo digestor secundario
- ET200 Reparto
 - E.V. Fango a digestores primarios
- E.V. Purga digestores primarios
- E.V. Bombeo arqueta trasvase a digestor secundario
- E.V. Purga digestor secundario
- E.V. Purga digestor secundario a arqueta trasvase

- E.V. Purga digestor secundario a homogeneizador

De estos elementos, la modificación a realizar interviene en la ET200 Sótano Digestores y ET200 Reparto, a los cuales habrá que cambiarles de cabecera de ProfiBUS a ProfiNET y conectarlas al PLC de Fangos en vez de al de Deshidratación.

5.6.3. PLC Fangos

Elementos que ya se encuentran en el PLC correspondiente:

- Bomba Dinomix digestor primario N°1
- Bomba Dinomix digestor primario N°2
- Bomba Dinomix digestor primario N°3
- Bomba Dinomix digestor primario N°4
- Bomba Dinomix digestor secundario
- Bomba fango digestor primario N°2
- Bomba fango digestor primario N°4
- Bomba fango digestor secundario
- Bomba agua caliente digestor primario N°2
- Bomba agua caliente digestor primario N°4
- Agitador torre reparto digestores
- Válvula 4 vías digestor N°2
- Válvula 4 vías digestor N°4

Por lo tanto, habrá que especificar las nuevas entradas y salidas digitales correspondientes de los elementos que se deberán reubicar y habrá que cablear dichas señales al PLC de Fangos.

De la misma manera, se deberán modificar los programas correspondientes de TIA Portal, así como las direcciones de las señales que recibirá el SCADA Wonderware.

Por último, una vez realizadas todas las modificaciones, se deberán actualizar los planos de mando y de entradas y salidas de los PLCs.

6. Optimización del sistema mediante TIA Portal

6.1. Reubicación de los dispositivos

El primer paso que hay que realizar antes de programar el nuevo digestor es reorganizar la distribución del programa de los 4 digestores existentes. Para ello, es importante saber sobre todo qué direcciones de entradas y salidas se van a trasladar desde los distintos PLCs hasta el de Fangos.

6.1.1. Direccionamiento inicial de los elementos del PLC de Energía

Como ya se ha comentado anteriormente, los equipos conectados a este PLC son las bombas de fango a intercambiador, las bombas de agua caliente y las válvulas 4 vías de los digestores 1 y 3.

A continuación, se indican las entradas y salidas digitales de las máquinas conectadas al PLC de Energía.

a) Entradas digitales

Las entradas digitales se ubican en las siguientes zonas de memoria:

%I4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº3, EMERGENCIA
%I4.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº3, REMOTO
%I4.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº3, CONF. MARCHA
%I4.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº3, DEFECTO
%I4.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº1, EMERGENCIA
%I4.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº1, REMOTO
%I4.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº1, CONF. MARCHA
%I5.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº1, DEFECTO
%I7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº3, EMERGENCIA
%I7.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº3, REMOTO
%I7.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº3, CONF. MARCHA
%I7.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº3, DEFECTO
%I7.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº1, EMERGENCIA
%I7.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº1, REMOTO
%I7.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº1, CONF. MARCHA
%I8.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº1, DEFECTO
%I27.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº1, ABIERTA
%I27.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº3, ABIERTA

Figura 6.1: Entradas digitales iniciales PLC Energía

Se puede ver que cada bomba dispone de 4 entradas digitales (emergencia, remoto, confirmación de marcha y defecto), mientras que las válvulas sólo disponen de 1 (abierta).

Dando un total de 18 entradas digitales.

b) Salidas digitales

La Figura 6.2 muestra las direcciones de las salidas digitales utilizadas:

%Q44.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº3, ORDEN MARCHA
%Q44.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº1, ORDEN MARCHA
%Q44.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº3, ORDEN MARCHA
%Q44.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº1, ORDEN MARCHA
%Q49.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº1, ORDEN ABRIR
%Q65.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº1, ORDEN CERRAR
%Q65.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº3, ORDEN ABRIR
%Q65.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº3, ORDEN CERRAR

Figura 6.2: Salidas digitales iniciales PLC Energía

Por otra parte, con respecto a las salidas digitales, las bombas únicamente tienen la orden de marcha, mientras que las válvulas tienen orden de abrir y de cerrar.

En total se dispone de 8 salidas digitales.

c) Entradas analógicas

Para el control de la temperatura del agua caliente y del fango de los digestores, se dispone de unos sensores de temperatura. Al igual que en el resto de las señales, los sensores de los digestores 1 y 3 están conectados al PLC de Energía.

%IW618		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA INTERCAMBIADOR 3
%IW620		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA INTERCAMBIADOR 1
%IW622		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO INTERCAMBIADOR 3
%IW624		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO INTERCAMBIADOR 1

Figura 6.3: Entradas analógicas iniciales PLC Energía

En total se dispone de 4 entradas analógicas de 2 bytes de tamaño cada una.

6.1.2. Direccionamiento inicial del PLC de Deshidratación

Desde el PLC de Deshidratación se van a mover tanto señales conectadas la ET200 del sótano de la torre de digestores como las conectadas a la ET200 de reparto, situada en la segunda planta de la torre de digestores:

Con respecto al ET200 del sótano de la torre de digestores, el rango de entradas y salidas se establece en la propia configuración del dispositivo:

Módulo	Rack	Slot	Dirección I	Dirección Q	Tipo
	0	1			
ET01 SOTANO	0	2	4085*		IM 153-1
	0	3			
AI8x13Bit	0	4	564...579		AI 8x13BIT
DI32xDC24V	0	5	84...87		DI 32x24VDC
DI32xDC24V_2	0	6	88...91		DI 32x24VDC
DI32xDC24V_3	0	7	92...95		DI 32x24VDC
DO32xDC24V/0.5A	0	8		96...99	DO 32x24VDC/0.5A
DO32xDC24V/0.5A_2	0	9		100...103	DO 32x24VDC/0.5A
	0	10			
	0	11			

Figura 6.4: Direccionamiento inicial ET200 del sótano de la torre de digestores

Por lo tanto, tal y como se ve en la Figura 6.4, las direcciones de entrada actualmente van desde la 84.0 hasta la 95.7 y las direcciones de salida desde la 96.0 hasta la 103.7.

De igual forma, respecto al ET200 de reparto, el rango de entradas y salidas es el mostrado en la Figura 6.5:

Módulo	Rack	Slot	Dirección I	Dirección Q	Tipo
ET04 REPARTO	0	0	4094*		IM 155-6 DP HF V3.1
68_4	0	1	56...57		DI 16x24VDC STV1.0
68_2	0	2	58...59		DI 16x24VDC STV1.1
132	0	3		2...3	DQ 16x24VDC/0.5A STV1.0
68_3	0	4	60...67		AI 4xUII 2-wire STV1.1
68	0	5	96...103		Modulo servidor (8bytes, 33 sl.)

Figura 6.5: Direccionamiento inicial ET200 reparto de la segunda planta de la torre de digestores

Este módulo dispone de entradas digitales que van desde la 56.0 hasta la 59.7, salidas analógicas desde la 2.0 hasta la 3.7 y entradas analógicas con direcciones desde la 60 hasta la 67.

La ventaja de disponer de una ET200 es que únicamente hay que cambiar las direcciones en la configuración del dispositivo, puesto que, tal y como se ha descrito anteriormente, se conectará mediante ProfiNET al PLC de Fangos.

6.1.3. Plano de ocupación del PLC de Fangos

TIA Portal permite visualizar de una forma sencilla todas las direcciones de entrada y salida del PLC correspondiente, así como las direcciones de memoria, temporizadores y contadores.

Tanto en la Figura 6.6 como en la Figura 6.7 se resumen las entradas y salidas ocupadas en el PLC de Fangos, marcadas con un cuadrado azul:

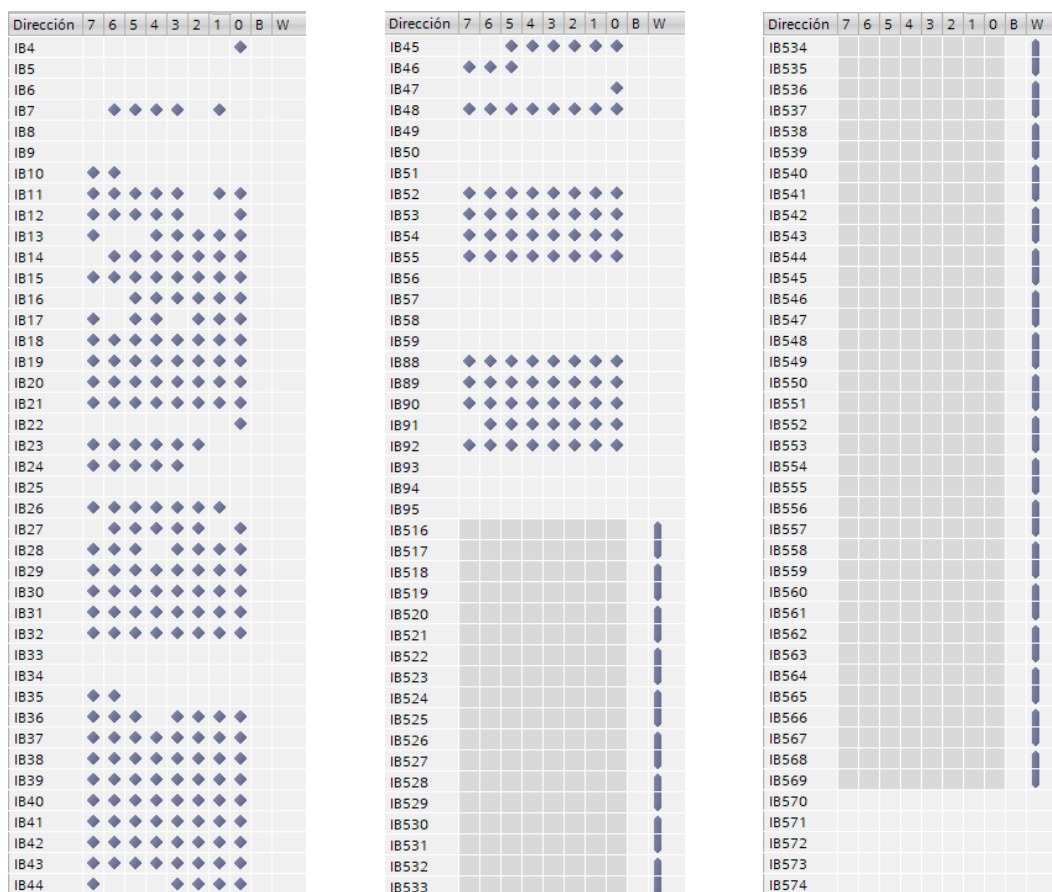


Figura 6.6: Plano de ocupación inicial de las variables de entrada del PLC Fangos

Dirección	7	6	5	4	3	2	1	0	B	W	DWORD
QB4											
QB5											
QB6											
QB7											
QB56											
QB57											
QB58											
QB59											
QB60											
QB61											
QB62											
QB63											
QB64											
QB65											
QB66											
QB67											
QB68											
QB69											
QB70											
QB71											
QB72											
QB73											
QB74											
QB75											
QB76											
QB77											
QB78											
QB79											
QB80											
QB81											
QB82											
QB83											
QB84											
QB85											
QB86											
QB87											

Figura 6.7: Plano de ocupación inicial de las variables de salida PLC Fangos

6.1.4. Direccionamiento final del PLC de Fangos

- a) Bombas de fango y de agua caliente de los digestores primarios N°1 y N°3

En primer lugar, se ha optado por cambiar las direcciones de entradas y salidas de las bombas de fango y de agua caliente de los digestores primarios 1 y 3. Por ello, viendo las direcciones de memoria disponibles, y manteniendo el orden ya establecido (para una mayor facilidad a la hora de conectar los cables a los borneros), se ha optado por utilizar los bytes 93 y 94 para ubicar las señales de entrada de estos equipos:

%I93.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°3, EMERGENCIA
%I93.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°3, REMOTO
%I93.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°3, CONF. MARCHA
%I93.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°3, DEFECTO
%I93.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°1, EMERGENCIA
%I93.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°1, REMOTO
%I93.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°1, CONF. MARCHA
%I93.7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°1, DEFECTO
%I94.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°3, EMERGENCIA
%I94.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°3, REMOTO
%I94.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°3, CONF. MARCHA
%I94.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°3, DEFECTO
%I94.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°1, EMERGENCIA
%I94.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°1, REMOTO
%I94.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°1, CONF. MARCHA
%I94.7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°1, DEFECTO

Figura 6.8: Entradas digitales finales de las bombas de fango y de agua caliente de los digestores primarios 1 y 3

De la misma manera, se ha ubicado las señales de salida de dichos dispositivos en las direcciones de salida que van desde la 85.4 hasta la 85.7.

%Q85.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº3, ORDEN MARCHA
%Q85.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO Nº1, ORDEN MARCHA
%Q85.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº3, ORDEN MARCHA
%Q85.7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO Nº1, ORDEN MARCHA

Figura 6.9: Salidas digitales finales de las bombas de fango y agua caliente de los digestores primarios 1 y 3

b) Válvulas 4 vías de los digestores primarios Nº1 y Nº3

Siguiendo la dinámica anterior, se han establecido las nuevas direcciones de entrada y salida para las válvulas 4 vías. Se han escogido los bits 35.4 y 35.5 para las entradas digitales:

%I35.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº1, ABIERTA
%I35.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº3, ABIERTA

Figura 6.10: Entradas digitales finales de las válvulas 4 vías de los digestores primarios 1 y 3

Para las salidas digitales se han escogido las direcciones que van desde la 87.1 hasta la 87.4:

%Q87.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº1, ORDEN ABRIR
%Q87.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº1, ORDEN CERRAR
%Q87.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº3, ORDEN ABRIR
%Q87.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR Nº3, ORDEN CERRAR

Figura 6.11: Salidas digitales finales de las válvulas 4 vías de los digestores primarios 1 y 3

c) Sensores de temperatura

Por último, se deben conectar los sensores de temperatura de los digestores 1 y 3 a las entradas analógicas del PLC de Fangos.

Dada la limitación en el número de entradas analógicas, se utilizará un multiplexor de 8 entradas, conectado a su vez a la entrada analógica PEW840 del PLC.

Se conectarán los sensores a los siguientes canales del multiplexor:

- Canal 1: Temperatura agua a intercambiador digestor primario Nº1
- Canal 2: Temperatura fango a intercambiador digestor primario Nº1
- Canal 3: Temperatura agua a intercambiador digestor primario Nº3
- Canal 4: Temperatura fango a intercambiador digestor primario Nº3

A su vez, tal y como se explica en el apartado [5.5.3](#), en la sección de “Tratamiento de señales analógicas”, los valores se almacenan como número real en el DB36 y como número entero en el DB38, como se muestra en la Figura 6.12 y Figura 6.13:

ANALOGICA33	Real	64.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°1
ANALOGICA34	Real	68.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°1
ANALOGICA35	Real	72.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTENSIDAD BOMBA PRESURIZACION N°1 FLOTADOR N°2
ANALOGICA36	Real	76.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTENSIDAD BOMBA PRESURIZACION N°2 FLOTADOR N°2
ANALOGICA37	Real	80.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°3
ANALOGICA38	Real	84.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°3

Figura 6.12: Sensores de temperatura de los digestores 1 y 3, valor real en DB36

ANALOGICA33	Int	32.0	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°1
ANALOGICA34	Int	34.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°1
ANALOGICA35	Int	36.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTENSIDAD BOMBA PRESURIZACION N°1 FLOTADOR N°2
ANALOGICA36	Int	38.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTENSIDAD BOMBA PRESURIZACION N°2 FLOTADOR N°2
ANALOGICA37	Int	40.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°3
ANALOGICA38	Int	42.0	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°3

Figura 6.13: Sensores de temperatura de los digestores 1 y 3, valor entero en DB38

a) ET200 sótano digestores y ET200 reparto

Tal y como se ha comentado en el punto [5.6.2](#), la modificación se divide en dos partes: la primera es el cambio de protocolo de comunicación de ProfiBUS a ProfiNET de las dos ET200, y la segunda consiste en mover el programa que gobierna las electroválvulas al PLC de Fangos y asignar dichos módulos al PLC de Fangos. La ventaja de utilizar ProfiNET es que, ahora las ET200 se pueden conectar al anillo de ProfiNET de la planta, mostrado en la Figura 5.1: Red física de comunicaciones de la EDAR, por lo que para cambiar de PLC maestro únicamente habrá que indicárselo en TIA Portal.

Originalmente, tanto la ET200 del sótano de Digestores como la de reparto se conectaban a través de ProfiBUS al PLC de Deshidratación, por lo que únicamente podían depender de esta CPU. Se aprecia en la Figura 6.14:

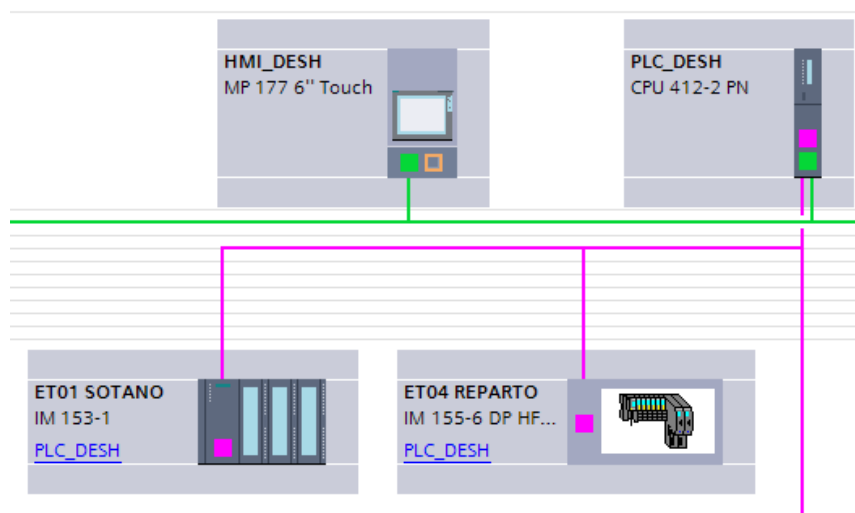


Figura 6.14: Comunicación ProfiBUS de las ETs correspondientes al PLC DESH

Cambiando la cabecera de las ETs por unas de ProfiNET y configurando adecuadamente los dispositivos, se puede incorporar los dispositivos al anillo de comunicaciones. El modelo de la cabecera ProfiBUS de la ET de reparto era IM 155-6 DP HF y se sustituye por el de cabecera ProfiNET IM155-6 PN ST. Por otro lado, la cabecera de la ET del sótano era IM 153-1 y se sustituye por la IM 153-4 PN.

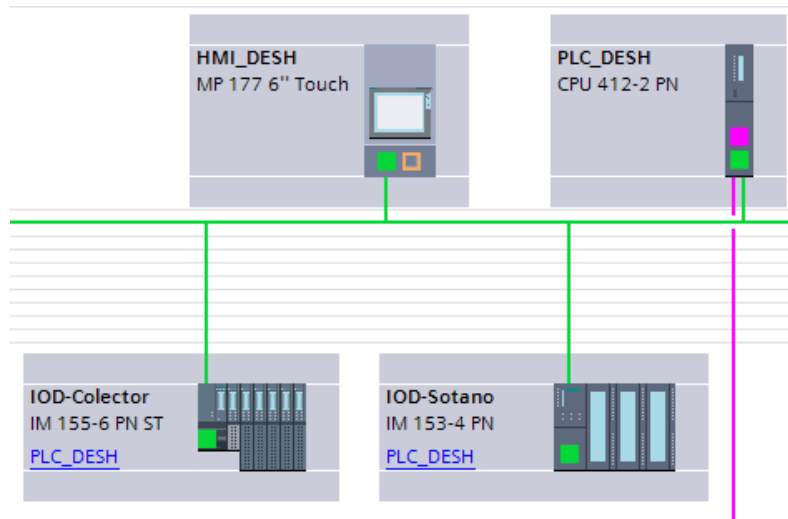


Figura 6.15: Comunicación ProfiNET de las ETs correspondientes al PLC DESH

Una vez realizado este cambio, una vez realizado el programa correspondiente en el PLC de Fangos, se conectarán los módulos a esa CPU, tal y como se ve en la Figura 6.16:

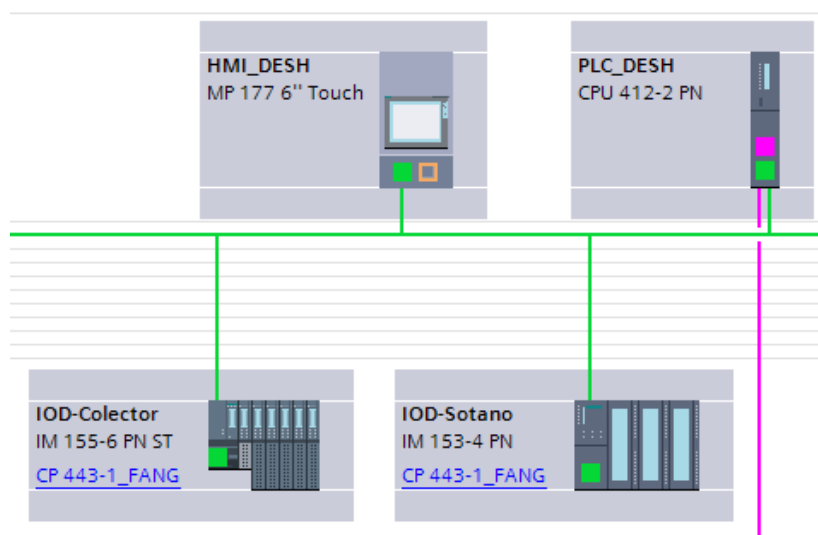


Figura 6.16: Comunicación ProfiNET de las ETs correspondientes al PLC FANG

A la hora de trasladar la ET200 al PLC de Fangos, se establece un rango de entradas y salidas, puesto que se comporta como un bloque. Las direcciones finales en el PLC de Fangos para este periférico son las siguientes:

Módulo	...	Rack	Slot	Direcció..	Direcció..	Tipo
▼ IOD-Sotano		0	0	4007*		IM 153-4 PN
▶ Interfaz PROFINET		0	0 X1	4006*		Interfaz PROFINET
AI8x13Bit		0	1	464...479		AI 8x13BIT
DI32xDC24V		0	2	124...127		DI 32x24VDC
DI32xDC24V_2		0	3	128...131		DI 32x24VDC
DI32xDC24V_3		0	4	132...135		DI 32x24VDC
DO32xDC24V/0.5A		0	5		16...19	DO 32x24VDC/0.5A
DO32xDC24V/0.5A_2		0	6		20...23	DO 32x24VDC/0.5A

Figura 6.17: Direccionamiento final ET200 del sótano de la torre de digestores

De igual forma que con la ET200 del sótano de digestores, a la hora de mover la ET200 de reparto, hay que establecer el rango de entradas y salidas en el PLC de Fangos. Se ha optado por las siguientes direcciones:

Módulo	...	Rack	Slot	Direcció..	Direcció..	Tipo
▼ IOD-Colector		0	0	4080*		IM 155-6 PN ST
▶ Interfaz PROFINET		0	0 X1	4079*		Interfaz PROFINET
DI 16x24VDC ST_1		0	1	100...101		DI 16x24VDC ST
DI 16x24VDC ST_2		0	2	102...103		DI 16x24VDC ST
DQ 16x24VDC/0.5A ST_1		0	3		10...11	DQ 16x24VDC/0.5...
AI 4xU/I 2-wire ST_1		0	4	104...111		AI 4xU/I 2-wire ST
Módulo servidor_1		0	5	4003*		Módulo servidor

Figura 6.18: Direccionamiento final ET200 reparto de la segunda planta de la torre de digestores

6.1.5. Conexión a los borneros

Al tratarse de una planta de gran tamaño, los elementos se encuentran distribuidos a lo largo de la misma, por lo que es muy importante numerar todos los cables y borneros de la instalación. La parte de fuerza de las bombas no ha sido modificada, por lo que se mantiene igual que antes. Sin embargo, la parte de mando sí que se ha modificado, por lo que a continuación, en la Tabla 6.1, se muestra la numeración de los bornes correspondientes.

Equipo	Señal		Armario CCM		PLC Fangos		Manguera control
	Nombre	Dirección	Panel	Borne	Panel	Borne	
Bomba fango digestor N°1	Parada emergencia	E94.4	X7	87	XA22	2.4	WC711
	Selector en remoto	E94.5		91		2.5	
	Confirmación marcha	E94.6		93		2.6	
	Defecto	E94.7		95		2.7	
	Orden marcha	A85.5		89	XA25	141	WC761
				90		144	
Bomba fango digestor N°3	Parada emergencia	E94.0	X7	69	XA22	2.0	WC711
	Selector en remoto	E94.1		73		2.1	
	Confirmación marcha	E94.2		75		2.2	
	Defecto	E94.3		77		2.3	
	Orden marcha	A85.4		71	XA25	131	WC761
				72		134	
Bomba agua caliente digestor N°1	Parada emergencia	E93.4	X7	69	XA22	1.4	WC711
	Selector en remoto	E93.5		73		1.5	
	Confirmación marcha	E93.6		75		1.6	
	Defecto	E93.7		77		1.7	
	Orden marcha	A85.7		71	XA25	161	WC761
				72		164	
Bomba agua caliente digestor N°3	Parada emergencia	E93.0	X7	69	XA22	1.0	WC711
	Selector en remoto	E93.1		73		1.1	
	Confirmación marcha	E93.2		75		1.2	
	Defecto	E93.3		77		1.3	
	Orden marcha	A85.6		71	XA25	151	WC761
				72		115	
Válvula 4 vías digestor N°1	Válvula abierta	E35.4	X2	220	-	54	WC77A3
	Orden de abrir	A87.1		211	XA25	261	WC775
				212		264	
				213		271	
	Orden de cerrar	A87.2		214	274		
Válvula 4 vías digestor N°3	Válvula abierta	E35.5	X2	209	-	55	WC77A3
	Orden de abrir	A87.3		215	XA25	281	WC775
				216		284	
				217		291	
				218		294	

Tabla 6.1: Conexión de borneros entradas y salidas digitales

6.2. Desarrollo del programa basado en TIA Portal

Una vez presentado y organizado todo lo necesario para la reubicación de todos los equipos en el PLC correspondiente, se procederá a reprogramar en TIA Portal el código para el funcionamiento de los digestores.

6.2.1. Funciones principales a utilizar

La automatización se ha realizado con cinco funciones principalmente, mencionadas en el apartado [5.4.4](#).

a) FC13 – DINOMIX

Cada digestor dispone de una bomba Dinomix que agita el fango de estos. Sin embargo, no todos deben funcionar siempre a la vez, y además se busca que las horas de funcionamiento sean similares entre sí.

En primer lugar, se definen las siguientes características iniciales:

- Dinomix parada y disponible: la bomba no está funcionando, pero está lista para hacerlo en caso de que sea necesario.
- Tiempo de arranque: se considera que una Dinomix ha arrancado a los 15 segundos de ponerla en marcha.
- Dinomix primera en arrancar: de entre todas las bombas paradas y disponibles, la que tenga un menor tiempo de funcionamiento será la que se encenderá al solicitar una bomba más.
- Dinomix primera en parar: se establece como primera Dinomix en parar aquella que tiene un mayor tiempo de funcionamiento de entre las que se encuentran funcionando en remoto. En caso de solicitar que se pare una bomba, lo hará la que cumpla esta condición.

Con estas funciones, se consigue establecer un orden a la hora de encender y apagar los equipos. Esta orden dependerá principalmente de la demanda y oferta de bombas que haya en funcionamiento. La demanda se establece en función de la tarifa eléctrica que haya en dicho periodo del día (hora punta, hora llana u hora valle). Se intenta igualar en todo momento la oferta a la demanda, por lo que si la oferta es mayor que la demanda (hay más bombas en funcionamiento de las deseadas) se pedirá que se pare una Dinomix (la cual será, tal y como se ha comentado, la que cumpla la condición de primera en parar). Por otro lado, si la demanda es mayor que la oferta, se pedirá arrancar una bomba, que en este caso será la que cumpla la condición de primera en arrancar.

De igual forma, se establece un ciclo para mantener la igualdad de horas de trabajo de todos los equipos. Por ello, se compara en todo momento las horas de funcionamiento de la bomba con la condición de primera en parar y la de la condición de primera en arrancar. Si dicha diferencia es superior a una hora, se pedirá un paro de bomba, para rotar de esta forma las Dinomix. Esto último sólo se cumplirá una vez a la hora y en periodo eléctrico punta o llano.

Por otro lado, para evitar que en las zonas de las válvulas se acumule fango y pueda llegar a taponar las tuberías, diariamente se ejecuta un ciclo en el que se accionan todas las válvulas. Lógicamente, durante la parte del ciclo en donde se activen las válvulas del circuito de la Dinomix, esta deberá parar.

Tras todas estas condiciones, se establece ya el funcionamiento de cada motor.

b) FC27 - INTERCAMBIADORES

En los intercambiadores entran ya en juego dos bombas, la de fango a intercambiador y la de agua caliente. El funcionamiento de las mismas dependerá principalmente del funcionamiento de unos motogeneradores que dispone la planta, ya que son los que aportan el calor para calentar el agua y, por tanto, el fango.

La estructura de la función es similar a la de la FC13-DINOMIX, solo que en este caso el orden no se rige por las horas de funcionamiento de las bombas, sino de una prioridad establecida manualmente.

En primer lugar, se hace la caracterización y puesta en marcha de las bombas de fango.

Las características iniciales son las mismas que en el apartado anterior:

- Bomba fango parada y disponible: la bomba no se encuentra en funcionamiento, pero el digestor está disponible y esta está preparada para funcionar.
- Bomba fango primera en arrancar: la primera bomba en arrancar será la que, de entre todas las bombas paradas y disponibles, tenga una prioridad más alta.
- Bomba fango primera en parar: de entre todas las bombas funcionando en remoto, será la primera en parar la que tenga una prioridad más baja.

Al igual que antes, se establece una oferta y demanda de bombas. La oferta se corresponde con el número de bombas en funcionamiento, mientras que la demanda se establecerá según estén los motogeneradores en funcionamiento o no. Si los motogeneradores están en funcionamiento, la demanda será igual al número de digestores en servicio cuya temperatura de fango sea inferior que su consigna. Si los motogeneradores están parados, la demanda será de 2 bombas para recircular el fango y mezclarlo con el fango nuevo que llegue de los espesadores y flotadores. En todo caso, para asegurar que el fango se mezcla correctamente, la oferta será siempre como mínimo de 2 bombas.

La manera de rotar las bombas de fango se hará periódicamente, dependiendo del número de digestores en servicio. Si están los cuatro en servicio, la rotación de bombas se hará cada hora, mientras que, si es menor, se hará cada media hora.

Simultáneamente, se establece otro ciclo dividido en dos partes: el tiempo de ciclo de calentamiento (que dura una hora) y el tiempo de ciclo de testeo (que dura 5 minutos). Esto se hace para que, si hay motogeneradores en marcha y si la temperatura del fango es inferior a la consigna, durante el tiempo de testeo se pueda reanudar la marcha de las bombas de fango.

Una vez configuradas las bombas de fango, se establece el funcionamiento de las válvulas 4 vías. Dichas válvulas se cerrarán si no se cumple al menos una de las tres siguientes condiciones: no hay ningún motogenerador en marcha, la temperatura del fango es superior a la de la consigna o la bomba fango no está funcionando. Las válvulas se abrirán si la bomba fango correspondiente se encuentra en marcha y en remoto, y si el ciclo anterior se encuentra en el tiempo de calentamiento.

Por último, se pone en marcha la bomba de agua caliente. Esta funcionará siempre y cuando hay al menos un motogenerador en marcha, la válvula 4 vías correspondiente se encuentre abierta y la bomba de fango funcionando.

c) FC7 – VALVULAS DIGESTORES

Esta función se establece para gestionar el funcionamiento de las electroválvulas de los digestores.

Los equipos implicados, correspondientes a los digestores primarios (ya que también se encuentran válvulas del digestor secundario), en esta función son los siguientes:

- EV purga fango a anillo inferior
- EV aspiración circuito Dinomix
- EV impulsión bomba Dinomix Jet derecho
- EV impulsión bomba Dinomix Jet izquierdo
- EV aspiración fango a calentar
- EV aspiración bomba Dinomix
- EV alimentación fango

De todas las válvulas, la EV purga fango a anillo inferior cuando no está excitada está cerrada y cuando se excita se abre, mientras que el resto funcionan al revés: cuando no están excitadas se encuentran abiertas y se cierran al activarse. Este funcionamiento es clave para la programación de las mismas, ya que la válvula de purga estará normalmente cerrada, mientras que el resto estarán normalmente abiertas.

Todas las válvulas, además de las condiciones propias de cada una, se pueden activar de dos maneras distintas: de forma manual desde el SCADA o automáticamente.

Las electroválvulas de purga son las que más condiciones disponen puesto que dependen de más parámetros. Para ello, se debe tener en cuenta que la purga de los digestores se hace a través de los anillos superior e inferior, los cuales son unas tuberías en forma de anillo. El anillo superior lleva el fango purgado a la arqueta trasvase o al homogeneizador según convenga, mientras que el anillo superior está conectado al homogeneizador o al digestor secundario.

Para el funcionamiento automático únicamente está programada una secuencia de activación de todas las válvulas que se debe hacer periódicamente para evitar la acumulación de fango alrededor de estas, obstruyendo las tuberías. Esta secuencia se activa desde un pulsador externo y se va dividiendo en pequeñas etapas, cada una de las cuales activa una de las válvulas.

Por otro lado, como es evidente, durante el cierre de válvulas se deberán parar las bombas correspondientes a los circuitos de dichas válvulas, por lo que hay que tener esto en cuenta a la hora de programar.

d) FC46 - SECUENCIA EVs ARQUETA REPARTO

Al igual que en el caso anterior, se establece un ciclo de apertura de las válvulas de alimentación de fango de los digestores. En esta ocasión, la duración de las etapas se establece mediante unos temporizadores. Además, dado que no se necesita impulsar el fango con ninguna bomba, no es necesario en este caso introducir los temporizadores para asegurar que siempre haya una válvula abierta.

Por otra parte, se dispone de un sensor de presión del colector. Si la presión supera cierto umbral, se activa un permiso de apertura de una segunda electroválvula. De esta forma se liberará un mayor caudal de fango y la presión del colector se reducirá.

La secuencia funciona de la siguiente forma:

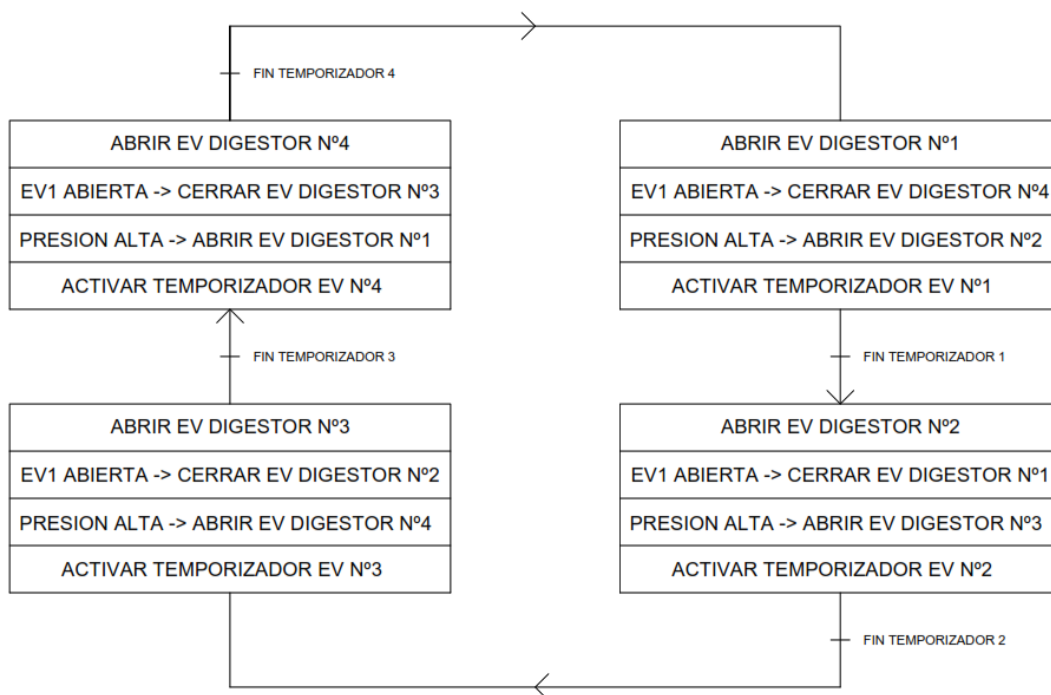


Figura 6.19: Secuencia EVs arqueta de reparto

e) FC15 - EVs CLORURO FÉRRICO

Se dispone de una función que realiza un ciclo mediante el cual las válvulas que añaden cloruro férrico a los digestores se van abriendo y cerrando. La secuencia consiste simplemente en abrir cada hora una válvula, de tal forma que queda la siguiente secuencia.

El cloruro férrico se impulsa con dos bombas, por lo que, para asegurar el correcto funcionamiento y evitar posibles accidentes, se temporizan los cierres de las válvulas, estando

un tiempo dos válvulas abiertas y asegurando que el cloruro férrico dispone de un camino disponible en todo momento.

La secuencia se puede ver mediante el siguiente diagrama:

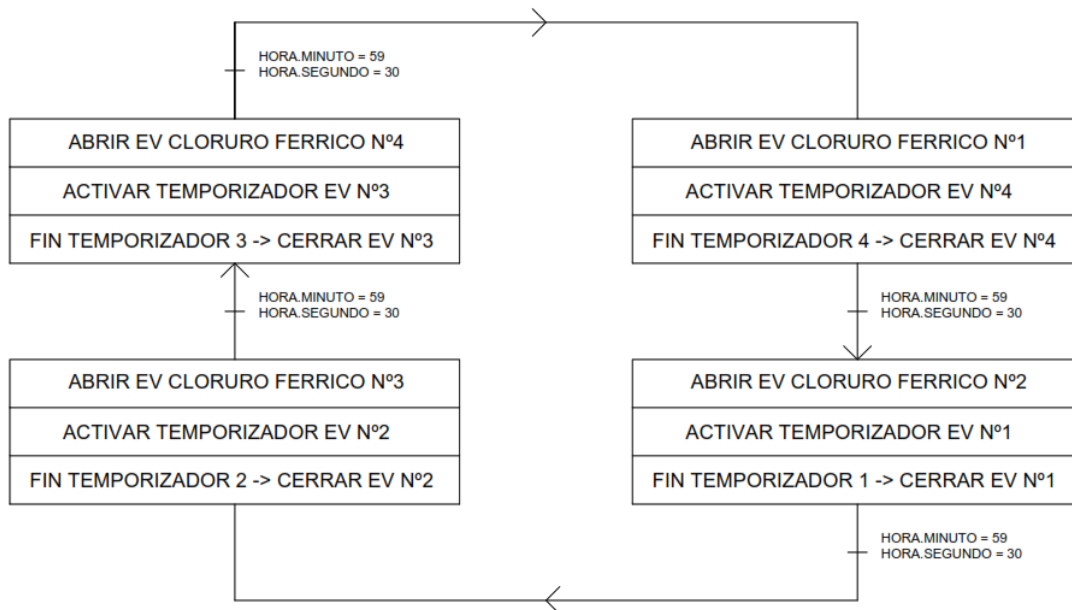


Figura 6.20: Secuencia EVs cloruro férrico

6.2.2. Funciones auxiliares

Además de las funciones que controlan el funcionamiento de los digestores, debe haber siempre un apartado de seguridad y emergencia. Es por ello por lo que se utilizan otras funciones que se agrupan en un grupo llamado “Alarmas”:



Figura 6.21: Funciones de alarma del PLC de Energía

Se debe destacar que las válvulas 4 vías no disponen de sensores de defecto o botonera de emergencia, por lo que solo se verán afectadas en este caso las bombas de fango y agua caliente.

a) FC19 – ALARMAS FANGOS

En dicha función se lleva un recuento del número de alarmas activas en el PLC. Por ello, a las existentes se les añaden nuevas alarmas. Dicho recuento se almacena en una palabra de la zona de memoria del PLC, exactamente en %MW62:

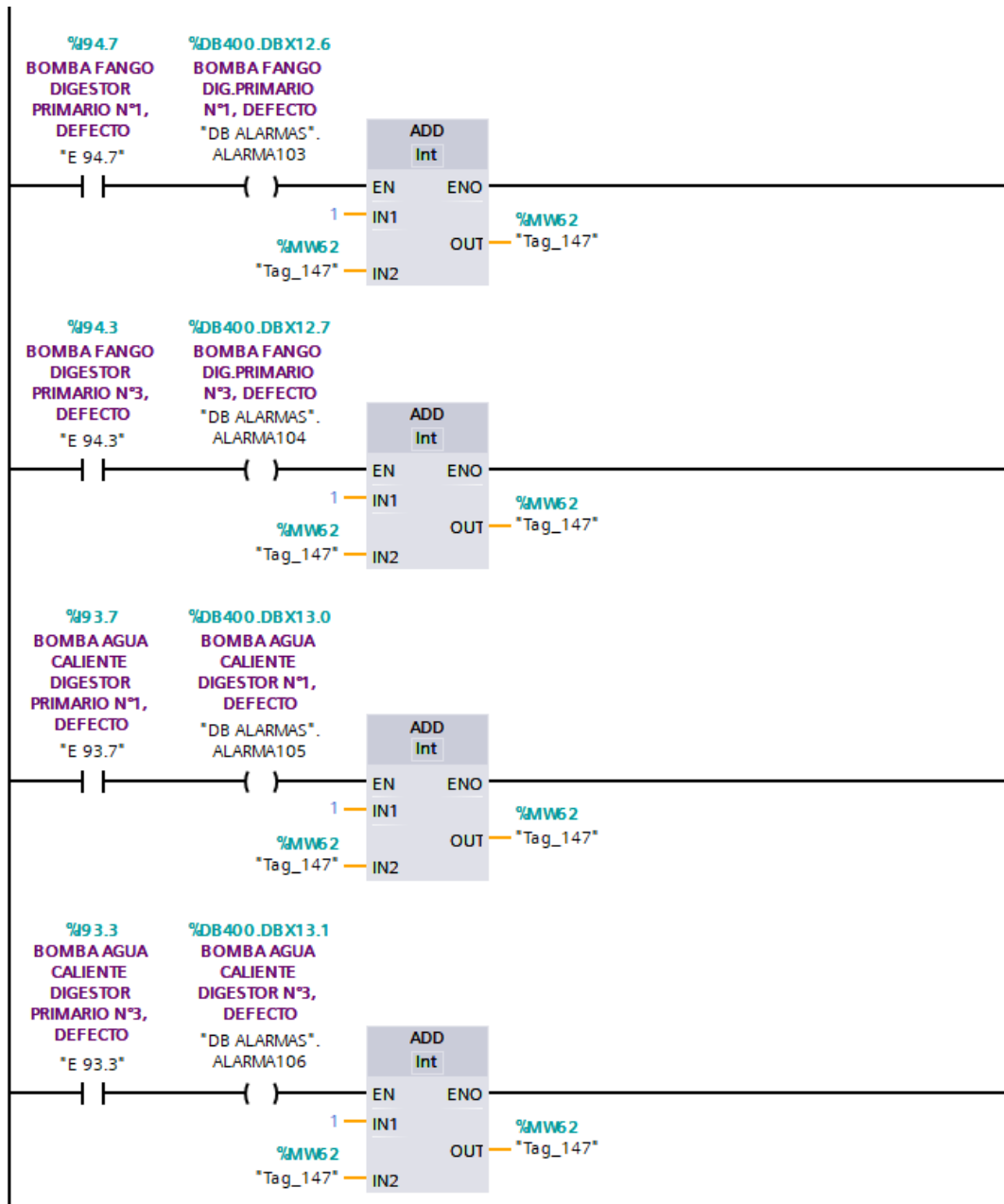


Figura 6.22: Segmento añadido en la FC19-ALARMAS FANGOS

b) FC78 – EMERGENCIA

La función de "Emergencia" está creada para cumplir con el Real Decreto 1215/1997, en el cual se establece que, tras una parada de emergencia, para proceder a la puesta en marcha del equipo, únicamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Por lo tanto, para los equipos que dispongan de pulsador de emergencia, su rearme se realizará cuando, una vez quitada la seta de emergencia, se accione de nuevo el selector de remoto o, estando en remoto, se active la marcha manual.

El segmento de programación para cada uno de los equipos será el siguiente:

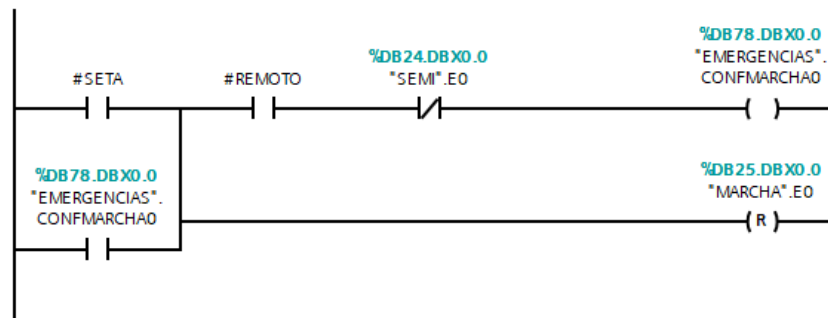


Figura 6.23: Accionamiento de emergencia

c) FC40 – FALLO MANIOBRAS

Para prever posibles fallos de mando tales como que un equipo esté en marcha cuando no deba estarlo, se establece otro segmento de programación para cada equipo a través del cual identificar dicho fallo.

Según el fallo sea para una bomba o para una válvula, el segmento varía ligeramente:

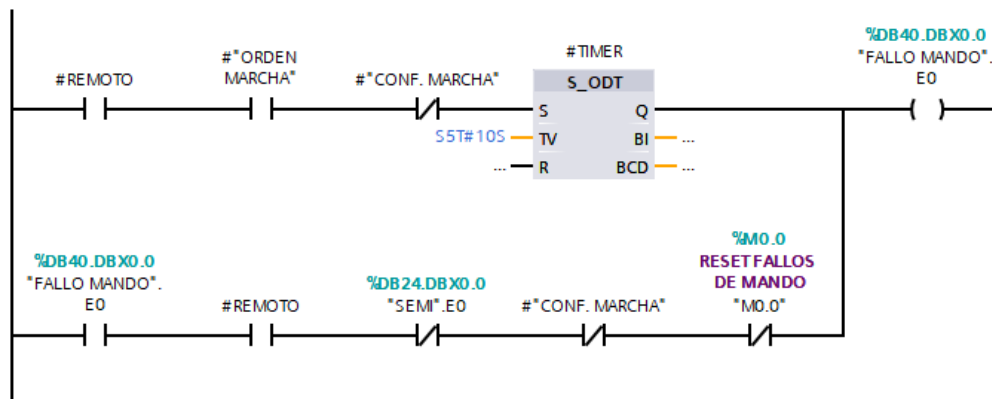


Figura 6.24: Accionamiento de fallo mando de una bomba

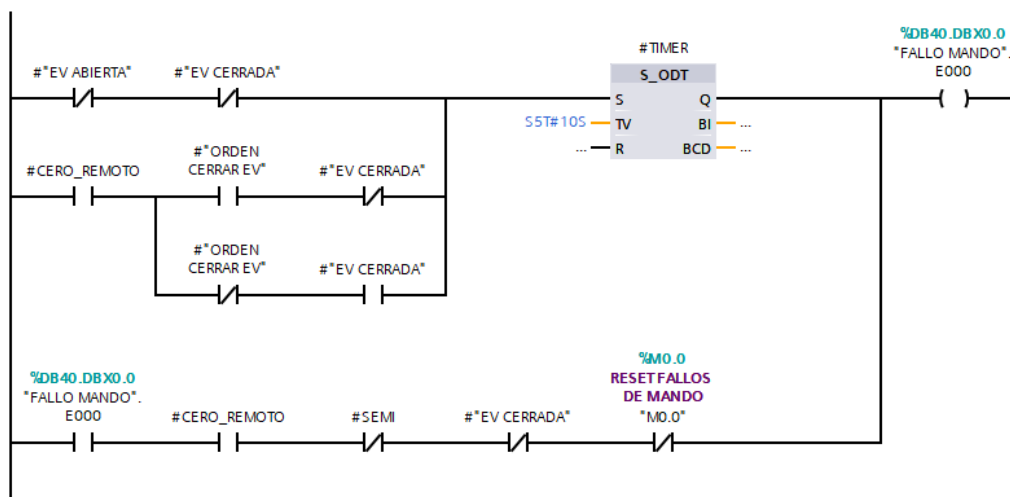


Figura 6.25: Accionamiento de fallo mando de una válvula

Se introduce un temporizador (normalmente de 10 segundos) para activar la alarma en el caso de que dicho fallo sea prolongado en el tiempo. El rearme, al igual que en el caso anterior, se realizará cuando se accione de nuevo el selector de remoto o, estando en remoto, se active la marcha manual.

7. Integración de un nuevo digestor en el sistema

Finalmente, tras tener todo perfectamente organizado, se procede tanto a la creación de los esquemas de los equipos que existirán en el 5º digestor, como a la programación de estos.

Recordando lo explicado en el apartado [5.3](#), los equipos necesarios para la automatización del nuevo digestor son los siguientes:

- Bomba agua caliente digestor primario Nº5
- Bomba Dinomix digestor primario Nº5
- Bomba fango digestor primario Nº5
- Ventilador sótano digestores Nº5
- E.V. Cloruro férrico a digestor Nº 5
- E.V. Alimentación fango digestor Nº 5
- E.V. Aspiración bomba Dinomix digestor Nº 5
- E.V. Aspiración circuito Dinomix digestor Nº 5
- E.V. Aspiración fango a calentar digestor Nº 5
- E.V. Impulsión bomba Dinomix jet derecho digestor Nº 5
- E.V. Impulsión bomba Dinomix jet izquierdo digestor Nº 5
- E.V. Purga fango digestor Nº 5 a anillo inferior
- E.V. Fango a digestor primario Nº 5
- Válvula 4 vías digestor Nº 5

7.1. Diseño de los esquemas eléctricos

En primer lugar, una vez conocidos todos los elementos, se deben diseñar los esquemas de fuerza, mando y conexionado de entradas y salidas del PLC.

Para ello, se utilizará una aplicación llamada EPLAN, desarrollada específicamente para la realización de esquemas eléctricos.

7.1.1. **Software EPLAN**

EPLAN [2] es un programa dirigido a la Ingeniería Eléctrica asistida por Ordenador, también conocido como CAE, desarrollado por la empresa Eplan Software. Permite optimizar y automatizar el desarrollo de esquemas eléctricos, aunque la principal ventaja es que sirve también de base de datos que permiten extraer información sobre el proyecto que se esté realizando, aportando listas de materiales, resúmenes de borneros, entradas y salidas de los PLCs, etc.



Figura 7.1: Logo EPLAN - fuente: <https://expoalemania.com/wp-content/uploads/2021/06/EPLAN-Software-Service-Hispanoame%CC%81rica.jpg>

Entre otras cosas, EPLAN posee herramientas capaces de vincular automáticamente diferentes representaciones donde aparece un dispositivo o parte del mismo, estructurar los proyectos de una forma flexible o crear representaciones realistas y a escala de diferentes mecanismos y estructuras.

7.1.2. Generalidades de los esquemas

A la hora de diseñar los esquemas, se deben separar las bombas y ventiladores por un lado y las válvulas por otro, dado que los motores necesitan de un circuito de potencia.

a) Esquemas de bombas y ventilador

Para estos mecanismos, se necesitará diseñar un circuito de potencia y otro de mando. La potencia consta de circuitos trifásicos alimentados a 400 V de línea

El mando de los mismos se realizará a un a tensión monofásica de 110 V en corriente alterna y en todos los casos seguirá un funcionamiento similar:

Se dispone de un selector Local-0-Remoto de 3 posiciones. La posición 0 deja todo el circuito en abierto, por lo que el motor se encuentra en paro. Si se coloca en local, se cierra el circuito de mando gobernado por la botonera situada en el CCM. Por otro lado, si se coloca en remoto, cede el control al PLC.

En modo local, se dispone de un pulsador de marcha y otro de paro, que activan un relé, cuyos contactos cierran el circuito de fuerza. En el caso de la bomba Dinomix, dada su alta potencia, se gobernará por un relé temporizado a la desconexión, ya que los arranques se realizan mediante un arrancador Suave en forma de rampa.

En la bomba de fango, al disponer de un variador de frecuencia, se colocará un pulsador adicional de "Reset" del variador, así como un potenciómetro que permita regular de manera manual la velocidad de la misma.

El ventilador también dispone de un variador de frecuencia, con inversor de giro. Por lo tanto, para el ventilador habrá un pulsador de "Reset" del variador. Además, al tener funcionamiento directo e inverso, habrá dos pulsadores que activen un funcionamiento u otro. El mando se podrá realizar desde el CCM del ventilador o desde la botonera local situada junto al ventilador. El variador dispondrá de un potenciómetro que permita regular de manera manual la velocidad del motor.

En modo remoto, se cierra un contacto que envía una señal de “Remoto” al PLC. De igual forma, al cerrar dicho contacto se activa la opción de dar la orden de marcha desde el autómatas (salida del PLC “Orden Marcha”).

Si el relé que gobierna el motor está activado, se envía una señal al PLC de “Confirmación Marcha”.

En caso de producirse un defecto en el motor o salta alguna protección en los circuitos de mando o fuerza, se enviará al autómatas una señal de “Defecto”.

En el caso de la bomba Dinomix, un fallo en el arrancador suave también activará la señal de “Defecto”

Se indicará con una luz verde la marcha y con una luz roja el paro, situadas en el armario de fuerza del motor.

Se dispondrá de una botonera local en la ubicación de la bomba o ventilador, la cual, al pulsarse, desactivará el relé de mando y enviará una señal de “Emergencia” al PLC.

b) Esquemas de las electroválvulas

Las electroválvulas no necesitan esquemas de fuerza, ya que las tajaderas se accionan de manera neumática. Por lo tanto, únicamente dispondrán de esquema de mando.

Cada válvula dispone de dos finales de carrera (la válvula 4 vías únicamente dispone de 1, abierto), que envían la señal directamente al PLC.

El accionamiento de las válvulas dependerá de si son monoestables o biestables. En caso de ser monoestable, se enviará una salida digital desde el autómatas que excitará la bobina que gobierna la electroválvula (la cual puede abrir o cerrar la tajadera). Si es biestable, se dispondrá de dos señales de salida, una orden de abrir y otra orden de cerrar.

A continuación, se describe la situación de cada electroválvula.

- E.V. Cloruro férrico a digestor Nº 5: Monoestable (orden abrir)
- E.V. Alimentación fango digestor Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- E.V. Aspiración bomba Dinomix digestor Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- E.V. Aspiración circuito Dinomix digestor Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- E.V. Aspiración fango a calentar digestor Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- E.V. Impulsión bomba Dinomix jet derecho digestor Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- E.V. Impulsión bomba Dinomix jet izquierdo digestor Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- E.V. Purga fango digestor Nº 5 a anillo inferior: Monoestable (orden abrir)
- E.V. Fango a digestor primario Nº 5: Monoestable (orden cerrar)
- Válvula 4 vías digestor Nº 5: Biestable (orden abrir y cerrar)

Todos los esquemas y planos se encuentran en el Anexo 10.

7.2. Programación y control con TIA Portal

De los esquemas se pueden obtener las señales de entrada y salida de los actuadores y detectores, por lo que, a partir de dichas señales, se puede proceder a la programación del digestor nuevo en TIA Portal.

Al igual que a la hora de redireccionar los equipos de los digestores 1 y 3, el programa se encuentra en diferentes FCs del proyecto, por lo que se seguirá la estructura utilizada anteriormente.

7.2.1. Direccionamiento de los nuevos equipos del digestor N°5

Se añaden a las siguientes funciones los elementos nuevos añadidos al PLC de Fangos y de Deshidratación.

En primer lugar, se asignan las direcciones de entradas y salidas de cada equipo. Las direcciones que se han escogido para los equipos del PLC de Fangos son las siguientes:

%I35.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I49.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°5, EMERGENCIA
%I49.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°5, REMOTO
%I49.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°5, CONF. MARCHA
%I49.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°5, DEFECTO
%I49.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°5, EMERGENCIA
%I49.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°5, REMOTO
%I49.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°5, CONF. MARCHA
%I49.7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°5, DEFECTO
%I50.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA DINOMIX DIGESTOR PRIMARIO N°5, EMERGENCIA
%I50.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA DINOMIX DIGESTOR PRIMARIO N°5, REMOTO
%I50.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA DINOMIX DIGESTOR PRIMARIO N°5, CONF. MARCHA
%I50.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA DINOMIX DIGESTOR PRIMARIO N°5, DEFECTO
%I103.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET04 - EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO N°5, EMERGENCIA
%I103.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET04 - EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO N°5, REMOTO
%I103.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET04 - EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO N°5, ABIERTA
%I103.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET04 - EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO N°5, CERRADA
%I103.7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET04 - EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO N°5, DEFECTO
%I136.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION CIRCUITO DINOMIX DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I136.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION CIRCUITO DINOMIX DIGESTOR N°5, CERRADA
%I136.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET DCHO. DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I136.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET DCHO. DIGESTOR N°5, CERRADA
%I136.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET IZDO. DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I136.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET IZDO. DIGESTOR N°5, CERRADA
%I136.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION FANGO A CALENTAR DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I136.7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION FANGO A CALENTAR DIGESTOR N°5, CERRADA
%I137.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV PURGA FANGO DIGESTOR N°5 A ANILLO INFERIOR, ABIERTA
%I137.1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV PURGA FANGO DIGESTOR N°5 A ANILLO INFERIOR, CERRADA
%I137.2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ALIMENTACION FANGO DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I137.3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ALIMENTACION FANGO DIGESTOR N°5, CERRADA
%I137.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION BOMBA DINOMIX DIGESTOR N°5, ABIERTA
%I137.5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION BOMBA DINOMIX DIGESTOR N°5, CERRADA

Figura 7.2: Entradas digitales equipos Digestor N°5 PLC FANG

%Q10.6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET04 - EV FANGO A DIGESTOR PRIMARIO N°5, ORDEN CERRAR
--------	--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---

%Q22.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°5, ORDEN ABRIR
%Q22.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - LIBRE
%Q22.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - LIBRE
%Q22.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - LIBRE
%Q23.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ALIMENTACION FANGO DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR
%Q23.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION BOMBA DINOMIX DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR
%Q23.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION CIRCUITO DINOMIX DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR
%Q23.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV ASPIRACION FANGO A CALENTAR DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR
%Q23.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET DCHO. DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR
%Q23.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET IZDO. DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR
%Q23.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ET01 - EV PURGA FANGO DIGESTOR N°5 A ANILLO INFERIOR, ORDEN ABRIR
%Q84.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR PRIMARIO N°5, ORDEN MARCHA
%Q85.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA FANGO DIGESTOR PRIMARIO N°5, ORDEN MARCHA
%Q85.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BOMBA DINOMIX DIGESTOR PRIMARIO N°5, ORDEN MARCHA
%Q87.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR N°5, ORDEN ABRIR
%Q87.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VALVULA 4 VIAS DIGESTOR N°5, ORDEN CERRAR

Figura 7.3: Salidas digitales equipos Digestor N°5 PLC FANG

Para las señales del PLC de Deshidratación se han escogido las siguientes direcciones:

%I62.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5, EMERGENCIA
%I62.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5, REMOTO
%I62.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5, DEFECTO
%I62.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5, CONF. MARCHA

Figura 7.4: Entradas digitales equipos Digestor N°5 PLC DESH

%Q69.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5, ORDEN MARCHA DIRECTO
%Q69.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5, ORDEN MARCHA INVERSO

Figura 7.5: Salidas digitales equipos Digestor N°5 PLC DESH

Una vez se tienen las entradas y salidas digitales, se asignan los números de equipo. Cada uno de ellos lleva asignado un equipo diferente en el PLC, tal y como se ve en la Tabla 7.1:

Equipo	PLC	Nº Equipo PLC
BOMBA DINOMIX DIGESTOR N°5	FANG	87
BOMBA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°5	FANG	88
BOMBA AGUA CALIENTE A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO N°5	FANG	89
VALVULA 4 VIAS AGUA CALENTAMIENTO FANGO DIGESTOR N°5	FANG	90
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV ALIMENTACION FANGO	FANG	128
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV ASPIRACION BOMBA DINOMIX	FANG	129
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV ASPIRACION CIRCUITO DINOMIX	FANG	130
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV ASPIRACION FANGO A CALENTAR	FANG	121
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET DERECHO	FANG	132
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET IZQUIERDO	FANG	133
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV PURGA FANGO A ANILLO VACIADOS	FANG	134
EV TORRE DIGESTORES A DIGESTOR N°5	FANG	135
DIGESTOR PRIMARIO N°5 EV ENTRADA CLORURO FERRICO	FANG	136

Tabla 7.1: Equipos digestor N°5 del PLC FANG

Tal y como se ha comentado anteriormente, el ventilador del sótano de la torre de digestores se programará en el PLC de Deshidratación. Se muestra en la Tabla 7.2 el número de equipo escogido:

Equipo	PLC	Nº Equipo PLC
VENTILADOR SÓTANO DIGESTOR Nº5	DESH	117

Tabla 7.2: Equipos digestor Nº5 del PLC DESH

Además, hay que incorporar las señales analógicas correspondientes a las siguientes señales:

- Temperatura fango digestor Nº5
- Temperatura agua digestor Nº5
- Nivel digestor Nº5
- Intensidad bomba Dinomix digestor Nº5

Siguiendo la distribución establecida, los sensores de temperatura y el transductor de intensidad se conectarán al PLC de Fangos y el sensor de al PLC de Deshidratación.

PEW 510	...	Int	%IW510	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTENSIDAD DINOMIX Nº5
PEW 512	...	Int	%IW512	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA DIGESTOR Nº5
PEW 514	...	Int	%IW514	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO DIGESTOR Nº5

Figura 7.6: Entradas analógicas digestor Nº5 PLC FANG

P_PEW548	...	Int	%IW548	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVEL DIGESTOR Nº5
----------	-----	-----	--------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------

Figura 7.7: Entradas analógicas digestor Nº5 PLC DESH

Una vez establecidas las entradas, se asigna una dirección en el DB36-ANALÓGICAS y DB38-PANEL, DBs en donde se almacenan las variables analógicas (explicado en el apartado [5.4.3](#)), tal y como se muestra a continuación:

ANALOGICA54	Real	212.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA AGUA DIGESTOR Nº5
ANALOGICA55	Real	216.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TEMPERATURA FANGO DIGESTOR Nº5
ANALOGICA56	Real	220.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTENSIDAD DINOMIX Nº5

Figura 7.8: Señales analógicas, valores reales en DB36, PLC FANG

ANALOGICA24	Real	92.0	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NIVEL DIGESTOR Nº5
-------------	------	------	-----	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------

Figura 7.9: Señales analógicas, valores reales en DB36, PLC DESH

Una vez establecidos los equipos correspondientes a cada PLC, y de haber adjudicado las señales analógicas, se puede empezar con la programación del digestor.

7.2.2. Funciones principales a utilizar

En la programación de las bombas se utilizarán las mismas funciones que en el apartado [6.2.1](#), a las que se añadirán los segmentos pertenecientes al nuevo digestor, y se modificarán algunos otros.

Además, se tomará otra función más para el control del ventilador. Esta función se situará en el PLC de Deshidratación, ya que se han dejado todos los ventiladores de los digestores en este PLC. Se corresponde con la FC16 – VENTILACIÓN SÓTANO.

a) FC13 – DINOMIX

A la función anteriormente desarrollada se le añadirá una bomba Dinomix más. Esto quiere decir que se deberá tener en cuenta a la hora de establecer las prioridades de bombas según el número de horas parciales de cada bomba. Se añadirán los segmentos encontrados en el Anexo11: DINOMIX N°5.

b) FC27 – INTERCAMBIADORES

Al igual que en el punto anterior, se deberán añadir a los equipos ya existentes la bomba de fangos, bomba de agua caliente y válvula 4 vías (Anexo11: INTERCAMBIADOR N°5).

Se establece una modificación en el ajuste de prioridades de bombas de fango en horas pares e impares, puesto que ahora no se dispone de 4 bombas. Se opta por establecer a la bomba de fango del nuevo digestor una prioridad media en ambos casos, para intentar que esté el mayor número de horas en funcionamiento.

También, para el ciclo de testeo y calentamiento del nuevo digestor se optará por utilizar un tercer temporizador, de manera que funcione de forma independiente (actualmente los digestores 1 y 3 comparten el mismo temporizador, así como los digestores 2 y 4).

La válvula 4 vías y la bomba de agua caliente, al no depender de la situación de los otros digestores para su funcionamiento, se programará de manera similar al resto.

c) FC7 – VÁLVULAS DIGESTORES

Con la adición del nuevo digestor, para el funcionamiento de esta función, explicado en el punto [6.2.1.c](#), se deberán tener en cuenta las nuevas válvulas, y aumentar el número de etapas de la secuencia de activación.

d) FC46 – SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO

El control de las electroválvulas de alimentación de los digestores que se encuentran en la segunda planta de la torre de digestores se realiza mediante esta función (Anexo11: SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO). El funcionamiento es sencillo:

Se establece un temporizador para cada una de las válvulas que indicarán su tiempo de apertura, de forma que seguirán un ciclo en el cual cada una se abre un tiempo determinado.

En todo caso, deberá asegurarse que al menos una EV se encuentra abierta, ya que el fango debe estar en constante movimiento y necesita siempre un camino disponible.

La adición del nuevo digestor simplemente incrementa en 1 el número de etapas de la función.

e) FC15 – EVs CLORURO FÉRRICO

Como su propio nombre indica, la función FC15 controla las electroválvulas de cloruro férrico.

La secuencia de apertura de las electroválvulas es similar al apartado anterior. Por tanto, el nuevo digestor simplemente afectará al número de etapas, que se incrementará en 1.

Si se tiene que la etapa viene determinada por la variable DB23.DBW52, se considerará una etapa más, quedando la función tal y como se muestra en Anexo11: EVs CLORURO FERRICO.

f) FC16 – VENTILACIÓN SÓTANO (PLC DESH)

En cada una de las zonas del sótano de la torre de digestores se encuentra un ventilador, el cual puede funcionar de manera directa o inversa, según cómo se quiera. El funcionamiento de los ventiladores se podrá gobernar desde el cuadro de mando, tal y como se ve en el esquema de mando del ventilador 5 (Anexo10: Plano 5), o de forma remota desde la pantalla del SCADA.

También se dispondrá de un control de velocidad. En caso de estar desactivado el ventilador, se colocará la referencia a 0 por seguridad. Si se encuentra en marcha directa o inversa, se colocará una velocidad de referencia que se indicará desde el SCADA.

El desarrollo de la función se puede encontrar en el Anexo11: VENTILACIÓN SÓTANO.

7.2.3. Funciones auxiliares PLC FANG

Las siguientes funciones se encuentran ya desarrolladas en el apartado [6.2.2](#), por lo que no se volverá a explicar su funcionamiento de nuevo.

a) FC19 – ALARMAS FANGOS

Se añaden los equipos nuevos para el recuento de las alarmas totales en el PLC de Fangos. Dicho recuento se almacena en %MW62:

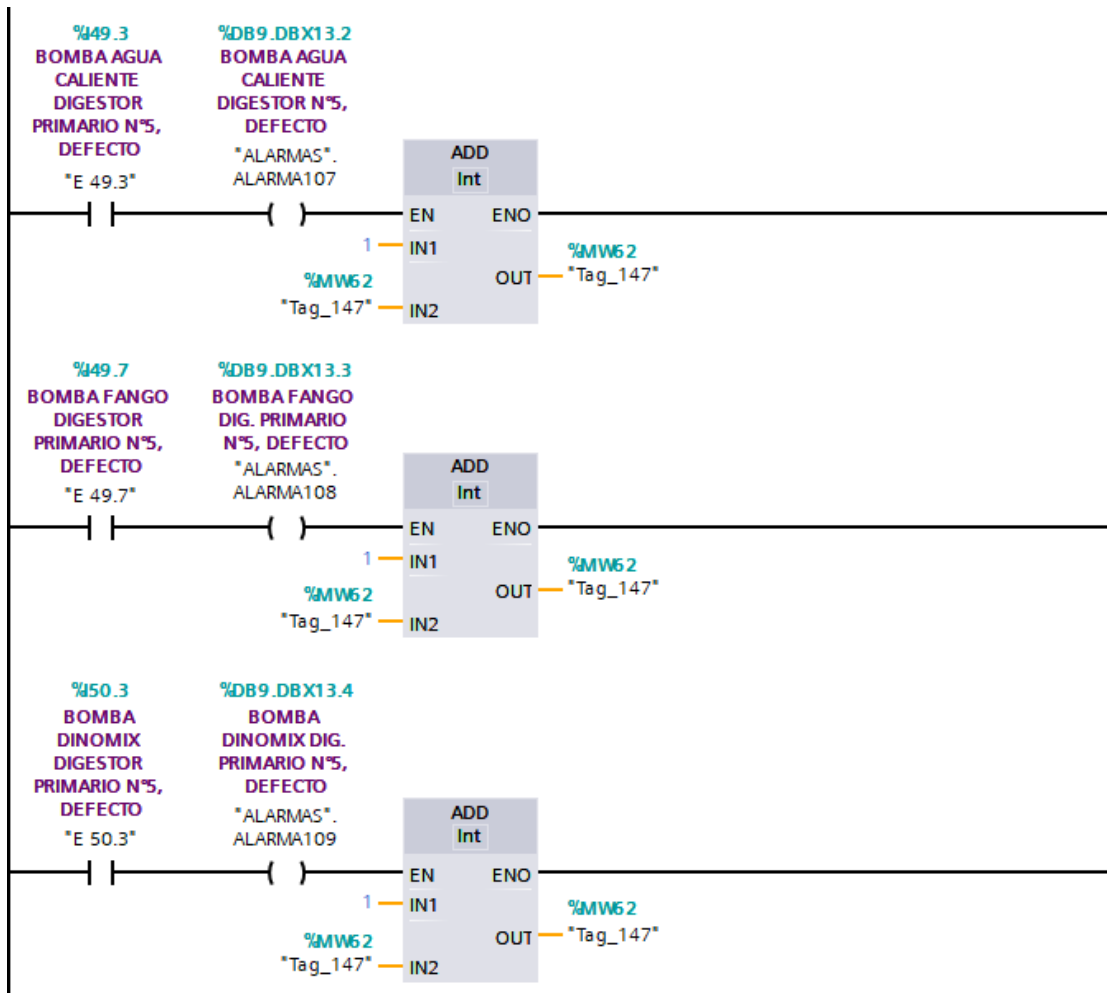


Figura 7.10: Alarmas digester N°5 en PLC FANG

b) FC78 – EMERGENCIA

Los equipos con seta de emergencia se programan para cumplir con el Real Decreto 1215/1997. Se seguirá el esquema indicado en la Figura 6.23: Accionamiento de emergencia.

Se añadirán los siguientes equipos:

- Bomba Dinomix digester primario N°5
- Bomba fango digester primario N°5
- Bomba agua caliente digester primario N°5
- Válvula 4 vías digester primario N°5
- EV torre digestores a digester N°5

c) FC40 – FALLO MANIOBRAS

Se programan los segmentos para identificar fallos en el mando de forma similar a la explicada anteriormente, añadiendo los equipos:

- Bomba Dinomix digester primario N°5

- Bomba fango digestor primario N°5
- Bomba agua caliente digestor primario N°5
- Digestor primario N°5 EV alimentación fango
- Digestor primario N°5 EV aspiración bomba Dinomix
- Digestor primario N°5 EV aspiración circuito Dinomix
- Digestor primario N°5 EV aspiración fango a calentar
- Digestor primario N°5 EV impulsión bomba Dinomix jet derecho
- Digestor primario N°5 EV impulsión bomba Dinomix jet izquierdo
- Digestor primario N°5 EV purga fango a anillo vaciados
- EV torre digestores a digestor N°5

7.2.4. Funciones auxiliares PLC DESH

En el PLC de Deshidratación las funciones auxiliares son prácticamente idénticas a las del PLC de Fangos, por lo que su funcionamiento y lógica se corresponderá con la explicada anteriormente.

a) FC19 – ALARMAS DESHIDRATACIÓN

En el PLC DESH, el recuento del número de alarmas se almacena también en la dirección de memoria %MW62.

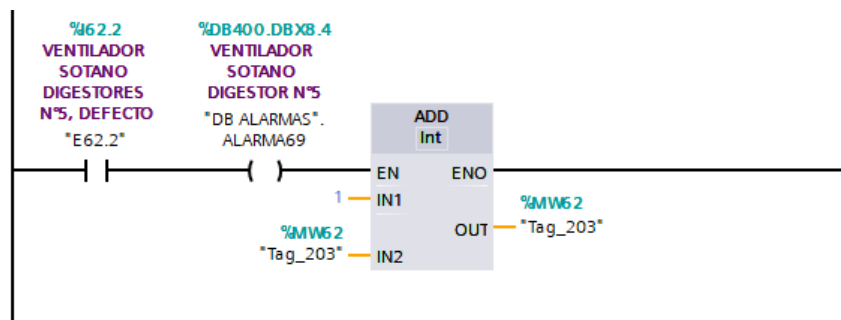


Figura 7.11: Alarmas digestor N°5 PLC DESH

b) FC78 – EMERGENCIA

Consiste en la misma función que la del PLC de Fangos, en donde se indica la emergencia del ventilador sótano digestor N°5

c) FC40 – FALLO MANIOBRAS

En esta ocasión, la programación de fallo mando es similar a la explicada anteriormente para las bombas, pero con alguna pequeña modificación, quedando de la siguiente forma:

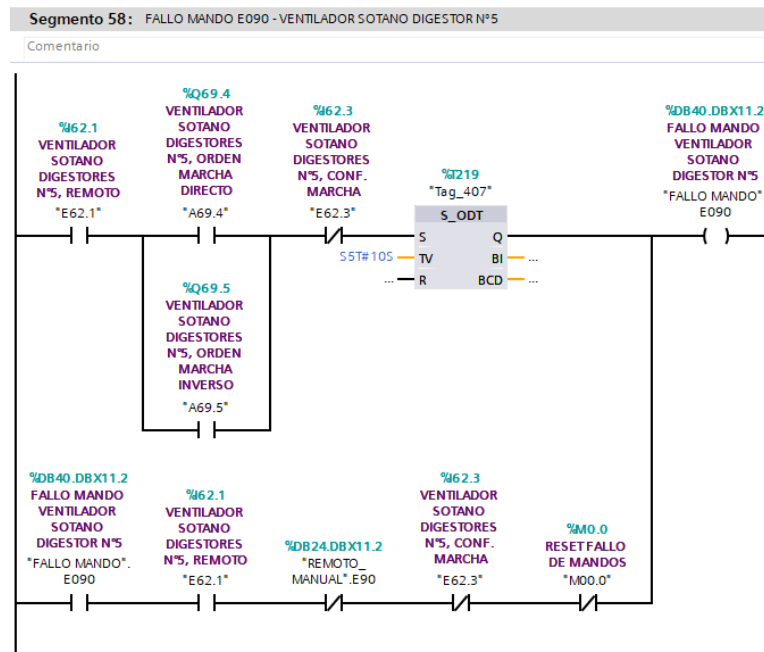


Figura 7.12: Accionamiento fallo mando ventilador N°5 en el PLC DESH

7.3. Control del sistema mediante SCADA

7.3.1. Software Wonderware InTouch

Wonderware InTouch [3] es un software industrial de visualización de procesos y actúa como Interfaz Hombre-Máquina (HMI). Se trata de un sistema SCADA, es decir, de un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos, que permite ver desde un ordenador todos procesos industriales que se deseen.



Figura 7.13: Logo Wonderware InTouch - fuente:

<https://www.loqolynx.com/images/loqolynx/52/529a6f6dc10a6bae00f2d3199e4cfce.jpeg>

Además de poder observar y controlar los procesos, es posible actuar desde el propio SCADA en los diferentes accionamientos, puesto que no solo es capaz de leer datos de TIA Portal, sino que puede escribir en el programa.

7.3.2. Diseño de la pantalla del digestor N°5

El primer paso consiste en el diseño y dibujo de la pantalla del SCADA, es decir, del fondo y los objetos sin inteligencia.

Para ello, se pueden usar herramientas de dibujo para proceder a su diseño.

Una buena forma para realizar un buen diseño en este caso es seguir el flujo del fango a través del digestor.

El fango llega desde los flotadores y espesadores a un anillo de reparto situado en la torre de digestores y desde el anillo se lleva directamente el fango al digestor.

Alrededor del digestor, existen varios circuitos.

Por un lado, existe un circuito de adición de cloruro férrico (el cual se dibujará de un color diferente para diferenciarlo fácilmente). Otro circuito es el de agitación a través de la bomba Dinomix. Se trata de un circuito cerrado que dispone de una entrada por el centro del digestor y dos salidas (Jet derecho y Jet izquierdo) para remover el fango.

Para calentar el fango se utiliza otro circuito cerrado impulsado por la bomba de fango que lleva el fango al intercambiador para calentarlo y lo lleva de vuelta al digestor o al anillo de reparto (según la disposición de las válvulas). El agua caliente del intercambiador se ubica en otro circuito con otra bomba de agua caliente (coloreado de rojo).

Existe además un circuito de purga de fango que está conectado a un anillo inferior y uno superior situado en la torre de digestores. A dicho circuito también está conectada una bomba de achique situada en la torre.

Por último, existe un circuito de gas (coloreado de amarillo) que recoge el gas natural (metano) y lo lleva al gasómetro.

Con toda esta información, se puede diseñar el circuito y por tanto la base de la pantalla, quedando tal y como se muestra en la Figura 7.14:

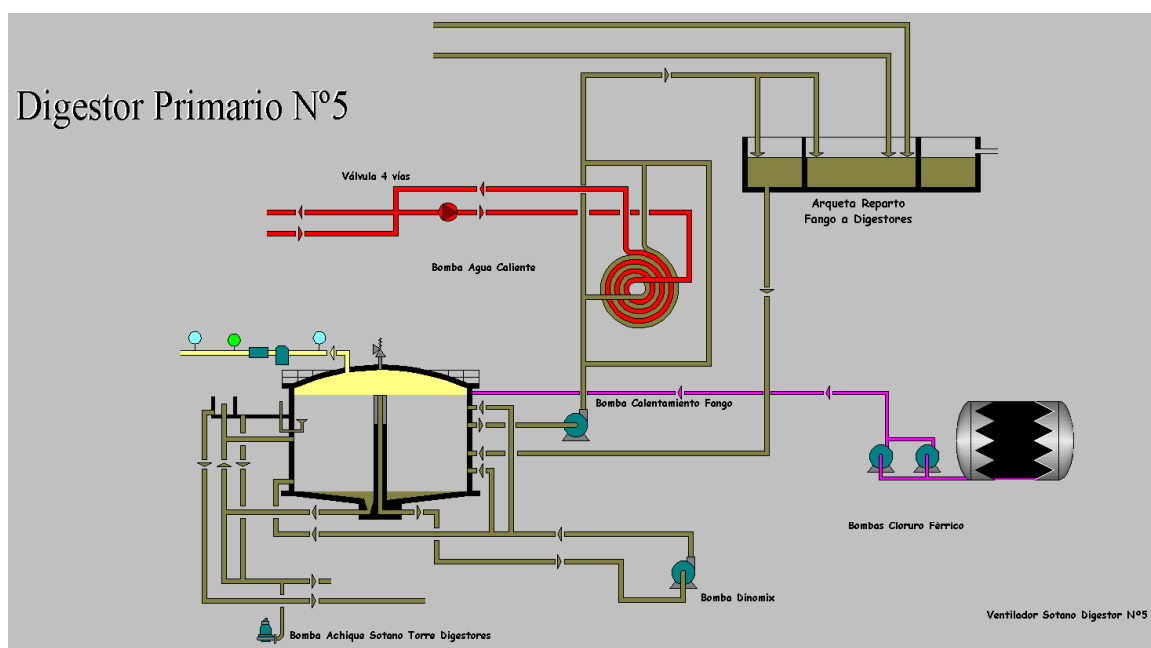


Figura 7.14: Pantalla base del SCADA del digestor primario N°5

7.3.3. Creación de elementos animados

Una vez diseñada la base, se añaden elementos que muestran información que se recibe desde los autómatas. Estos elementos, en este caso, son las bombas, ventilador, válvulas (normales y 4 vías), sensores analógicos, etc.

a) Diseño de los objetos

Cada elemento necesita su objeto en el SCADA, que se mostrará en la pantalla. Además de tener su representación, tienen unas características en concreto relacionadas con sus señales en el PLC como pueden ser las señales de defecto, marcha, emergencia, etc., que aparecen al seleccionar cada objeto.

Estos objetos son los siguientes:

- Bomba



Dispone de las siguientes características:

- Marcha/Paro
- Defecto
- Fallo Mando
- Emergencia
- Local/Remoto
- Automático/Manual
- Contador de horas totales
- Contador de horas parciales
- Contador de maniobras totales
- Contador de maniobras parciales

Con todo esto, la ventana de características queda de la siguiente forma:

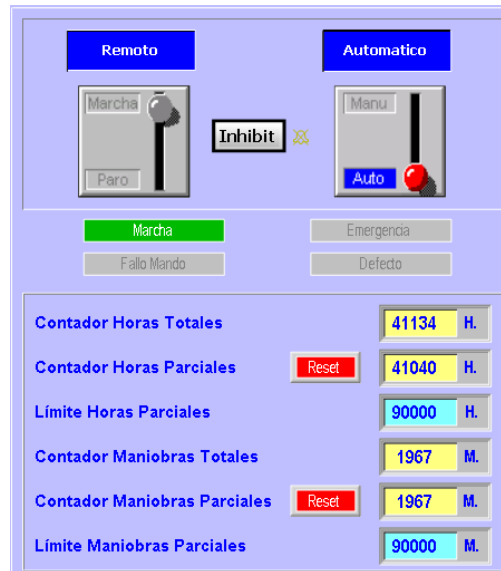


Figura 7.15: Ventana de características de una bomba

- Ventilador



En la ventana referente al ventilador se muestran las mismas propiedades y valores que en el caso de la bomba, por lo que será igual a la Figura 7.15.

- Variador de frecuencia



Algunas bombas y el ventilador disponen de un variador de frecuencia para controlar la velocidad. El variador, además de las características de Estado (marcha/paro), defecto y control (local/remoto), dispone de una gran cantidad de variables a mostrar, resumidas en la figura Figura 7.16



Figura 7.16: Ventana de características de un variador de frecuencia

- Válvula 4 vías



La válvula 4 vías es más sencilla ya que únicamente dispone de las señales:

- Marcha/paro
- Local/remoto
- Automático/Manual
- Válvula abierta/cerrada

Por lo tanto, la ventana será más sencilla y compacta.

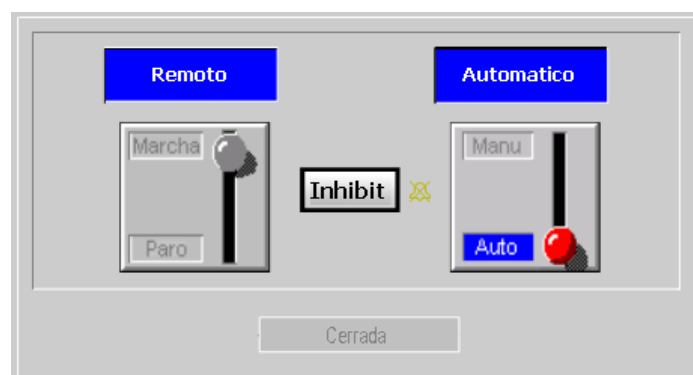


Figura 7.17: Ventana de características de una válvula 4 vías

- Electroválvula



Cada electroválvula es distinta ya que no todas disponen de pulsadores de emergencia o sensores de defecto. Sin embargo, para facilitar el diseño y agrupar todas las electroválvulas, se consideran los siguientes parámetros en todas ellas:

- Marcha/paro para válvulas monoestables y abrir/cerrar para biestables
- Local/remoto
- Automático/manual
- Válvula abierta/cerrada
- Fallo mando
- Emergencia
- Defecto
- Contador de horas totales
- Contador de horas parciales
- Contador de maniobras totales
- Contador de maniobras parciales

Obteniéndose la siguiente ventana de características:

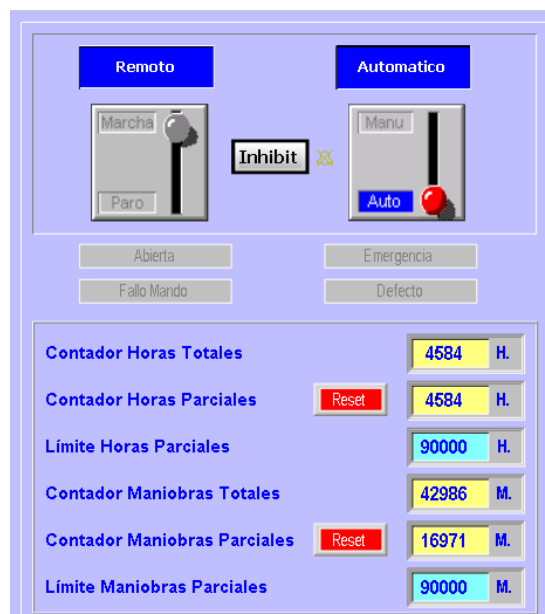


Figura 7.18: Ventana de características de una electroválvula

- Válvula manual neumática



Las válvulas manuales no disponen de programación en el PLC, por lo que la única propiedad que muestran es la de válvula abierta/cerrada, pero no disponen de ventana de características.

- b) Distribución de los objetos

Tras el diseño, se coloca cada objeto en su posición correspondiente. Además de los objetos ya diseñados, se pueden colocar otros que por ejemplo muestren señales analógicas tales como

temperatura, caudal, volumen, frecuencia del variador, presión del fluido, altura del fango en el digestor, etc.

Igualmente, se pueden colocar carteles e indicadores para saber, por ejemplo, de dónde viene el fango y a dónde va.

En la Figura 7.19 se muestra la pantalla del SCADA con estos elementos ya añadidos:

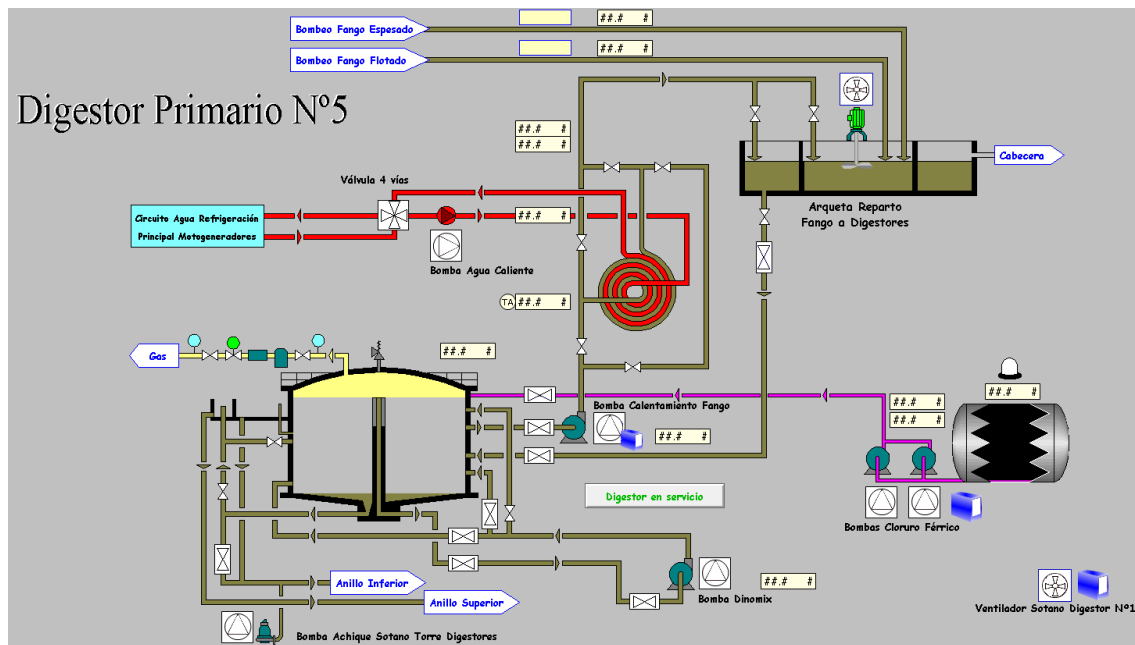


Figura 7.19: Pantalla del SCADA del digestor primario N°5 con objetos animados

7.3.4. Vinculación de los objetos a señales del PLC

Por último, se debe vincular a cada objeto sus señales procedentes de los PLCs. Para ello, en primer lugar, se asigna un nombre a cada uno de ellos.

Los objetos se enumeran de la forma indicada en la Tabla 7.3:

Equipo	Dispositivo	Nº instalación	TAG
BOMBA DINOMIX DIGESTOR Nº5	BM57	3	ARZST3BM57
BOMBA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO Nº5	BM58	3	ARZST3BM58
VF BOMBA FANGO A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO Nº5	VF35	3	ARZST3VF35
BOMBA AGUA CALIENTE A INTERCAMBIADOR DIGESTOR PRIMARIO Nº5	BM59	3	ARZST3BM59
VALVULA 4 VIAS AGUA CALENTAMIENTO FANGO DIGESTOR Nº5	VN05	3	ARZST3VN05
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV ALIMENTACION FANGO	VN51	3	ARZST3VN51
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV ASPIRACION BOMBA DINOMIX	VN52	3	ARZST3VN52
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV ASPIRACION CIRCUITO DINOMIX	VN53	3	ARZST3VN53
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV ASPIRACION FANGO A CALENTAR	VN54	3	ARZST3VN54
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET DERECHO	VN55	3	ARZST3VN55
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV IMPULSION BOMBA DINOMIX JET IZQUIERDO	VN56	3	ARZST3VN56
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV PURGA FANGO A ANILLO VACIADOS	VN57	3	ARZST3VN57
DIGESTOR PRIMARIO Nº5 EV ENTRADA CLORURO FERRICO	EV15	3	ARZST3EV15
VENTILADOR SÓTANO DIGESTOR Nº5	VT05	4	ARZST4VT05
VARIADOR FRECUENCIA VENTILADOR SÓTANO DIGESTOR Nº5	VF15	4	ARZST4VF15
EV TORRE DIGESTORES A DIGESTOR Nº5	VN58	4	ARZST4VN58
DIGESTOR PRIMARIO Nº1 EV PURGA FANGO A ANILLO VACIADOS	VN57	4	ARZST4VN57
BOMBA ACHIQUE TORRE DIGESTORES	BM09	3	ARZST3BM09

Tabla 7.3: Numeración de los equipos en el SCADA

De igual manera, se enumeran los sensores analógicos empleados en el digestor 5º tal y como se muestra en la Tabla 7.4:

Equipo	Dispositivo	Nº instalación	TAG
CAUDALÍMETRO FANGO DIGESTOR Nº5 A ARQUETA DE REPARTO	QA05	4	ARZST4QA05
TEMPERATURA AGUA DIGESTOR Nº5	TA15	3	ARZST3TA15
TEMPERATURA FANGO DIGESTOR Nº5	TA25	3	ARZST3TA25
NIVEL DIGESTOR PRIMARIO Nº5	NA15	4	ARZST4NA15
PRESIÓN IMPULSIÓN BOMBAS FANGO ESPESADO	PA06	3	ARZST3PA06
PRESIÓN IMPULSIÓN BOMBAS FANGO FLOTADO	PA07	3	ARZST3PA07
CAUDALÍMETRO CLORURO FÉRRICO A DIGESTORES PRIMARIOS	QA10	4	ARZST4QA10

Tabla 7.4: Numeración de los sensores analógicos en el SCADA

Una vez enumerados todos los elementos, se le aplican a cada uno las características correspondientes al objeto enlazado. Por ejemplo, para la bomba fango a intercambiador del digestor primario Nº5, se establecen los siguientes atributos y se enlazan a las direcciones del PLC correspondiente:

ARZST3BM58_CmdAuto	PortCpS7.PLC_FANG.DB24,X11.0
ARZST3BM58_CmdMarcha	PortCpS7.PLC_FANG.DB25,X11.0
ARZST3BM58_CmdResetHorasParcial	PortCpS7.PLC_FANG.DB18,X11.0
ARZST3BM58_CmdResetManiobrasParcial	PortCpS7.PLC_FANG.DB11,X11.0
ARZST3BM58_Control	PortCpS7.PLC_FANG.DB116,X11.0
ARZST3BM58_Defecto	PortCpS7.PLC_FANG.DB117,X11.0
ARZST3BM58_Emergencia	PortCpS7.PLC_FANG.DB78,X11.0
ARZST3BM58_Estado	PortCpS7.PLC_FANG.DB17,X11.0
ARZST3BM58_FalloMando	PortCpS7.PLC_FANG.DB40,X11.0
ARZST3BM58_HorasParciales	PortCpS7.PLC_FANG.DB19,REAL352
ARZST3BM58_HorasTotales	PortCpS7.PLC_FANG.DB14,REAL352
ARZST3BM58_ManiobrasParciales	PortCpS7.PLC_FANG.DB10,INT176
ARZST3BM58_ManiobrasTotales	PortCpS7.PLC_FANG.DB95,REAL352
ARZST3BM58_Seta	PortCpS7.PLC_FANG.DB115,X11.0

Tabla 7.5: Atributos de la bomba fango digestor N°5 en el SCADA

En la Tabla 7.5 se puede ver como, por ejemplo, el bit de “Emergencia” lee el bit 11.0 del DB78 (DB de “Confirmación de Marcha”, explicado en el apartado 5.5.3) del PLC de Fangos. De igual forma se asignan las direcciones correspondientes al resto de equipos y sensores.

Una vez asignados todos, la representación del SCADA quedaría lista para su uso en la planta, quedando de la forma que se muestra en la Figura 7.20:

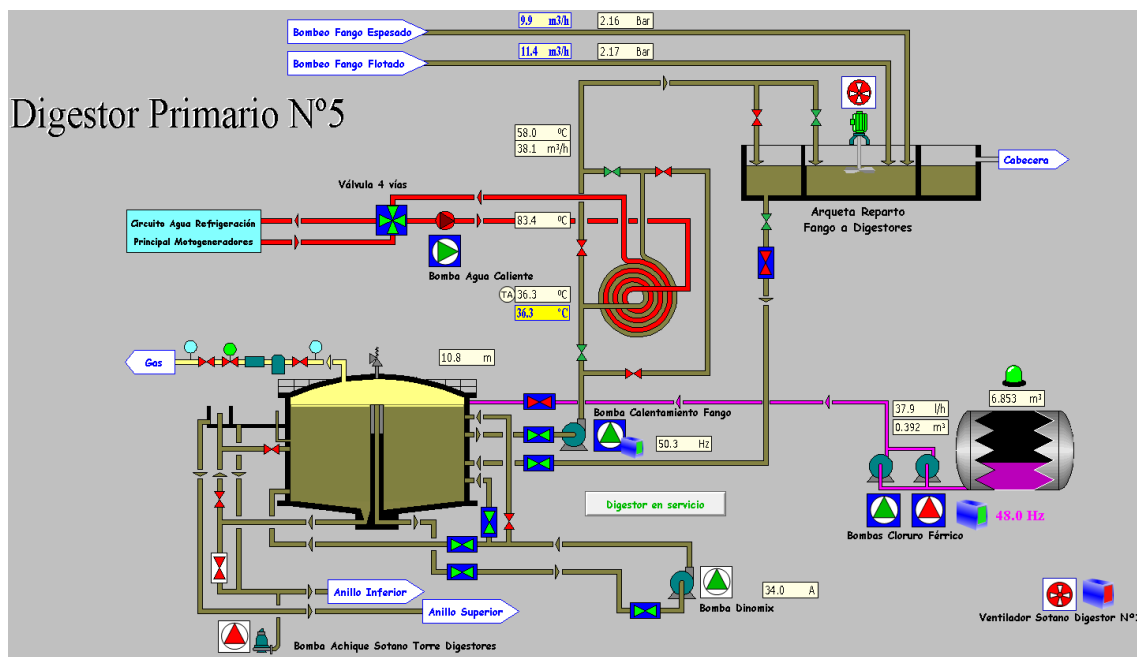


Figura 7.20: Pantalla final del SCADA del digestor N°5

8. Conclusiones

La idea inicial de este trabajo consistía en conocer el funcionamiento de un digestor de una planta depuradora de agua residual, así como crear el programa y organizar los equipos para que se pueda conseguir dicho funcionamiento, aplicando los conocimientos y competencias adquiridas durante la carrera, ya que se han tocado aspectos de muchas asignaturas como Circuitos Eléctricos, Tecnología del Medio Ambiente o Comunicaciones Industriales

Gracias a la aplicación de todas las disciplinas adquiridas a través de las asignaturas citadas, se ha podido realizar un TFG con las siguientes características:

- Realización de esquemas eléctricos de fuerza y mando, así como de conexiones en el PLC, utilizando EPLAN. Al tratarse de un software inteligente, permite vincular dispositivos y obtener listados de materiales, conexiones, características de los equipos utilizados, etc. Todo esto, a la hora de trabajar en proyectos de gran tamaño, empieza a tener un papel muy importante, ya que minimiza errores y facilita el trabajo de diseño de esquemas y almacenamiento de información.
- Traslado de una instalación de fuerza y mando, con sus correspondientes modificaciones tanto en la instalación física como a nivel de programación. Las empresas se encuentran continuamente renovando y ampliando, por lo que de vez en cuando es necesario realizar modificaciones en las mismas. Por ello, este traslado permite optimizar y centralizar el control y mando de los digestores y, por lo tanto, optimizar la planta.
- Optimización del protocolo de comunicación entre CPUs, con el cambio del sistema ProfiBUS a ProfiNET de una de las líneas de la planta.
- Programación y diseño desde cero de un nuevo digestor, desde la realización de los esquemas eléctricos de los equipos hasta la programación y representación a ordenador de los mismos.
- Utilización de la plataforma TIA Portal de Siemens para la realización del programa. TIA Portal, tal y como se ha comentado en el apartado [5.5.1](#) de este documento, es uno de los softwares de automatización más importantes en la industria actual, de ahí la importancia de conocer y manejar dicha plataforma.

9. Líneas futuras

Tras los cuatro meses de prácticas en la EDAR de Arazuri se ha conseguido comprender el funcionamiento de una empresa y, más en concreto, de una planta depuradora. Durante ese tiempo, se han realizado ciertas mejoras en la planta, en donde destaca la agrupación de la mayor parte del programa de los digestores, el cual se situaba inicialmente en 3 PLCs, en un único PLC. Sin embargo, existen muchas mejoras más que, las cuales se describen a continuación algunas de ellas:

- El PLC de Energía y el PLC de Fangos se encuentran uno al lado de otro, por lo que la idea es eliminar el PLC de Energía, trasladando los equipos restantes de dicho PLC al de Fangos, quedando únicamente este último, lo cual simplificaría la programación, comunicaciones y reduciría consumos eléctricos.
- La EDAR de Arazuri es una planta de gran extensión, lo que hace que, para poder conectar todos los equipos entre sí, haya que echar grandes longitudes de cables a lo largo de la misma. Con la implementación de una comunicación inalámbrica en los PLCs se podría llegar a eliminar la mayor parte de los cables de comunicación, eliminando costes y labores de mantenimiento.
- Los avisos y alarmas de la planta se representan en el Wonderware InTouch. Sin embargo, actualmente es la única manera de recibir de forma remota dichas señales de alarma. Por ello, otra posible mejora podría ser que se envíe un mensaje al correo electrónico al producirse una alarma de un tipo en concreto.
- Las ETs del sótano de digestores y de reparto se han modificado y se han cambiado de ProfiBUS a ProfiNET. Sin embargo, existen más elementos con comunicación ProfiBUS, que en un futuro podrían cambiarse a ProfiNET.

10. Bibliografía

- [1] «TIA Portal,» [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/ar/es/productos/automatizacion/software-industrial/tia-portal.html>.
- [2] «EPLAN,» [En línea]. Available: <https://www.eplan.es/>.
- [3] «Wonderware InTouch,» [En línea]. Available: <https://www.wonderware.es/hmi-scada/intouch/>.
- [4] V. E. Falconi Loja, «Diseño e implementación en PCB de un robot auto-balanceado mediante Arduino con módulo inalámbrico,» trabajo fin de grado, Univ. Páb. Navarra, Pamplona, 2015.
- [5] C. Carrascal González, «SM286983a Digestor Nº5 y traslado de instalación de desbaste de fangos en EDAR Arazuri,» Pamplona, 2021.
- [6] D. Alegría Suescun, Historia del abastecimiento de agua en la Comarca de Pamplona, Pamplona, 2016.
- [7] «Tratamiento de lodos,» Wikipedia, 27 Febrero 2022. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_lodos. [Último acceso: 29 Marzo 2022].
- [8] *Tema 4. Buses AS-I PROFIBUS, Industrial Ethernet y PROFINET*, apuntes de clase de Comunicaciones Industriales, Univ. Páb. Navarra, 2021.
- [9] *Tema 3. Tratamiento de las aguas contaminadas. Línea de fangos*, apuntes de clase de Tecnología del Medio Ambiente, Univ. Páb. Navarra, 2021.
- [10] *Tema 2. Tratamiento de las aguas contaminadas. Línea de agua*, apuntes de clase de Tecnología del Medio Ambiente, Univ. Páb. Navarra, 2021.
- [11] «Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.,» RD 1215/97.
- [12] «Quiénes somos,» Mancomunidad de la Comarca de Pamplona,, [En línea]. Available: <http://www.mcp.es/la-mancomunidad/quienes-somos>. [Último acceso: 20 Febrero 2022].
- [13] «Qué es el ciclo integral del agua,» Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, [En línea]. Available: <http://www.mcp.es/agua/ciclo-integral/que-es-el-ciclo-integral-del-agua>. [Último acceso: 17 Febrero 2022].

- [14] «Informe de gestión 2016,» Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, [En línea]. Available: <http://www.mcp.es/sites/default/files/memorias/memoria2016/es/informe-gestion-2016/ciclo-integral-del-agua/depuradora-aguas-residuales-arazuri.htm>. [Último acceso: 29 Marzo 2022].
- [15] «Historia,» Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, [En línea]. Available: <http://www.mcp.es/la-mancomunidad/historia>. [Último acceso: 15 Marzo 2022].
- [16] «El consejero Catalán visita la depuradora de aguas residuales de Arazuri,» *navarra.es*, 15 octubre 2004.
- [17] «Configuración y aplicación de la función PROFINET I-Device,» Siemens, [En línea]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109478798/configuraci%C3%B3n-y-aplicaci%C3%B3n-de-la-funci%C3%B3n-profinet-i-device?dti=0&lc=es-AR>. [Último acceso: 23 Marzo 2022].

11. Anexos

Anexo 1. PLC 412-2 PN

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7412-2EK07-0AB0



SIMATIC S7-400, CPU 412-2 PN CPU CON: MEMORIA PRINCIPAL 1 MB, (0,5 MB CODIGO; 0,5 MB DATOS) INTERFACES INTERF.1:MPI/DP 12 MBIT/S (X1), INTERF.2:ETHERNET/PROFINET (X5)

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 412-2 PN
Versión funcional del HW	01
Versión de firmware	V7.0
Función del producto	
• Modo isócrono	Sí; a través de la interfaz PROFIBUS DP o PROFINET
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V5.5 con HSP 262 o superior
CiR - Configuration in RUN	
Tiempo de sincronización CiR, carga básica	100 ms
Tiempo de sincronización CiR, tiempo por byte de E/S	30 µs
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	Alimentación desde la fuente del sistema
Intensidad de entrada	
de bus de fondo 5 V DC, típ.	1,1 A
de bus de fondo 5 V DC, máx.	1,4 A
de bus de fondo 24 V DC, máx.	150 mA; por cada interfaz DP 150 mA
de interfaz 5 V DC, máx.	90 mA; en la interfaz DP
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	5,5 W
Pérdidas, máx.	7 W
Memoria	
Tipo de memoria	RAM
Memoria de trabajo	
• integrada	1 Mbyte
• Integrada (para programa)	512 kbyte
• Integrada (para datos)	512 kbyte
• ampliable	No
Memoria de carga	
• ampliable con FEPRM	Sí; con Memory Card (FLASH)
• ampliable con FEPRM, máx.	64 Mbyte
• RAM integrada, máx.	512 kbyte
• ampliable con RAM	Sí; con Memory Card (RAM)
• ampliable con RAM, máx.	64 Mbyte
Respaldo	
• existente	Sí
• con pila	Sí; todos los datos
• sin pila	No
Batería	

Anexo 2. IM 153-1

SIEMENS

Hoja de datos


6ES7153-1AA03-0XB0



SIMATIC DP, módulo de interfaz IM 153-1, para ET 200M, para máx. 8 módulos S7-300

Figura similar

Información general	
Designación del tipo de producto	IM 153-1 DP ST
Código de fabricante (VendorID)	801Dh
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección externa para líneas de alimentación (recomendación)	no es necesario
Punteo de caídas de red y tensión	
• Punteo de caídas de red/de tensión	5 ms
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	350 mA; Con 24 V DC
Intensidad de cierre, típ.	2,5 A
I^2t	0,1 A ² s
tensión de salida / título	
Valor nominal (DC)	5 V
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 A
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	3 W
Área de direcciones	
Volumen de direcciones	
• Entradas	128 byte
• Salidas	128 byte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por módulo de interfaz esclavo DP, máx.	8
Interfaces	
Método de transferencia	RS 485
Velocidad de transferencia, máx.	12 Mbit/s
1. Interfaz	
Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí
Física de la interfaz	
• Intensidad de salida de la interfaz, máx.	90 mA
• Tipo de conexión	Conector hembra Sub-D de 9 polos
Esclavo PROFIBUS DP	
• Archivo GSD	(para DPV1) SIEM801D.GSD; SI01801D.GSD

• Búsqueda automática de velocidad de transferencia	Sí
Protocolos	
Protocolo de bus/protocolo de transferencia	PROFIBUS DP según EN 50170
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	No
PROFIBUS DP	
• Direcciones de estación, máx.	se admite 1 a 125
Servicios	
— Modo SYNC	Sí
— Apto para FREEZE	Sí
— Comunicación directa de datos (esclavo-esclavo)	Sí; Emisor
Aislamiento galvánico	
con aislamiento galvánico	Sí
Aislamiento	
Aislamiento ensayado con	Tensión de aislamiento 500 V
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	0 °C
• máx.	60 °C
• Posición de montaje horizontal, mín.	0 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	0 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	40 °C
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación sobre el nivel del mar, máx.	3 000 m
configuración / título	
Software de configuración	
• STEP 7	STEP 7/COM PROFIBUS/herramientas externas mediante datos GSD
Dimensiones	
Ancho	40 mm
Altura	125 mm
Profundidad	117 mm
Pesos	
Peso, aprox.	360 g
Última modificación:	1/4/2022 

Anexo 3. IM 155-6 DP HF

Descripción del producto

2.1 Características

Características

El módulo tiene las siguientes características técnicas:

- Conecta el sistema de periferia descentralizada ET 200SP con PROFIBUS DP
- Tensión de alimentación 1 L+ DC 24 V (SELV/PELV)
- Conexión de bus mediante interfaz RS485

El módulo soporta las siguientes funciones (Página 14).

Configuración máxima

- 244 bytes de datos de E/S
- 32 módulos de periferia y 16 módulos ET200AL

Accesorios

Los siguientes accesorios se piden por separado:

- Etiquetas rotulables
- Etiqueta de identificación por referencia

El manual de sistema Sistema de periferia descentralizada ET 200SP (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/58649293>) contiene más información acerca de los accesorios.

Módulo de servidor

El módulo de servidor está incluido en el paquete de suministro del módulo de interfaz, aunque también puede adquirirse como accesorio.

El módulo de servidor tiene las siguientes características:

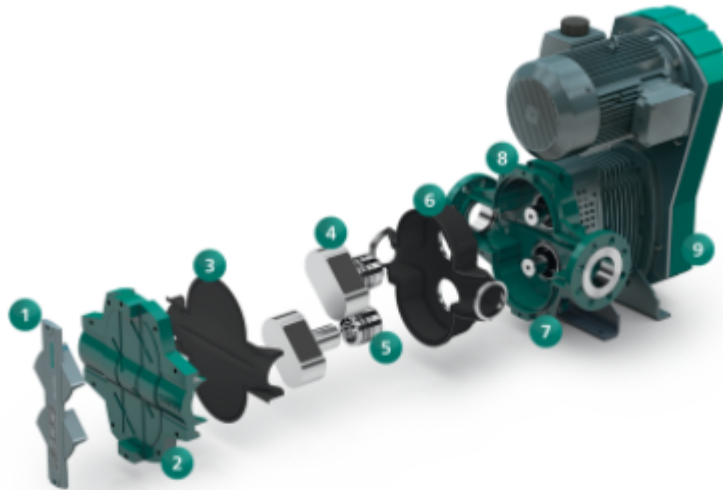
- Termina el bus de fondo del sistema de periferia descentralizada ET 200SP
- Contiene un soporte para 3 fusibles de reserva (5 × 20 mm)
- Ofrece funciones de estación, p. ej. bytes de estado
- Datos de identificación I&M 0 a 3

Nota

El módulo de servidor se configura en el software de configuración.

A tal efecto, el módulo de servidor debe colocarse con la longitud de bytes de estado deseada en el último slot de la configuración. Si hubiera 32 módulos de periferia, el módulo de servidor se insertaría en el slot 33.

Anexo 4. Bomba Netzsch T. Envi T2 06/140 BG-E



1 Calibrador

Los pistones se ajustan radial y axialmente con ayuda del calibrador.

2 Cubierta de la bomba

La cubierta de la bomba puede abrirse por la parte frontal sin necesidad de costosas herramientas especiales. Esto le permitirá acceder rápida y fácilmente a todo el compartimento de la bomba.

3 Revestimiento de la cubierta

Debido a la dilatación extremadamente baja de las piezas intercaladas de caucho y los pistones de metal-caucho, la bomba también puede utilizarse a temperaturas de funcionamiento variables sin que se reduzca su vida útil o su eficiencia.

4 Pistones rotativos

La forma simple y robusta de los pistones rotativos de caucho y metal garantiza una alta estabilidad. Gracias a su geometría, cada pistón puede instalarse y desmontarse de forma independiente. Los pistones rotativos pueden cambiarse en pocos pasos ya que no están atornillados al eje, sino que están fijados con elementos de sujeción de fácil acceso. Además, no es necesario realizar ningún trabajo de ajuste axial en los pistones rotativos. Ningún material sólido o fibroso puede adherirse a la cara plana y lisa del pistón rotativo.

5 Sello del eje

El diseño con forma de cartucho está disponible en modelos de acción simple y doble. El sello se coloca sin dejar espacios muertos, con las superficies de deslizamiento en el compartimento del producto.

6 Revestimiento de la carcasa

El fino revestimiento de caucho, repartido uniformemente por dentro del compartimento de la bomba, reduce las consecuencias negativas causadas por la influencia de la temperatura en las bombas de pistones rotativos convencionales con pistones de caucho.

7 Carcasa de la bomba

La carcasa está disponible con diferentes conexiones, bridas o conexiones roscadas.

8 Carcasa de los rodamientos

La carcasa de los rodamientos está diseñada según el sistema BSS («Bearing Security System»), es decir, separada físicamente de la carcasa de la bomba. Los rodamientos de bolas están lubricados de forma permanente.

9 Accionamiento por correa

El accionamiento por correa sustituye al engranaje síncrono y funciona sin ningún.

Name	Pressure max. (bar)	Capacity min. (m ³ /h)	Capacity max. (m ³ /h)	Speed (rpm)
T2 04/45	6	8	45	600
T2 08/45	10	8	45	600
T2 03/70	5	12	70	600
T2 06/70	8	12	70	600
T2 04/100	6	16	100	600
T2 08/100	10	16	100	600
T2 03/140	5	24	140	600
T2 06/140	8	24	140	600
T2 08/200	6	41	200	600
T2 06/300	6	60	300	600
T2 04/200	6	41	200	600
T2 08/200	10	41	200	600
T2 03/300	5	50	270	600

Otros tamaños e información técnica disponibles bajo pedido.

En rojo se encuentra indicado el modelo escogido para la aplicación.

Anexo 5. Bomba KSB Etanorm



Centrifugal Pumps with Shaft Seal Standardised Water Pumps

Centrifugal Pumps with Shaft Seal

Standardised Water Pumps

Etanorm



Operating data

Operating properties

Characteristic		Value	
		50 Hz	60 Hz
Flow rate	Q [m³/h]	≤ 640	≤ 740
Head	H [m]	≤ 160	≤ 160
Fluid temperature	T [°C]	-30 to +140	
Operating pressure	p [bar]	≤ 16	

Materials per country

- A = Europe, Middle East, North Africa
 - A1 = Default material variant
 - A2 = Optional material variant
- B = India
 - B1 = Default material variant
 - B2 = Optional material variant
- C = South Africa
 - C1 = Default material variant
 - C2 = Optional material variant
- D = China
 - D1 = Default material variant
 - D2 = Optional material variant

Main applications

Pump for handling clean or aggressive fluids which are neither chemically nor mechanically aggressive to the pump materials.

- Water supply systems
- Cooling circuits
- Swimming pools
- Fire-fighting systems
- General irrigation systems
- Drainage systems
- Heating systems
- Air-conditioning systems
- Spray irrigation systems

Fluids handled

- Seawater
- Brackish water
- Drinking water
- Hot water
- Service water
- Fire-fighting water
- Brine
- Cleaning agents
- Condensate
- Oils

Designation

Example: ETN 050-032-160 GBXAA10GD2 PD2E M

Designation key

Code	Description
ETN	Etanorm type series
050	Nominal suction nozzle diameter [mm]
032	Nominal discharge nozzle diameter [mm]
160	Nominal impeller diameter [mm]
G	Casing material
G	= cast iron
B	= bronze
S	= nodular cast iron
C	= stainless steel
B	Impeller material if different from casing material
G	= cast iron
C	= stainless steel
B, I	= bronze
X	Additional code
X	= special design
FX	= fire-fighting pump
A	Type of seal
A	= conical cover
C	= cylindrical cover
A	Operating mode
A	= conical cover without internal circulation
10	Shaft seal
10	= Q1 Q1 X4GG
G	Bearing bracket
G	= grease lubrication
D	Scope of supply

Anexo 6. Válvula guillotina Orbinox

EX VÁLVULA DE GUILLOTINA



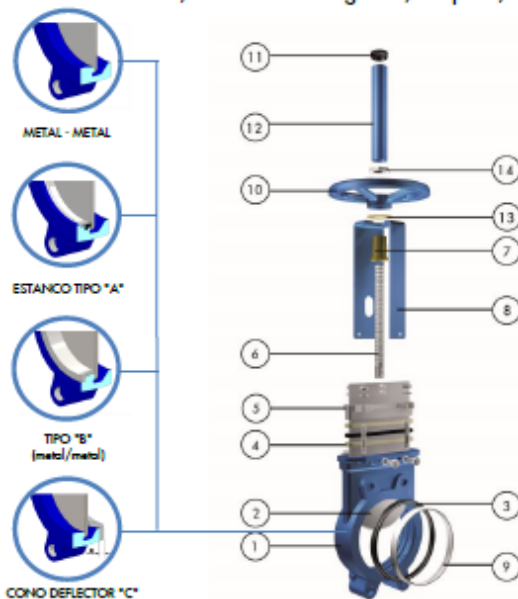
La válvula guillotina EX es una válvula tipo wafer diseñada para aplicaciones industriales generales. El diseño del cuerpo y del asiento asegura un cierre sin obstrucción para fluidos cargados con sólidos en suspensión en una amplia gama de industrias como el Papelero, Tratamiento de Aguas, Agroalimentario, Minero, Energético, Químico, etc.

Descripción del producto:

- Válvula guillotina unidireccional tipo wafer
- Tamaños: DN50-1200 (tamaños mayores bajo consulta). Presiones: ver Tablas Dimensiones
- Husillo ascendente y husillo no ascendente
- Bridas estándares: DIN PN10 (EN 1092-2) y ANSI B16.5 (clase 150)
Otras disponibles bajo consulta
- Accionamientos manual (volante, volante-cadena, palanca y reductor), neumático (simple y doble efecto), eléctrico e hidráulico
- Para las Directivas UE y otros Certificados, consultar el documento:
Cumplimiento de Directivas y Certificados - Válvulas de Guillotina - Catálogos y Datasheets

Características de diseño:

- Monobloc de fundición con cuñas y guías interiores fundidas para asegurar el cierre
- Diseño de paso total que permite caudales elevados y pérdidas de carga mínimas
- Tajadera inoxidable, pulida por ambos lados para evitar agarrotamientos y daños en asiento
- Asiento de EPDM como estándar. Asientos metal-metal, así como anillos reforzados y conos deflectores disponibles
- Empaquetadura de fibra sintética teflonada e hilo tórico de larga duración con prensaestopa de fácil acceso y ajuste. Disponible en una amplia gama de materiales
- Pintura epoxy color azul RAL-5015 para todos los componentes de H² F² y acero al carbono
- Protecciones para la tajadera en válvulas automáticas según normativa europea de seguridad
- Opciones: bonete, V-port, insuflaciones, materiales especiales, válvulas mecanosoldadas, etc.
- Accesorios: finales de carrera, detectores de proximidad, topes mecánicos, posicionadores, electroválvulas, volantes de emergencia, bloqueos, sist. de seguridad, extensiones y columnas



LISTA DE COMPONENTES ESTÁNDAR

Componente	H ² F ² / INOX
1 Cuerpo	GJL250 (GG25) / CF8M
2 Tajadera	AISI 304 / AISI 316
3 Asiento	Metal / Metal, EPDM
4 Empaquetadura	Fibra sintética teflonada con hilo tórico
5 Prensaestopas	Al (DN50-300) - Fund. Nodular (DN350-1200) / CF8M
6 Husillo	Acero inoxidable
7 Tuerca Husillo	Latón
8 Puente	Acero al carbono con recubrimiento Epoxy
9 Anillo "A"	AISI 304 / AISI 316
10 Volante	GJS400 (GGG40)
11 Tapón Superior	Plástico
12 Caperuza	Acero al carbono con recubrimiento Epoxy
13 Arandela Fricción	Latón
14 Tuerca de Sujeción	Acero al carbono galvanizado

www.orbinox.com

Se reserva el derecho de modificar los datos en cualquier momento según su criterio y sin aviso previo

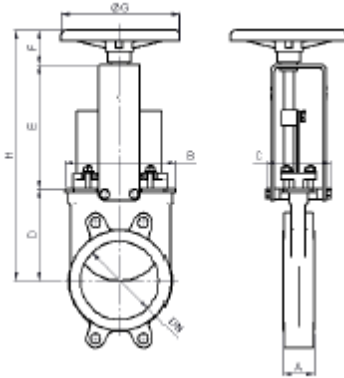
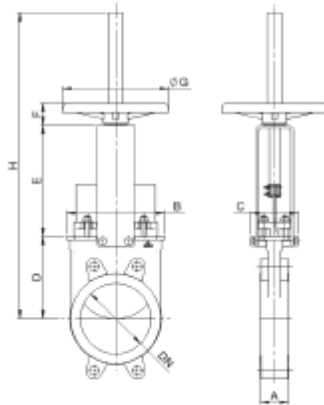
OBX Rev. 4 - 05/2021

EX VÁLVULA DE GUILLOTINA



DIMENSIONES (mm) Volante Husillo Ascendente

DN	Presiones	A	B	C	D	E	F	ØG	H	Peso (kg.)
50	10 bar	40	119	100	105	129	47	225	430	7
65	10 bar	40	134	100	115	146	47	225	450	8
80	10 bar	50	149	100	124	162	47	225	475	9
100	10 bar	50	169	100	140	187	47	225	520	11
125	10 bar	50	180	100	150	211	47	225	600	15
150	10 bar	60	210	100	175	237	47	225	652	18
200	10 bar	60	262	119	205	309	67	310	822	30
250	10 bar	70	318	122	250	364	67	310	1022	44
300	6 bar	70	372	122	300	414	67	310	1122	58
350	6 bar	96	431	197	338	486	66	410	1323	96
400	6 bar	100	486	197	392	536	66	410	1427	124
450	5 bar	106	540	201	432	588	66	550	1594	168
500	4 bar	110	602	201	485	648	66	550	1707	192
600	4 bar	110	708	201	590	748	66	550	2022	245
700	2 bar	110	834	380	686	890	74	800	2778	405
750	2 bar	110	884	380	760	945	74	800	2900	455
800	2 bar	110	1015	320	791	969	74	800	2960	512
900	2 bar	110	1040	320	895	1118	74	800	3215	680
1000	2 bar	110	1146	320	975	1220	74	800	3400	865

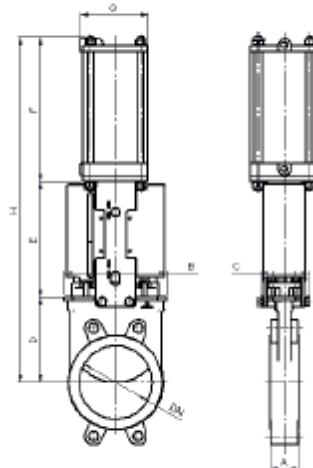


DIMENSIONES (mm) Volante Husillo No Ascendente

DN	Presiones	A	B	C	D	E	F	ØG	H	Peso (kg.)
50	10 bar	40	119	125	105	144	63	225	312	7
65	10 bar	40	134	125	115	161	63	225	339	8
80	10 bar	50	149	125	124	177	63	225	364	9
100	10 bar	50	169	125	140	202	63	225	405	11
125	10 bar	50	180	125	150	226	63	225	439	15
150	10 bar	60	210	125	175	252	63	225	490	18
200	10 bar	60	262	142	205	317	73	310	595	30
250	10 bar	70	318	142	250	372	73	310	695	44
300	6 bar	70	372	142	300	422	73	310	795	58
350	6 bar	96	431	197	338	509	98	410	945	96
400	6 bar	100	486	197	392	559	98	410	1049	124
450	5 bar	106	540	201	432	611	98	550	1141	168
500	4 bar	110	602	201	485	671	98	550	1254	192
600	4 bar	110	708	201	590	771	98	550	1459	245
700	2 bar	110	834	380	686	900	151	800	1727	405
750	2 bar	110	884	380	760	945	151	800	1856	455
800	2 bar	110	1015	320	791	997	151	800	1939	512
900	2 bar	110	1040	320	895	1128	151	800	2174	680
1000	2 bar	110	1146	320	975	1255	151	800	2381	865

DIMENSIONES (mm) Accionamiento Neumático (D/E)

DN	Presiones	A	B	C	D	E	F	G	H	Peso (kg.)	Cil. estándar	Connex.
50	10 bar	40	119	100	105	129	178	115	412	9	C100/62	1/4" G
65	10 bar	40	134	100	115	146	193	115	454	10	C100/77	1/4" G
80	10 bar	50	149	100	124	162	211	115	497	11	C100/95	1/4" G
100	10 bar	50	169	100	140	187	231	115	558	14	C100/115	1/4" G
125	10 bar	50	180	100	150	211	271	140	632	20	C125/143	1/4" G
150	10 bar	60	210	100	175	237	296	140	708	25	C125/168	1/4" G
200	10 bar	60	262	119	205	309	358	175	872	44	C160/220	1/4" G
250	10 bar	70	318	122	250	364	428	220	1042	67	C200/270	3/8" G
300	6 bar	70	372	122	300	414	478	220	1192	82	C200/320	3/8" G
350	6 bar	96	431	197	338	500	549	277	1387	135	C250/375	3/8" G
400	6 bar	100	486	197	392	550	599	277	1541	165	C250/425	3/8" G
450	5 bar	106	540	270	432	598	680	382	1710	220	C300/475	1/2" G
500	4 bar	110	602	270	485	658	730	382	1873	280	C300/525	1/2" G
600	4 bar	110	708	270	590	758	830	382	2178	330	C300/625	1/2" G
700	2 bar	110	834	380	686	875	985	444	2546	520	C350/730	3/4" G
750	2 bar	110	884	380	760	930	1035	444	2725	585	C350/780	3/4" G
800	2 bar	110	1015	320	791	974	1085	444	2850	650	C350/830	3/4" G
900	2 bar	110	1040	320	895	1105	1202	515	3202	850	C400/930	3/4" G
1000	2 bar	110	1146	320	975	1217	1296	515	3488	1060	C400/1030	3/4" G



Anexo 7. Sirius arrancador suave

SIEMENS

hoja de datos del producto

3RW3044-1AB14



SIRIUS ARRANCADOR SUAVE, TAM. S3, 63 A,
30 KW / 400 V, AC 200 HASTA 480 V,
AC/DC 110 HASTA 230 V,
CONEXION POR TORNILLO

Detalles generales:		
Nombre comercial del producto		SIRIUS
Equipamiento del producto		
• sistema de contactos de puenteo integrado		Sí
• tristores		Sí
Función del producto		
• autoprotección electrónica del aparato		No
• protección de sobrecarga del motor		No
• evaluación de protección de motor por termistor		No
• reset externo		No
• limitación de corriente ajustable		No
• en conexión en triángulo interior (raíz de 3)		No
Componente del producto / salida para freno de motor		No
Número de referencia del material		
• según DIN EN 61346-2		Q
• según DIN 40719 y ampliado con la norma IEC 204-2 / según IEC 750		G
Electrónica de potencia:		
Designación del producto		arrancador suave para aplicaciones estándar
Corriente de servicio		

Anexo 8. Variador de frecuencia Danfoss

Enclosure protection options



IP 20, Type 1/IP 21, IP 54 enclosures

The installation volume and/or the mounting surfaces are minimized.

The functional sections nevertheless fulfil the highest requirements even for applications with ambient temperatures up to 50° C.

Compact design

Optimized efficiency and intelligent cooling technology ensure compact and service-friendly design. Supplementary equipment such as EMC filters and harmonics suppression are integrated into the ultra compact enclosure.

Save installation time

The IP 20, Type 1/IP 21 (with option) and IP 54 series is designed for easy accessibility and time-saving installation. Mechanical fastening points are easy to access from the front even with automatic tools. All terminals are sufficiently dimensioned and clearly marked behind a plate. Accessories for bonding screened cables are included making compact enclosures easier to install.

Specifications (Basic unit without extensions)

Main supply (L1, L2, L3)	
Supply voltage	200 – 240 V ±10%
Supply voltage	380 – 480 V ±10%
Supply voltage	525 – 600 V ±10%
Supply frequency	50/60 Hz
Displacement power factor (cos φ)	> 0.98 (near unity)
Switching on Input supply L1, L2, L3	1–2 times/min.
Harmonic disturbance	Meets EN 61000-3-12

Output data (U, V, W)	
Output voltage	0 – 100% of supply voltage
Output frequency	0 – 400 Hz
Switching on output	Unlimited
Ramp-up and -down times	1 – 3600 sec.

Digital inputs	
Programmable digital inputs	4
Logic	PNP or NPN programmable
Voltage level	0 – 24 V DC
Maximum voltage on input	28 V DC
Input resistance, RI	Approx. 4 kΩ

Analog inputs	
Analog Inputs	2
Modes	Voltage or current
Voltage level	0 to +10 V (scaleable)
Current level	0/4 to 20 mA (scaleable)
Accuracy of analog inputs	Max. error: 0.5% of full scale

Analog output	
Programmable analog outputs	2
Current range at analog output	0/4 – 20 mA
Max. load to common at analog output (terminal 30)	500 Ω
Accuracy on analog output	Max. error: 1% of full scale

Analog outputs can be used as digital outputs

Control card	
RS485 Interface	Up to 115 kBaud
Max. load (10 V)	25 mA
Max. load (24 V)	80 mA

Relay output	
Programmable relay outputs	2
Max. terminal load (AC) on 1-3 (break), 1-2 (make)	240 VAC, 2 A and 400 VAC, 2 A

Surroundings/external	
Enclosure	IP 20/Chassis (IP 21/Type 1 optional kit) IP 54
Vibration test	1.14 g
Max. relative humidity	5% – 95% (IEC 721-3-3; Class 3K3 (non-condensing) during operation)
Ambient temperature	up to 50° C
Galvanic isolation of all	I/O supplies according to PELV
Aggressive environment	Designed for coated/uncoated 3C3/3C2 (IEC 60721-3-3)

Fieldbus communication	
Standard built-in:	BACnet Modbus RTU N2 Metasys FLN Apogee FC Protocol

Protection mode for longest possible up-time	
– Electronic thermal motor protection against overload	
– Temperature monitoring of the heatsink ensures that the frequency converter trips if the temperature reaches 95° C ± 5° C.	
– The frequency converter is protected against short-circuits on motor terminals U, V, W.	
– The frequency converter is protected against earth faults on motor terminals U, V, W.	
– Protection against mains phase loss	

Anexo 9. Ventilador HCTT/4-800-A 3kW

VENTILADORES HELICOIDALES DE TEJADO Serie HCTB/HCTT



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – MODELO IMPULSIÓN

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc.) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad máxima absorbida (A)		Caudal máximo (m ³ /h)		Nivel de presión sonora a 1,5 m (dB(A))*		Peso (kg)	Regulador de tensión opcional		Convertidor de frecuencia opcional	
			230 V	400 V	Conexión vel. rápida	Conexión vel. lenta***	Aspiración	Descarga		REB	RMB/T****	VFTM****	VFKB****
			MONOFÁSICO - 4 POLOS										
HCTB/4-315-A	1300	100	0,54	-	2.150	-	58	64	14,4	REB-1	RMB-1,5	-	-
HCTB/4-355-A	1225	200	0,96	-	3.250	-	59	61	15,8	REB-1	RMB-1,5	-	-
HCTB/4-400-A	1200	340	1,64	-	4.720	-	64	68	16,5	REB-2,5	RMB-3,5	-	-
HCTB/4-450-A	1290	480	2,30	-	6.670	-	68	73	23,5	REB-2,5	RMB-3,5	-	-
HCTB/4-500-A	1290	650	3,10	-	8.440	-	72	76	25,4	REB-5	RMB-3,5	-	-
HCTB/4-560-A	1250	980	4,90	-	11.400	-	75	80	40,0	-	-	-	-
HCTB/4-630-A	1200	1700	7,60	-	15.300	-	79	84	42,6	-	-	-	-
MONOFÁSICO - 6 POLOS													
HCTB/6-450-A	835	220	1,10	-	4.400	-	56	60	23,5	REB-1	RMB-1,5	-	-
HCTB/6-500-A	840	290	1,50	-	5.500	-	60	63	25,4	REB-2,5	RMB-1,5	-	-
HCTB/6-560-A	900	420	2,30	-	7.900	-	64	68	40,0	REB-2,5	RMB-3,5	-	-
HCTB/6-630-A	900	510	2,50	-	9.900	-	66	70	42,6	REB-5	RMB-3,5	-	-
TRIFÁSICO - 4 POLOS													
HCTT/4-315-A	1360	150	-	0,34	2.150	1.820	58	64	14,4	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/4-355-A	1350	200	-	0,46	3.250	2.520	59	61	15,8	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/4-400-A	1380	300	-	0,80	4.720	3.900	64	68	16,5	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/4-450-A	1350	500	-	0,95	6.670	5.250	68	71	23,5	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/4-500-A	1380	660	-	1,60	8.440	7.000	72	76	25,4	-	RMT-2,5	VFTM TRI-0,55	VFKB-45
HCTT/4-560-A	1380	1210	-	2,30	11.400	9.800	75	80	40,0	-	-	VFTM TRI-1,1	VFKB-45
HCTT/4-630-A	1360	1600	-	3,00	15.300	-	79	84	42,6	-	-	VFTM TRI-1,5	VFKB-45
HCTT/4-710-A	1300	2200	-	4,00	20.500	-	80	85	60,0	-	-	VFTM TRI-1,5	VFKB-45
HCTT/4-800-A	1400	3 kW **	-	7,30	26.600	-	85	90	67,0	-	-	VFTM TRI-4	VFKB-48
HCTT/4-900-A	1400	4 kW **	-	9,50	35.900	-	88	94	77,0	-	-	VFTM TRI-5,5	-
HCTT/4-1000-A	1400	5,5 kW **	-	12,00	44.900	-	89	95	123,0	-	-	VFTM TRI-5,5	-
TRIFÁSICO - 6 POLOS													
HCTT/6-450-A	835	190	-	0,48	4.400	3.600	56	60	23,5	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/6-500-A	830	250	-	0,57	5.500	4.500	60	63	25,4	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/6-560-A	850	410	-	0,93	7.900	6.700	64	68	40,0	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/6-630-A	810	600	-	1,18	9.900	7.800	66	70	42,6	-	RMT-1,5	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/6-710-A	900	1100	-	3,30	14.200	-	69	75	54,0	-	-	VFTM TRI-1,5	VFKB-45
HCTT/6-800-A	930	0,75 kW**	-	2,50	17.700	-	75	80	57,0	-	-	VFTM TRI-1,1	VFKB-45
HCTT/6-900-A	930	1,1 kW**	-	3,50	23.800	-	78	84	67,0	-	-	VFTM TRI-1,5	VFKB-45
HCTT/6-1000-A	930	1,5 kW**	-	4,50	28.800	-	79	85	108,0	-	-	VFTM TRI-2,2	VFKB-48
TRIFÁSICO - 8 POLOS													
HCTT/8-710-A	670	370	-	1,20	10.600	-	61	67	52,0	-	-	VFTM TRI-0,37	VFKB-45
HCTT/8-800-A	700	0,37 kW**	-	1,90	13.300	-	67	72	57,0	-	-	VFTM TRI-0,75	VFKB-45
HCTT/8-900-A	700	0,55 kW**	-	2,30	18.000	-	70	76	67,0	-	-	VFTM TRI-1,1	VFKB-45
HCTT/8-1000-A	700	0,75 kW**	-	2,80	21.700	-	71	77	105,0	-	-	VFTM TRI-1,1	VFKB-45
TRIFÁSICO - 4/8 POLOS													
HCTT/4/8-400-A	1300/700	250/150	-	0,55/0,35	4.720	2.360	59	58	18	-	-	-	-
HCTT/4/8-450-A	1360/700	400/170	-	0,80/0,50	6.670	3.335	63	61	26	-	-	-	-
HCTT/4/8-500-A	1370/700	550/230	-	1,2/0,8	8.440	4.220	69	67	28	-	-	-	-
HCTT/4/8-560-A	1300/700	1100/300	-	2/1	11.400	5.700	73	69	60	-	-	-	-
HCTT/4/8-630-A	1400/720	1300/400	-	2,5/1,7	15.300	7.650	74	70	65	-	-	-	-
HCTT/4/8-710-A	1300/670	2200/500	-	4,00/1,5	20.500	10.250	82	80	80	-	-	-	-
HCTT/4/8-800-A	1430/720	3/0,65 kW**	-	6,8/2,5	26.600	13.300	89	86	85	-	-	-	-
HCTT/4/8-900-A	1455/730	4/0,75 kW**	-	8,9/3,2	35.900	17.950	92	89	90	-	-	-	-
HCTT/4/8-1000-A	1425/715	5,5/1,1 kW**	-	11/3,7	44.900	22.450	93	90	125	-	-	-	-

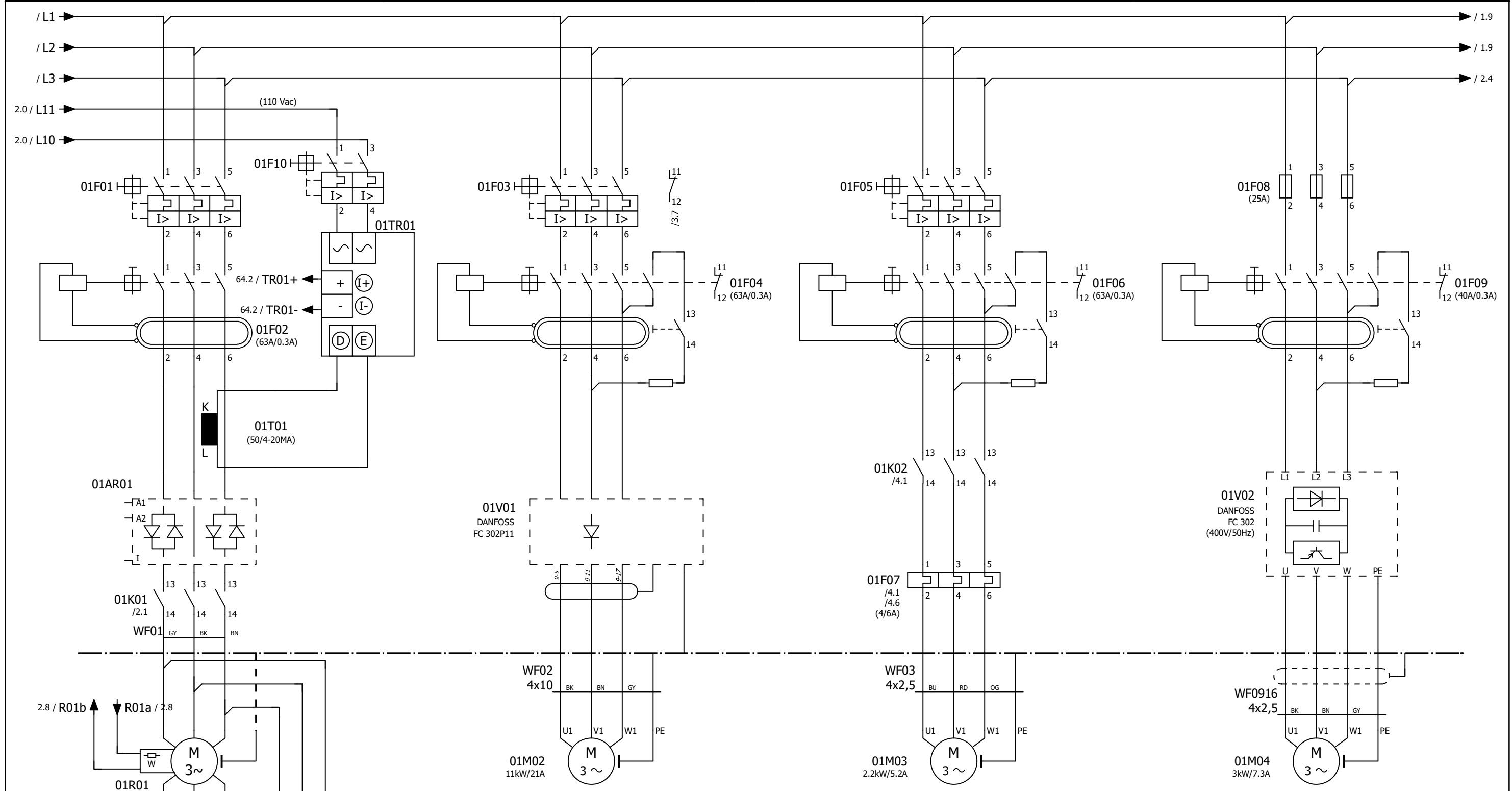
* Presión sonora media en campo libre. ** Potencia útil.

*** La segunda velocidad se consigue con un conmutador triángulo / estrella. En los modelos de 2 velocidades tipo Dahlander, mediante conmutador Dahlander.

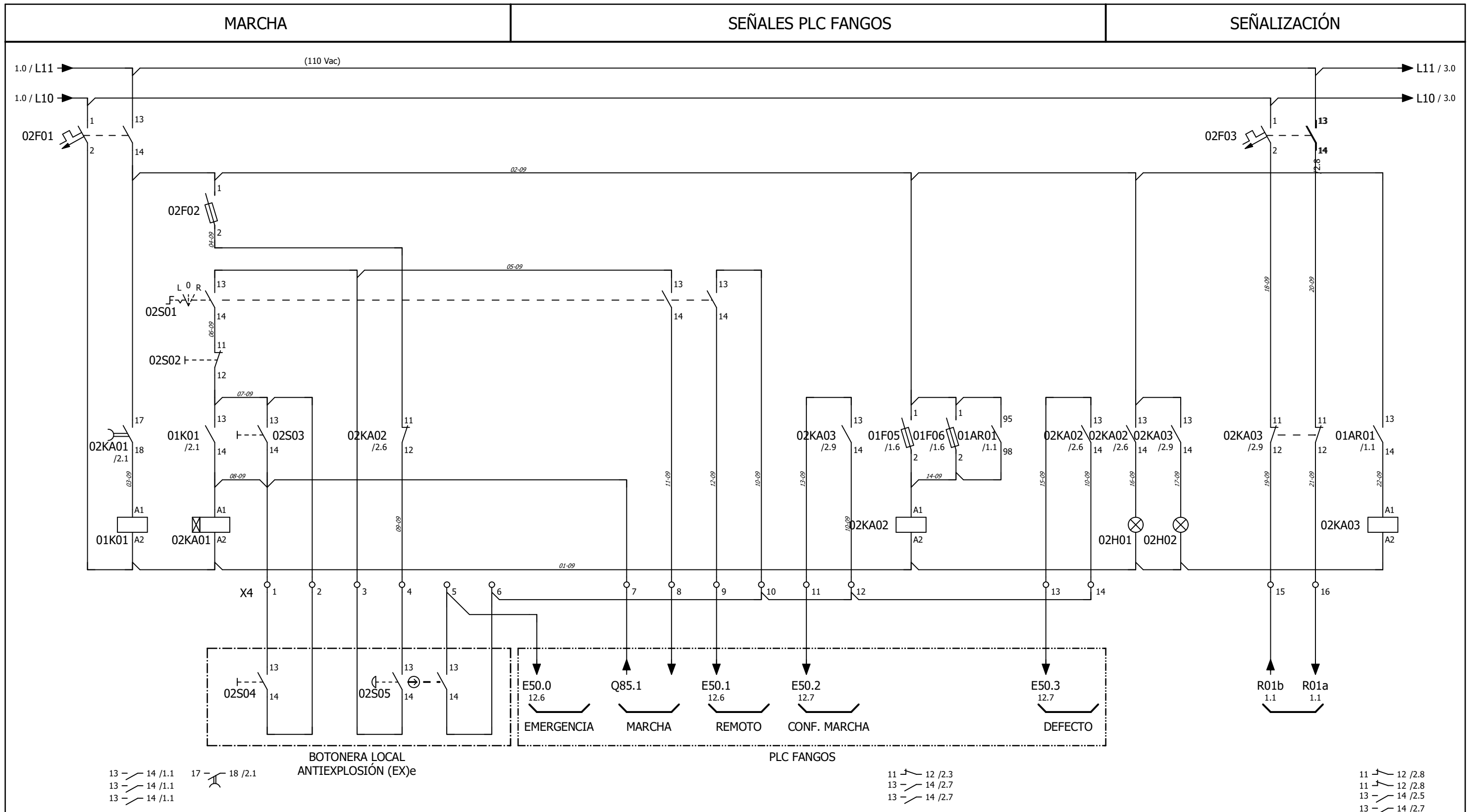
**** Los reguladores trifásicos (RMT) o convertidores de frecuencia (VFKB/VFTM) recomendados en la tabla, son para una tensión 400V.


En rojo se encuentra indicado el modelo escogido para la aplicación.

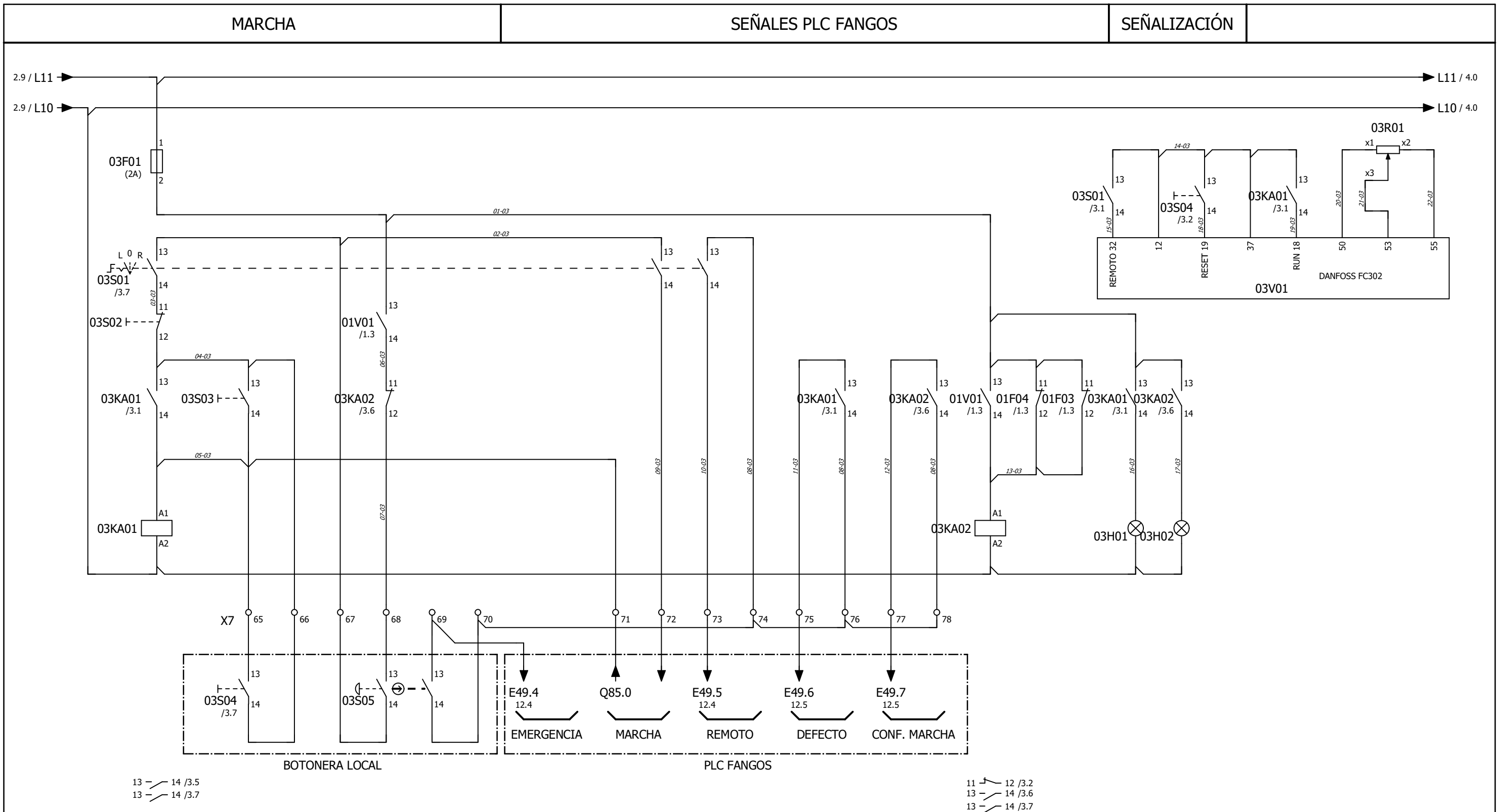
DINOMIX 5	BOMBA FANGOS DIGESTOR Nº5	BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR Nº5	VENTILADOR SOTANO DIGESTOR Nº5
-----------	---------------------------	----------------------------------	--------------------------------



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER
PLANO: ESQUEMA DE FUERZA MOTORES DIGESTOR Nº5		FECHA: 06/05/2022	ESCALA: Nº PLANO: 1



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER
PLANO: ESQUEMA DE MANDO BOMBA DINOMIX DIGESTOR Nº5	FECHA: 18/05/2022	ESCALA:	Nº PLANO: 2

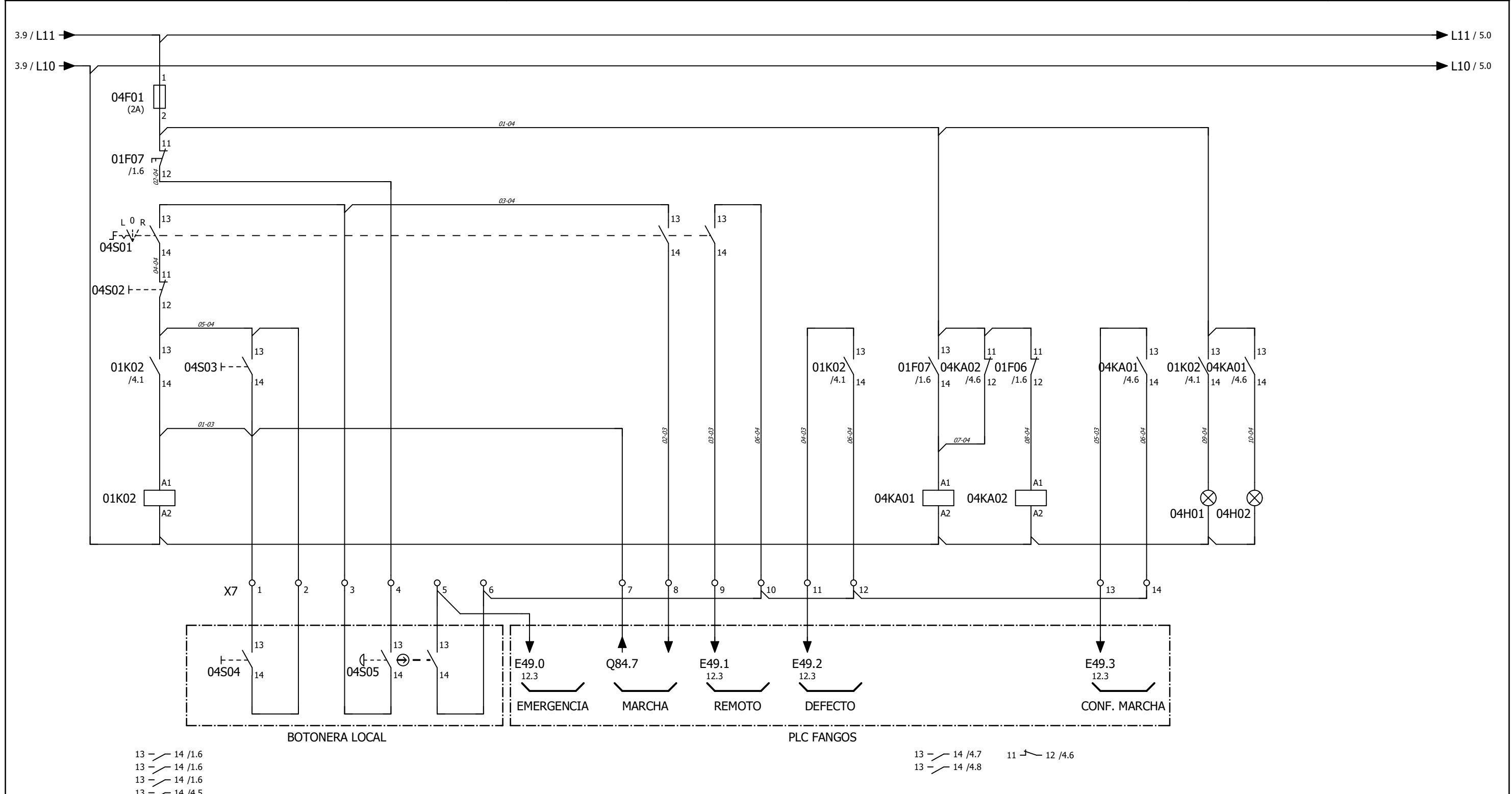



13 - 14 /3.5
13 - 14 /3.7

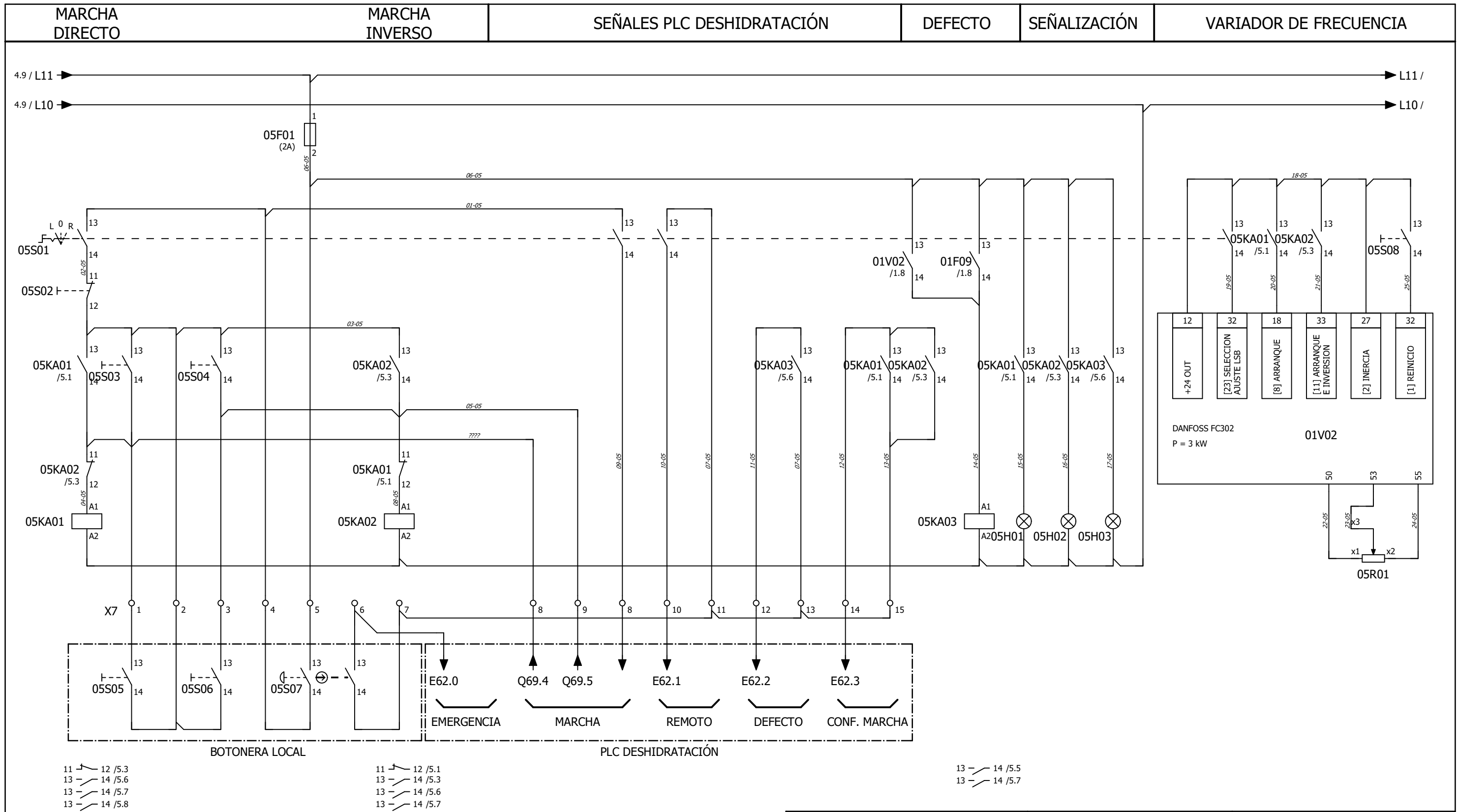
11 - 12 /3.2
13 - 14 /3.6
13 - 14 /3.7


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER
PLANO: ESQUEMA DE MANDO BOMBA FANGOS DIGESTOR Nº5	FECHA: 18/05/2022	ESCALA:	Nº PLANO: 3

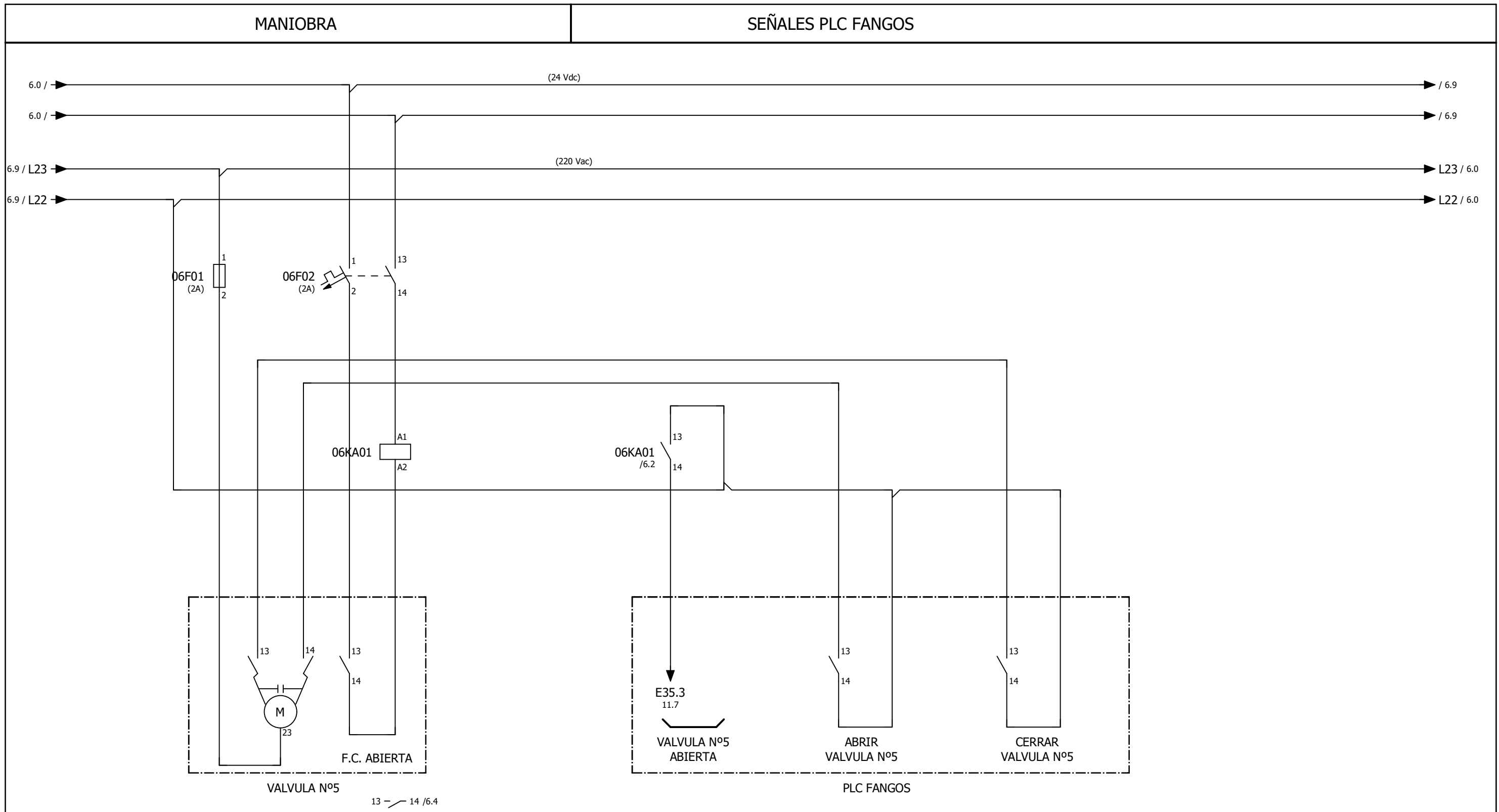
MARCHA	SEÑALES PLC FANGOS	SEÑALIZACIÓN
--------	--------------------	--------------




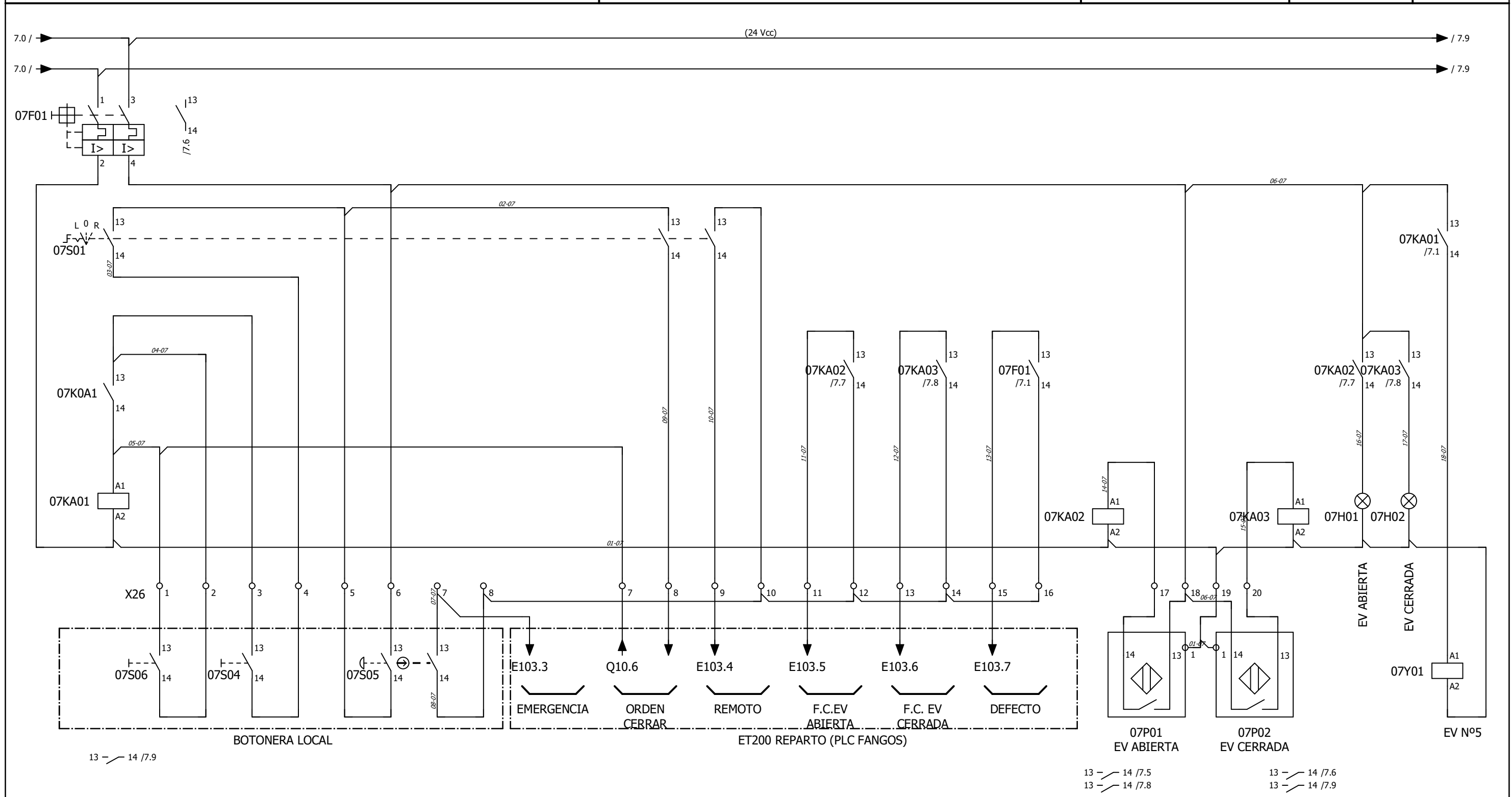
	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL			REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER	
PLANO: ESQUEMA DE MANDO BOMBA AGUA CALIENTE DIGESTOR Nº5			FECHA: 18/05/2022	ESCALA: 	Nº PLANO: 4




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL	
PLANO: ESQUEMA DE MANDO VENTILADOR SÓTANO DIGESTOR Nº5		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER FIRMA:
FECHA: 18/05/2022		ESCALA: Nº PLANO: 5

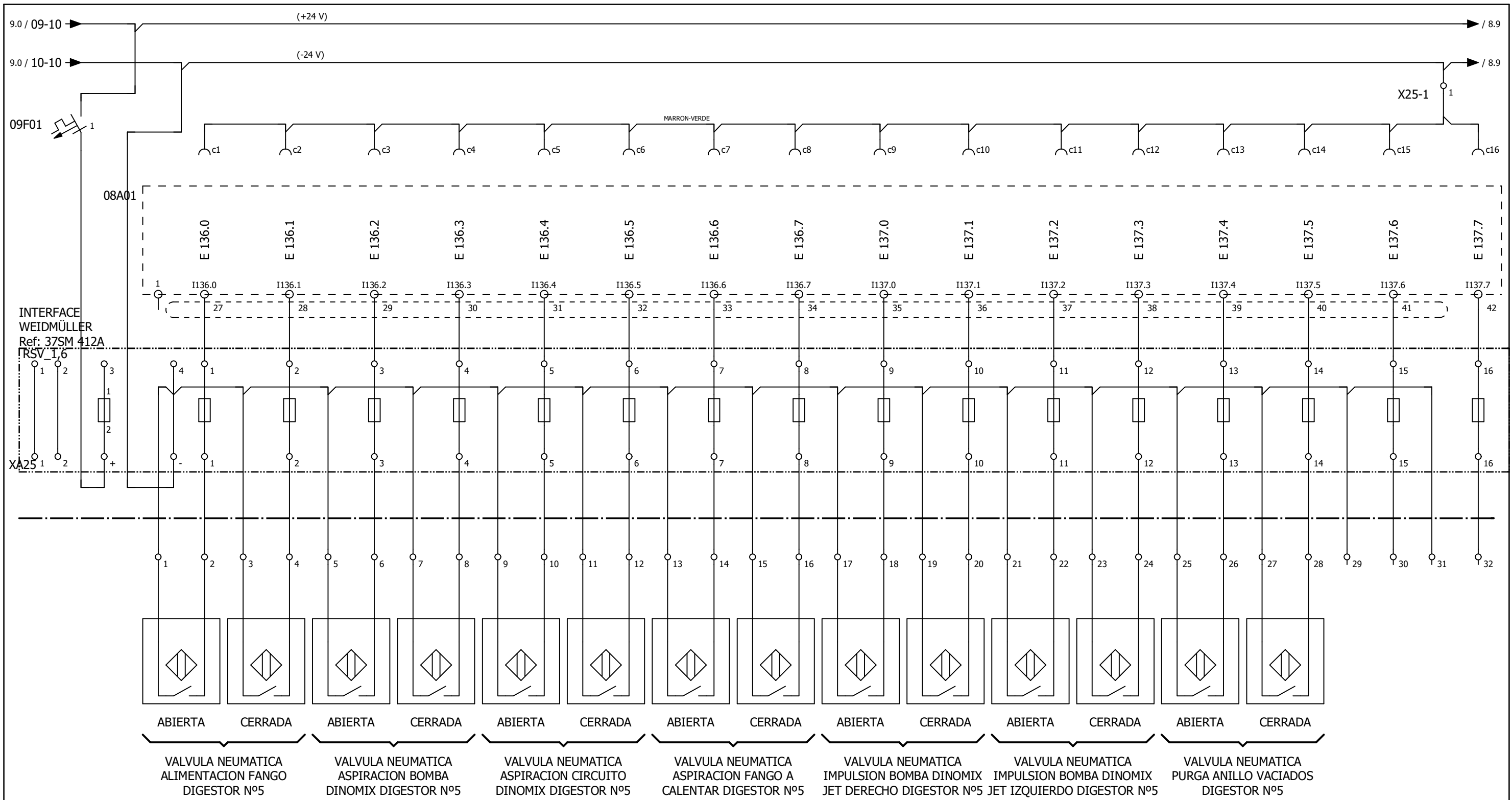



 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER	
PLANO: ESQUEMA DE MANIOBRA VÁLVULA 4 VÍAS DIGESTOR N°5		FIRMA:	FECHA: 18/05/2022
		ESCALA:	N° PLANO: 6

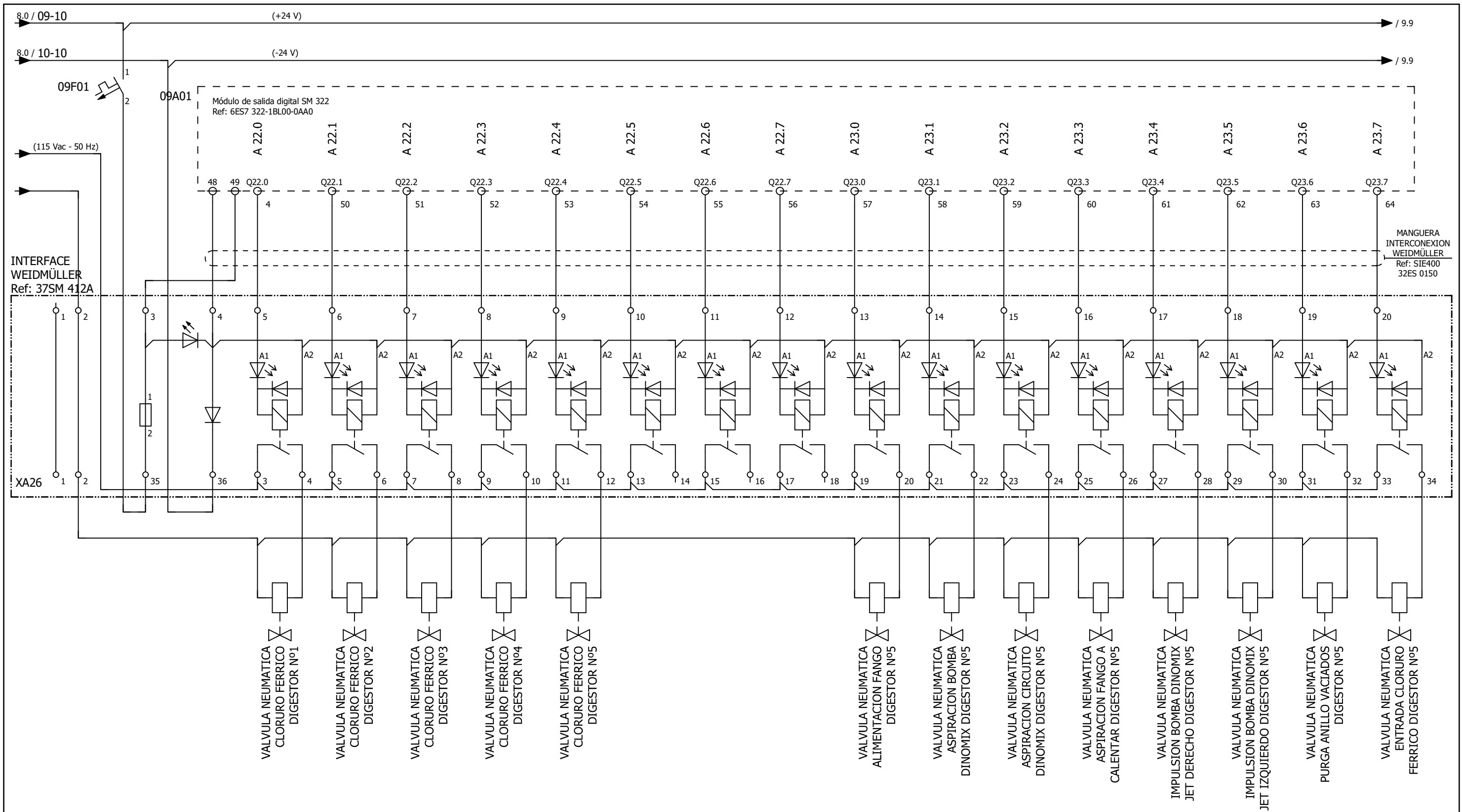


13 - 14 / 7.5
13 - 14 / 7.8
13 - 14 / 7.6
13 - 14 / 7.9

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL			REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER
PLANO: ESQUEMA DE MANIOBRA EV TORRE DIGESTORES A DIGESTOR N°5			FIRMA:	FECHA: 19/05/2022
			ESCALA:	N° PLANO: 7



 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER
PLANO: ET01 SOTANO DIGESTORES - ENTRADAS DIGITALES		FIRMA: FECHA: 19/05/2022 ESCALA: Nº PLANO: 8



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
	PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN DIGESTOR PRIMARIO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN TIA PORTAL	
PLANO: ET01 SOTANO DIGESTORES - SALIDAS DIGITALES		REALIZADO POR: NÚÑEZ SUBERVIOLA, ANDER FIRMA:
FECHA: 19/05/2022		ESCALA: Nº PLANO: 9

DEPURADORA / Fangos / PLC_FANG [CPU 412-2 PN] / Bloques de programa /17 Digestion

INTERCAMBIADOR [FC27]

INTERCAMBIADOR old Propiedades

General

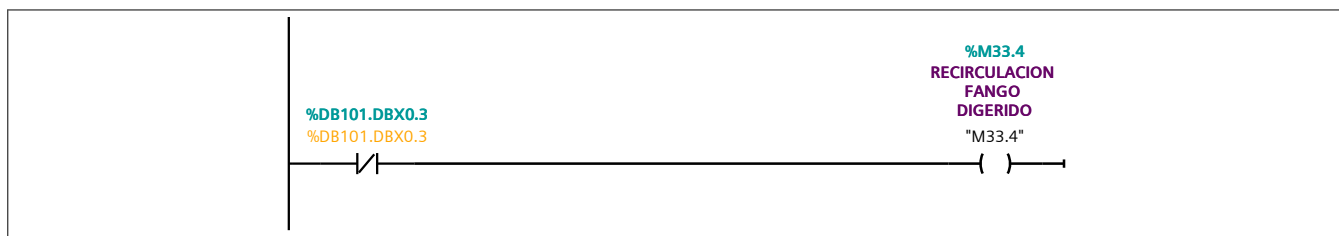
Nombre	INTERCAMBIADOR	Número	27	Tipo	
FC Idioma	KOP	Numeración	Manual		

Información

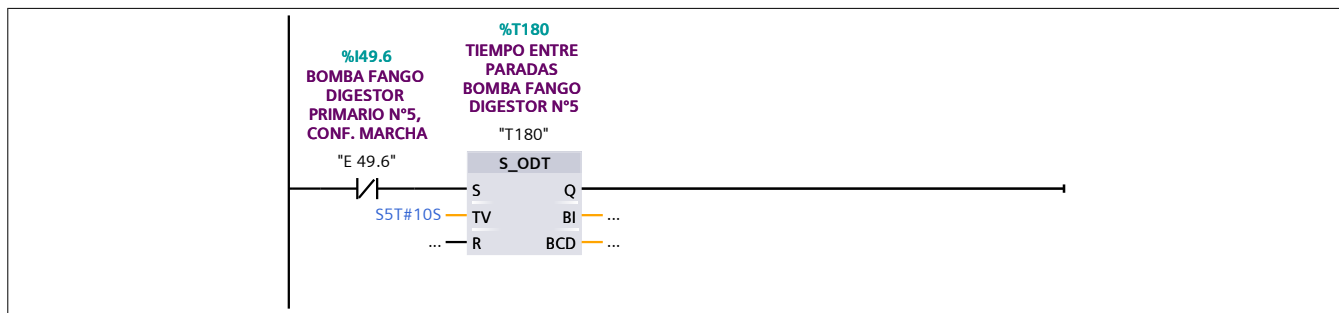
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.0	ID personalizada	

Segmento 1: CONDICION PARA RECIRCULAR FANGO DIGERIDO

DB101.DBX0.3 = Uno o varios Motogeneradores en marcha

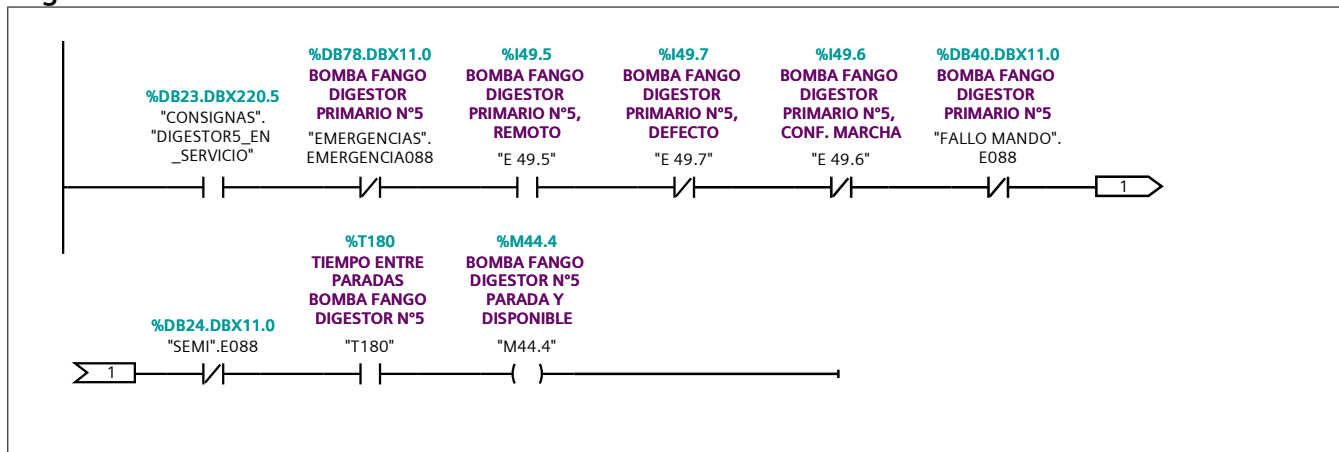


Segmento 6: TIEMPO ENTRE PARADAS BOMBA 5 CONCLUIDO

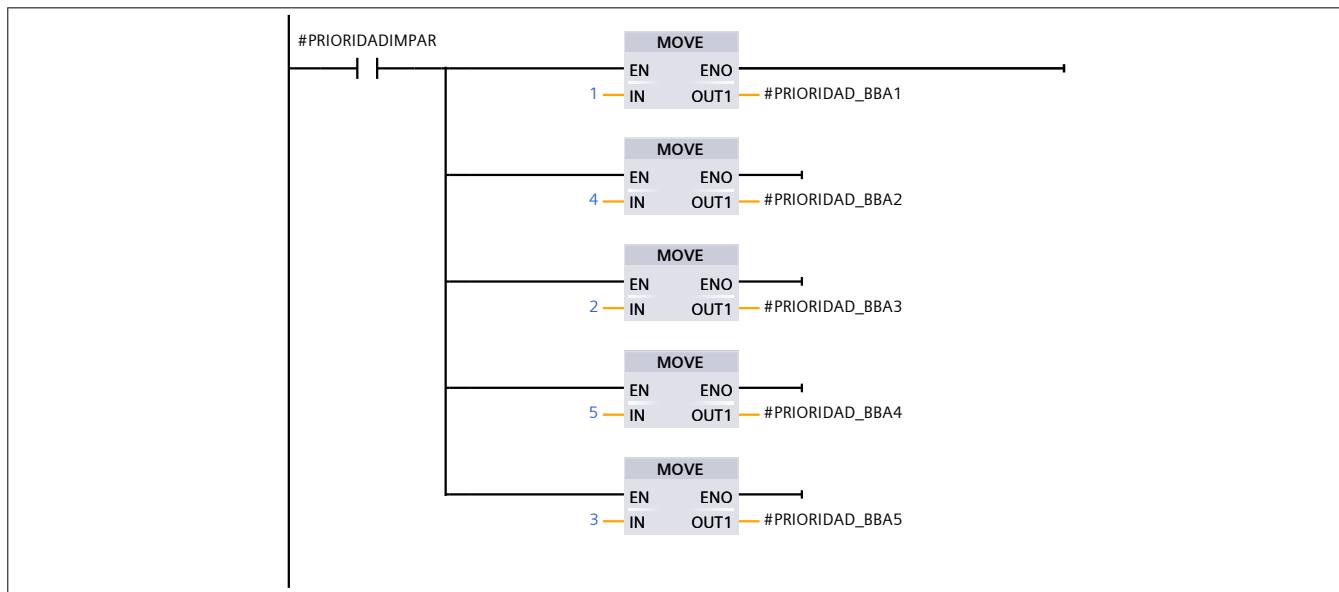


Segmento 11: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 PARADA Y DISPONIBLE

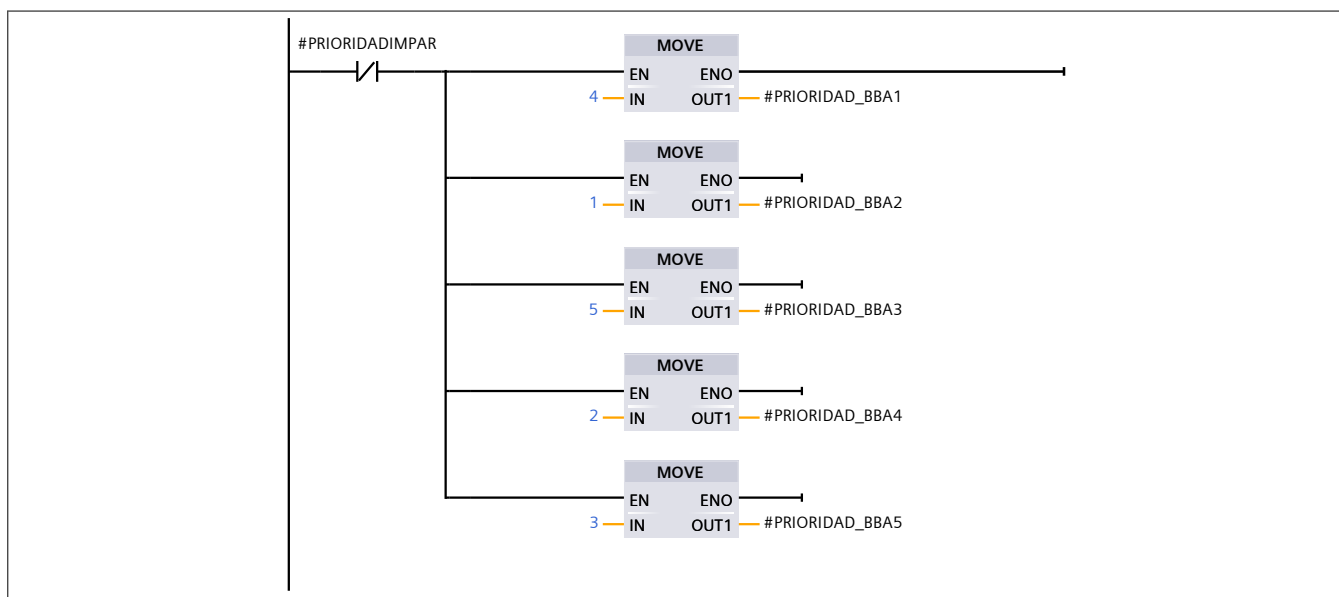
Segmento 11: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 PARADA Y DISPONIBLE



Segmento 13: AJUSTE PRIORIDADES EN HORAS IMPARES

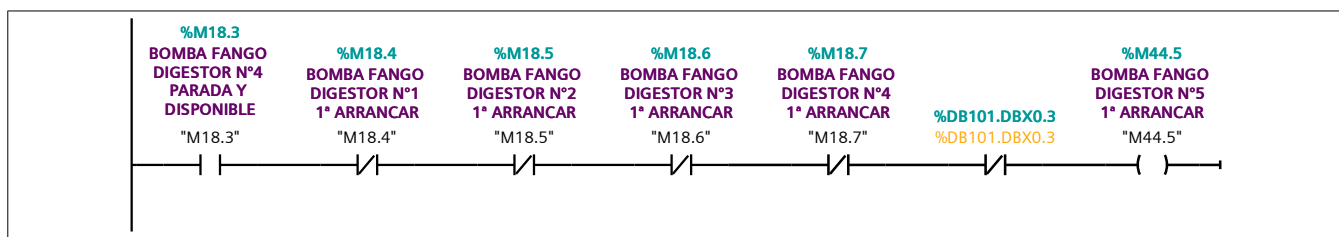


Segmento 14: AJUSTE PRIORIDADES EN HORAS PARES



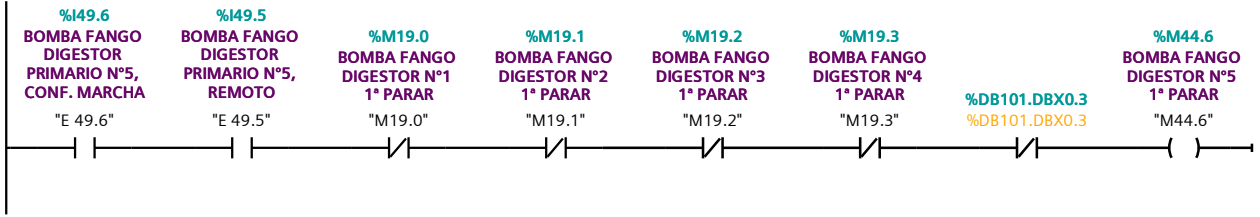
Segmento 19: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 1ª ARRANCAR

DB101.DBX0.3 = Uno o varios Motogeneradores en marcha



Segmento 24: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 1ª PARAR

DB101.DBX0.3 = Uno o varios Motogeneradores en marcha



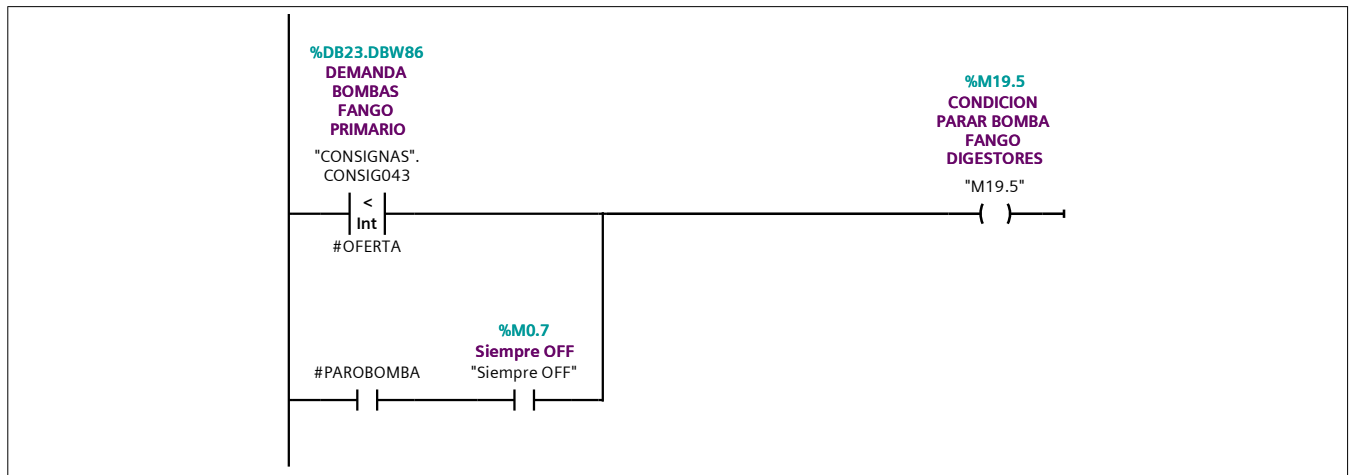
Segmento 30: CONDICION ARRANCAR BOMBA FANGO DIGESTORES



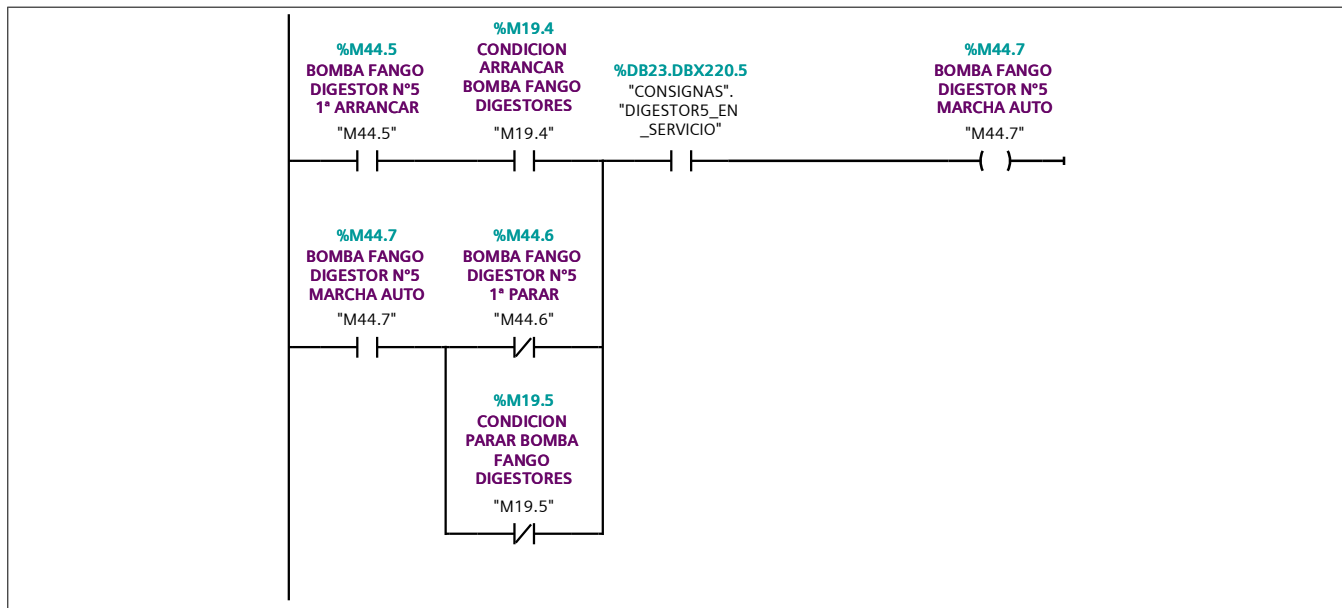
Segmento 31: CONDICION PARAR BOMBA FANGO DIGESTORES

2020/04/14 - dmarine

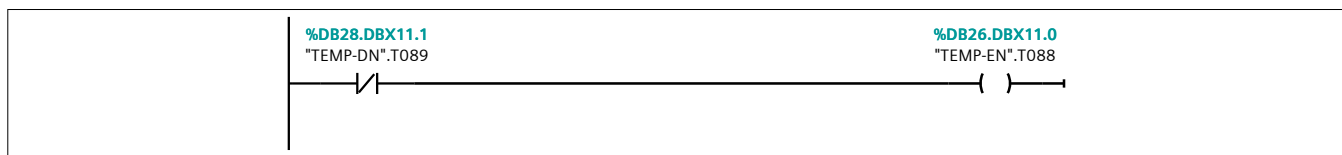
Se anula el paro de las bombas porque no es necesario rotarlas ya que la demanda es 4 todo el día



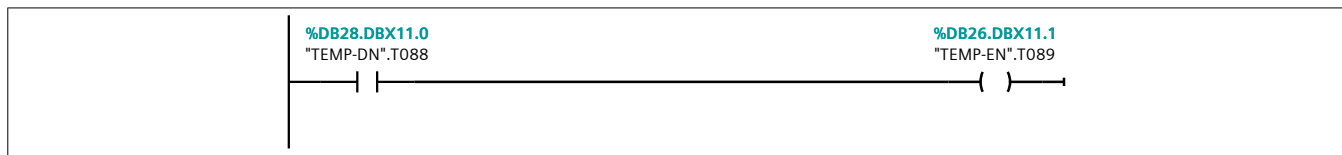
Segmento 36: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 MARCHA AUTO



Segmento 39: TIEMPO CICLO CALENTAMIENTO DIGESTOR N°5

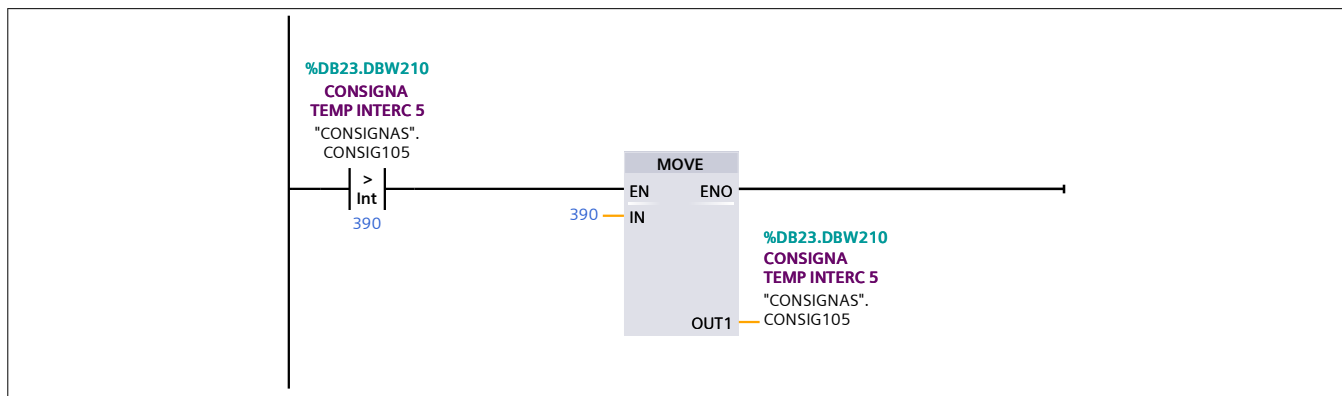


Segmento 42: TIEMPO CICLO TESTEO DIGESTOR N°5

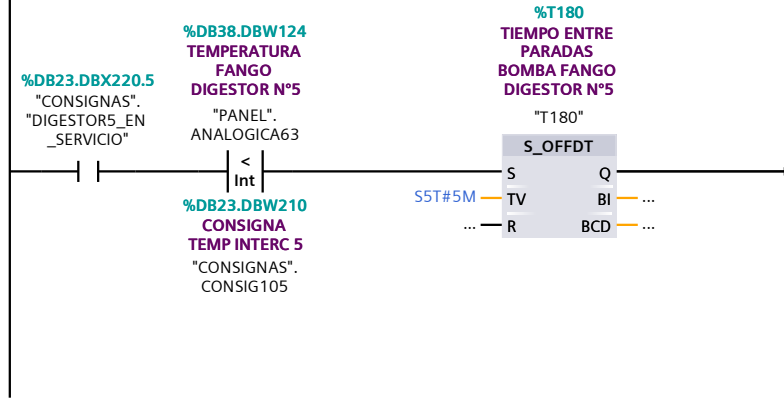


Segmento 80: SEGURIDAD CONSIGNA TEMPERATURA DIGESTOR N°5

2015/07/20



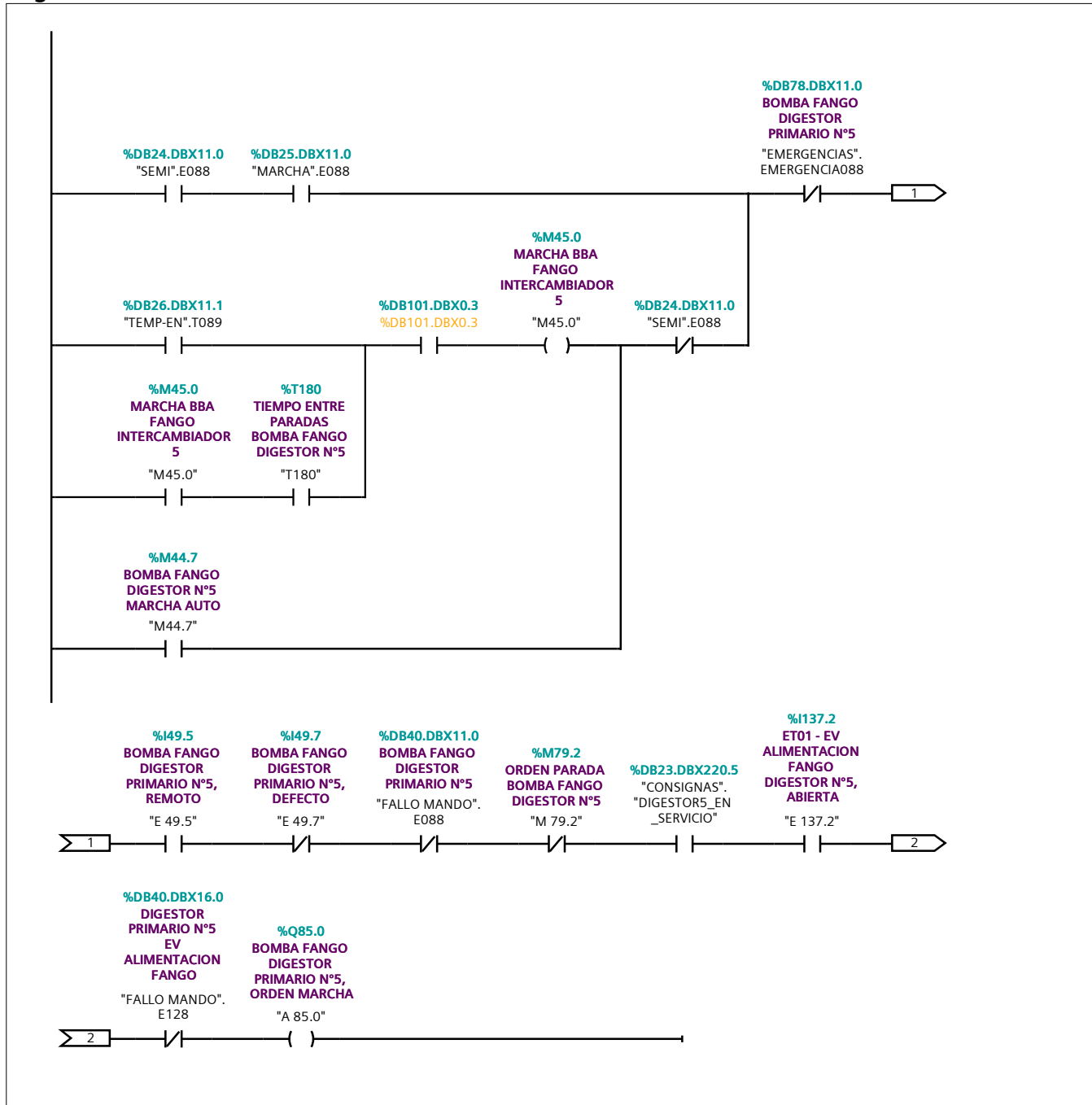
Segmento 81: TEMP.PARO CALENTAMIENTO DIGESTOR 5



Segmento 82: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5, MARCHA

DB101.DBX0.3 = UNO O VARIOS MOTOGENERADORES O CALDERAS EN MARCHA

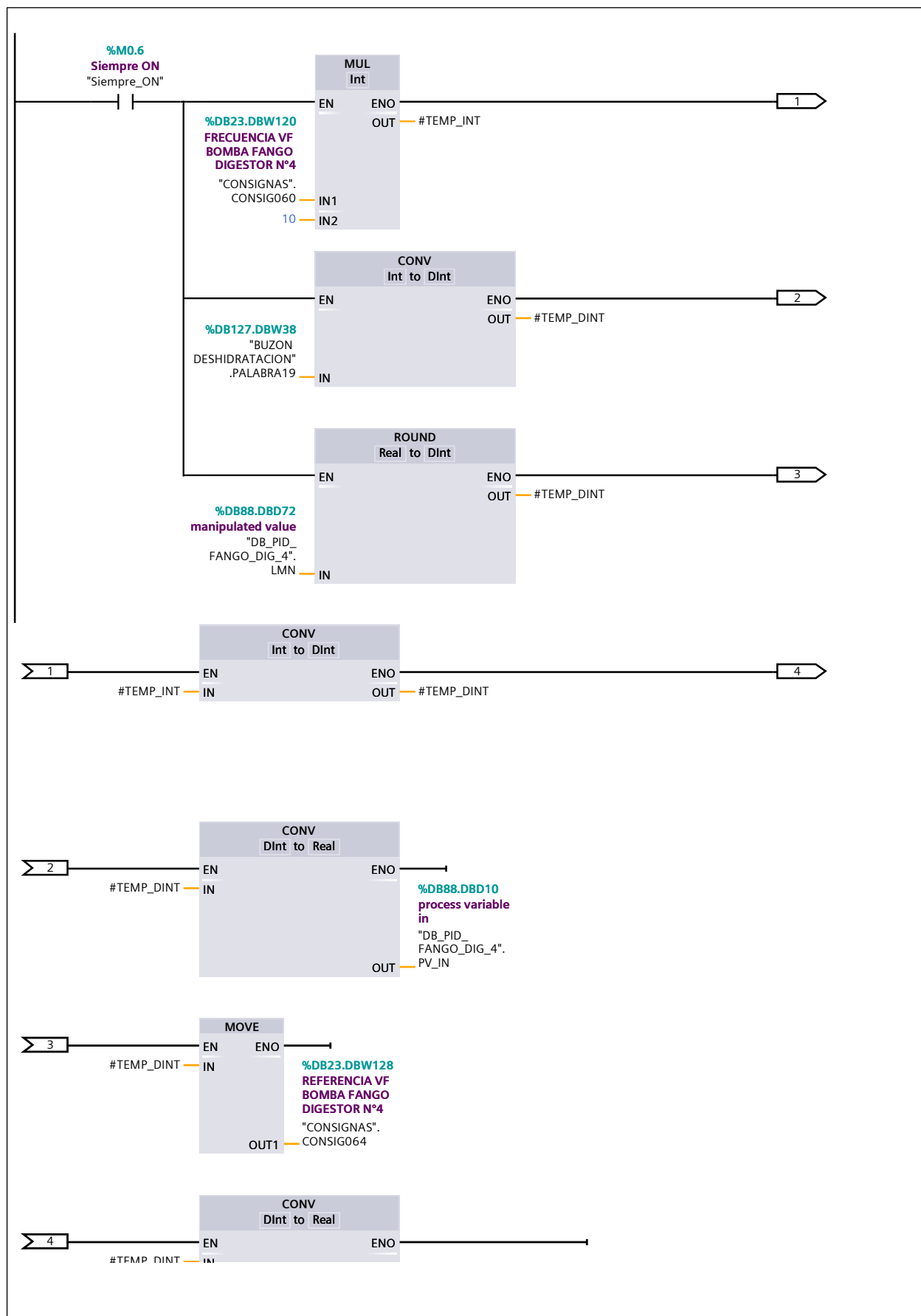
Segmento 82: BOMBA FANGO DIGESTOR N°5, MARCHA



Segmento 83: REGULACION BOMBA FANGO DIGESTOR N°5

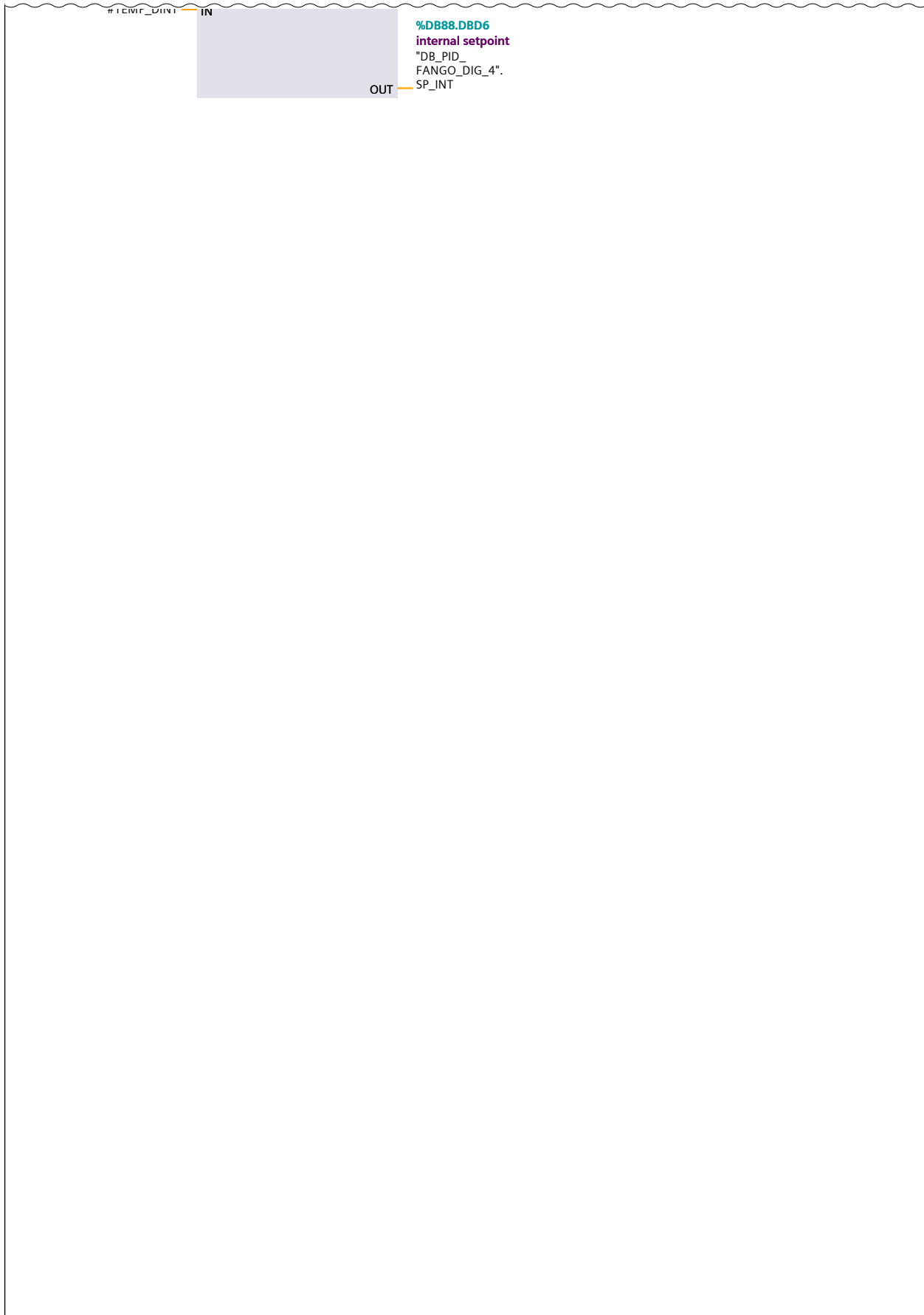


Segmento 83: REGULACION BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 (1.1 / 2.1)



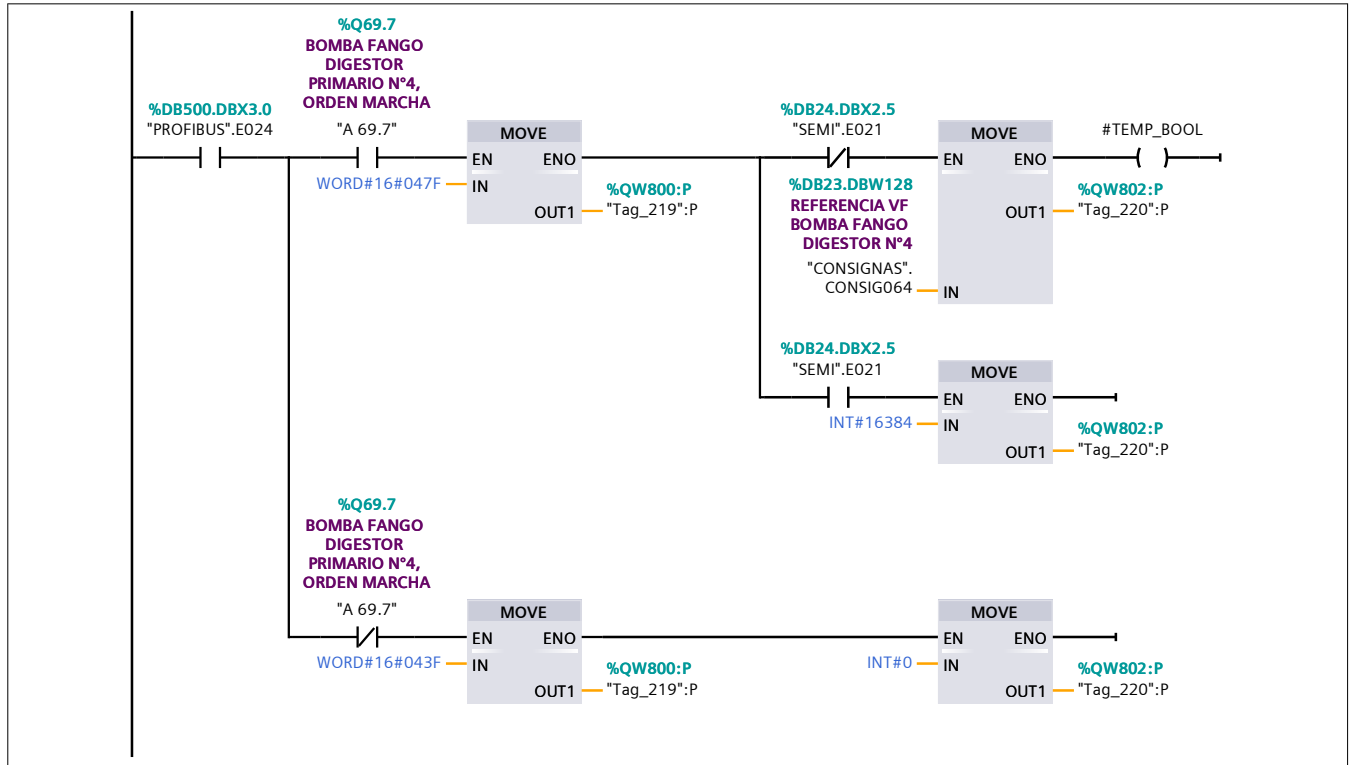
Segmento 83: REGULACION BOMBA FANGO DIGESTOR N°5 (2.1 / 2.1)

1.1 (Página1 - 7)



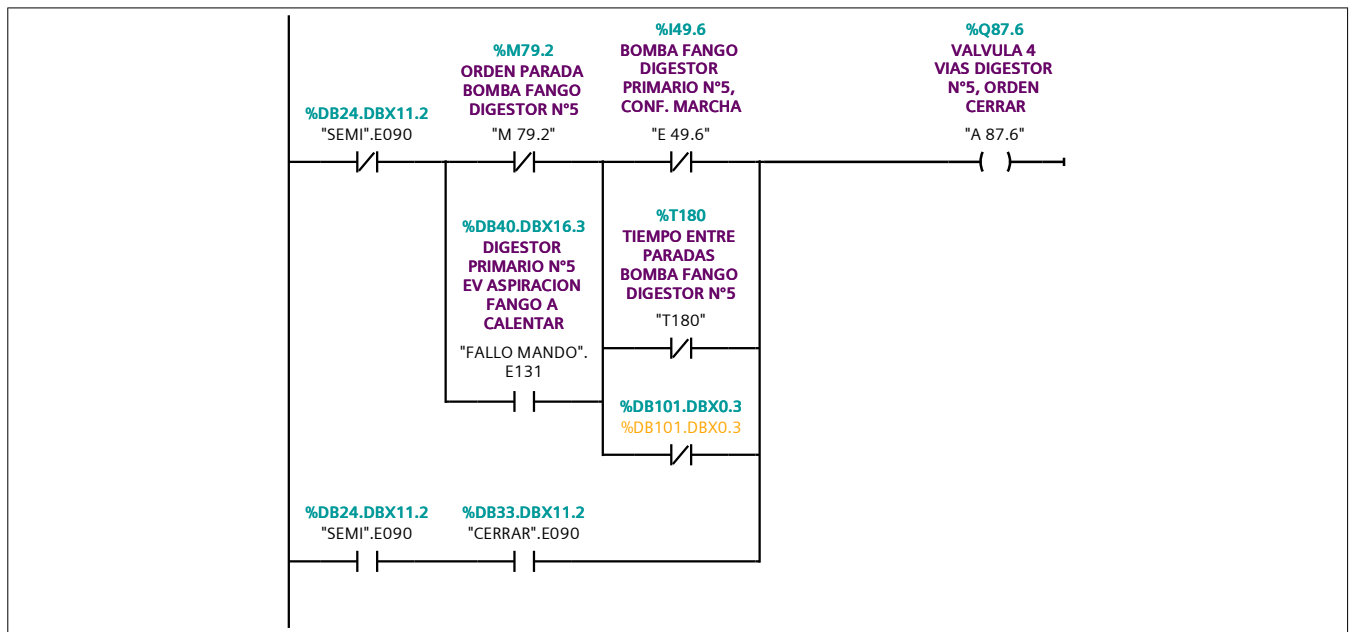
Segmento 84: AJUSTE REFERENCIA BOMBA FANGO DIGESTOR N°5

AJUSTE REFERENCIA BOMBA FANGO DIGESTOR N°4



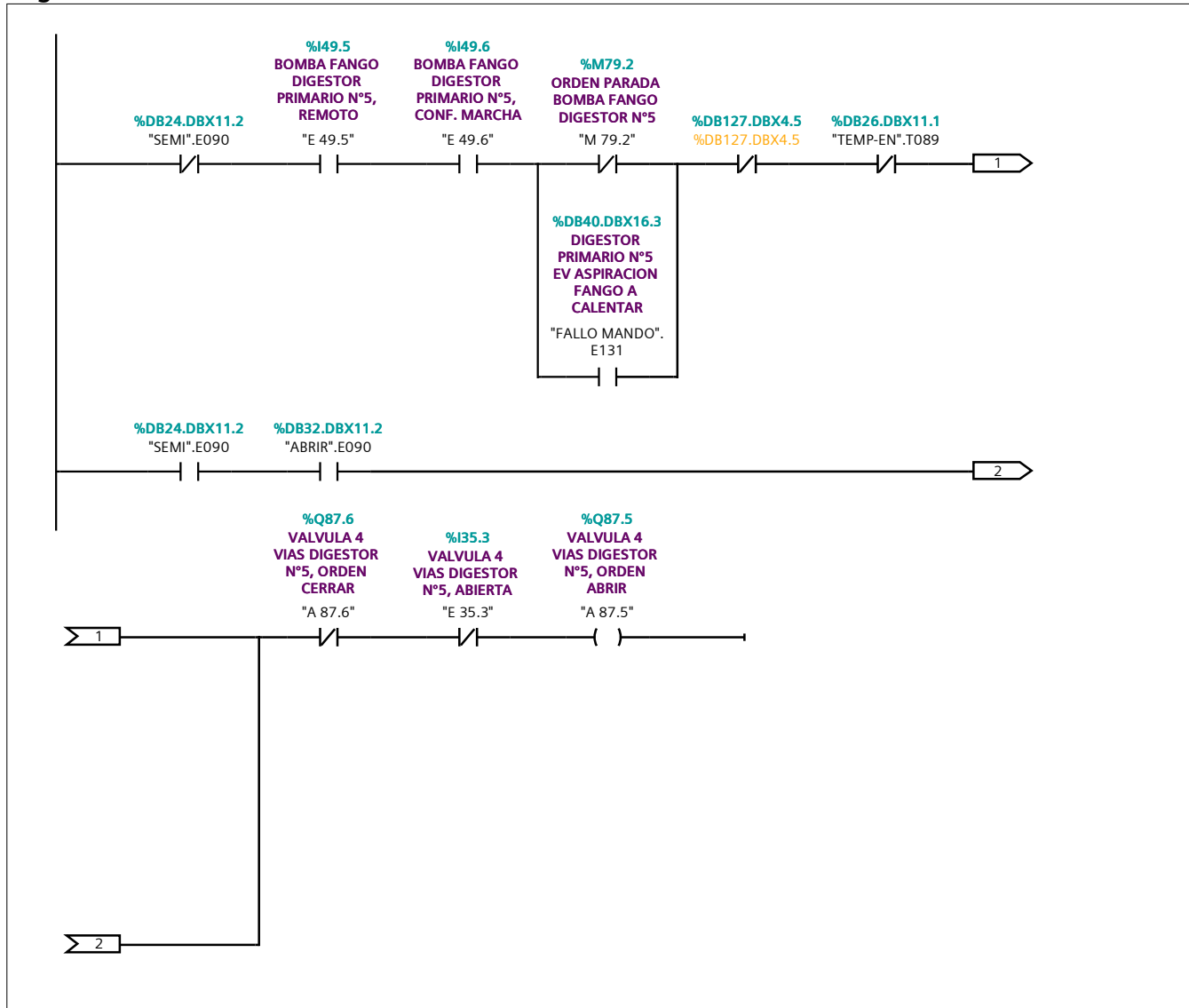
Segmento 85: VALVULA 4 VIAS DIGESTOR N°5, CERRAR

DB101.DBX0.3 = UNO O VARIOS MOTOGENERADORES O CALDERAS EN MARCHA



Segmento 86: VALVULA 4 VIAS DIGESTOR N°5, ABRIR

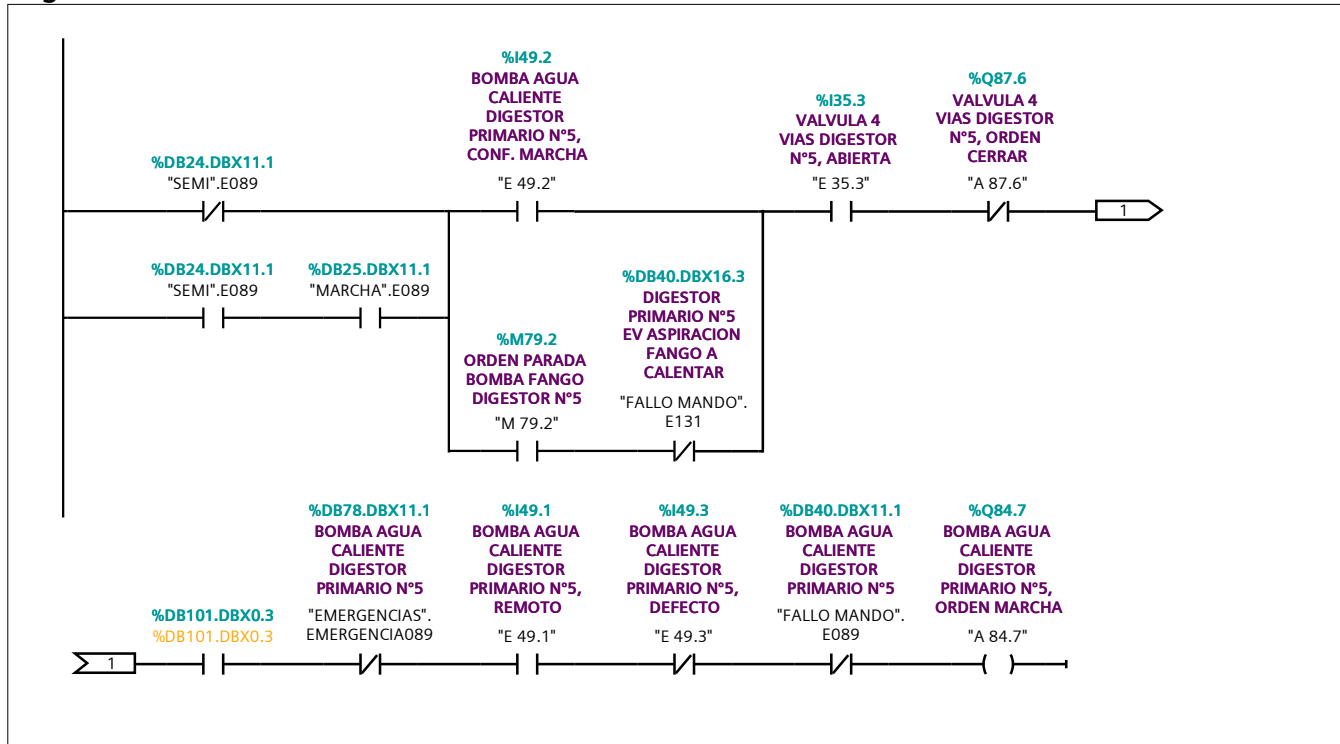
Segmento 86: VALVULA 4 VIAS DIGESTOR N°5, ABRIR



Segmento 87: BOMBA AGUA DIGESTOR N°5, MARCHA



Segmento 87: BOMBA AGUA DIGESTOR N°5, MARCHA



DEPURADORA / Fangos / PLC_FANG [CPU 412-2 PN] / Bloques de programa /17 Digestion

DINOMIX [FC13]

DINOMIX_1 Propiedades

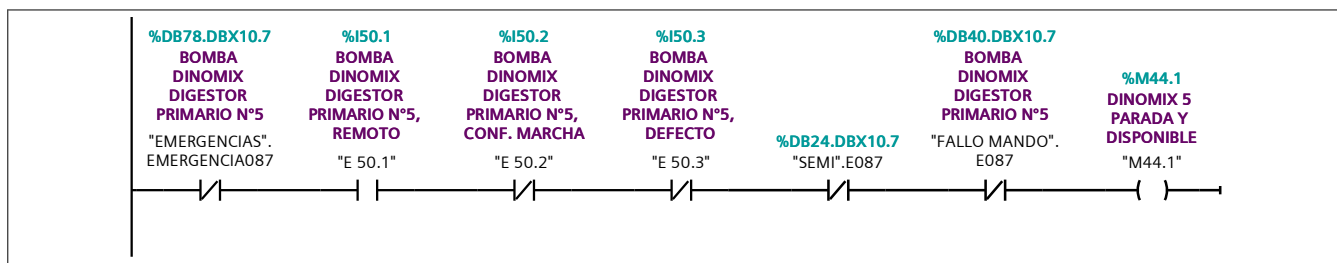
General

Nombre	DINOMIX	Número	13	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Manual		

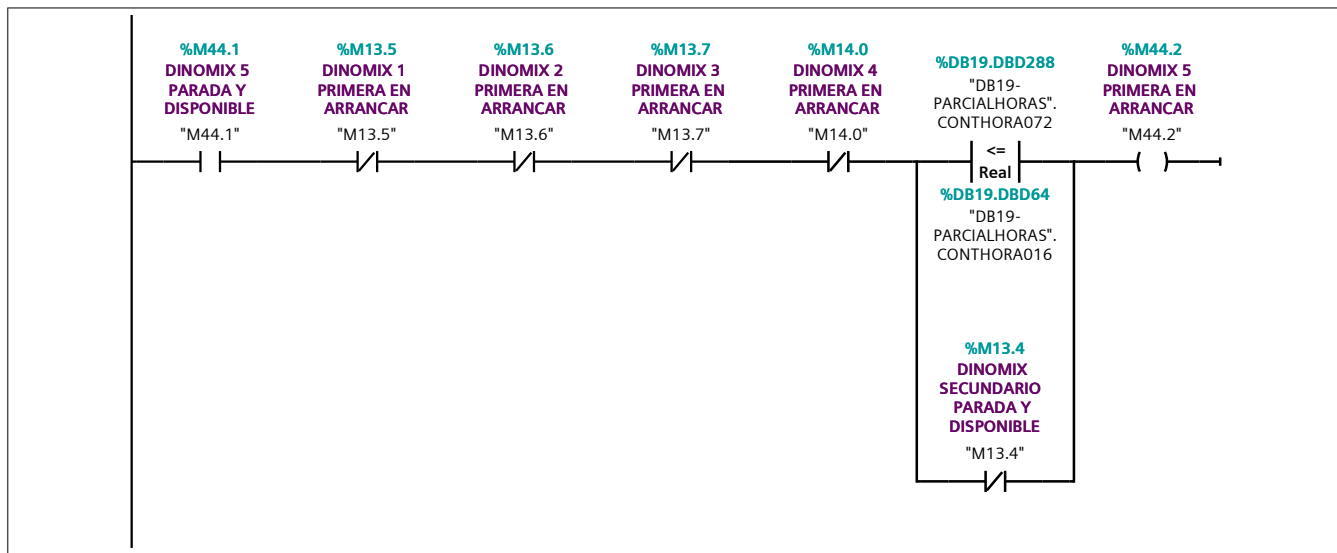
Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

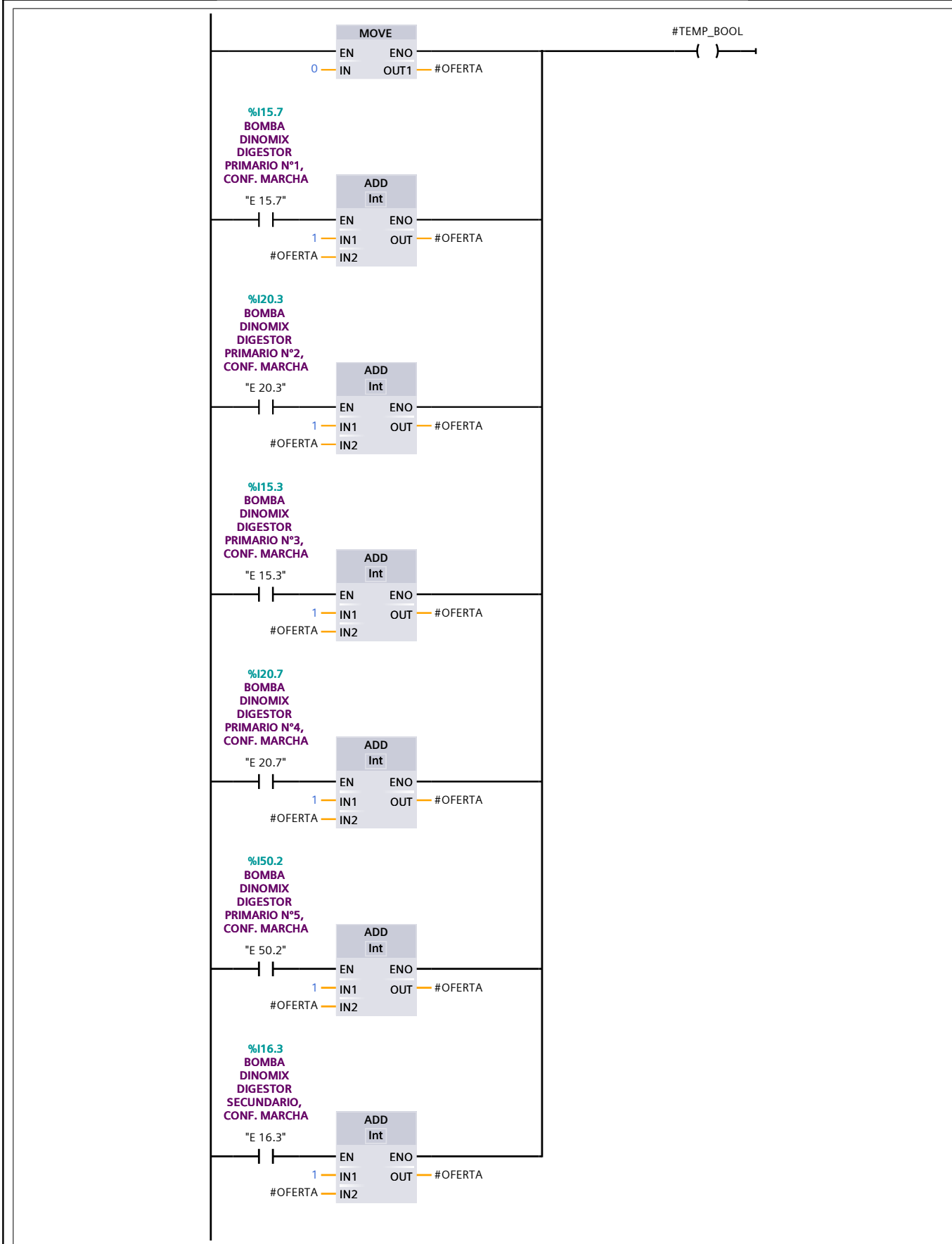
Segmento 5: DINOMIX N°5 PARADA Y DISPONIBLE



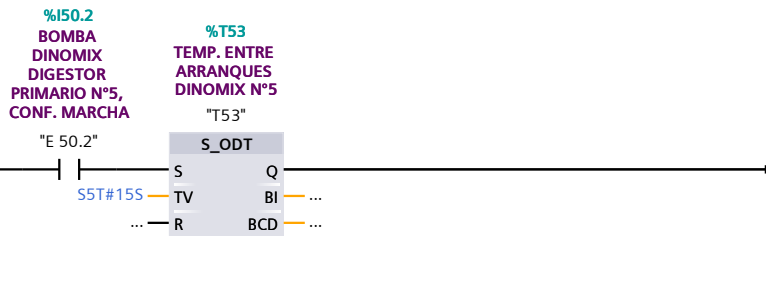
Segmento 11: BOMBA DINOMIX N°5 PRIMERA EN ARRANCAR



Segmento 13: CALCULO OFERTA BOMBAS DINOMIX



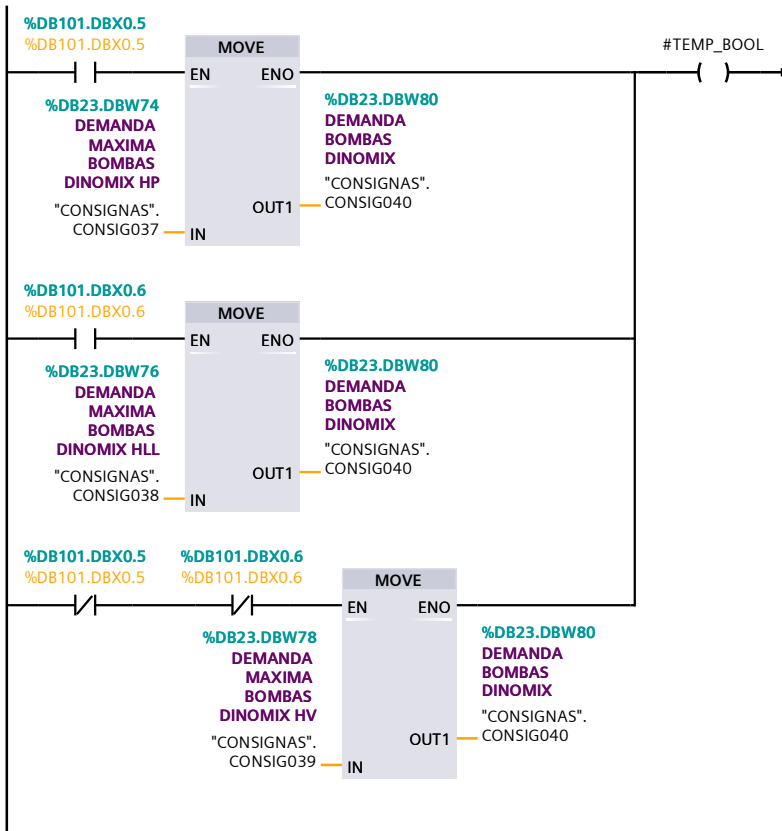
Segmento 18: TIEMPO ENTRE ARRANQUES DINOMIX N°5



Segmento 20: AJUSTE CONSIGNA DEMANDA MAXIMA

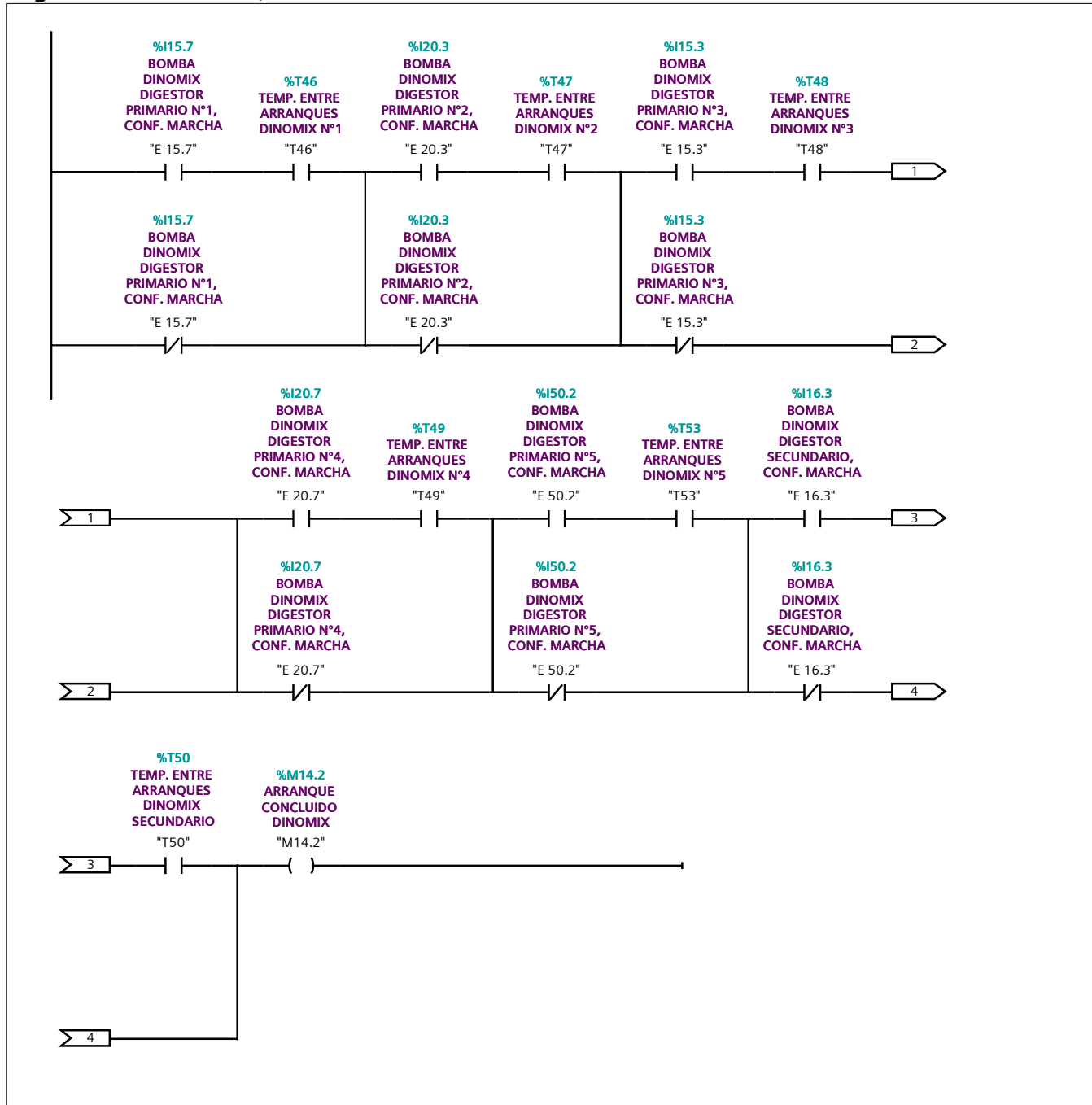
DB101.DBX0.5 = CONFIRMACION HORAS PUNTA

DB101.DBX0.6 = CONFIRMACION HORAS LLANA

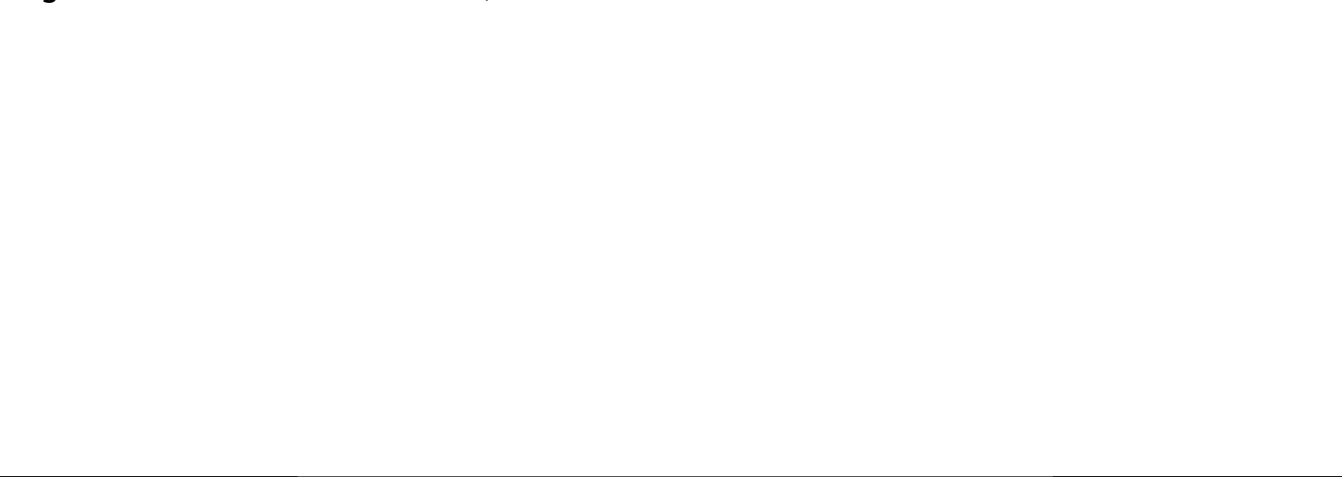


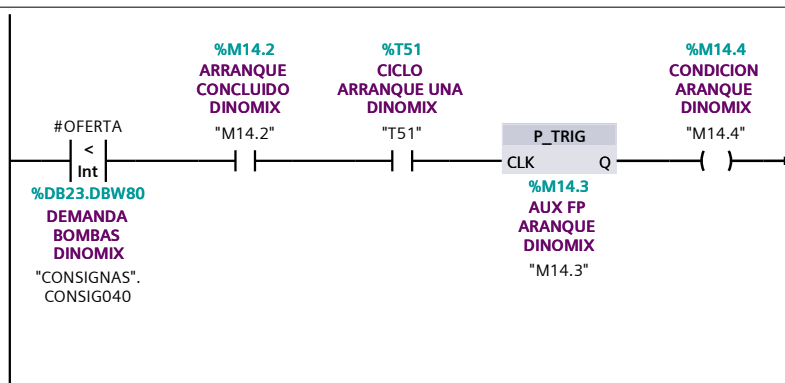
Segmento 21: ARRANQUE CONCLUIDO

Segmento 21: ARRANQUE CONCLUIDO

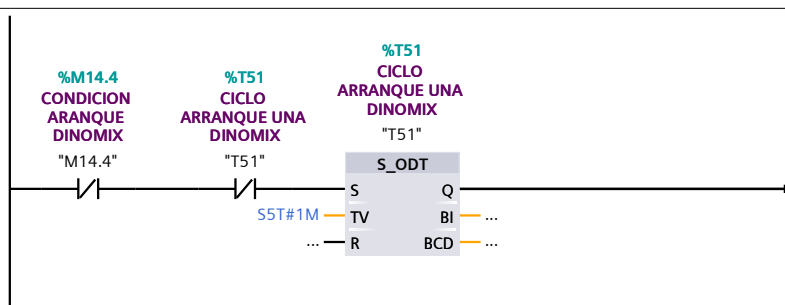


Segmento 22: CONDICION ARRANQUE



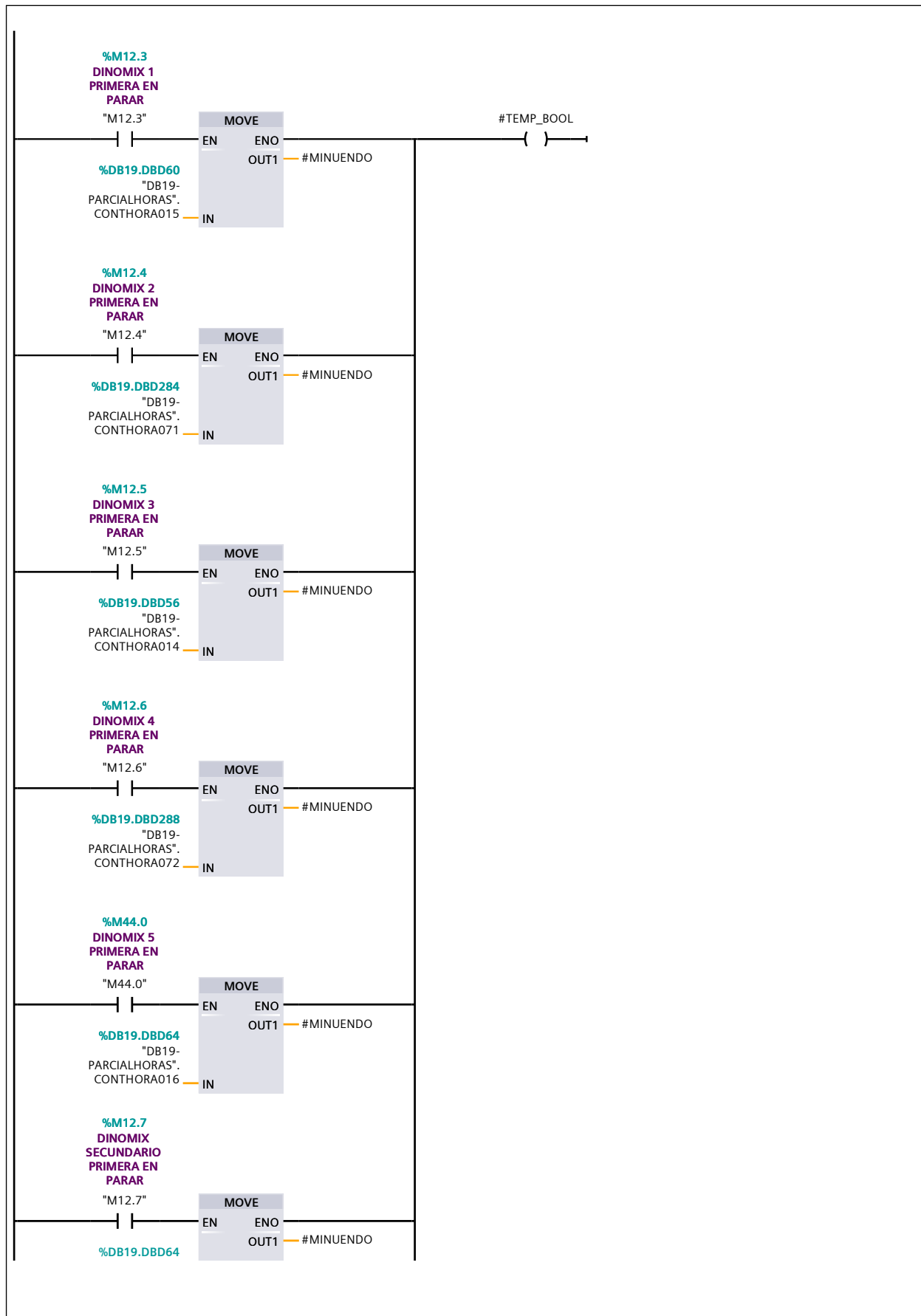


Segmento 23: CICLO ARRANQUE UNA DINOMIX



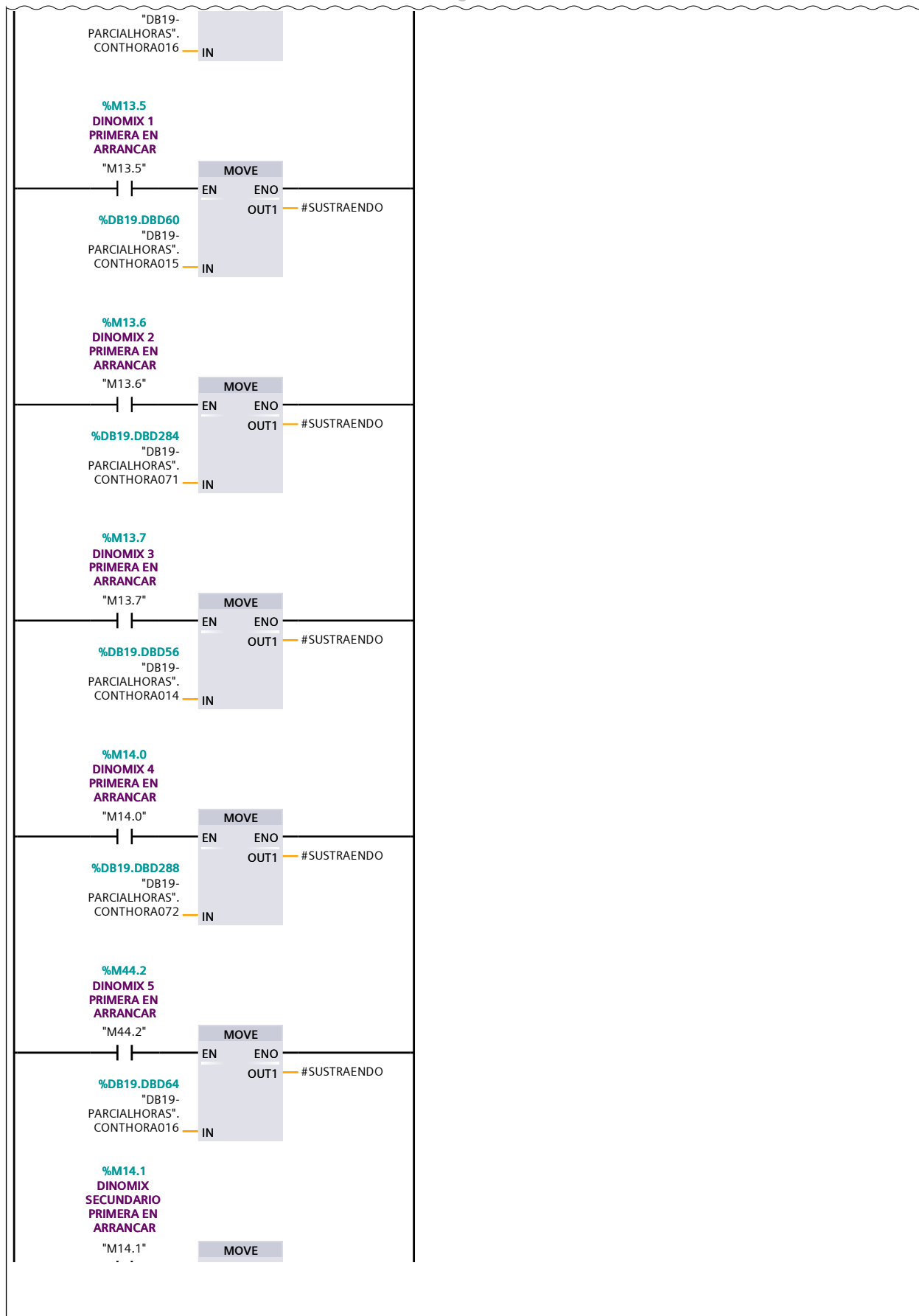
Segmento 24:

Segmento 24: (1.1 / 3.1)



Segmento 24: (2.1 / 3.1)

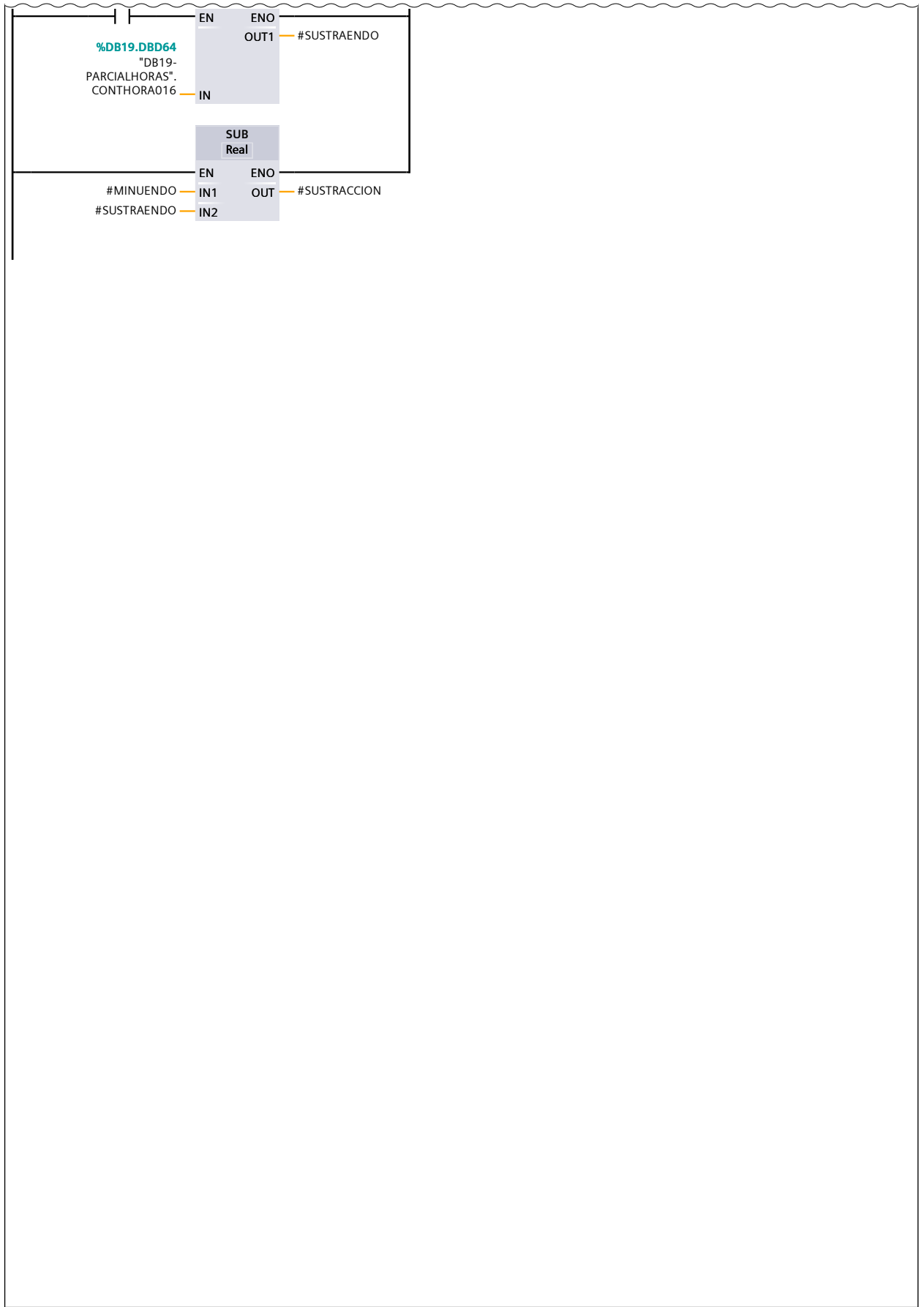
1.1 (Página1 - 6)



3.1 (Página1 - 8)

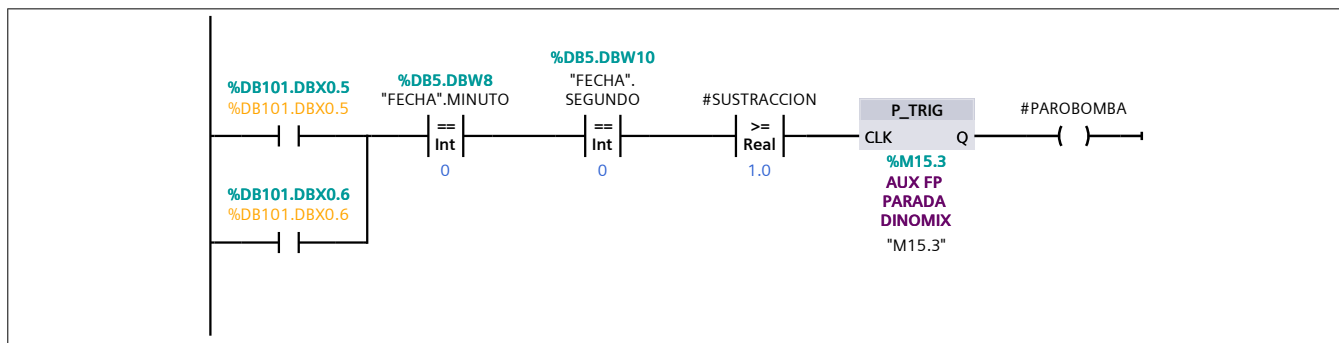
Segmento 24: (3.1 / 3.1)

2.1 (Página1 - 7)

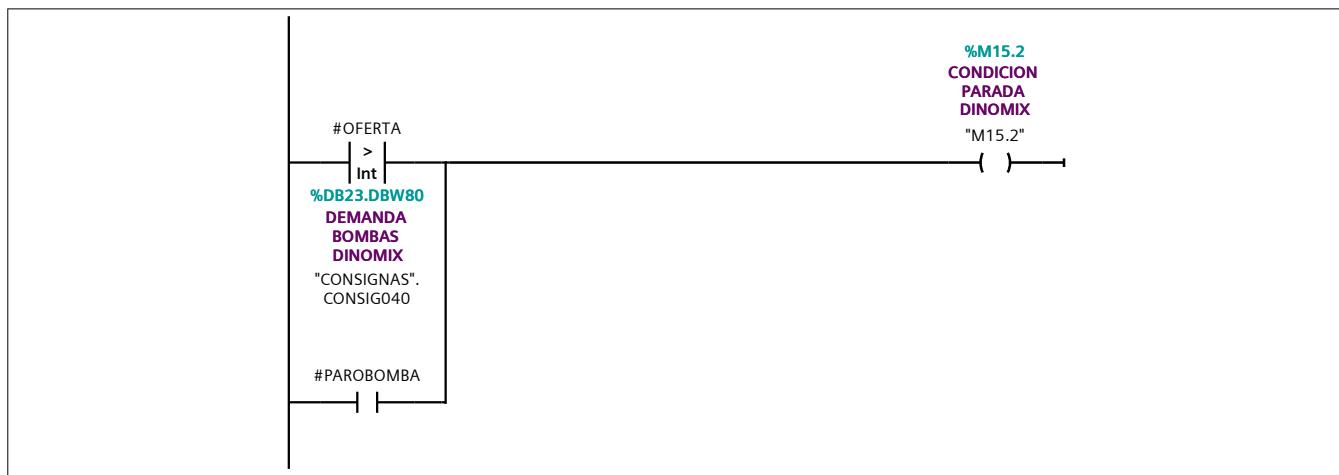


Segmento 25: FP AUX PARO BOMBA DINOMIX

DB101.DBX0.5 = HORAS PUNTA
DB101.DBX0.6 = HORAS LLANA

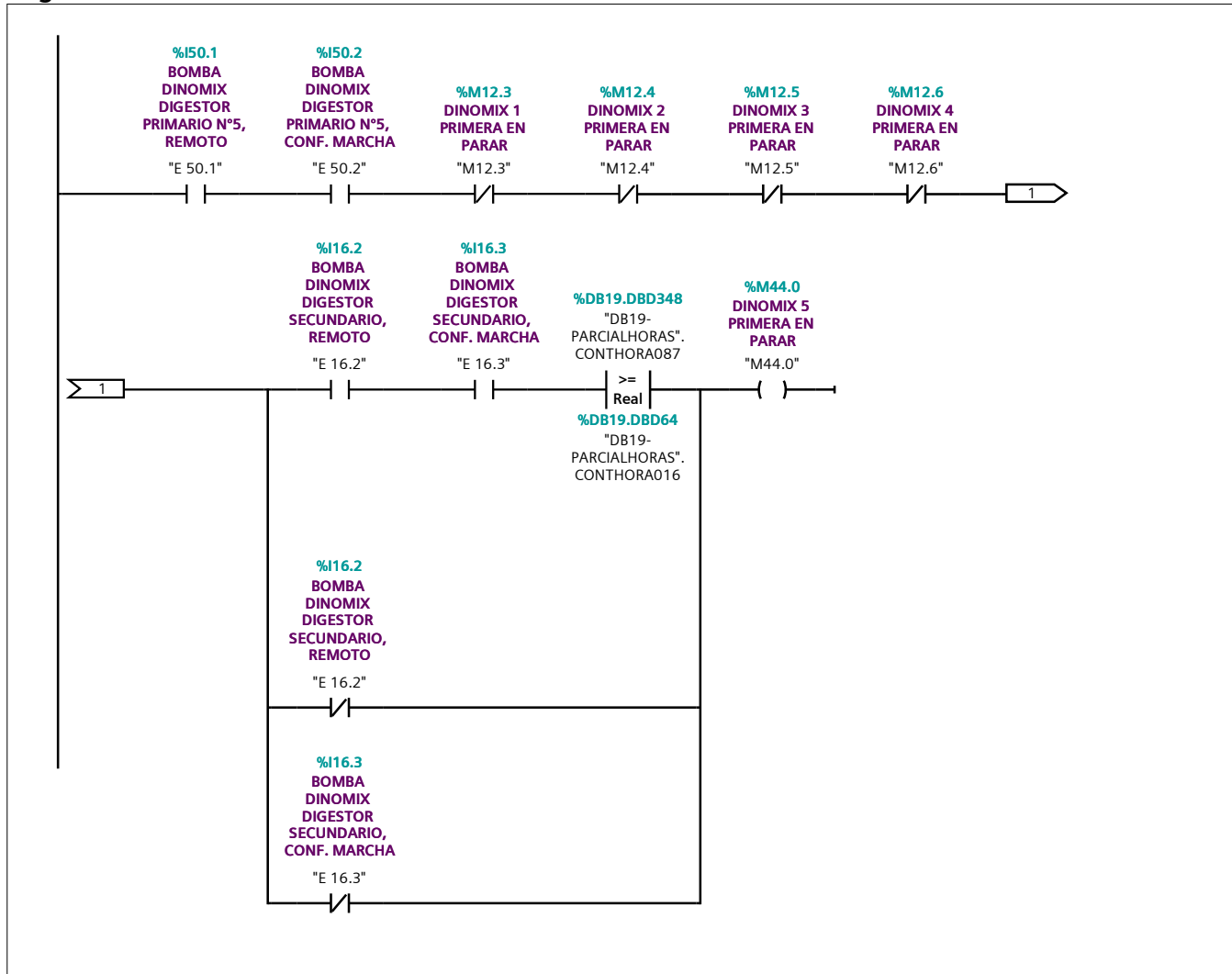


Segmento 26: CONDICION PARADA



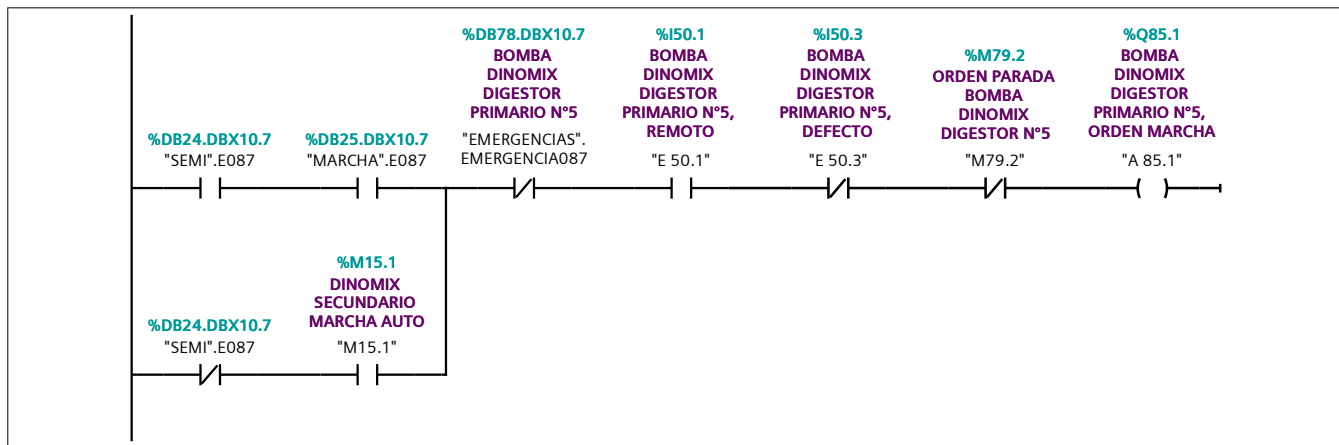
Segmento 31: DINOMIX 5 PRIMERA EN PARAR

Segmento 31: DINOMIX 5 PRIMERA EN PARAR



Segmento 44: BOMBA DINOMIX N°5 MARCHA

DB127.DBX4.6 = ORDEN PARADA BOMBA DINOMIX N°5



DEPURADORA / Fangos / PLC_FANG [CPU 412-2 PN] / Bloques de programa /17 Digestion

SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO [FC46]

SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO_1 Propiedades

General

Nombre	SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO	Número	46	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Manual		

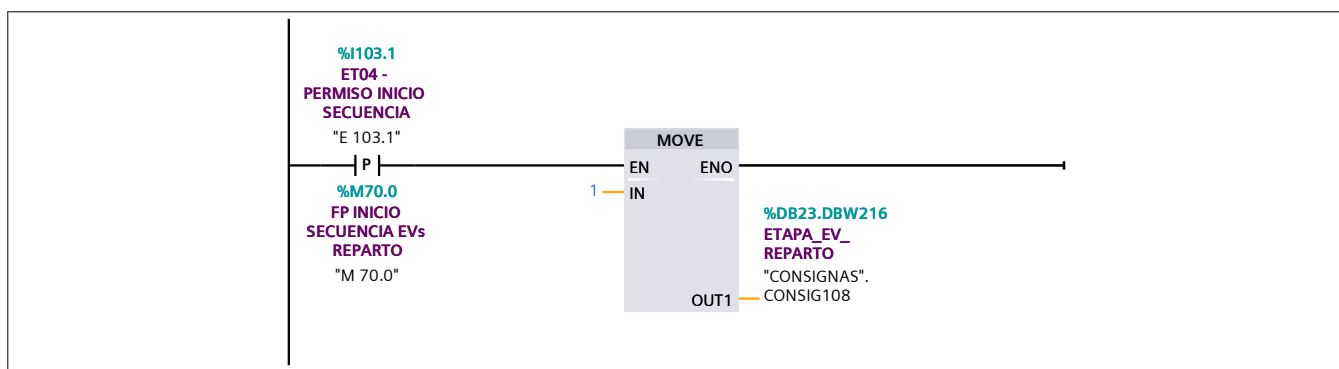
Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

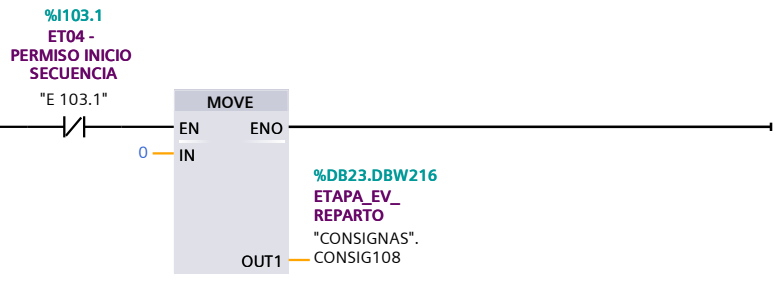
SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO_1

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input					
Output					
InOut					
▼ Temp					
Aux_Purga1	Bool	0.0			
Aux_Purga2	Bool	0.1			
Aux_Purga3	Bool	0.2			
Aux_Purga4	Bool	0.3			
Aux_Purga5	Bool	0.4			
Q_Aux	Real	2.0			
Constant					
▼ Return					
SECUENCIA EV ARQUETA REPARTO	Void				

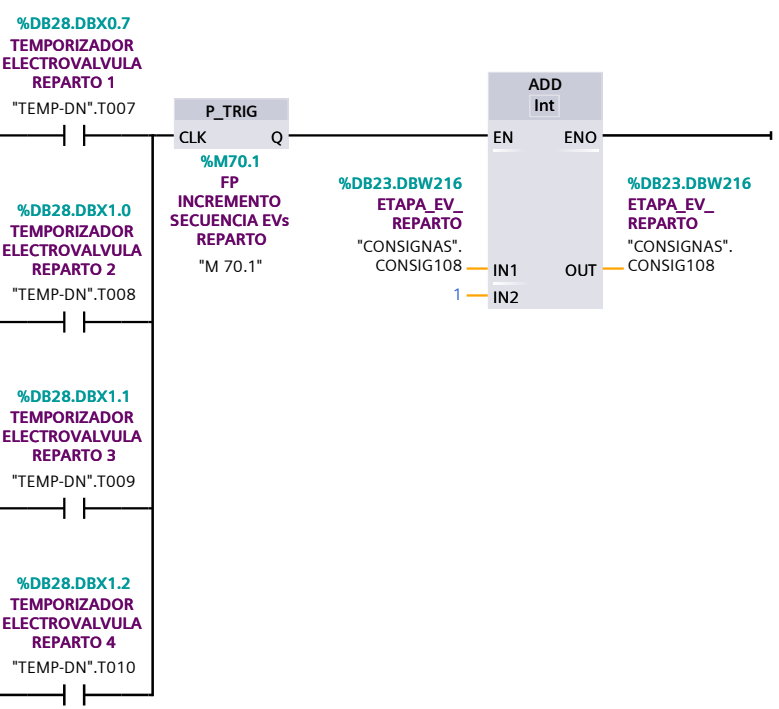
Segmento 1: INICIO SECUENCIA



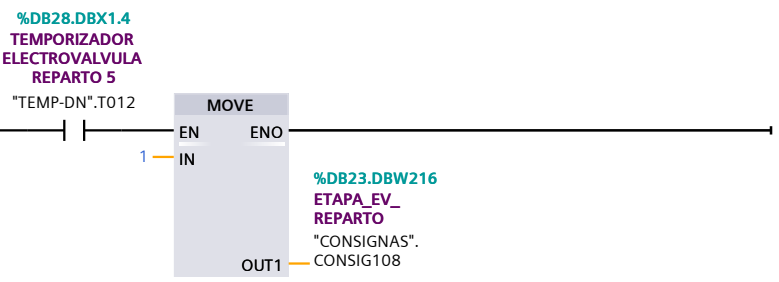
Segmento 2: PARO SECUENCIA



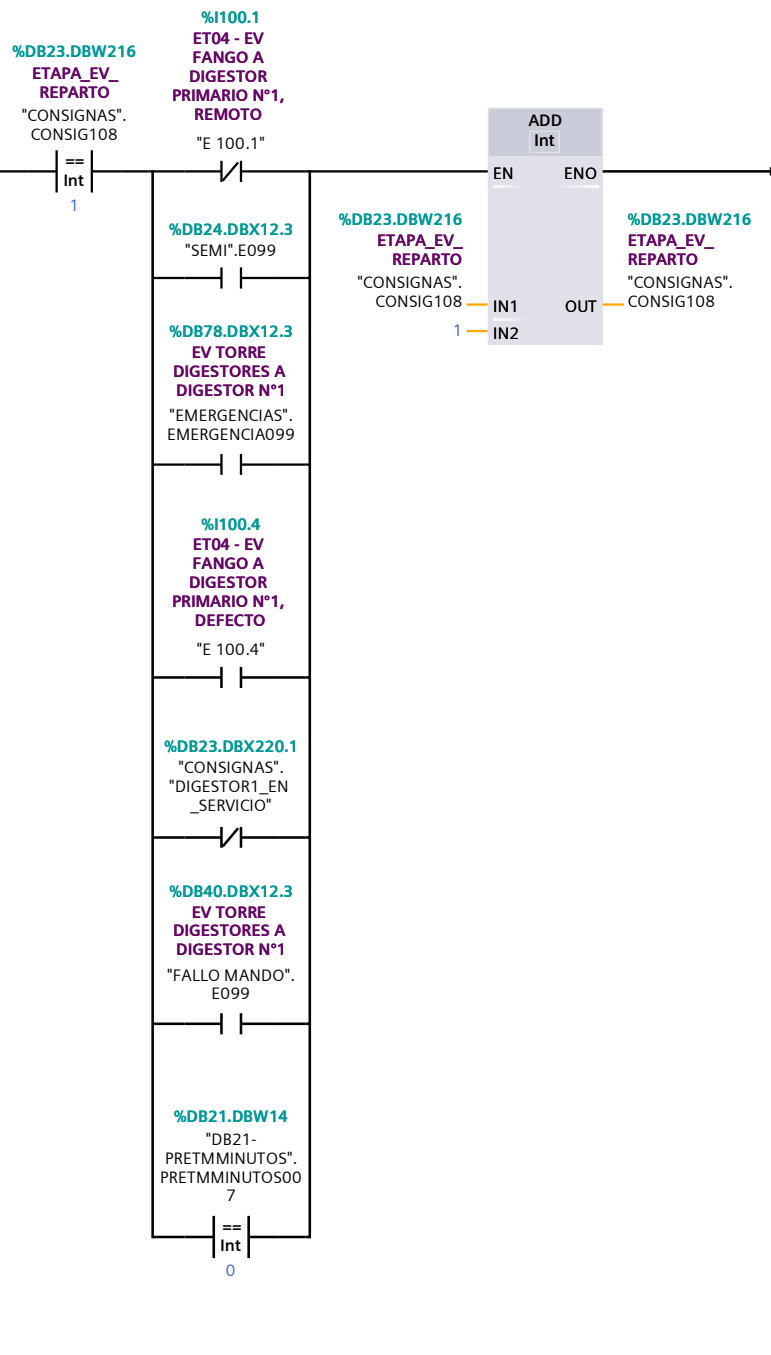
Segmento 3: INCREMENTAR LA SECUENCIA



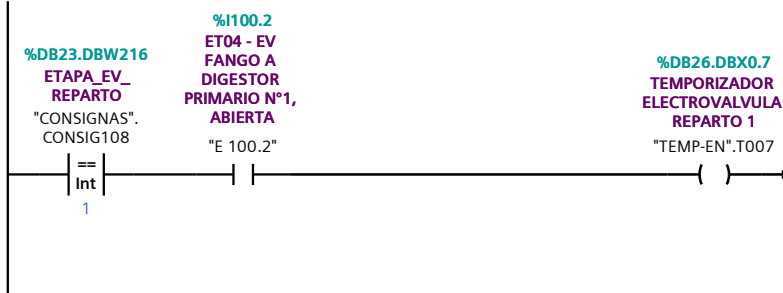
Segmento 4:



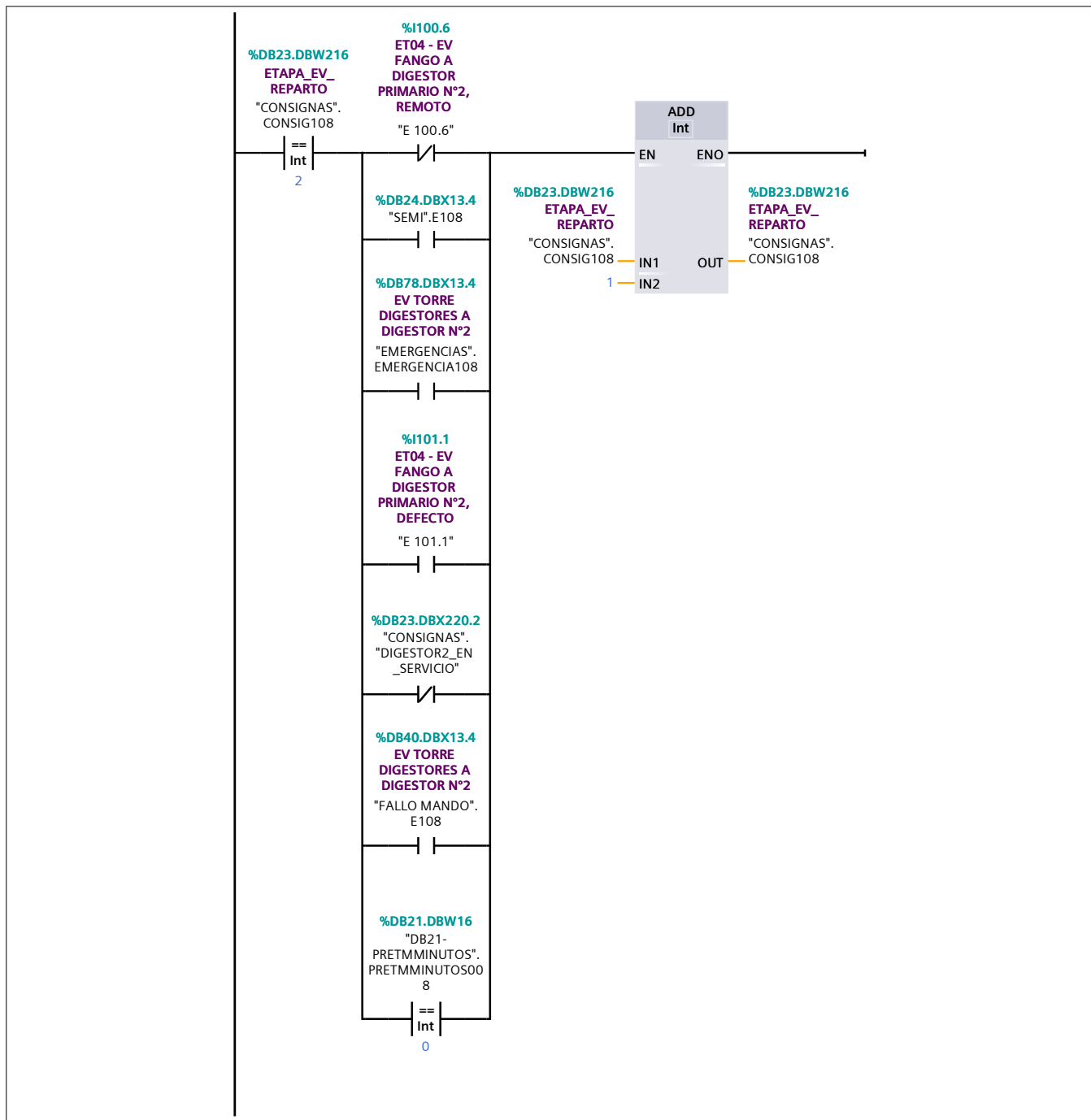
Segmento 5: ETAPA 1



Segmento 6: TEMPORIZADOR ETAPA 1



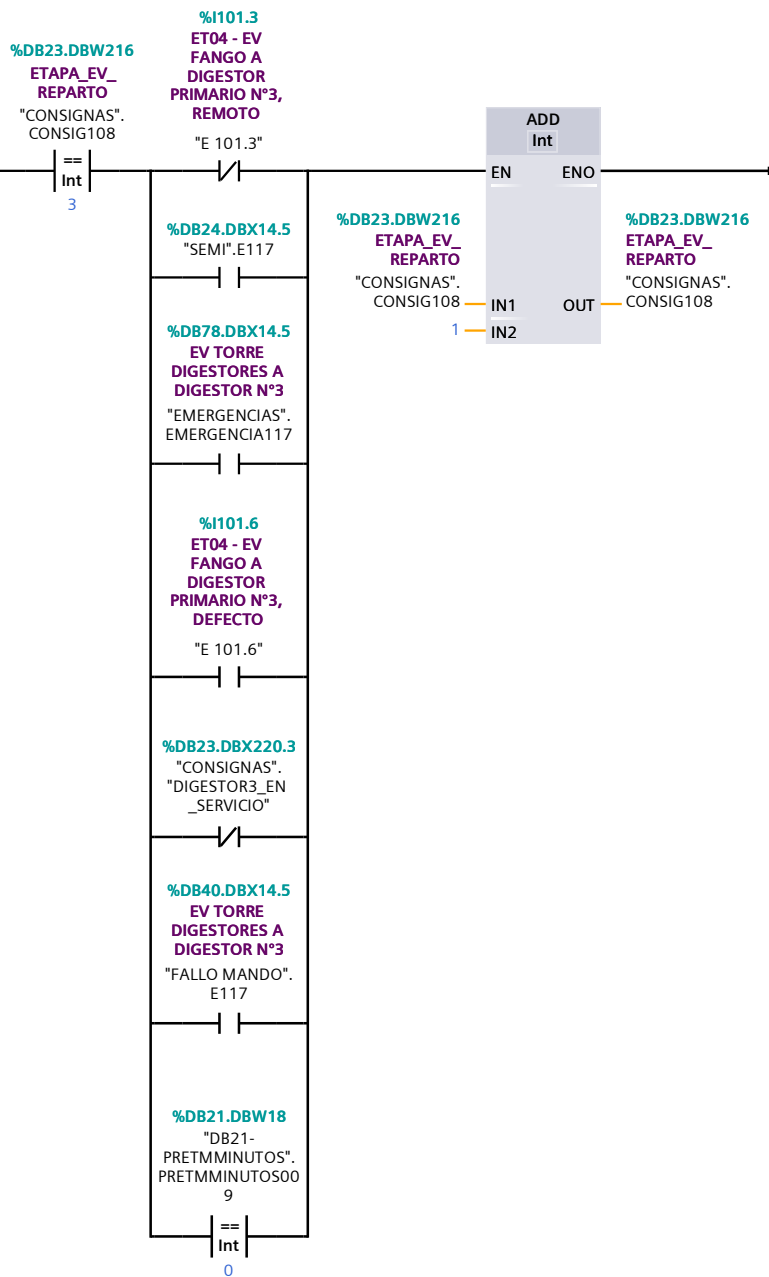
Segmento 7: ETAPA 2



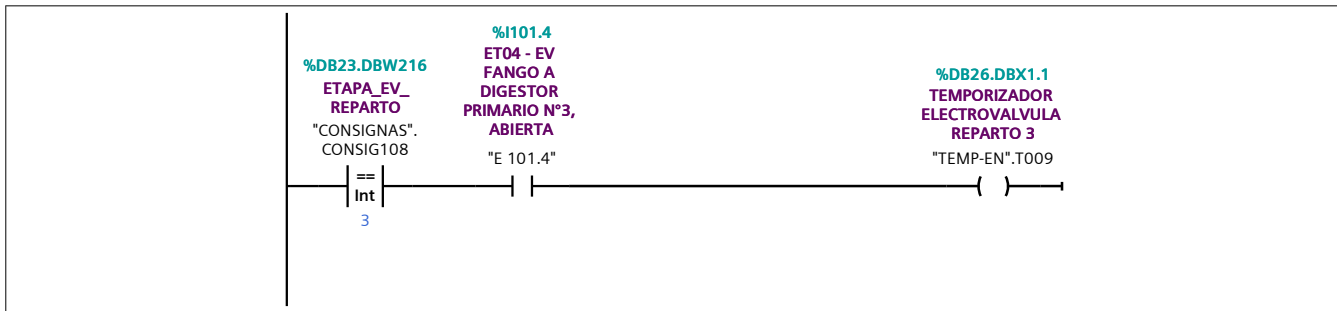
Segmento 8: TEMPORIZADOR ETAPA 2



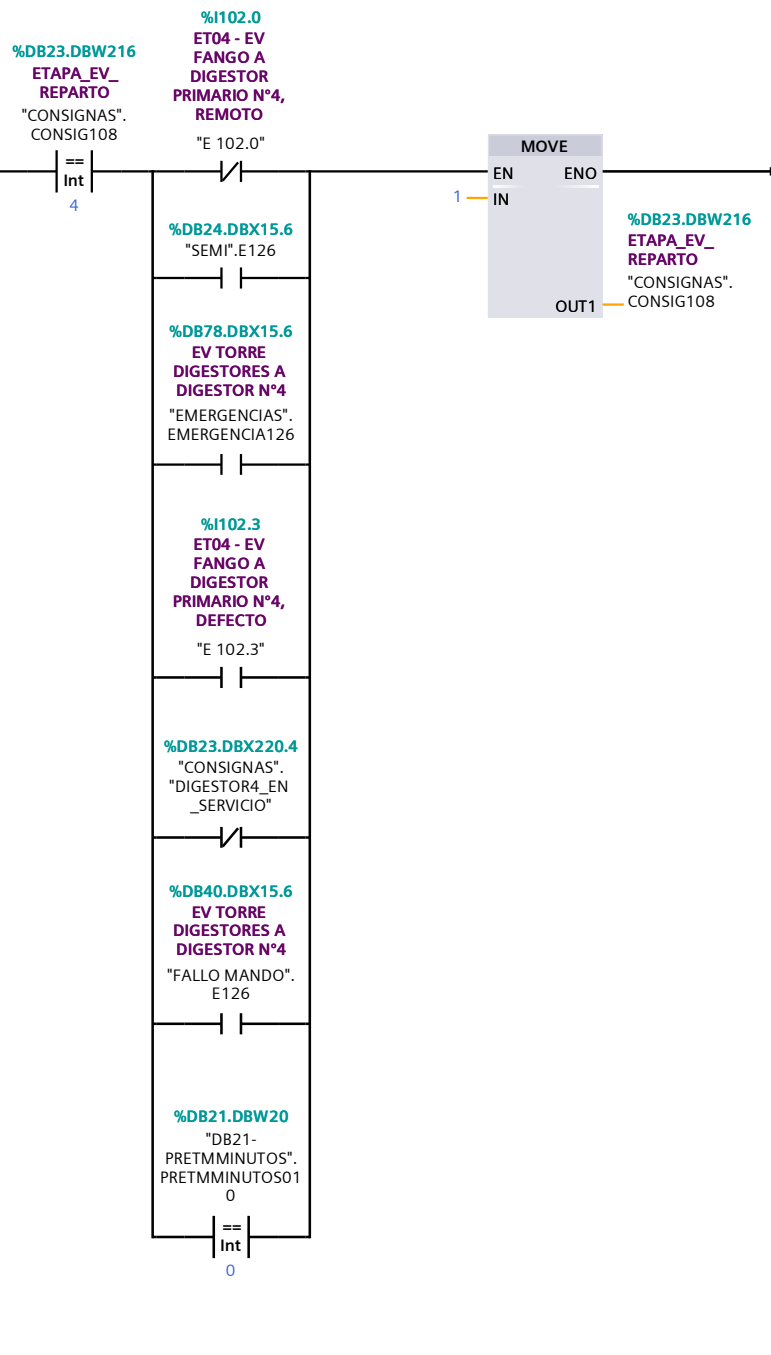
Segmento 9: ETAPA 3



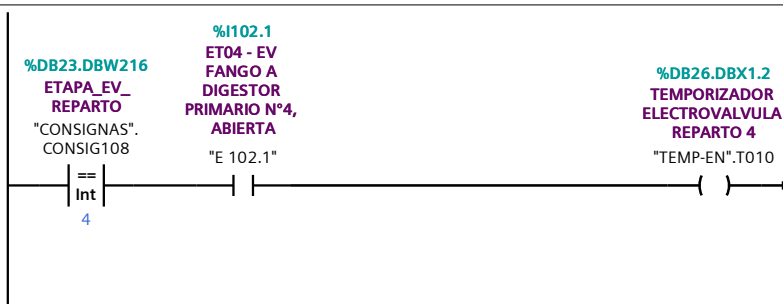
Segmento 10: TEMPORIZADOR ETAPA 3



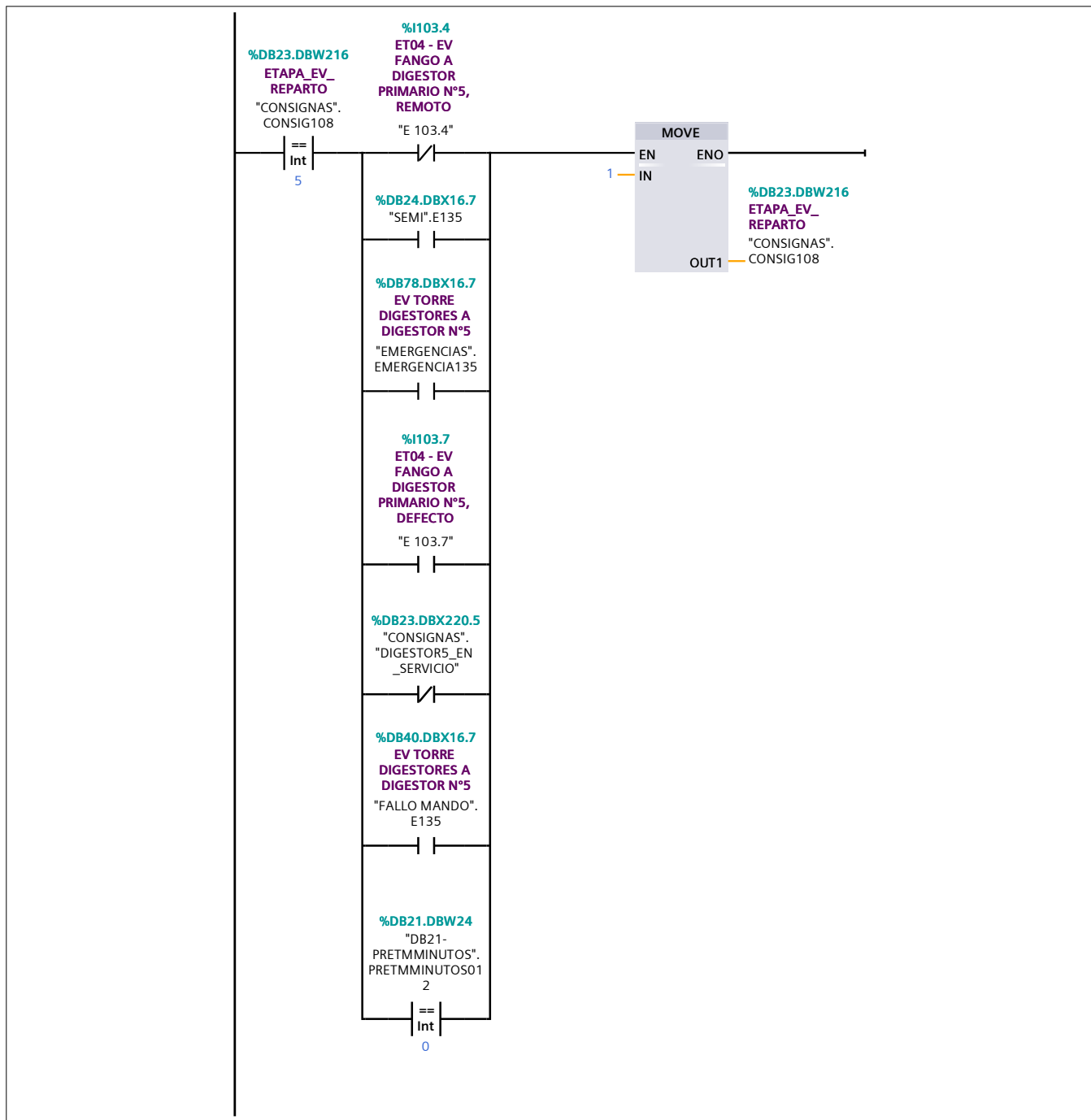
Segmento 11: ETAPA 4



Segmento 12: TEMPORIZADOR ETAPA 4



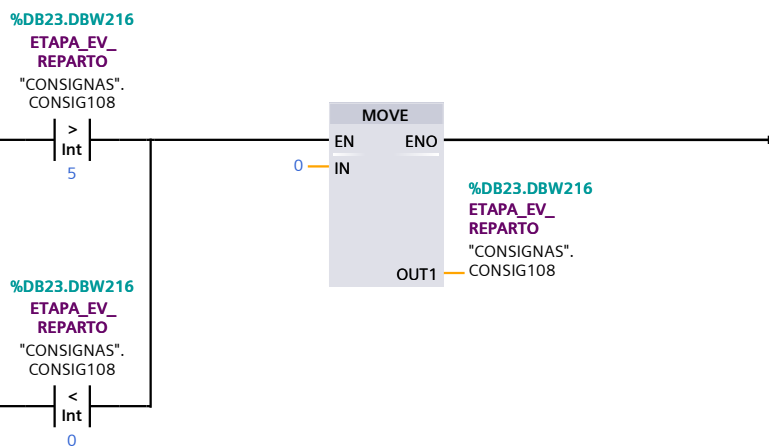
Segmento 13: ETAPA 5



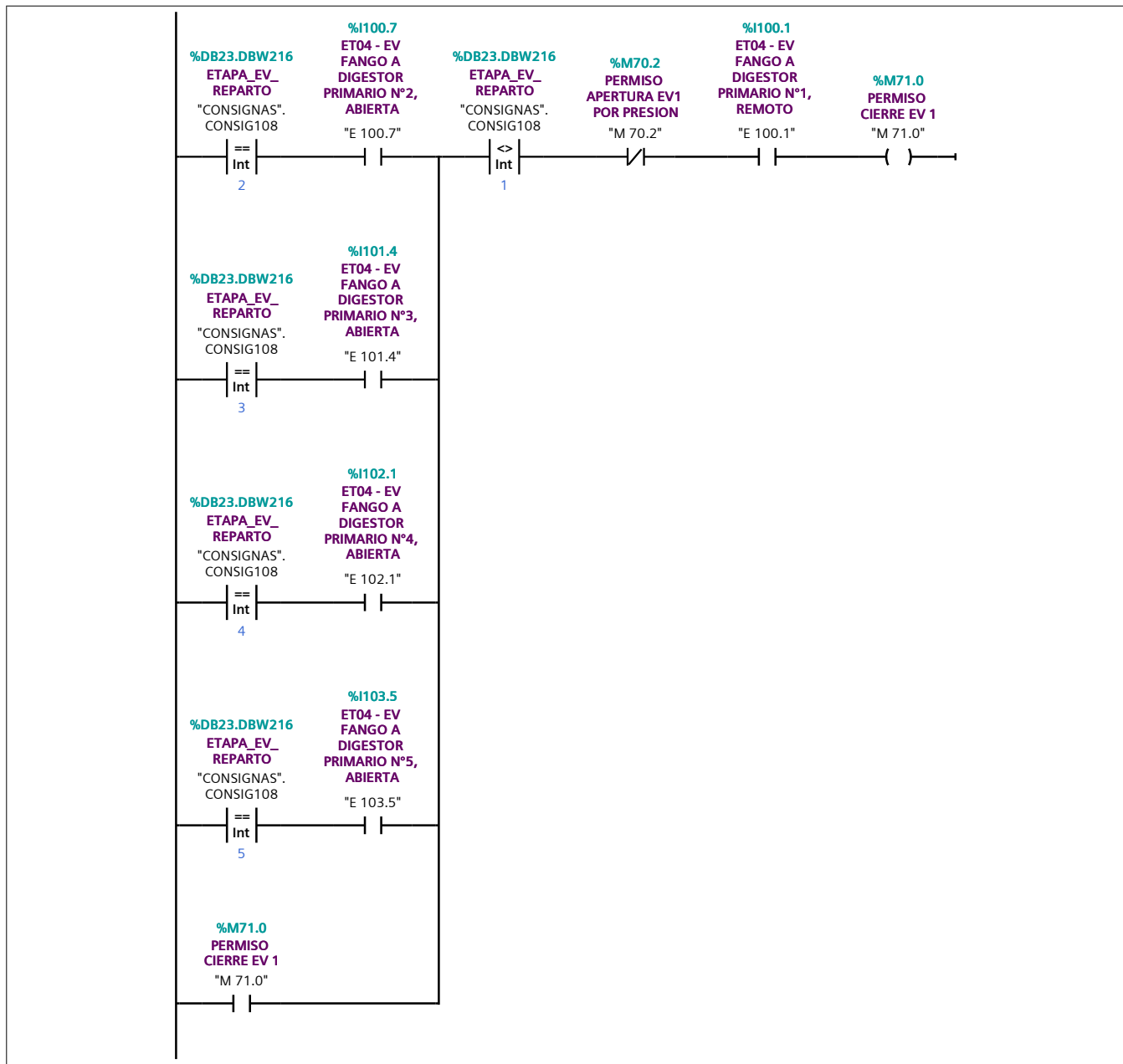
Segmento 14: TEMPORIZADOR ETAPA 5



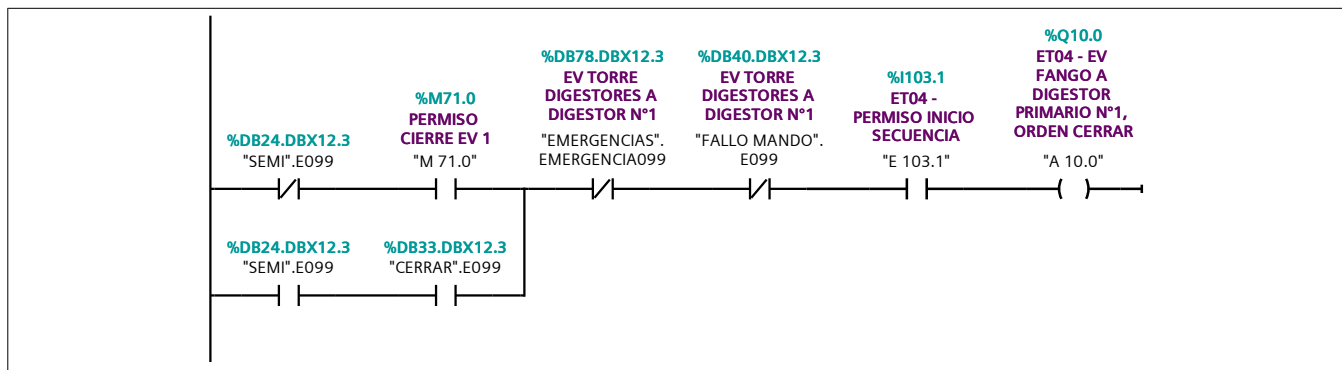
Segmento 15: SEGURIDAD



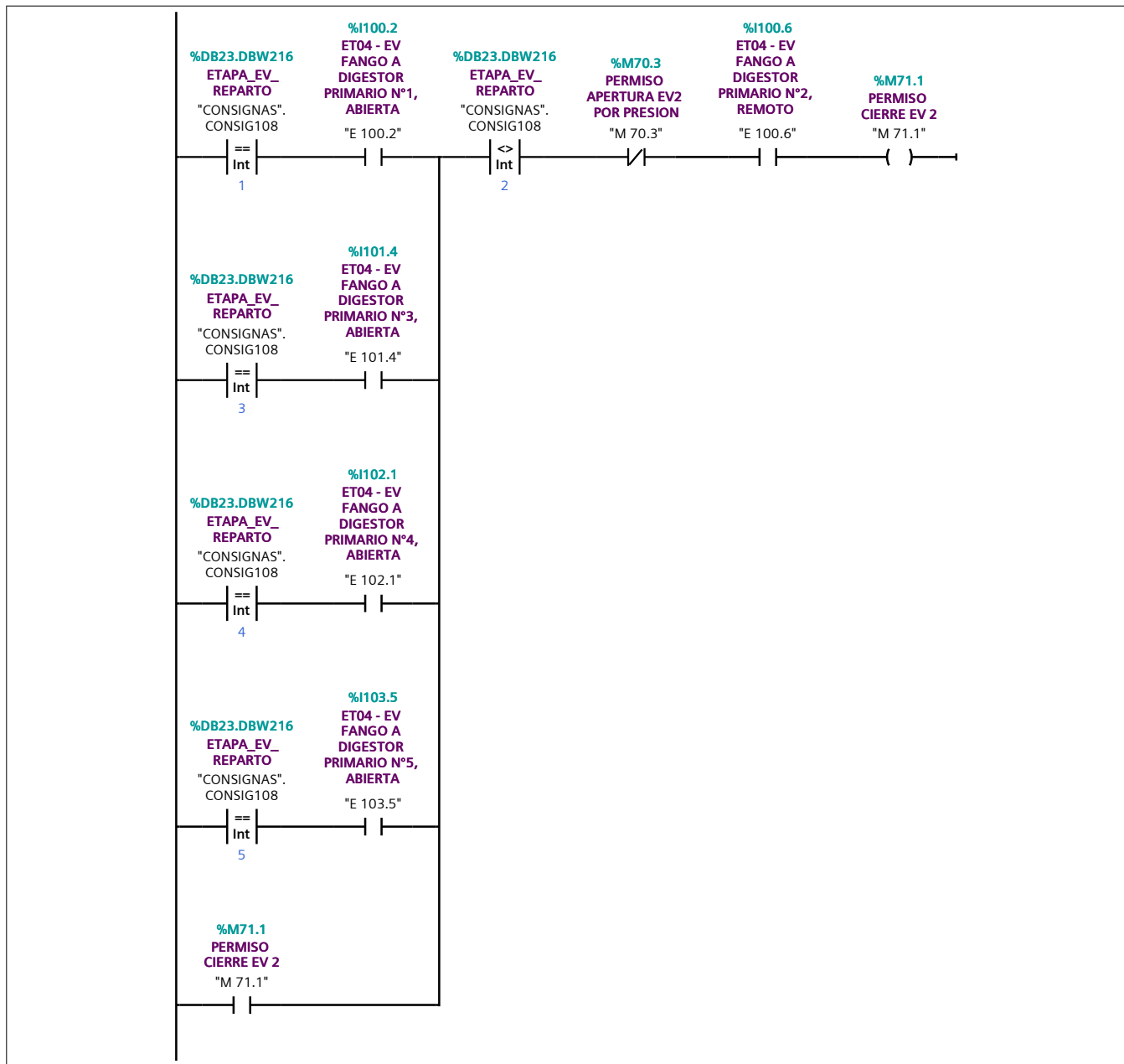
Segmento 16: CONDICIONES CIERRE EV1



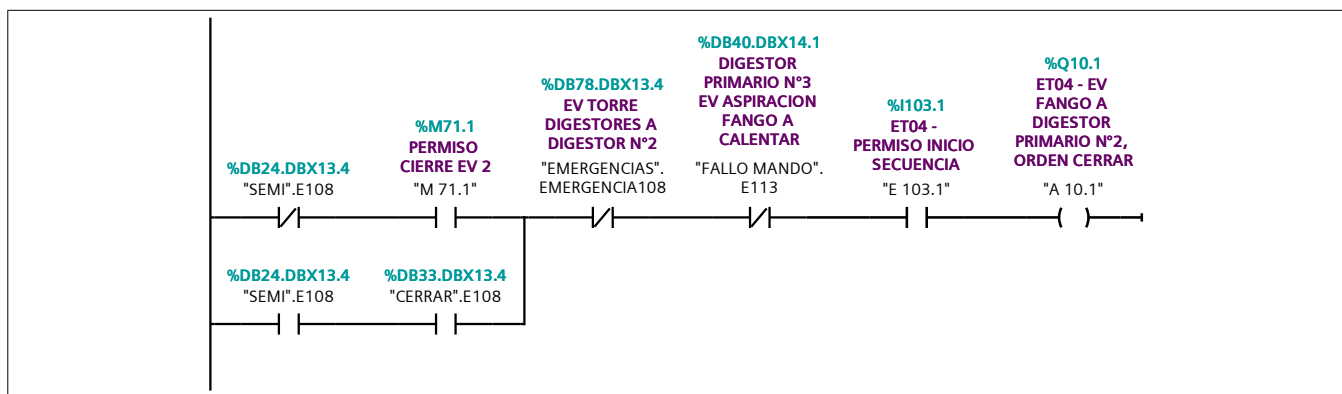
Segmento 17: EV. DIGESTOR 1 CERRAR



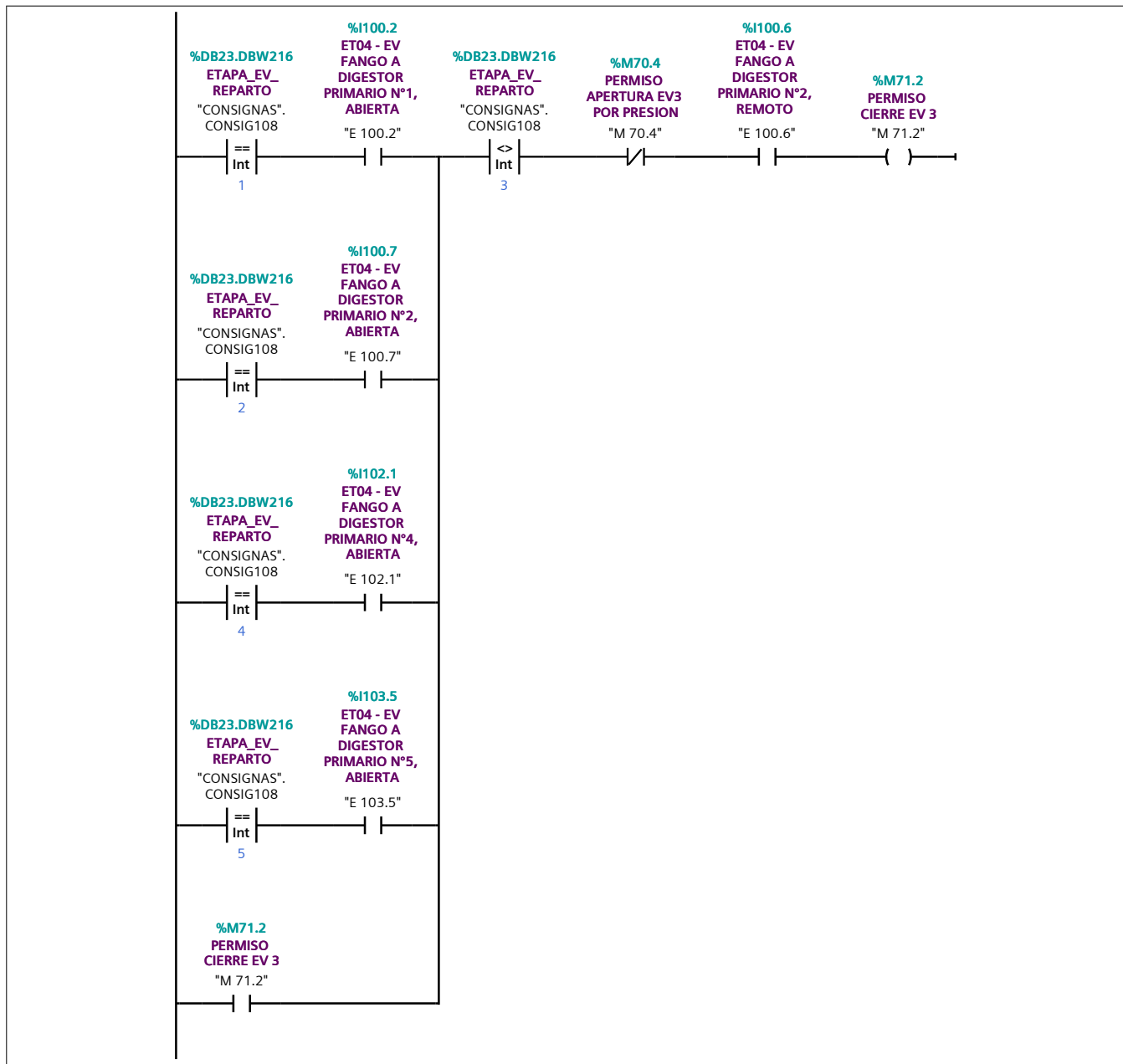
Segmento 18: CONDICIONES CIERRE EV2



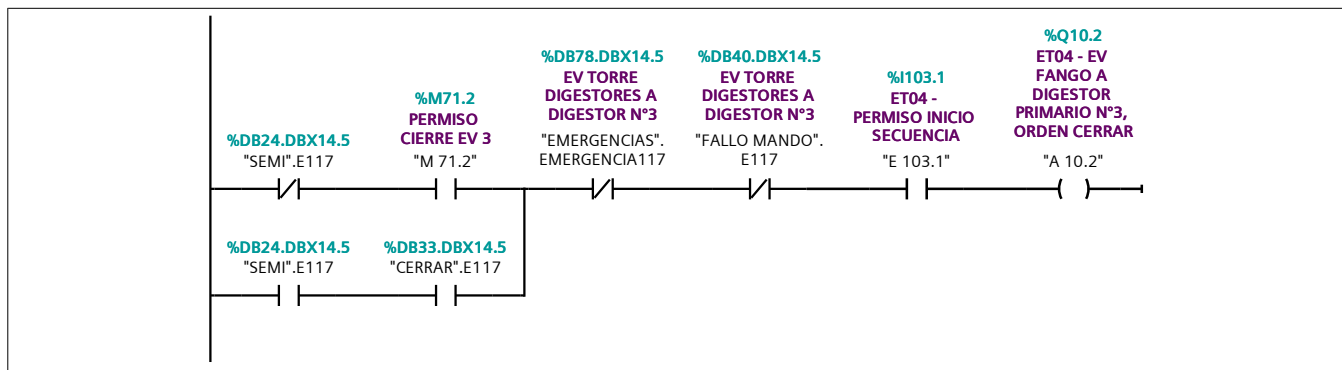
Segmento 19: EV. DIGESTOR 2 CERRAR



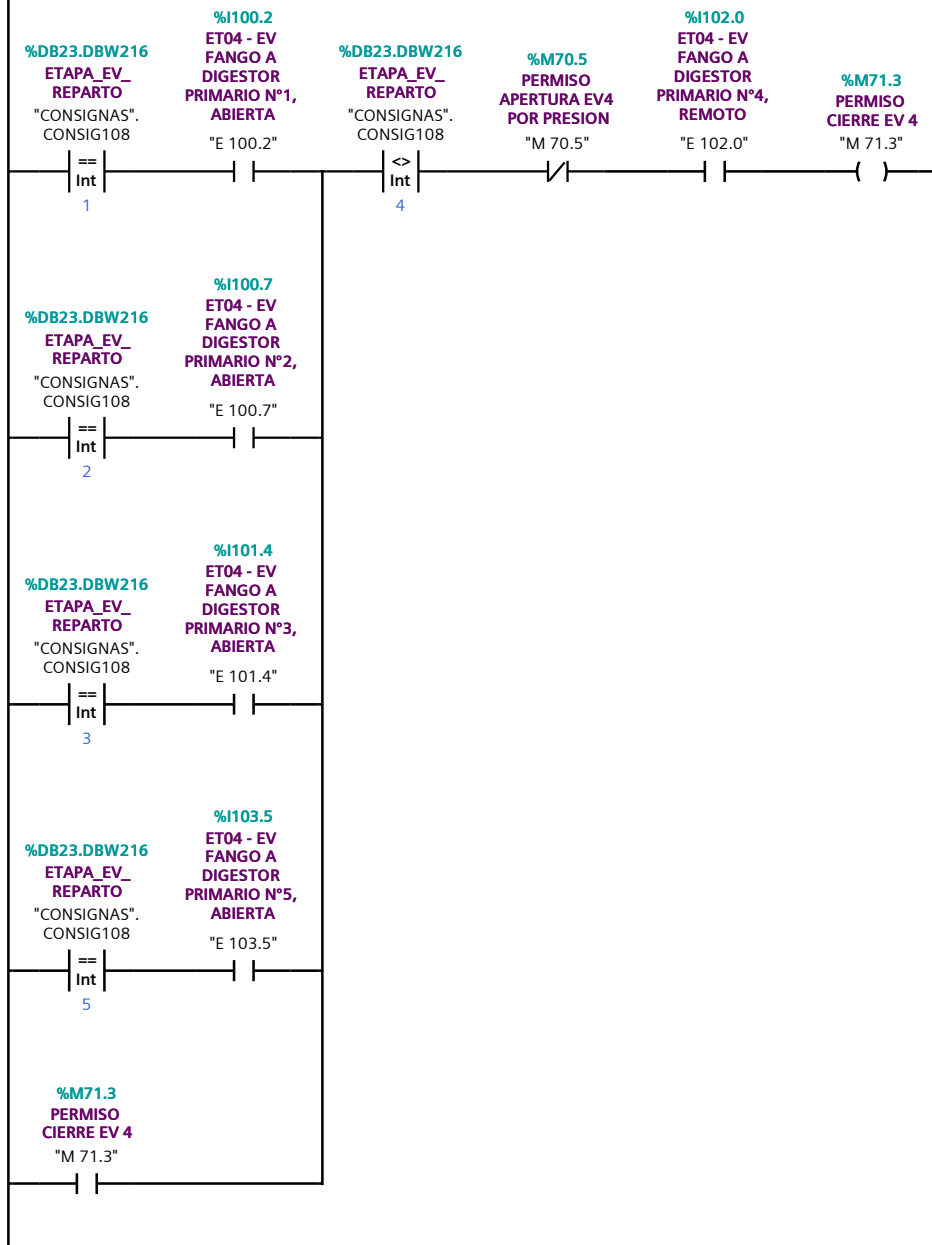
Segmento 20: CONDICIONES CIERRE EV3



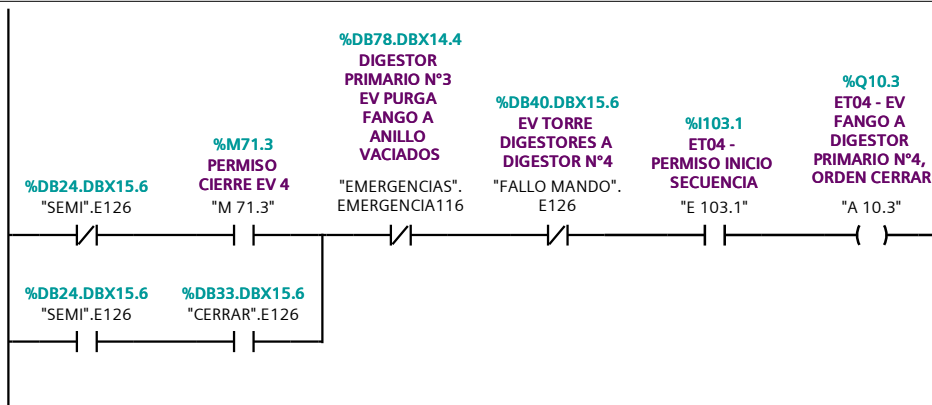
Segmento 21: EV. DIGESTOR 3 CERRAR



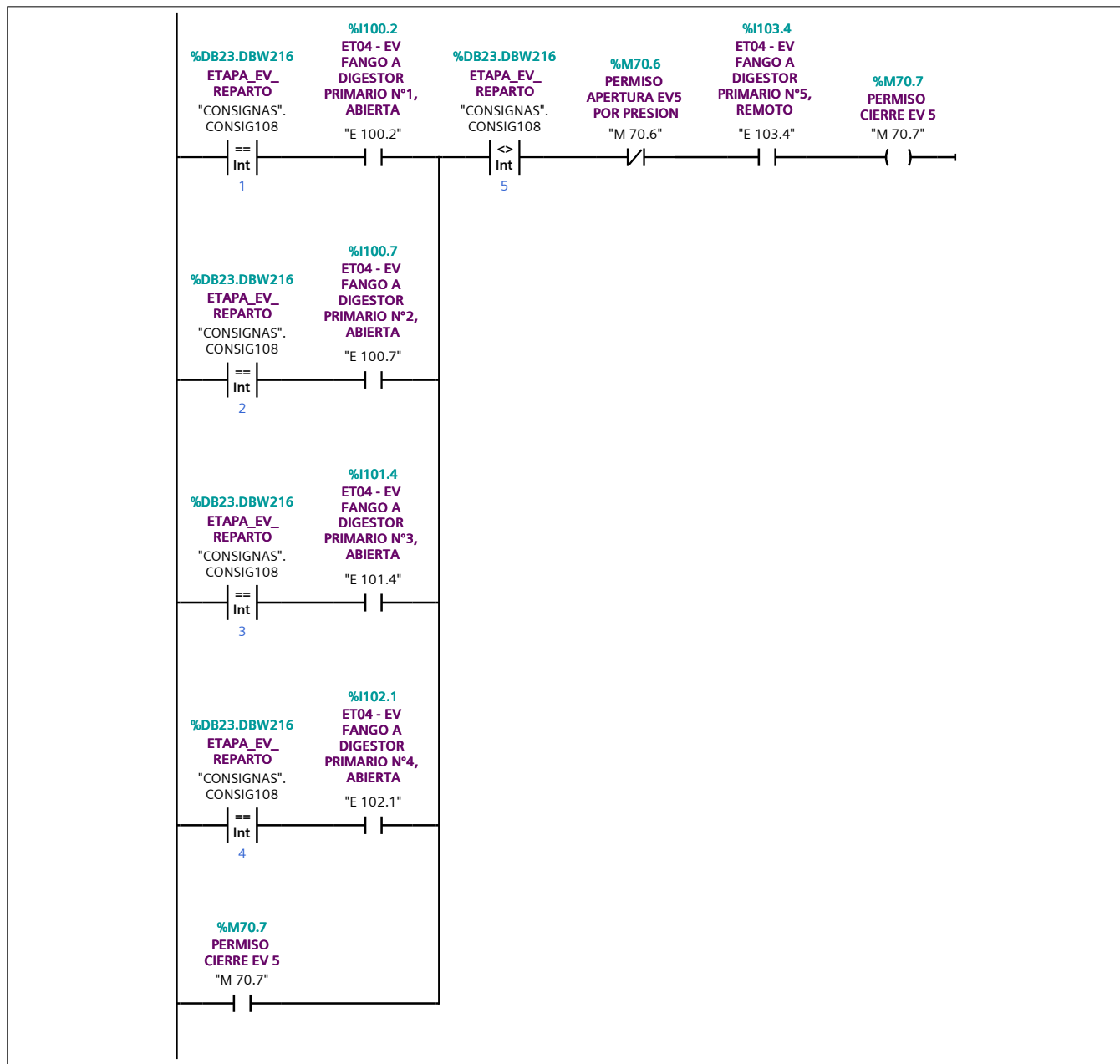
Segmento 22: CONDICIONES CIERRE EV4



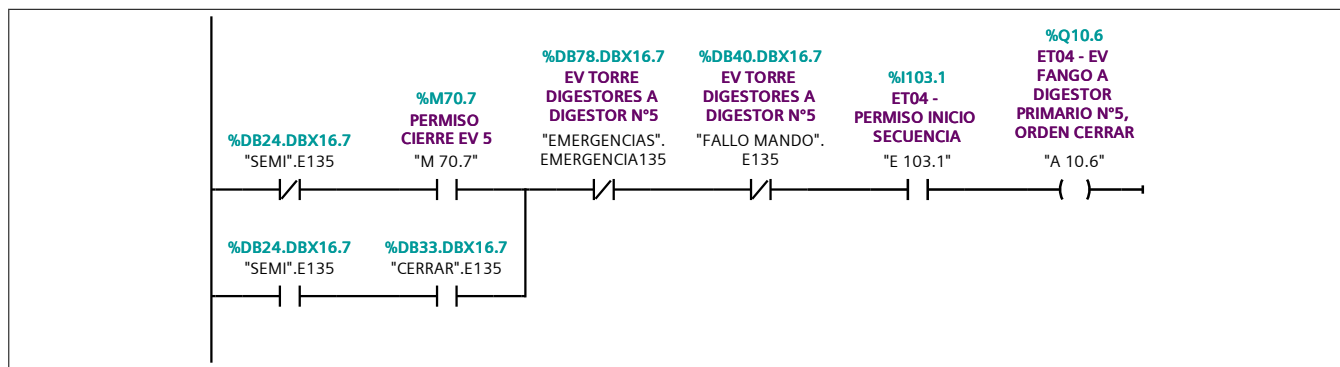
Segmento 23: EV. DIGESTOR 4 CERRAR



Segmento 24: CONDICIONES CIERRE EV5

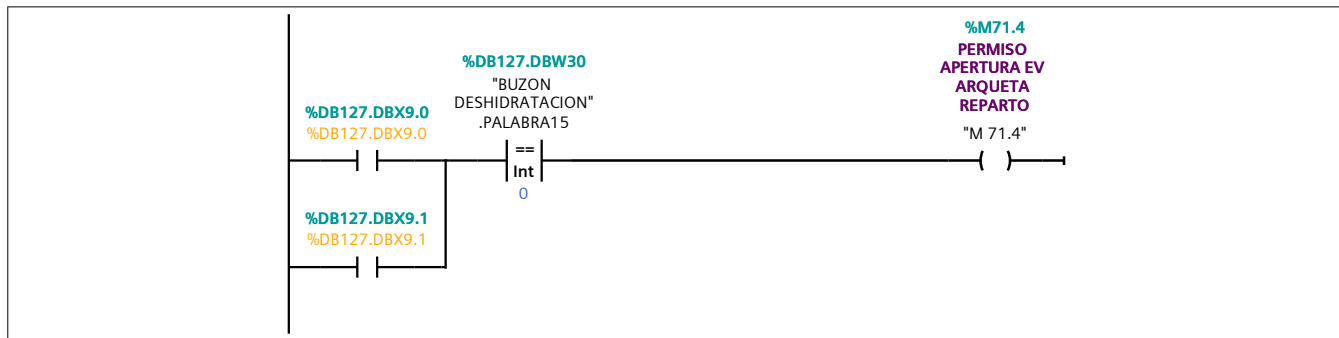


Segmento 25: EV. DIGESTOR 5 CERRAR

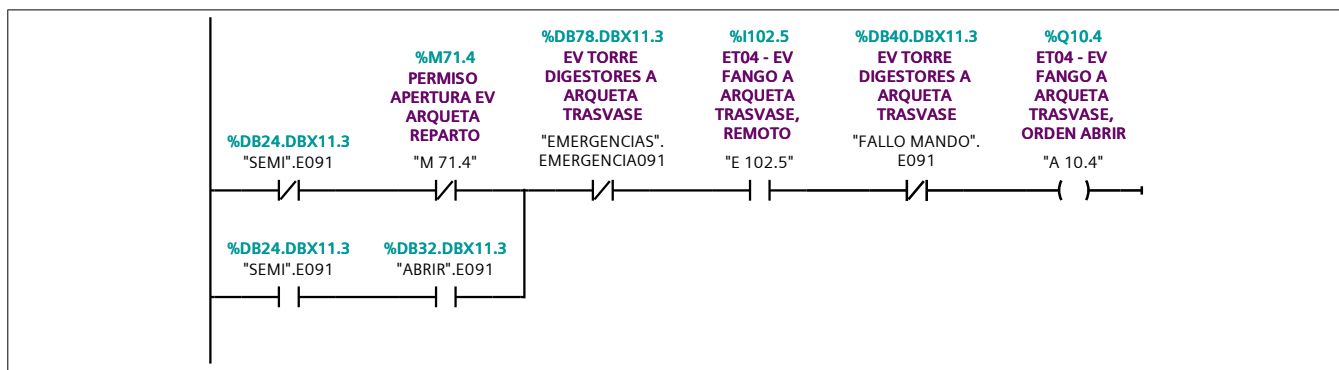


Segmento 26: PERMISO APERTURA EV ARQUETA DE REPARTO

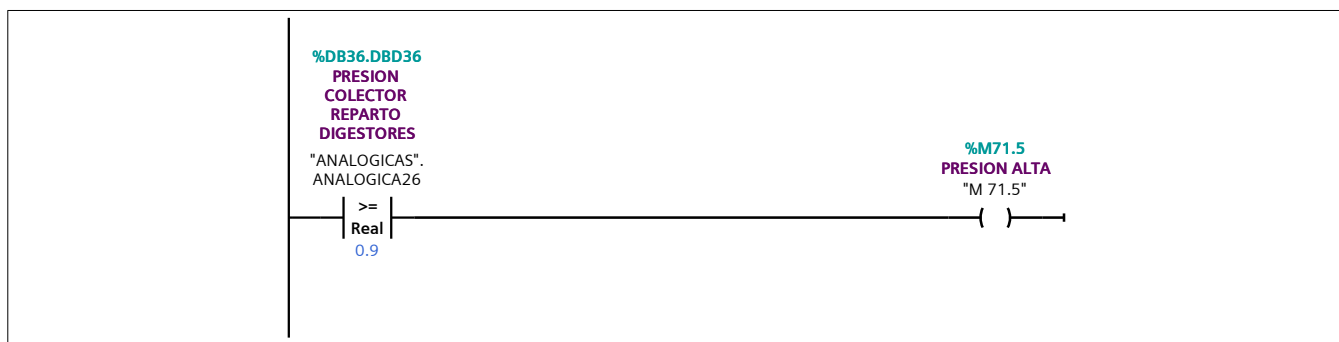
DB127.DBX9.0: Bomba arqueta trasvase nº1. confirmacion marcha
 DB127.DBX9.1: Bomba arqueta trasvase nº2, confirmacion marcha
 DB127.DBW30: Bombeo arqueta trasvase (consignas, consig010)



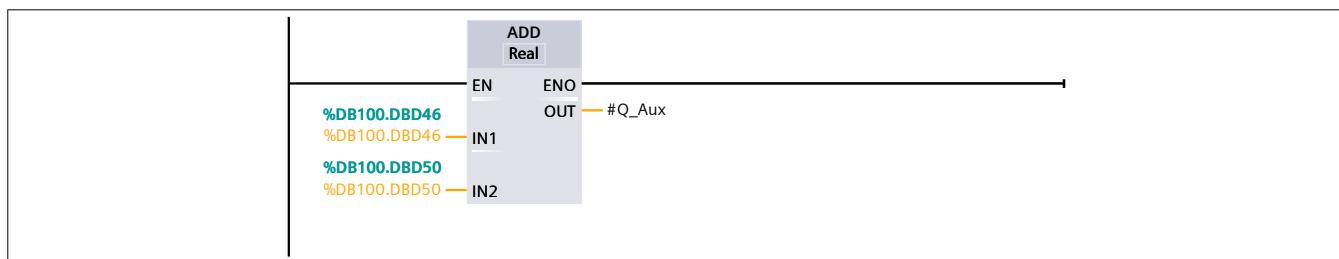
Segmento 27: EV. ARQUETA TRASVASE



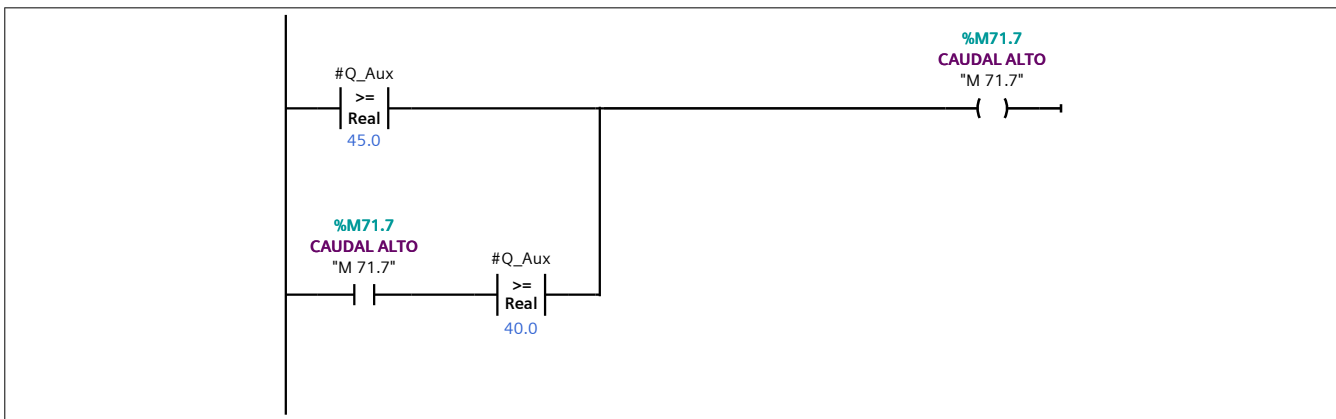
Segmento 28: Presión Alta en Colector



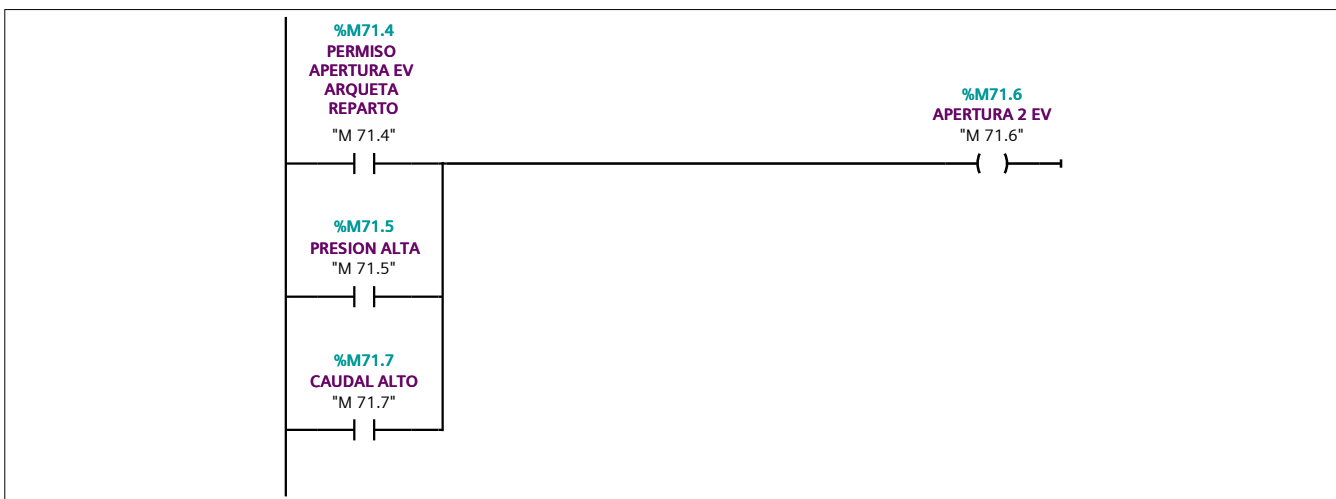
Segmento 29: Caudal Entrada a Anillo



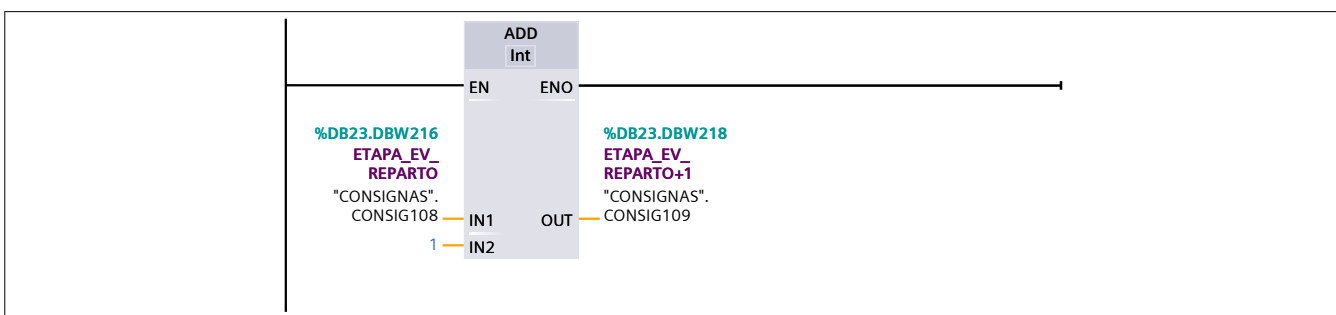
Segmento 30: Caudal Alto Entrada



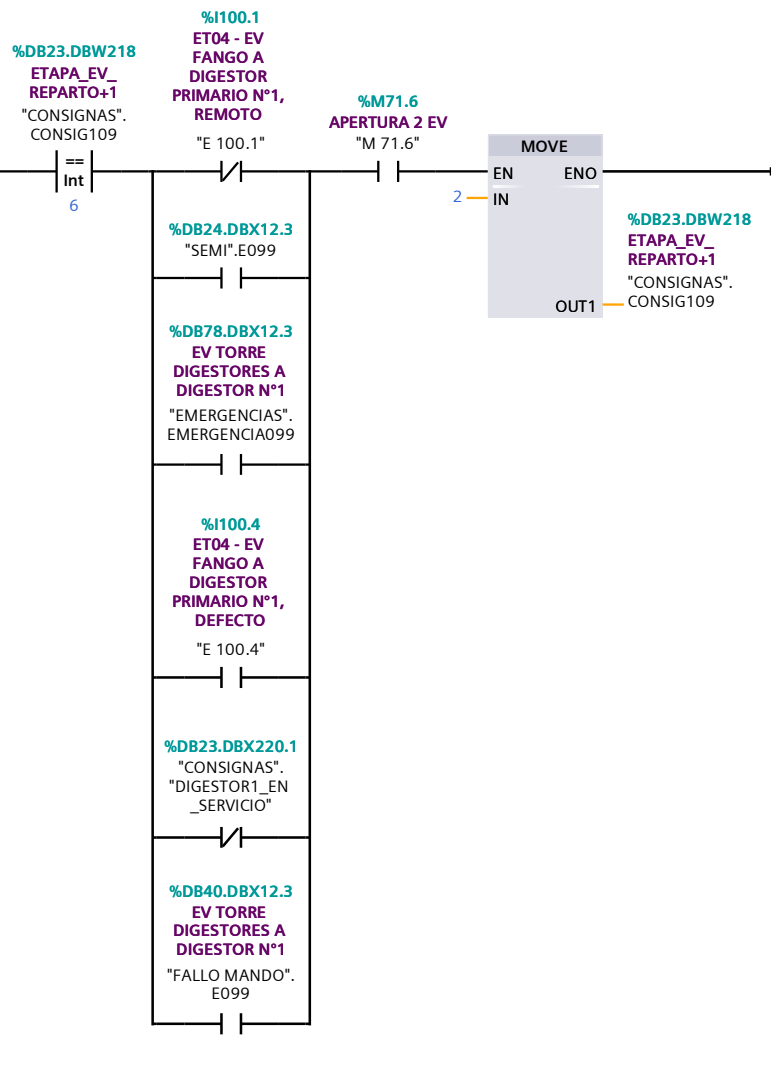
Segmento 31: Auxiliar Para Apertura Segunda Valvula



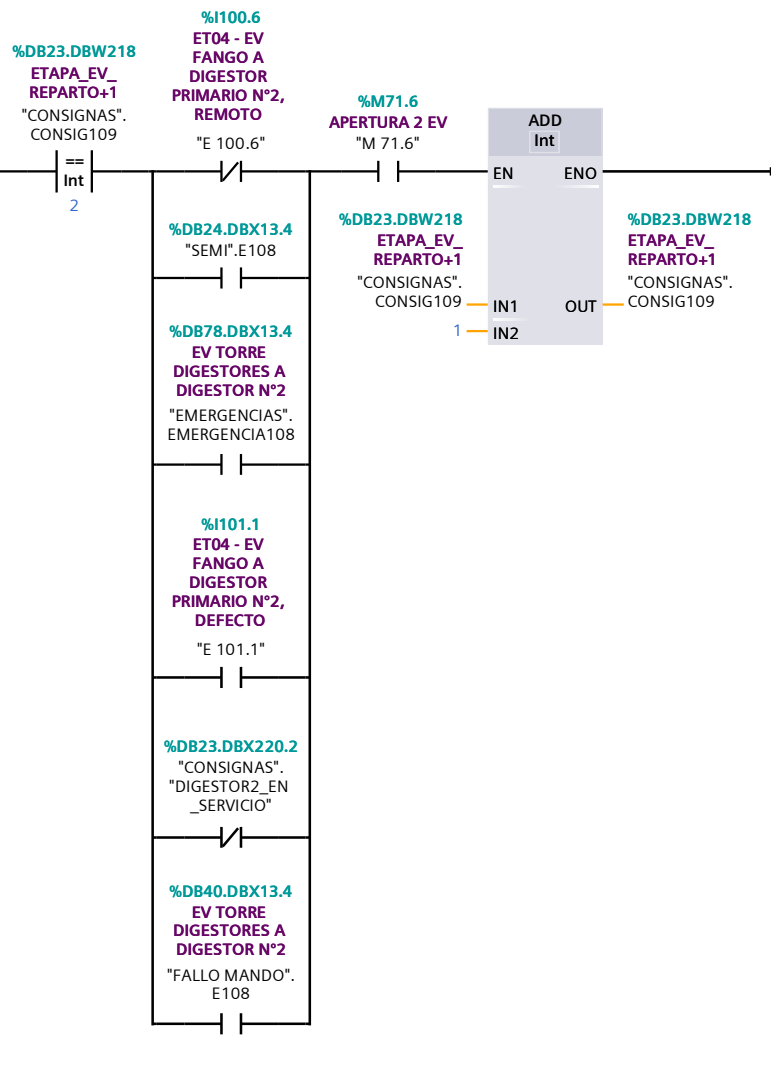
Segmento 32:



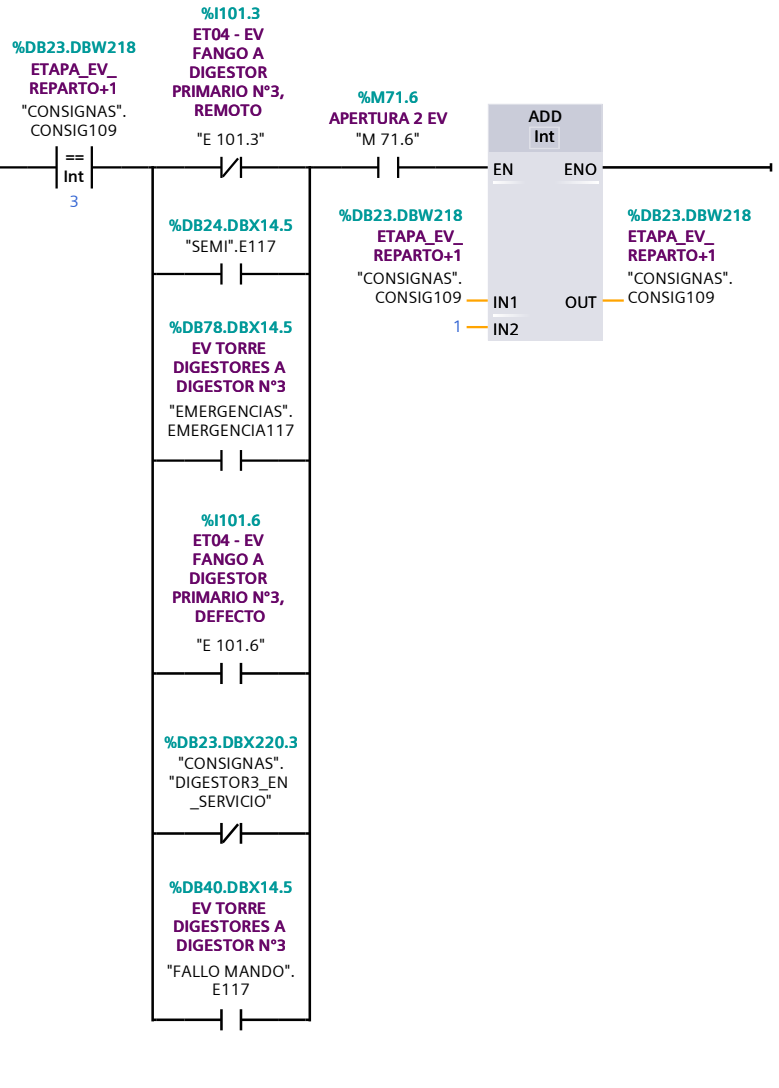
Segmento 33: ETAPA 1



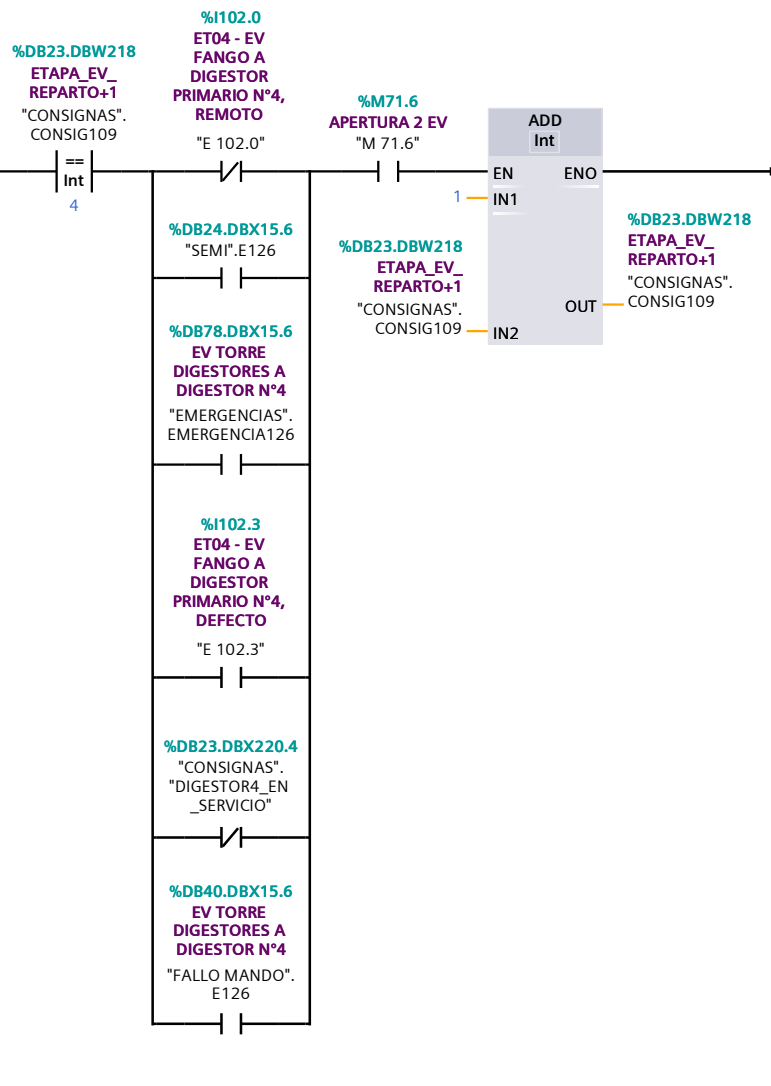
Segmento 34: ETAPA 2



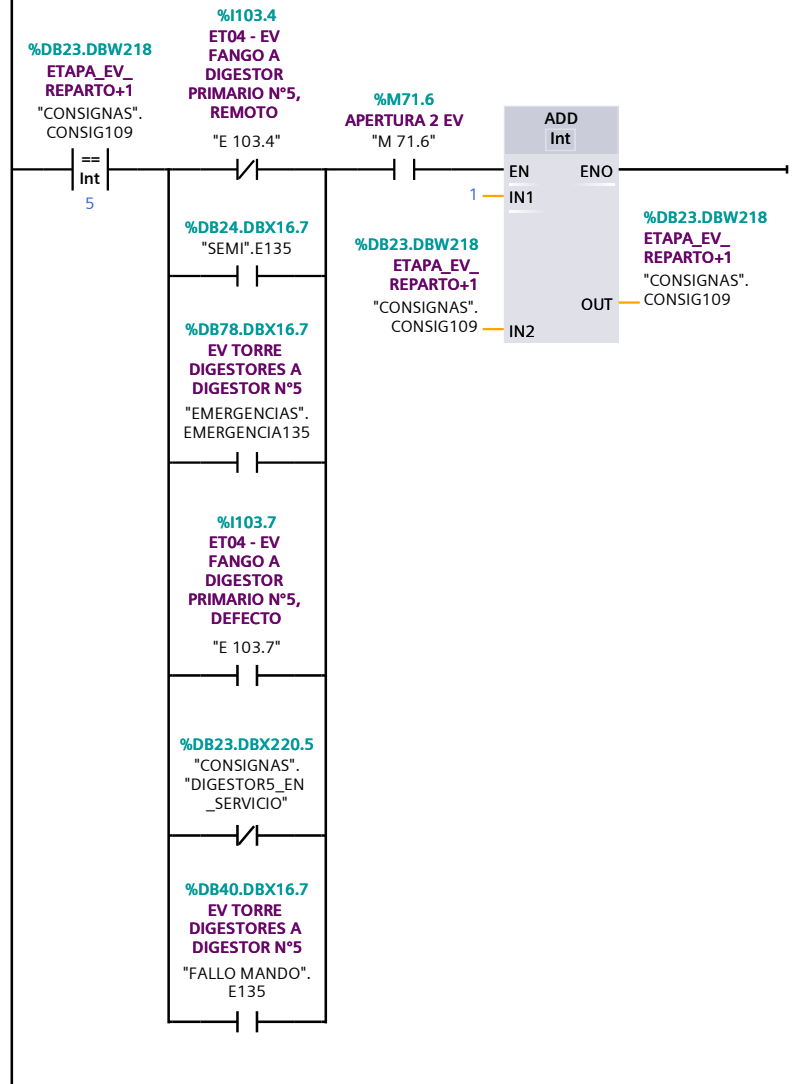
Segmento 35: ETAPA 3



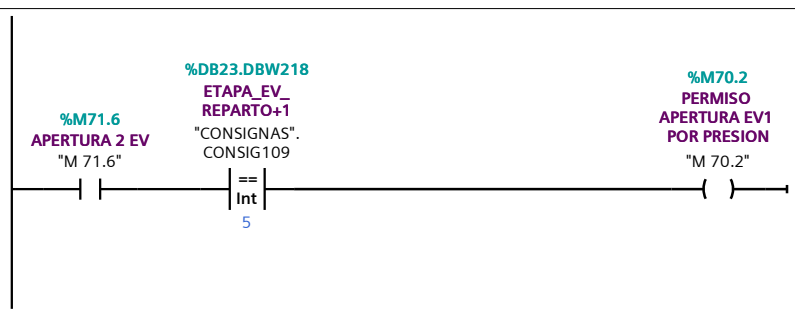
Segmento 36: ETAPA 4



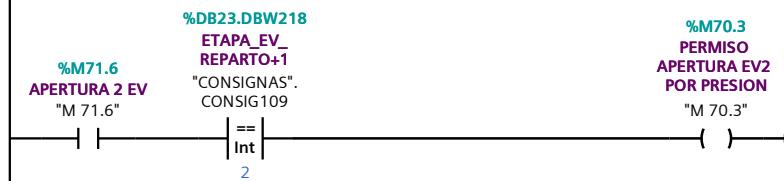
Segmento 37: ETAPA 5



Segmento 38: CONDICIONES ABRIR EV 1 PARA 2° DECANTADOR



Segmento 39: CONDICIONES ABRIR EV 2 PARA 2° DECANTADOR



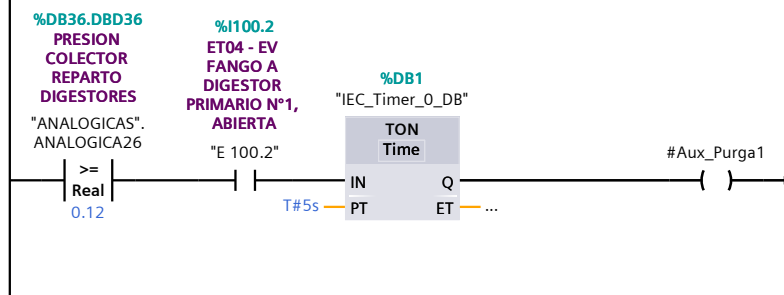
Segmento 40: CONDICIONES ABRIR EV 3 PARA 2° DECANTADOR



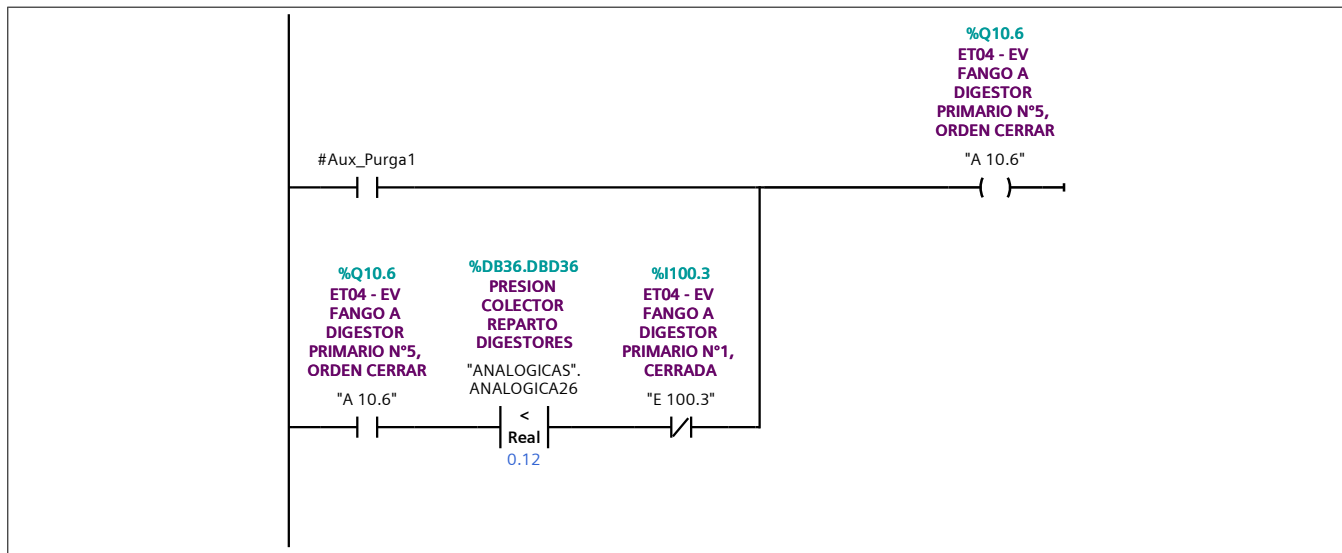
Segmento 41: CONDICIONES ABRIR EV 3 PARA 2° DECANTADOR



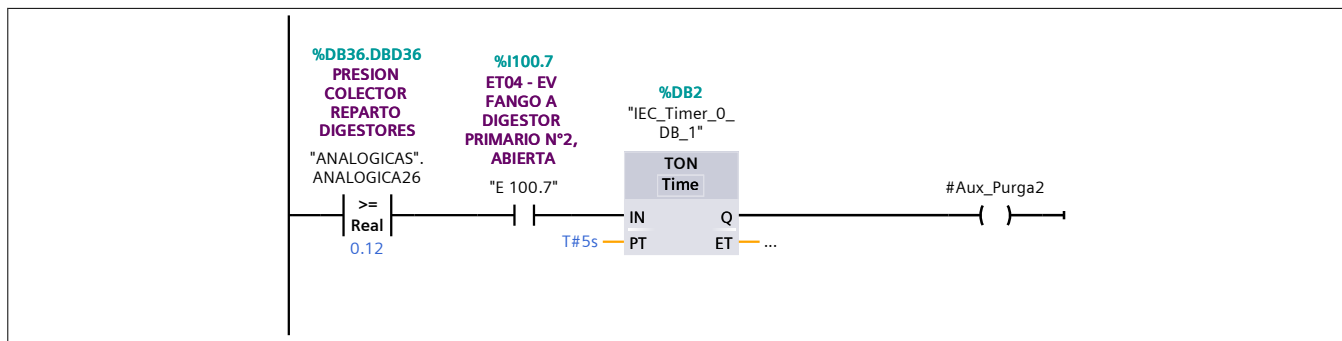
Segmento 42: Auxiliar Para Cierre Válvula Purga Digestor N°1



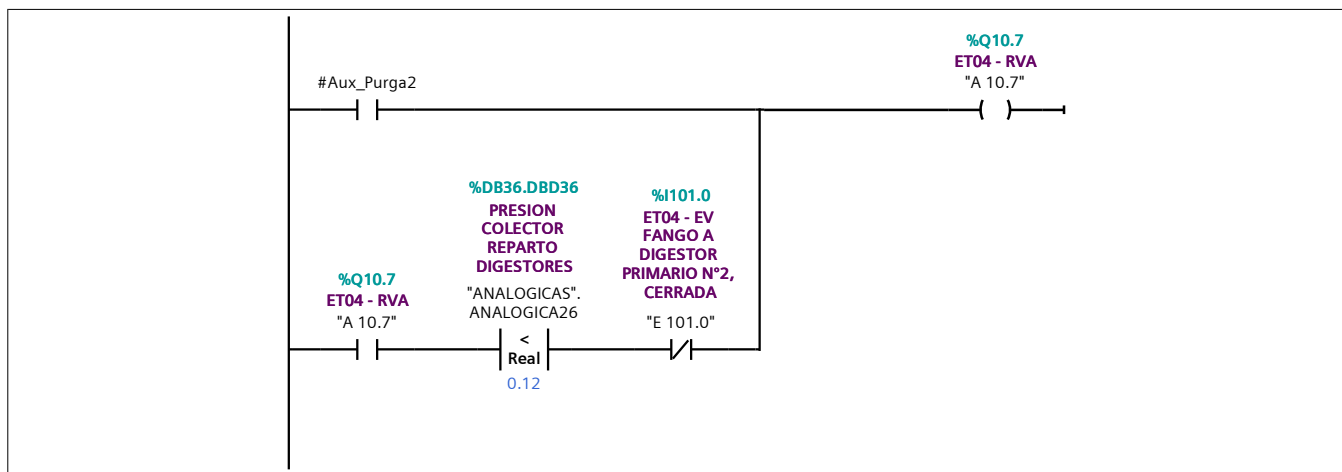
Segmento 43: Válvula Purga Digestor N°1



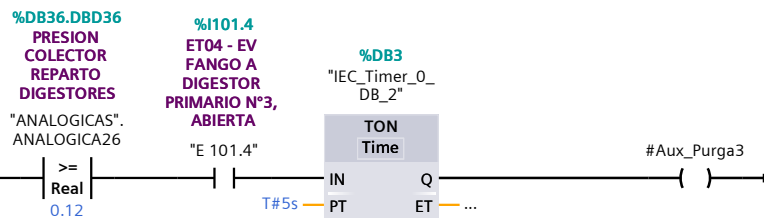
Segmento 44: Auxiliar Para Cierre Válvula Purga Digestor N°2



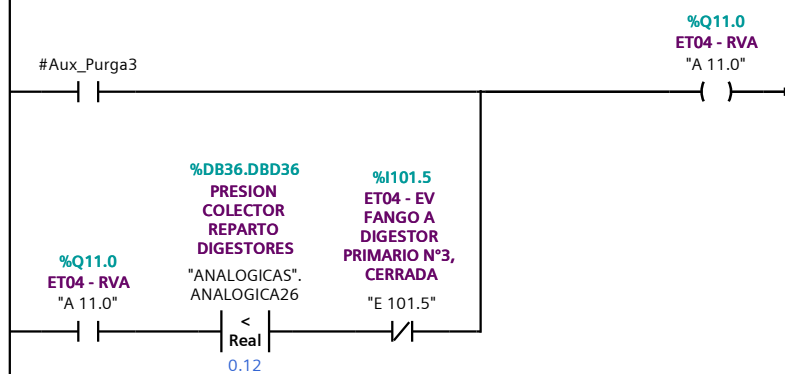
Segmento 45: Válvula Purga Digestor N°2



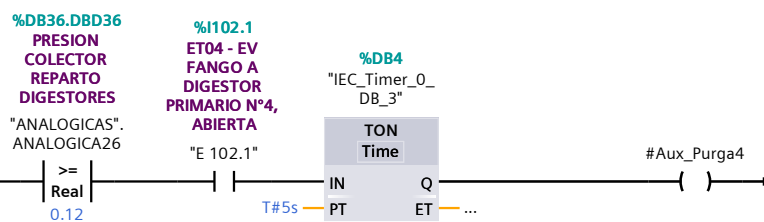
Segmento 46: Auxiliar Para Cierre Válvula Purga Digestor N°3



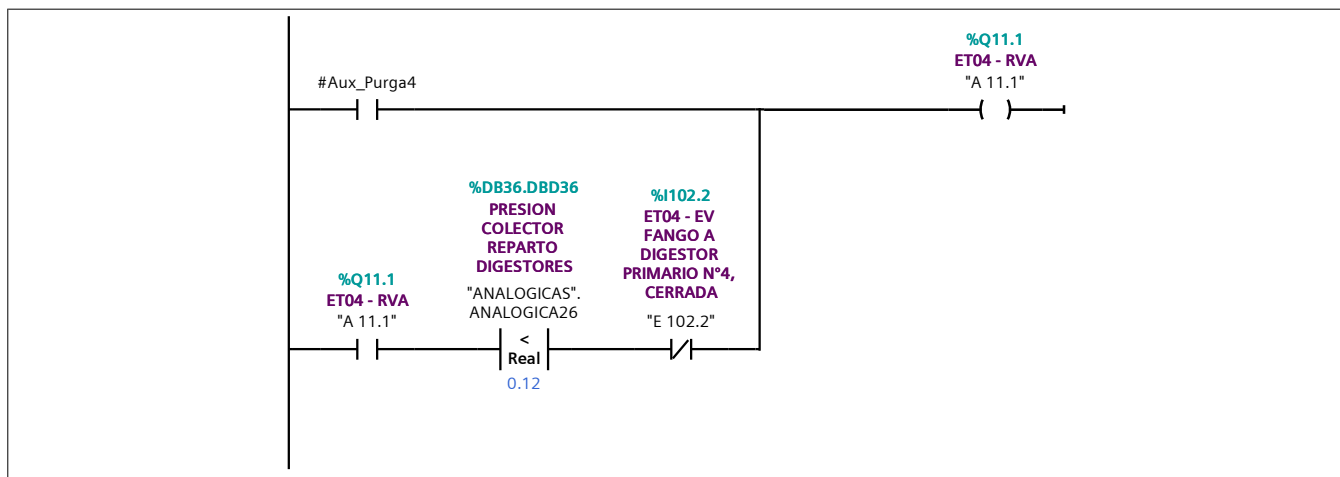
Segmento 47: Cierre Válvula Purga Digestor N°3



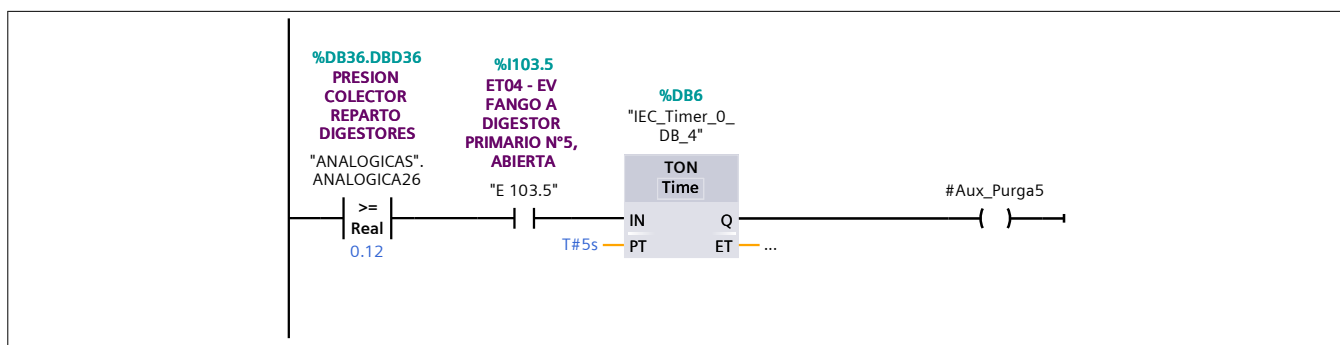
Segmento 48: Auxiliar Para Cierre Válvula Purga Digestor N°4



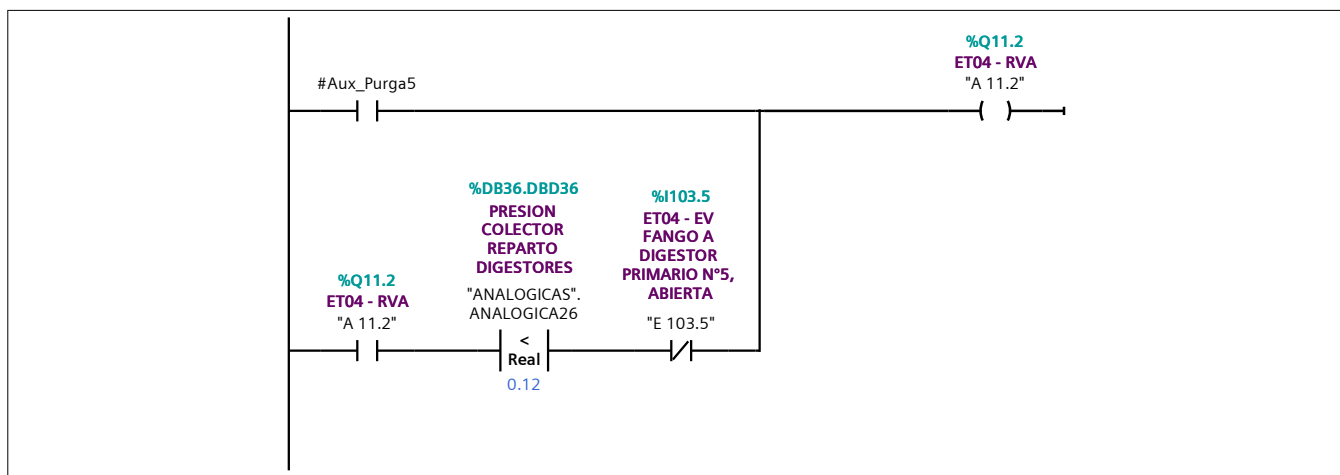
Segmento 49: Cierre Válvula Purga Digestor N°4



Segmento 50: Auxiliar Para Cierre Válvula Purga Digestor N°5



Segmento 51: Cierre Válvula Purga Digestor N°5



DEPURADORA / Fangos / PLC_FANG [CPU 412-2 PN] / Bloques de programa /17 Diestion

VALVULAS CLORURO FERRICO [FC15]

VALVULAS CLORURO FERRICO Propiedades

General

Nombre	VALVULAS CLORURO FERRICO	Número	15	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Manual		

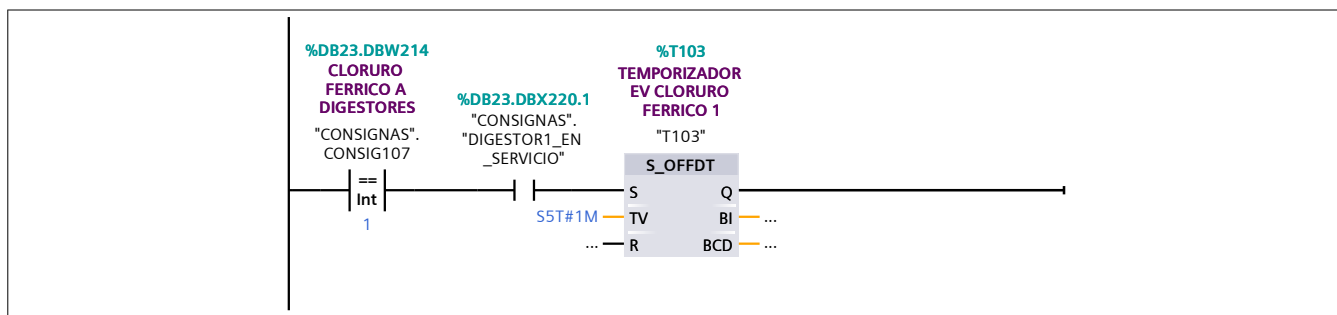
Información

Título	VALVULAS CLORURO FERRICO	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

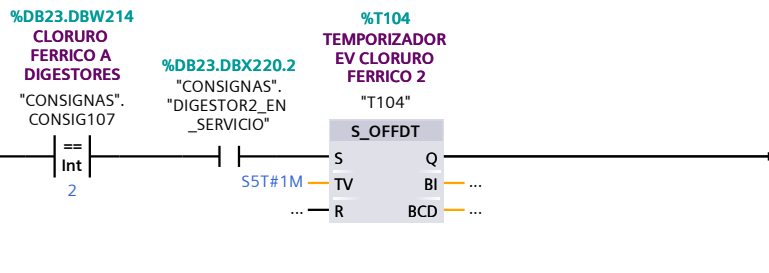
VALVULAS CLORURO FERRICO

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input					
Output					
InOut					
▼ Temp					
TEMP_BOOL	Bool	0.0			
ACTIVACION_SIRENA	S5Time	2.0			
ESPERA_SIRENA	S5Time	4.0			
Constant					
▼ Return					
VALVULAS CLORURO FERRICO	Void				

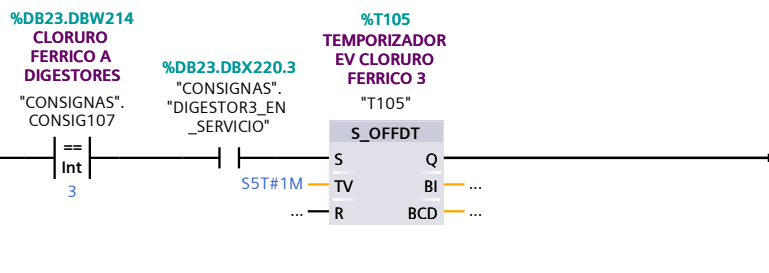
Segmento 1: TEMPORIZADOR E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°1



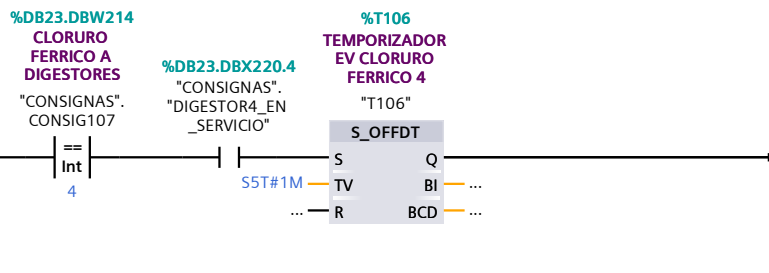
Segmento 2: TEMPORIZADOR E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°2



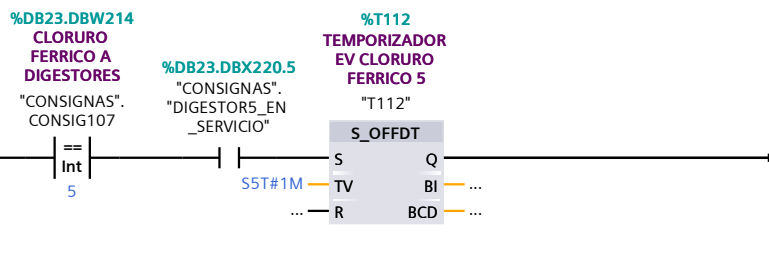
Segmento 3: TEMPORIZADOR E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°3



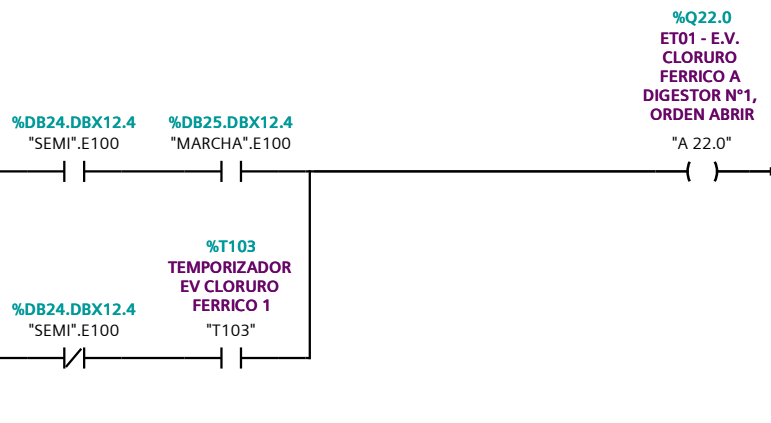
Segmento 4: TEMPORIZADOR E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°4



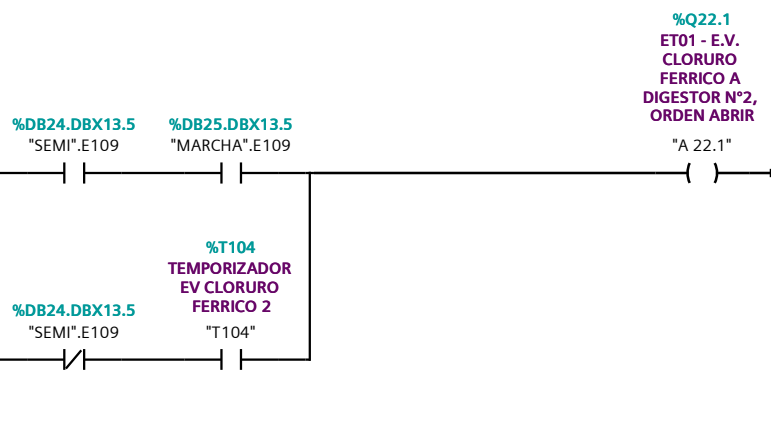
Segmento 5: TEMPORIZADOR E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°5



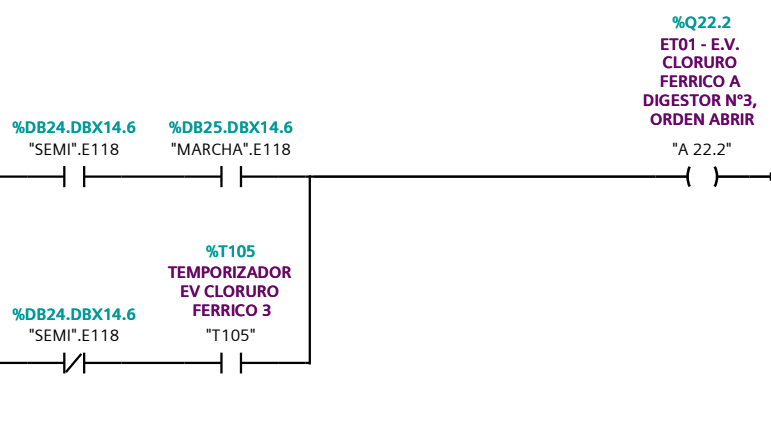
Segmento 6: ET01 - E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°1



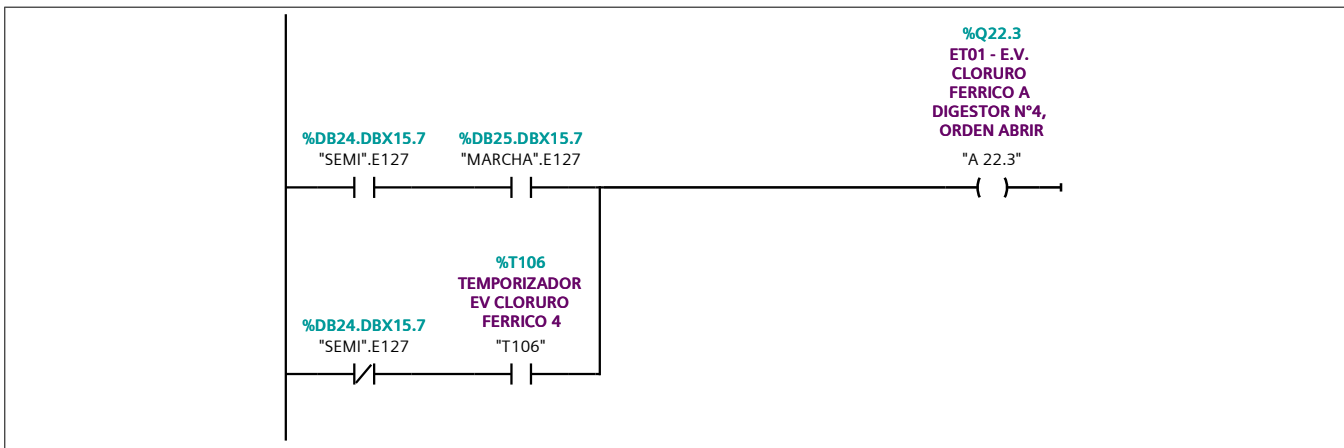
Segmento 7: ET01 - E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°2



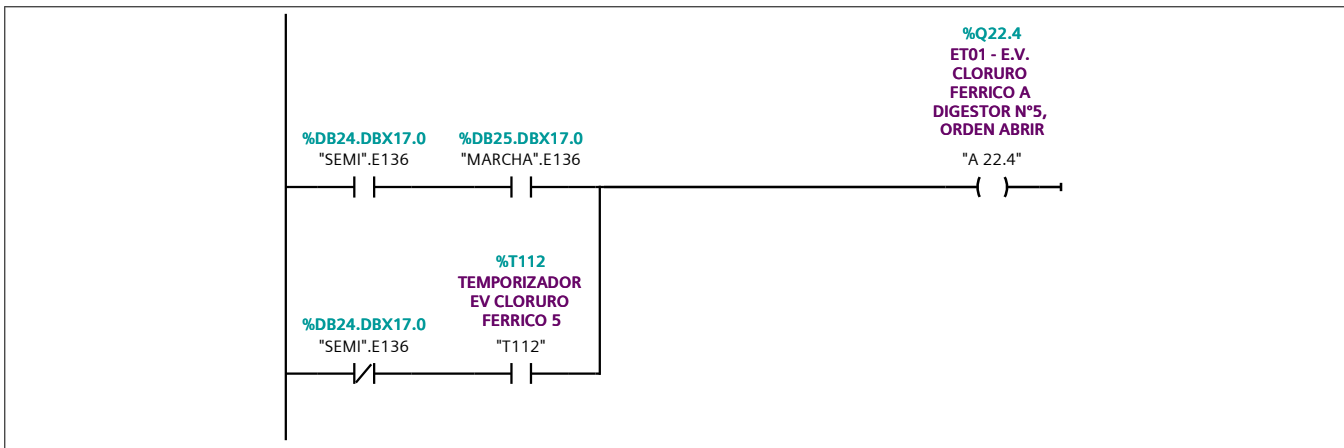
Segmento 8: ET01 - E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°3



Segmento 9: ET01 - E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°4



Segmento 10: ET01 - E.V. CLORURO FERRICO A DIGESTOR N°5



DEPURADORA / Deshidratacion / PLC_DESH [CPU 412-2 PN] / Bloques de pro-grama / 26 Ventiladores

VENTILACION SOTANO [FC16]

VENTILACION SOTANOnew Propiedades

General

Nombre	VENTILACION SOTANO-	Número	16	Tipo	FC
--------	---------------------	--------	----	------	----

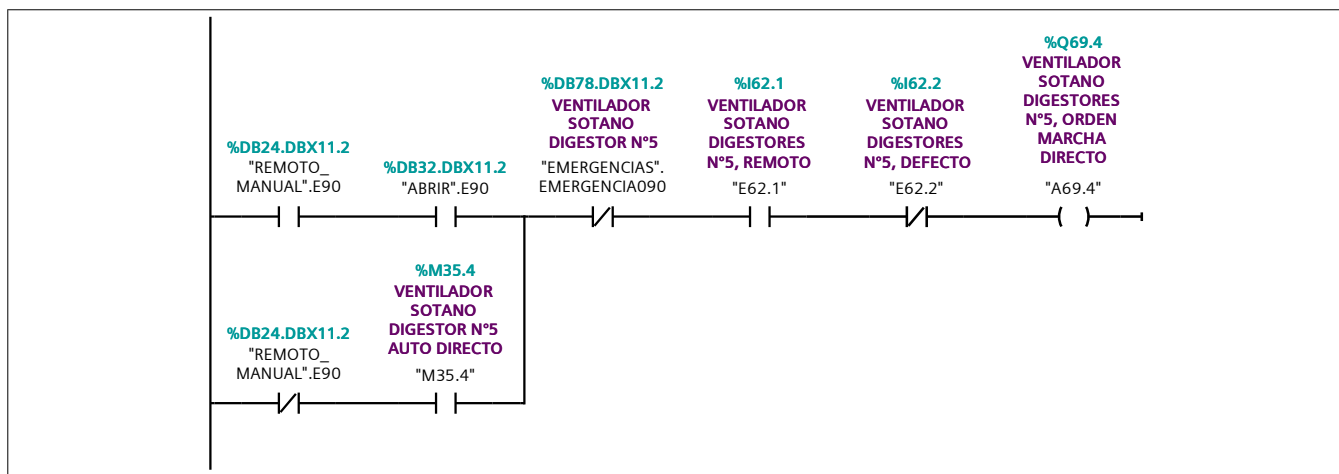
Idioma	KOP	Numeración	Manual
--------	-----	------------	--------

Información

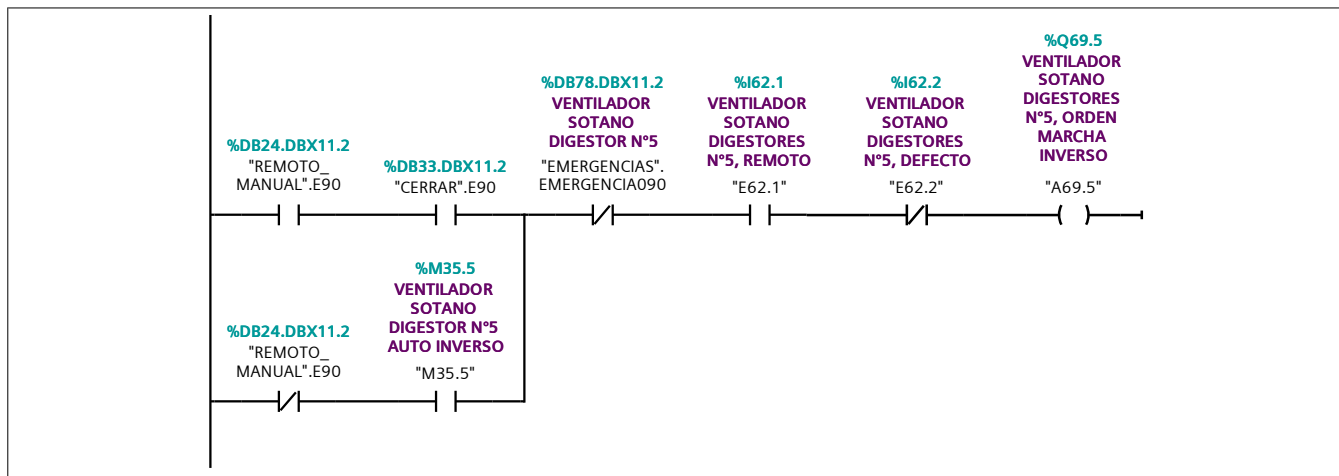
Título		Autor		Comentario	
--------	--	-------	--	------------	--

Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
---------	--	---------	-----	------------------	--

Segmento 13: VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5 ORDEN MARCHA DIRECTO



Segmento 14: VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5 ORDEN MARCHA INVERSO



Segmento 15: CTW V.F. VENTILADOR SOTANO DIGESTORES N°5

