



**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE
UN SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL DE
LÍQUIDOS EN UN TANQUE DE
SUMINISTRO DE AGUA PARA PROCESOS
EN UNA EMPRESA DEL PARQUE
AUTOMOTRIZ UBICADA EN VALENCIA,
EDO. CARABOBO**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
NIVEL DE LÍQUIDOS EN UN TANQUE DE SUMINISTRO DE AGUA PARA
PROCESOS EN UNA EMPRESA DEL PARQUE AUTOMOTRIZ UBICADA
EN VALENCIA, EDO. CARABOBO**

EMPRESA: FCA VENEZUELA L.L.C

AUTOR: GABRIEL RAMOS W

C.I.: 24.424.813


Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
NIVEL DE LÍQUIDOS EN UN TANQUE DE SUMINISTRO DE AGUA PARA
PROCESOS EN UNA EMPRESA DEL PARQUE AUTOMOTRIZ UBICADA
EN VALENCIA, EDO. CARABOBO

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN


Tutor académico, Ing. Antonio Franchi C.I.: 13.128.434




Tutor empresarial, Ing. Franklin Díaz C.I.: 12.430.028

AUTOR: GABRIEL RAMOS W

C.I.: 24.424.813

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Antonio Franchi, portador de la cédula de identidad N° V-13.128.434, tutor del Informe de Pasantía presentado por el ciudadano, Gabriel Alexander Ramos Walo, portador de la cédula de identidad N° V-24.424.813, titulado **Desarrollo de una propuesta de un sistema de control de nivel de líquidos en un tanque de suministro de agua para procesos en una empresa del parque automotriz ubicada en Valencia, Edo. Carabobo**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 27 días del mes de Julio del año dos mil diez y ocho.

Firma

Ing. Antonio Franchi

C.I. V-13.128.434

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores por brindarme sus conocimientos a lo largo de la carrera, por escuchar mis dudas y asesorarme como también aconsejarme en mis metas y proyectos. Gracias.

A mis amigos de la universidad que fueron como mi familia en mis estudios, por darme su apoyo en cada semestre, por hacerme las horas de estudio mucho más divertidas, por aquellas reuniones de estudio que en la mayoría de los casos terminaron tarde, por escucharme cuando me fue mal o cuando me fue bien en alguna evaluación y por estar ahí siempre. Gracias.

A mis amigos Luissandro, Fabian y Luis que me dieron su apoyo durante toda la elaboración del trabajo de grado, que me escucharon mis dudas, aunque quizá muchas no las entendieron, que se rieron conmigo leyendo mis redacciones y correcciones, que me comprendieron cuando me estresé por algo y se alegraron cuando logré resolverlo. Gracias.

DEDICATORIA

A mis padres, que me dieron la vida y me apoyaron en todos los momentos difíciles de mi carrera, que me felicitaron cuando alcancé una meta, y me estrecharon su mano cuando me tropecé con un obstáculo, han sido indispensable para lograr todas y cada una de las metas que me he propuesto en la vida. Gracias, los amo.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PP.
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO

I LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa.....	4
1.2. Reseña histórica	5
1.3. Misión de la empresa.....	7
1.4. Visión de la empresa.....	7
1.5. Políticas	7
1.6. Valores de la empresa	9
1.7. Estructura organizativa FCA Venezuela L.L.C.	10
1.8. Estructura organizativa del departamento de ambiente.....	11

II EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento de problema	13
2.2. Formulación del problema.....	14
2.3. Objetivos de la investigación.....	14
2.3.1. Objetivo general.....	14
2.3.2. Objetivos específicos	14
2.4. Justificación de la investigación.....	15
2.5. Alcance	15

III	MARCO TEÓRICO	
	3.1. Antecedentes de la investigación.....	17
	3.2. Bases teóricas	19
IV	MARCO METODOLÓGICO	
	4.1. Tipo de la investigación.....	24
	4.2. Diseño de la investigación.....	24
	4.3. Nivel de la investigación	25
	4.4. Fases de la investigación	25
V	RESULTADOS	
	5.1 Diagnóstico del estado del control de nivel de líquido en el tanque de suministro de agua.....	28
	5.1.1 Ubicación de la obra.....	28
	5.1.2 Descripción del tanque.....	29
	5.1.3 Descripción de la bomba	30
	5.1.4 Control de nivel.....	30
	5.1.5 Condiciones ambientales.....	30
	5.2 Determinación del instrumento de medición de nivel que se adapte al sistema de control.....	30
	5.2.1 Instrumentación.....	30
	5.2.1.1 Sensor de nivel.....	31
	5.2.1.2 Acondicionador de señal.....	32
	5.3 Diseño del sistema de control adecuad.....	33
	5.3.1 Controlador lógico programable (PLC).....	33
	5.3.2 Alarma visual.....	35
	5.3.3 Luces señalizadoras.....	36
	5.3.4 Lógica de programación.....	37

5.3.5. Simulación de la lógica de programación del sistema de control del proceso.....	40
5.3.5.1. Botón de encendido.....	42
5.3.5.2. Encendido del sistema.....	43
5.3.5.3. Condiciones necesarias para el funcionamiento de la bomba.....	43
5.3.5.4. Contactor de la bomba.....	44
5.3.5.5. Nivel bajo-bajo del tanque.....	45
5.3.5.6. Nivel bajo del tanque.....	46
5.3.5.7. Nivel alto-alto del tanque.....	46
5.3.5.8. Luz indicadora térmico.....	47
5.3.5.9. Contador de mantenimiento del Contactor.....	47
5.3.5.10. Conversor BCD a entero del Contactor.....	48
5.3.5.11. Mantenimiento del Contactor.....	49
5.3.5.12. Contador de mantenimiento de la bomba.....	50
5.3.5.13. Conversor BCD a entero de la bomba.....	50
5.3.5.14. Mantenimiento de la bomba.....	51
5.3.5.15. Temporizador de mantenimiento preventivo de los sensores de nivel.....	52
5.3.5.16. Convertidor BCD-ENTERO del temporizador del mantenimiento de los sensores.....	53
5.3.5.17. Reset del temporizador.....	54
5.3.5.18. Convertido BCD_ENTERO del contador de mantenimiento de los sensores.....	55
5.3.5.19. Mantenimiento de los sensores de nivel.....	55
5.3.5.20. Mantenimiento preventivo del sistema	56
5.3.6. HMI.....	57
5.3.7. Diagrama del control de nivel de líquido.....	57
5.3.8. Diagrama de potencia.....	58

CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXO A	62

INDICE DE TABLAS
CONTENIDO

TABLAS	PP.
1 Características del tanque	29
2 Especificaciones de CPU y fuente de alimentación	34
3 Cantidad de instrumentos.	36
4 Especificaciones de equipos	37
5 Entradas físicas asociadas al PLC	40
6 Salidas físicas asociadas al PLC.....	40
7 Marcas asociadas al PLC.....	40
8 Especificaciones de los módulos utilizados del PLC	41

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURA		PP.
1	Fotografía Vista área de la planta FCA Venezuela L.L.C., FCA Venezuela L.L.C	4
2	Políticas ambientales energéticas	8
3	Organigrama General de la empresa FCA VENEZUELA L.L.C	11
4	Organigrama del departamento de ingeniería de facilidades, Protección ambiental & MQAS	12
5	Esquema de control	21
6	Diagrama de bloques para el control de la bomba	22
7	Vista área de la planta FCA VENEZUELA L.L.C	28
8	Vista del Tanque de Agua de Suministro.....	29
9	Sensor VEGA EL 3.....	31
10	Acondicionador VEGATOR 132.....	32
11	PLC Siemens S7-300	34
12	Baliza luminosa estándar de color ámbar.....	34
13	Baliza luminosa estándar de color rojo	35
14	Baliza luminosa estándar de color verde.....	36
15	Diagrama de flujo del sistema de control de nivel del tanque	39
16	Selección de hardware a utilizar en el simulador.....	41
17	Declaración de variables	42
18	Segmento de encendido del sistema.....	43
19	Condiciones necesarias para el funcionamiento de la bomba.....	44
20	Contactador de la bomba	43
21	Nivel bajo-bajo del tanque	45
22	Nivel bajo del tanque	46
23	Nivel alto-alto del tanque	46

24	Luz indicadora del térmico.....	47
25	Contador de mantenimiento del contactor	48
26	Convertidor BCD a entero del contactor	48
27	Mantenimiento del contactor.....	49
28	Contador de mantenimiento de la bomba.....	50
29	Convertidor BCD a entero de la bomba.....	51
30	Mantenimiento de la bomba.....	52
31	Temporizador de mantenimiento preventivo de los sensores	53
32	Convertidor BCD-ENTERO del temporizador del mantenimiento de los sensores	54
33	Reset del temporizador.....	54
34	Convertido BCD_ENTERO del contador de mantenimiento de los sensores	55
35	Mantenimiento de los sensores de nivel.....	56
36	Mantenimiento preventivo del sistema	56

INTRODUCCIÓN

Los controladores de nivel son dispositivos cuya finalidad es la de obtener la garantía de mantener el nivel del líquido o fluido en un rango de variación establecido. Estos equipos son herramientas muy importantes en lo que son procesos de producción y almacenamiento.

En los sistemas de control automático, es de vital importancia que los dispositivos que actúan como elementos integradores del mismo, ofrezcan un nivel de seguridad que permita garantizar el desarrollo completo del proceso de ejecución en industrias tales como las manufactureras, comerciales, entre otras. Esta es la razón por la cual se debe utilizar sistemas de control para el llenado y verificar la medida de nivel de líquidos en los sistemas.

Por lo tanto en el siguiente estudio se encuentra enfocado en el diseño de un sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua de una planta de producción la cual suministra la misma por gravedad.

El sistema en sí pretende controlar el nivel del tanque por sensores capacitivos instalados en el tanque aéreo, los cuales serán ubicados en tres niveles diferentes para activar o desactivar los motores en el momento oportuno. Estos tres motores serán controlados por un sensor cada uno, los cuales bombean agua de un pozo profundo hasta el tanque.

El proceso se desarrollara de la siguiente manera, existen tres niveles, bajo, medio y alto, donde estarán ubicados los sensores, cuando el nivel es bajo los tres motores serán activados, a medida que el nivel de agua sube, el sensor detecta el agua y abre su contacto y desactiva el primer motor, al llegar al nivel medio, se abre el contacto del segundo sensor y se desactiva el segundo motor, hasta llegar al nivel máximo donde el ultimo sensor abre su contacto y desactiva el ultimo motor.

Cuando sucede lo inverso, el nivel del agua baja del nivel del primer sensor y activa el primer motor, si la demanda es mayor que la velocidad del llenado y el nivel del agua disminuye y llega al nivel medio se activara el segundo motor, y si disminuye al nivel bajo se activara el tercer motor.

Este sistema busca controlar el llenado de acuerdo a la demanda de agua que hay en la producción, es decir si nosotros tuviéramos solo un motor, la velocidad de llenado puede que no sea suficiente con respecto a la demanda, y que provoque en algún momento el vacío total causando paro en la producción.

En este marco, el estudio busca presentar, en forma simplificada, los requerimientos que deben tenerse en cuenta durante el diseño de un sistema de control de nivel de líquidos en un tanque de suministro de agua para procesos de una empresa automotriz en Valencia.

Por tal motivo, se realizará un análisis profundo de la situación actual del suministro de agua destinado a suplir las necesidades de la empresa. Para ello, se diagnosticará la situación actual para identificar los procedimientos que se llevan a cabo, para luego determinar las causas de los problemas existentes en el área y diseñar un sistema de control que contribuya al mejoramiento de la problemática; teniendo en cuenta que nuestro país, en esta área presenta muchas debilidades ya que no en todos los sectores el agua es abastecida abundantemente como debería ser. Este problema se ha solucionado superficialmente con la instalación del tanque de almacenamiento de agua, sin embargo este no dispone de un sistema que nos permita tener un control adecuado de nivel de líquido que se ajuste a la dinámica operativa y a los requerimientos demandados por los procesos productivos de la empresa.

Para cumplir a cabalidad con las formalidades establecidas por la Institución para la presentación de este informe preliminar de pasantías, el mismo está formado por cinco capítulos, los cuales son los siguientes:

En el Capítulo I, se elabora una breve descripción de la empresa: organización, procesos básicos, productos elaborados, mercado, entre otros. Misión, visión y valores

de la empresa o institución, estructura organizativa y actividades desarrolladas durante el periodo de la pasantía del departamento o unidad donde se realizó la pasantía.

Seguidamente en el Capítulo II, se planteó el problema para el desarrollo de la presente investigación, así como los objetivos y la justificación del estudio.

En el Capítulo III, se tomó en consideración los antecedentes de la investigación y las bases teóricas, así como la definición de términos básicos que fundamentan la presente investigación referente a las variables a estudiar.

De igual forma en el Capítulo IV, se hace mención de la metodología utilizada en la investigación, destacando el tipo y diseño, las fases y estrategias de investigación, la población, la muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo V, en esta parte de la investigación se presentan los resultados obtenidos en cada una de las fases metodológicas, finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la empresa

Fiat Chrysler Automobiles (FCA) Venezuela L.L.C, está ubicada en la Av. Pancho Pepe Cróquer de la zona industrial norte, en Valencia – Carabobo. Ocupa un área de 152.810 m², teniendo como límites, norte la autopista regional del centro, a la altura de Makro, Sur C.C ARA, Este Protinal y Oeste Jhonson & Jhonson. Es una empresa fundada en Valencia Estado Carabobo. Poseen ensambladoras de carros y concesionarios, está dedicada a la comercialización de repuestos, venta de vehículos, venta de repuestos, venta de carros, auto repuestos, camiones, carros nuevos, venta al detal de repuestos.

Razón social

Ensambladora y comercializadora Automotriz RIF J- 30357530-7



Figura 1. Vista área de la planta FCA Venezuela L.L.C., FCA Venezuela L.L.C

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2017)

1.2. Reseña histórica

FCA Venezuela L.L.C, tuvo sus inicios en Octubre de 1950, localizándose su primera sede en la ciudad de Caracas, bajo la denominación de “Empresa de Ensamblaje Venezolana S.A”, Para el año de 1957, los propietarios fundadores venden su participación y nace Chrysler de Venezuela S.A. Más adelante en el año 1960 como consecuencia directa de las limitaciones de espacio de la planta original en relación con la demanda generada y las proyecciones de expansión futuras, deciden construir una nueva sede en la ciudad de Valencia.

Ensambladora Carabobo C.A., abre sus puertas el 6 de abril de 1965, en la zona industrial sur de valencia, representada por el grupo económico Mendoza, cuyo propósito era ensamblar, distribuir y comercializar productos automotores de Nissan Patrol y Jeep de Venezuela S.A. Para el año de 1978, la situación de Chrysler se tornó inestable, por tanto, tomó la decisión de negociar las plantas de Venezuela y Colombia a la General Motors, cerrando así sus operaciones de ensamble en Julio de 1979. En este año, se efectúa una negociación entre el grupo Mendoza (quienes poseerían el 50% de las acciones) con la compañía Jeep de Venezuela S.A. (con un 45% de las acciones), subsidiaria de la empresa Jeep Corporation U.S.A., y el grupo Aco, (participación del 5%), para dar inicio al ensamblaje de los modelos Wagoneer y Pickups (en Valencia en la Planta Ensambladora Carabobo C.A.), y con los modelos Jeep CJ-5 y Jeep CJ-7 (en la planta de Las Tejerías).

Posteriormente en 1987 la Chrysler Corporation, adquiere American Motors Co., dando un nuevo rumbo a las políticas internas de la compañía y comenzando en este año, el ensamblaje de los modelos: Wrangler, Wagoneer Limited, Cherokee Chief y Comanche Chief. Para 1990 cambia su denominación de Jeep de Venezuela S.A., para convertirse en Chrysler Motors de Venezuela S.A. Chrysler de Venezuela, recibe en 1998 la certificación ISO 14001, siendo la primera empresa en el país en contar con tan prestigioso reconocimiento, lo que garantizó que su proceso productivo

causará el menor impacto ambiental posible. En 1999, fusiona sus esfuerzos con otro gigante automovilístico, Daimler-Benz, para conformar Daimler-Chrysler.

Para el año 2007, Chrysler de Venezuela L.L.C, da comienzo a la nueva era de la empresa cuando la gerencia de capital de Cerberus, con sede en Nueva York, asume la mayoría accionaria de la compañía, en la que el antiguo dueño Chrysler AG, sigue manteniendo una participación minoritaria significativa. A partir de ese momento el nombre de la compañía pasa a ser Chrysler de Venezuela L.L.C.

En el marco de la crisis financiera mundial del año 2009, Chrysler Group se acoge, en el mes de mayo, al conocido capítulo 11 de la legislación estadounidense. A través de este mecanismo, el grupo estadounidense se declara en bancarrota. El mecanismo de capítulo 11 activa una serie de procedimientos de restructuración del negocio, entre los cuales se destacan; recepción de parte de la reserva federal de E.E.U.U, de préstamos millonarios para soportar gastos mínimos de la organización cierre de 10 plantas de ensamblaje en E.E.U.U. y un energético plan de reducción de costos requerido por parte del gobierno de los Estados Unidos. Dos meses después, el grupo Fiat, adquiere gran parte de los negocios de Chrysler en E.E.U.U., México, Venezuela, Irlanda y Egipto, siendo una condición de la compra la implementación del sistema operativo WCM, (World Class Manufacturing) en cada una de las plantas del grupo Chrysler. Por tanto, Chrysler de Venezuela L.L.C, consciente de esta situación y de los resultados favorables obtenidos por la empresa Fiat Auto, en cuanto a la competitividad en el mercado, debido a la optimización de todos los procesos de producción - logística, ha adoptado la WCM (World Class Manufacturing), como nuevo modelo con el objetivo de desarrollar un nivel de excelencia a través de la mejora continua de todo su sistema operativo.

1.3. Misión de la empresa

Ser los suplidores de productos automotrices y de servicios, más rentables en todos los segmentos de relevancia en Venezuela. Continuar fortaleciendo nuestras marcas y suplir extraordinarios vehículos, que satisfagan a nuestros clientes. Asegurando una integración óptima de productos, funciones, procesos y culturas, cumpliendo con todos los requerimientos locales que lo requieran; así como, los objetivos del grupo. Seremos la compañía más admirada de Venezuela. Contrataremos y retendremos los mejores empleados y crearemos un medio ambiente que genere resultados de clase mundial.

1.4. Visión de la empresa

Ser responsables por el buen éxito de los productos automotrices y servicio de Chrysler en Venezuela, nuestro propósito es definir y gerenciar las actividades en el país para las divisiones y unidades de negocios, para contribuir significativamente con los objetivos de globalización de Latino América, sustentar el crecimiento continuo, maximizando las ganancias y satisfacción del cliente.

1.5. Políticas

1.5.1. Política de calidad

La política de la calidad de la empresa se encuentra expresada de la siguiente manera:

Nosotros en FCA Venezuela L.L.C, continuamente mejoramos nuestros procesos a través de nuestra gente inspirada, enfocada hacia nuestros clientes, para eliminar desperdicios, reducir la variación de nuestros procesos y continuar mejorando seguridad, calidad, entrega, costo y moral usando la metodología de manufactura de clase mundial. “ser una compañía de manufactura de clase mundial”.

1.5.2. Política ambiental y energética

Con respecto a la política ambiental y energética, la empresa establece lo siguiente:

FCA Venezuela L.L.C, empresas presentes y futuras, fomenta la participación activa de nuestra gente en la búsqueda de alternativas y prácticas de negocios que garanticen la preservación del medio ambiente y prevención de la contaminación, con miras a consolidarnos como la empresa automotriz premier en la protección del medio ambiente.

FCA Venezuela L.L.C, con su declaración de Política ambiental, adquiere el compromiso de cumplir con la legislación ambiental del país, los principios ambientales de FCA Venezuela L.L.C y las Directrices ambientales de la Corporación FCA aplicables a Venezuela. (Ver figura 2)



Figura 2. Políticas ambientales energéticas

Fuente: Gerencia de ambiente. FCA L.L.C. Venezuela (2017)

1.5.3. Política de seguridad

La política de seguridad de la empresa está basada en la siguiente declaración:

Nuestro mayor compromiso está en reducir sistemáticamente los accidentes, lesiones y enfermedades en el trabajo, conduciendo todas las operaciones de FCA Venezuela L.L.C con la consideración de la máxima seguridad e higiene ocupacional para sus trabajadores, mediante: Un sistema que asegure el cumplimiento de los requerimientos legales y corporativos, Apoyo gerencial evidente a toda la gestión de seguridad e higiene ocupacional. Exigir en todo momento el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos para la seguridad de todos

1.6. Valores de la empresa

Los valores fundamentales de la empresa son los siguientes:

- **Trabajo en equipo:** Comprenderemos que para el logro de objetivos es necesaria la integración entre departamentos, teniendo presente que la suma de los esfuerzos individuales sumados y orientados a una misma dirección son más productivos.
- **Gente inspirada:** A través de nuestra meta “Ser la compañía Premier de Venezuela”, gente enfocada hacia sus clientes para reducir la variación de procesos, mejorar la seguridad, calidad, costos, moral, experiencia de venta y servicios.
- **Innovación:** Aprovechamos los períodos de cambio como oportunidades de mejora y aprenderemos de ellos, entenderemos que, para poder subsistir en el mercado, debemos mejorar continuamente el proceso de trabajo, constancia y control de proyectos.
- **Enfoque al cliente:** Para FCA Venezuela L.L.C, es un compromiso cubrir a cabalidad con las expectativas y necesidades de nuestros clientes, asumiendo como prioridad el mantenimiento de una relación leal e íntegra, para así poder lograr un alto nivel de calidad del servicio.
- **Calidad:** Orientamos nuestro trabajo hacia la obtención de un alto nivel de calidad en todos nuestros procesos y por ende en nuestros servicios, obteniendo así un elevado margen de satisfacción tanto en nuestros clientes internos como en nuestros clientes externos.

- **Agilidad:** Debemos estar conscientes que nuestros tiempos de respuesta deben ser los más adecuados, y respetar nuestro compromiso con la corporación y nuestros clientes.
- **Excelencia:** Confiamos en el desempeño de cada uno de nuestros compañeros de trabajo y delegamos responsabilidades y tareas de manera de trabajar en equipo, asumiendo un alto nivel de motivación al logro y de compromiso ante la empresa y ante los clientes.
- **Responsabilidad:** Debemos actualizarnos constantemente y asumir los procesos de mejoramiento continuo como factor evolutivo, enfocarnos hacia el cliente, y mantener una relación laboral basada en el respeto y en el equilibrio.

1.7. Estructura organizativa

Como toda organización FCA Venezuela L.L.C cuenta con una estructura organizacional completa que comprende las distintas personas capacitadas que allí laboran, desde el presidente hasta asesor y líder de lanzamientos. Esta empresa está comprendida por distintos departamentos que son dirigidos directamente por gerentes directos de las distintas áreas como son Recursos humanos, Manufactura, Proyectos, Mercadeos, Finanzas, Producción, entre otras; todos necesarios para que la empresa fluya sin ningún inconveniente durante su jornada de trabajo laboral diario y cumplir de esta manera los objetivos y metas planteados. Ahora bien, dando continuidad a lo expuesto a lo expuesto, se presenta en la figura 3, el organigrama de la empresa.

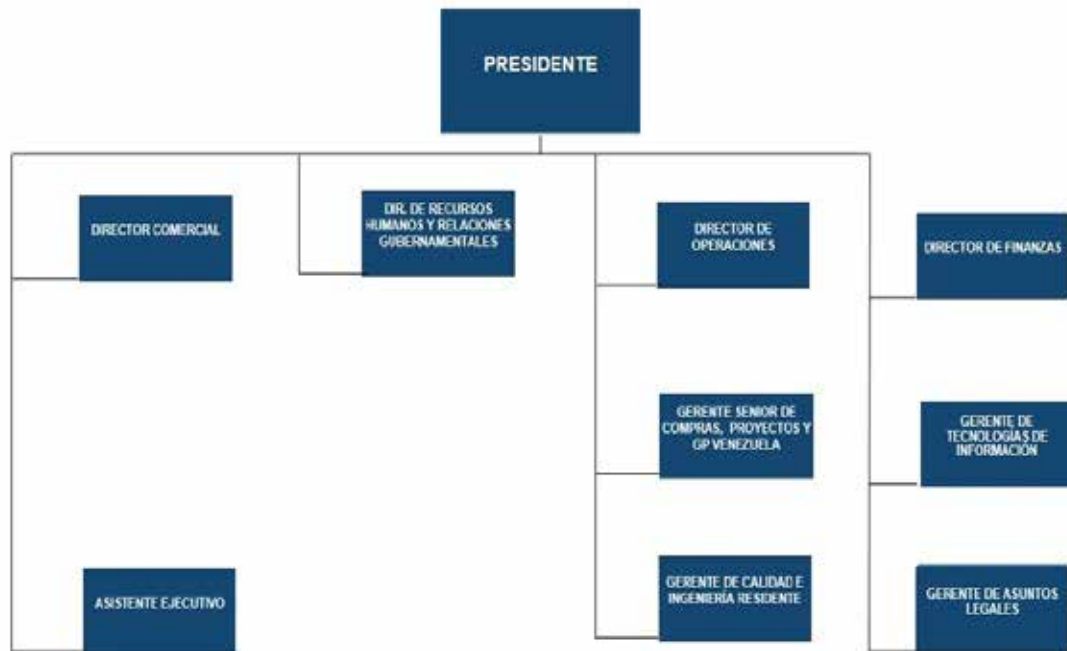


Figura 3. Organigrama General de la empresa FCA VENEZUELA L.L.C.

Fuente: FCA VENEZUELA L.L.C. (2017)

1.8. Estructura organizativa del departamento de ambiente

El departamento de Ingeniería de facilidades, protección ambiental & MQAS (Management Quality Assurance System), (sistema de gestión de aseguramiento de la calidad), está constituido por varias unidades, según se muestra en el organigrama de la figura 4. Este departamento realiza una función muy importante en la FCA Venezuela L.L.C, ya que gracias a su gestión, la empresa ha sido la única en el país en obtener la certificación ISO 50001, por eficiencia energética desde el 2015 y posee además la certificación ambiental ISO 14001. FCA Venezuela L.L.C, se aboca día a día, al manejo adecuado de los riesgos ambientales en cada uno de los procesos.

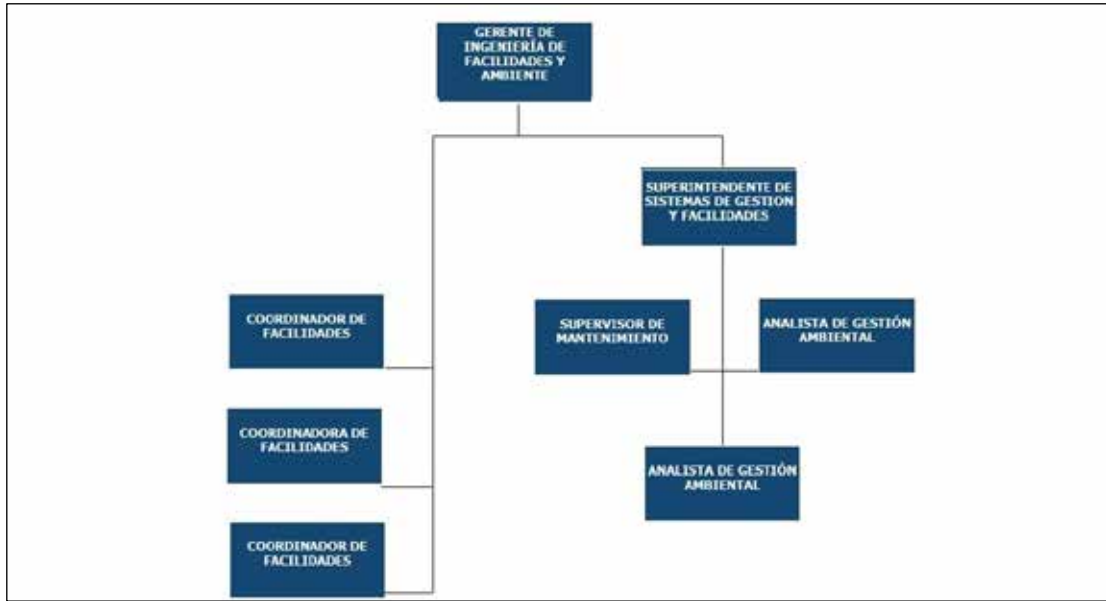


Figura 4. Organigrama del departamento de Ingeniería De Facilidades, Protección Ambiental & MQAS.

Fuente: Gerencia de Ambiente. (2017)

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

El enfoque de esta investigación se basa en la resolución del problema del sistema de control de nivel de líquidos en un tanque de suministro de agua para procesos en la empresa Fiat Chrysler Automobiles Venezuela L.L.C (FCA) ubicada en Valencia, Estado Carabobo.

Dicho tanque es superficial con una altura de 10m, capacidad de 1.000.000 Lts y presión atmosférica en su interior, además con una estructura diseñada para almacenar gran cantidad de agua.

El tanque dispone de una tubería de alimentación de agua proveniente de una motobomba, el cual viene a su vez alimentado desde un pozo profundo del mismo líquido.

El proceso del llenado del tanque para suministro de agua inicia desde un pozo profundo, en el cual se sustrae el agua a través de una bomba; dicha agua va dirigida por tuberías hacia el tanque; esta misma pasa por un sistema de bombas.

En la aérea se cuenta con tres motobombas, el cual operan de manera independiente: Cuando no hay producción la bomba uno se activa para llenar el tanque y esta es suficiente para conseguir el nivel y la presión deseada (80 psi). En caso de haber producción, es necesario mantener activa la bomba uno y dos para así lograr que permanezca el nivel y la presión necesaria (95 psi). Separadamente, contamos con una tercera bomba el cual es de respaldo en caso de que alguna de las dos motobombas principales del sistema falle.

El control de nivel de este tanque, se basa en tres varillas por conductividad eléctrica las cuales accionan un relé de nivel, este opera para cada posición (Bajo, medio y alto).

El tablero de control del nivel del tanque está situado a un lado del mismo, específicamente en el cuarto de bombas. Allí se dispone de una motobomba que posee un manómetro para el monitoreo de la presión de descarga, además de una línea de retorno y una válvula de seguridad para la protección por sobrepresión de la bomba.

Actualmente este proceso no es controlado efectivamente, ya que en el instrumento de medición ocurre una reacción de oxidación-reducción (electrolisis) que evita el paso de la corriente por la varilla; lo cual lleva como consecuencia la imprecisión de la medición de la cantidad de agua en el tanque. Por consiguiente, se debe estar realizando mantenimiento continuo en las varillas.

En la mayoría de las veces, cuando ocurre esta falla en el censado del nivel del tanque, el agua se rebosa del mismo, trayendo como consecuencia la necesidad de tener operarios en el área para evitar mayores pérdidas del líquido.

2.2. Formulación del Problema

Por las razones descritas anteriormente surge la siguiente interrogante:

¿Cuál es el instrumento para la medición de nivel de líquidos que se ajusta al sistema de control requerido, y que cumple con la dinámica operativa de los procesos productivos de la empresa?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de un sistema de control de nivel de líquidos en un tanque de suministro de agua para procesos en la empresa Fiat Chrysler Automobiles Venezuela L.L.C (FCA) ubicada en Valencia, Estado Carabobo.

2.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado del control de nivel de líquido en el tanque de suministro de agua para procesos de la empresa.
- Determinar el instrumento de medición de nivel que se adapte a los requerimientos del control de nivel de líquido según la dinámica operativa de demanda de agua de los procesos en la empresa.

- Diseñar el sistema de control con el medidor de nivel de líquido seleccionado que cumpla con los parámetros según la dinámica operativa de la empresa.

2.4. Justificación de la investigación

Es necesario controlar nivel de producto en un recipiente o tanque, detectando simplemente un nivel máximo y un mínimo, para actuar sobre el sistema de llenado y/o vaciado.

Para esta aplicación pueden utilizarse sensores de proximidad capacitivos como detectores de nivel, conectados a una lógica simple para el comando del sistema de llenado.

El recipiente puede contener fluidos, polvos o materiales granulados tales como pvc, colorantes, o cualquier otro tipo de partícula por nombrar algunos que podrían ser perjudiciales.

Los sensores de proximidad capacitivos detectan la presencia de todo tipo de material metálico o no. Disponen de un ajuste de sensibilidad multivoltas en su parte posterior mediante el cual se ajusta el punto de actuación de acuerdo al material a detectar.

Los sistemas deben contar con un diseño y cumplir tanto con los requerimientos mínimos del funcionamiento tanto a nivel del diagrama de fuerza como a nivel del diagrama de mando, así también cumplir con requerimientos de seguridad y protección.

Por todo ello es importante seleccionar un sistema de control de nivel de líquido que se ajuste a la dinámica operativa y a los requerimientos demandados por los procesos productivos, con la finalidad de establecer autonomía en sus funciones según la tecnología actual y los criterios de selección acordes a las teorías de controles modernos.

2.5. Alcance

A fin de mejorar las condiciones actuales en el sistema de control de nivel de líquido en el tanque de suministro de agua de la empresa; se planteó la posibilidad de elaborar una propuesta que determine un sistema de control de nivel de líquidos en el

tanque de suministro de agua para los procesos de la empresa Fiat Chrysler Automobiles Venezuela L.L.C (FCA) ubicada en Valencia, Estado Carabobo. Del mismo modo se determinara el instrumento de medición de nivel que se adapte a los requerimientos del control de nivel de líquidos según la dinámica operativa de demanda de agua de los procesos de la empresa. Por último se diseñara el sistema de control con el medidor de nivel de líquidos seleccionado que cumpla con los parámetros según la dinámica operativa de los procesos productivos de la empresa.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Hoy en día, los sistemas de control modernos en un contexto mundial constituyen un papel fundamental en el desarrollo de propuestas y soluciones a inconvenientes o problemas presentados en las aplicaciones domésticas e industriales. Aunque en la mayoría de los casos los principales aportes de los sistemas de control modernos se aplican a nivel industrial, contribuyendo en la búsqueda de soluciones integrales y con un continuo mejoramiento y desarrollo de propuestas en la aplicación de los tipos y los métodos de control, teniendo como premisa la innovación tecnológica, además, la rentabilidad y la mantenibilidad de los procesos a los cuales se controla.

Es preciso considerar que para el desarrollo de toda propuesta de ingeniería, es de gran importancia la descripción y análisis de proyectos semejantes, debido a la contribución que puedan aportar para el desarrollo del mismo, es por ello que se analizan diferentes trabajos a nivel nacional e internacional, con uso y características de migración de un sistema de control a otro, para considerar lo mejor de cada uno de ellos.

Diego Santiago Benítez Mejías (1994), con su trabajo titulado “**Diseño y construcción de un sistema de control de un nivel de líquido**”. Presentado en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, para obtener el título de ingeniero en electrónica y control. Este proyecto tuvo como objetivo diseñar y construir un prototipo para realizar el control de nivel de líquidos tanto de manera analógica como digital, orientado a su utilización en prácticas de control automático sobre un prototipo a escala que representa un sistema real. Se busca producir un equipo de laboratorio de fácil manejo y mantenimiento; y, que permita entender de manera conveniente los problemas de control de nivel de líquidos en procesos industriales. El equipo didáctico

a construir permitirá realizar un estudio práctico de las diferentes técnicas de control aplicadas a un sistema real.

Lozada, J., Grajalas, A., (2010), realizaron un trabajo titulado **“Control y medida de nivel de líquido por medio de un sensor de presión diferencial”** En el mismo se planteó utilizar un sensor de presión diferencial el cual ejerce un control de nivel de líquido en un sistema hidráulico y así poder controlar los niveles de un sistema de llenado y vaciado mediante un autómata programable siemens.

Narváez, H., Martínez, C. (2016), presentaron el trabajo titulado **“Sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con la ayuda de sensores”**. El mismo tuvo como objetivo diseñar un sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con la ayuda de sensores de nivel y así tener un control sobre los diferentes niveles en el tanque (Bajo, medio y alto) Y mejorar los tiempos de llenado del sistema actual.

Ahora bien, Añez, Gilbert y Scarano María, (2014), en la Universidad del Zulia (LUZ), específicamente en el Laboratorio de Control e Instrumentación de la Escuela de Ingeniería Mecánica, núcleo Maracaibo, estado Zulia, Venezuela, existe una planta piloto para la medición y control de presión, flujo y nivel, que está equipada para desarrollar múltiples esquemas de control. Esta planta consta de un tanque, el cual recibe un flujo de agua proveniente de un recipiente, impulsado por una bomba a través de una red de tuberías. Esta acoplado a un circuito de tuberías por el cual fluye aire a presión; tres válvulas neumáticas las cuales se manipulan para lograr el control; cuenta con medidores y transductores, tales como manómetros tipo bourdon, placa orificio y celdas de presión diferencial. Todos estos elementos constituyen el sistema de medición y control (Kuo, 1996).

3.2. Bases teóricas

Sistema de llenado de fluido.

En las industrias se requiere por lo general tener una producción continua de un producto, si dicho producto requiere tener el control del volumen de agua dentro de su proceso de fabricación o en cuyo caso de desea evitar que un líquido se derrame o se pierda dentro del proceso, se debe tener un control para la medición de nivel del líquido que se esté tratando dentro de un recipiente contenedor, sin embargo a nivel industrial se torna más compleja su resolución.

Los sistemas de llenado de agua o algún fluido son indispensables en las industrias y estos son controlados a través de sensores y actuadores de forma automática a través de un programador lógico controlado o un circuito de control eléctrico común. Los sensores envían una señal al controlador para que la bomba arranque o pare dependiendo del nivel que se requiera en el tanque.

Sistemas de Control

Recordemos que los sistemas automáticos y los robots son capaces de iniciar y detener procesos sin la intervención manual del usuario. Para ello necesitaran recibir información del exterior, procesarla y emitir una respuesta; en un automatismo dicha respuesta será siempre la misma pero en un robot podemos tener diferentes comportamientos según las circunstancias.

Teoría general de control automático

Los controles automáticos tienen una intervención cada vez más importante en la vida cotidiana para la ingeniería y la ciencia, estos sistemas dinámicos aportan una base en la solución de problemas industriales, sistemas de pilotaje de aviones y hasta un simple tostador. Controlar consiste en seleccionar, de un conjunto específico o arbitrario de elementos (o parámetros, configuraciones, funciones, etc.), aquellos que aplicados a un sistema fijo, hagan que este se comporte de una manera predeterminada.

Elementos de los sistemas de control

El objeto de un sistema de control automático es mantener bajo control (de allí que se denominan variables controladas) una o más salidas del proceso. Se utiliza la palabra proceso en un sentido muy general, entendiendo que el mismo es el conjunto de fenómenos físicos que determinan la producción de las variables controladas.

Sensor

Sensor no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. El sensor es un instrumento que no altera la propiedad censada.

Controlador

La parte del sistema que sintetiza las variables manipuladas es el controlador, contiene el programa necesario para introducir las variaciones en las variables manipuladas, a fin de obtener el comportamiento deseado de las variables controladas.

Bombas

Una bomba es la máquina que transforma la energía mecánica en energía hidráulica. Se puede distinguir dos tipos principales de bombas: bombas de desplazamiento positivo o volumétrico y bombas dinámicas o de intercambio de cantidad de movimiento.

Las bombas de desplazamiento positivo poseen una cavidad cuyo volumen varía como consecuencia del movimiento de una parte móvil, obligando al líquido que las llena a moverse en un sentido determinado por la apertura y cierre de válvulas. La más usada en bombeo fotovoltaico de este tipo bombas es la bomba de pistón. Las bombas de pistón son apropiadas para los valores elevados de altura manométrica y bajos caudales.

Las bombas dinámicas le transfieren al fluido una cantidad de movimiento mediante paletas o alabes giratorios. La más utilizada es la bomba centrífuga. Las bombas centrífugas se diseñan para alturas manométricas determinadas y proporcionan más caudal que las bombas de desplazamiento positivo.

También podemos clasificar las bombas en función de su forma de instalación en sumergibles, flotantes y de superficie. Las bombas sumergibles son apropiadas para los pozos de poco diámetro donde las variaciones de nivel son importantes para la acumulación de agua se hace en altura.

Detección de nivel en un tanque

Existen diferentes tipos de sensores de nivel con diferentes principios para la detección de fluidos, los cuales varían dependiendo de las características del fluido que se vaya a medir.

Control de nivel

Existen diferentes tipos de control de nivel, en el caso de esta investigación la prioridad es básicamente la protección de las bombas y evitar el desborde de los tanques, debido a estas características un control ON OFF de nivel sería el adecuado a esta situación.

Control ON-OFF de nivel

Por lo general para el control ON-OFF de nivel se utilizan interruptores de alto y bajo (high and low) que detectan el nivel de un determinado punto para activar bombas y alarmas involucradas en el sistema, son comúnmente utilizados debido a su bajo costo con respecto a otros controles de nivel.

Acedo (2003), presenta el sistema de control de nivel de un recipiente en el que se va acumulando volumen, pero no suficiente para mantener funcionando la bomba de forma continua. Esto se muestra en la figura 5.

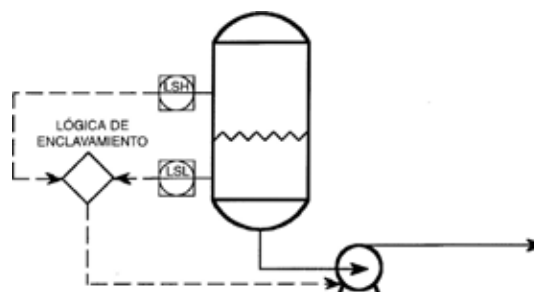


Figura 5. Esquema de control

Fuente: Acedo (2003), Control Avanzado de Procesos

Así mismo acedo (2003) muestra en la figura 6 un diagrama de bloques para el control de la bomba. En este caso la bomba debe arrancar al alcanzar alto nivel en el depósito, y pararse al alcanzar bajo nivel. En otras palabras, contacto cerrado de los sensores de nivel equivale a (1) lógico y contacto abierto a cero (lógico).

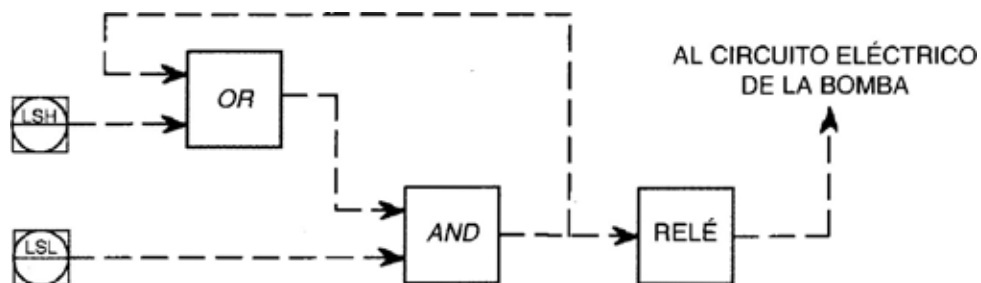


Figura 6. Diagrama de bloques para el control de la bomba

Fuente: Acedo (2003), Control Avanzado de Procesos

Se parte de la situación en la que el nivel de líquido se encuentra situado entre el mínimo (LSL cerrado) y el máximo (LSH abierto), el depósito se está llenando y la bomba esta parada. El proceso seguirá la secuencia siguiente:

- Al alcanzar alto nivel se cierra contacto LSH, enviando un uno (1) lógico a la compuerta OR. La salida de esa puerta será igual a uno (1) lógico.
- Al tener dos entradas igual a 1 lógico la compuerta AND da como salida un uno (1) lógico, energizando el relé para poner en marcha la bomba. Al mismo tiempo retorna un uno (1) lógico para enclavar la compuerta OR, y aunque disminuya el nivel por debajo de LSH y este deje de enviar un uno (1) lógico, no se pare la bomba.
- Al estar marchando la bomba ira disminuyendo el nivel del líquido hasta alcanzar el bajo nivel. En este momento se abre el contacto LSL, enviando un cero (0) lógico a la compuerta AND.
- La salida de la compuerta AND pasa a cero (0) lógico, con lo cual se desenergiza el relé, haciendo que se pare la bomba y desenclavando al mismo tiempo a la compuerta OR.
- Una vez parada la bomba empezará a subir el nivel hasta alcanzar el máximo, en cuyo caso se repite el proceso descrito.

Es importante aclarar que con el PLC se implementa el algoritmo de control mediante programación por lo que la compuerta AND y OR son operaciones que hace el PLC, que con el contacto y el relé equivaldría a las compuertas AND y OR una salida de este mismo equipo.

PLC- Controlador Lógico Programable.

Es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquina o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos.

Ventajas:

- Reducción del costo de mano de obra.
- Instalación sencilla.
- Ocupa poco espacio y controla múltiples equipos de manera simultánea gracias a la automatización.
- Existe un mejor monitoreo de los procesos, lo que hace que la detección de fallas se realice rápidamente por lo que se ahorra costos adicionales como los de operación, mantenimiento e incluso energía.

HMI- Interfaz Hombre Máquina.

La interfaz Hombre-Máquina (HMI) es la interacción entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos para el operario. Es la principal herramienta utilizada por los operadores y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación.

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real, por lo que proporciona gráficos de los procesos de manera visual que aportan significado y contexto al estado del motor, válvula, nivel de depósitos y otros parámetros del proceso.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de investigación

Esta investigación se encuentra bajo el enfoque de proyecto factible, debido a que propone soluciones prácticas al problema presentado en el sistema de control de nivel de líquidos de un tanque de suministro de agua para procesos de una empresa automotriz en Valencia.

En este sentido, la UPEL (1998) define el proyecto factible como un estudio “que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”(p.7). La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

De las definiciones anteriores se deduce que, un proyecto factible consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener la empresa. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema previamente detectado en el medio. Situación a la que se dará respuesta desarrollando la propuesta de un nuevo sistema de control de nivel de líquidos en el tanque de suministro de agua de la empresa. Con ello se corrigen los problemas actuales que presenta el tanque de suministro de agua con respecto al nivel de líquido.

4.2. Diseño de la investigación

El siguiente trabajo implica una investigación de campo, definida por el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL (2007) de la siguiente manera:

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de la investigación conocidos o en desarrollo (p.18).

Bajo estos parámetros, el diseño de esta investigación es de campo, ya que se recogerán datos directamente del sitio a trabajar, observando de manera directa el proceso de control de llenado del tanque de agua de la empresa objeto de estudio.

4.3. Nivel de la investigación

Así mismo, de acuerdo a su nivel, este trabajo de grado es descriptivo, según Arias (2006) la investigación de tipo descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 24). Basado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo ya que en este trabajo se detallan los requerimientos y elementos del proceso, para caracterizar el sistema de control de nivel de líquido y de ese modo establecer un comportamiento en un tiempo y espacio específico, para la búsqueda de la solución de la problemática planteada.

Así como también se describirá el nuevo instrumento de medición que se adapte a los requerimientos según la dinámica operativa de demanda de agua de los procesos de la empresa.

4.4. Fases de la investigación

Las fases metodológicas están destinadas a determinar los pasos y el procedimiento exacto que debe seguir la investigación de este trabajo de grado desde el principio hasta la realización del proyecto. Estas fases fueron establecidas según el investigador, las cuales son:

4.4.1. Fase I. Diagnóstico del estado del control de nivel de líquido en el tanque de suministro de agua.

En esta fase se hizo una visita a la empresa solicitante para realizar el diagnóstico del sistema que está funcionando en la actualidad y tomar los datos necesarios acerca del proceso para conocer mejor el sistema.

Seguidamente se hizo un estudio para conocer las debilidades, fallas y complicaciones del sistema actual del llenado del tanque con el fin de estructurar un marco teórico que permita fundamentar la investigación planteada. Para ello, fue necesario recurrir a fuentes bibliográficas y digitales para indagar, consultar, recopilar, agrupar y organizar adecuadamente la información que se utilizará dentro de la misma, para llevar a cabo el estudio referente a las características del proceso y su sistema de control.

4.4.2. Fase II. Determinación del instrumento de medición de nivel que se adapte al sistema de control.

Una vez revisada, analizada e interpretada la información que se obtuvo para la investigación, se procedió a escoger el instrumento de medición de nivel que mejor se adapta al sistema de control dado las características del tanque y de acuerdo a los requerimientos y la dinámica operativa de la empresa.

4.4.3. Fase III. Diseño del sistema de control adecuado.

Se analizaron las alternativas técnicas con respecto a los diferentes equipos y componentes a utilizar en el sistema de control para determinar los más adecuados, siendo estos: El control lógico programable (PLC), sensores a utilizar, el tipo de programación de acuerdo a las características del PLC y de esta manera se desarrolló un sistema de control de nivel de líquidos con mejor rendimiento de ejecución con respecto al actual sistema

Este procedimiento se realizó siempre tomando en cuenta las condiciones del ambiente donde estarían instalados los instrumentos y las acciones que realizarían dichos instrumentos para garantizar una correcta automatización del proceso.

Se realizó la programación del sistema, se llevó a cabo en el software del PLC que se usó para la implementación del sistema de manera de poder automatizar el proceso siguiendo los lineamientos de seguridad y control de las variables requeridas.

Además se diseñaron los planos eléctricos correspondientes al sistema de control así como también la interfaz hombre máquina para garantizar una futura implementación sin ningún inconveniente.

CAPITULO V

RESULTADOS

En este capítulo se explican de manera clara y ordenada las fases seguidas en la investigación de este proyecto tal como se planteó en los objetivos y en las fases metodológicas de la misma.

5.1 Diagnóstico del estado del control de nivel de líquido en el tanque de suministro de agua.

En esta etapa de la investigación se visitó la empresa donde se llevó a cabo la investigación del proyecto para conocer a fondo los aspectos relacionados con el lugar donde se encuentra el tanque así como también en los procesos involucrado en el sistema actual.

A continuación, se presentará de forma desglosada las características más importantes que conciernen a la investigación.

5.1.1 Ubicación de la obra

El tanque de suministro de agua para procesos de la empresa Fiat Chrysler Automobiles (FCA) Venezuela L.L.C, está ubicado en la Av. Pancho Pepe Cróquer de la zona industrial norte, en Valencia – Carabobo.



Figura 7. Vista área de la planta FCA Venezuela L.L.C., FCA Venezuela L.L.C

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2017)

5.1.2 Descripción del tanque

Tras visitar el lugar, se realizó la recolección de los datos necesarios para construir una tabla de las características más relevantes del tanque.

En la tabla 2 se aprecian las características que se tomaron en cuenta acerca del tanque.

Tabla 1. Características del tanque.

Características	Descripción
Tipo de Fluido a Almacenar	Agua (H ₂ O)
Capacidad Nominal	1.000.000 L / 1.000 m ³
Diámetro Nominal	12 m
Altura Nominal	10 m
Presión de Diseño	Atmosférica

Fuente: Ramos (2018)



Figura 8. Vista del Tanque de Agua de Suministro de la empresa FCA Venezuela

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2017)

5.1.3 Descripción de la bomba

La configuración es de una bomba sumergible de pozo para el llenado del tanque, la misma tiene una capacidad de 51 m³/hr, y una potencia de 15 Hp. La descarga de la bomba consta de una línea de cuatro pulgadas, la cual forma parte de la tubería de entrada del tanque.

5.1.4 Control del nivel

El sistema de control de nivel es completamente manual, el operador revisa constantemente mediante la observación de un display el nivel del tanque, para de esa forma tomar la decisión de mantener o no encendida la bomba que suministra el agua. El sistema de control de nivel se energiza cuando comienza la jornada laboral del día para posteriormente desenergizar dicho sistema por falta de confianza de efectividad operativa al finalizar la jornada laboral.

5.1.5 Condiciones ambientales

La temperatura del lugar donde se encuentra el tanque oscila entre 30 y los 45 grados centígrados. Las válvulas manuales y demás equipos por lo general no se someten a condiciones extremas tanto de temperatura como de presión.

La zona donde está ubicado el tanque está a un nivel despreciable de riesgo de explosión y sin riesgo de inflamación debido a que el agua no es inflamable, siendo esta las características que deben tomarse en cuenta a la hora de seleccionar los equipos e instrumentos a utilizar.

5.2 Determinación del instrumento de medición de nivel que se adapte al sistema de control.

En esta fase se determinó de acuerdo a las condiciones del tanque y el área estudiada, que instrumento de medición de nivel se utilizó.

5.2.1 Instrumentación

A continuación, se describe la instrumentación que se recomendó para este sistema como también se explica por qué se seleccionaron dichos instrumentos para el proyecto en estudio.

5.2.1.1 Sensor de nivel

Para este sistema se seleccionó el sensor de nivel conductivo como la opción más viable debido a sus características de robustez, alta versatilidad y fiabilidad; por lo que hace a este sensor funcional para el sistema de control de nivel de líquido en el tanque de suministro de agua para procesos de la empresa.

El electrodo conductivo de varilla múltiple VEGA EL 3 es adecuado para la detección de nivel en líquidos conductivos en todo tipo de industrias. Las aplicaciones más habituales son protección contra sobrellenado o marcha en seco juntamente con VEGATOR 132.

El principio de medición consiste en que los electrodos del sensor entren en contacto con un líquido conductor, por lo que fluye una pequeña corriente alterna y como consecuencia la electrónica dispara una señal de conmutación.

Entre las ventajas que tiene el sensor conductivo VEGA EL 3 se encuentran:

- Detección de nivel sencilla, robusta y económica.
- Los interruptores de nivel se pueden instalar en cualquier posición.
- Detección de diversos puntos de conmutación dentro de un depósito.

Se eligió el sensor de nivel VEGA EL 3 debido a que tiene disponibilidad de productos en el país y sus proveedores ofrecen asistencia técnica y asesoramiento dentro del mismo.



Figura 9. Sensor VEGA EL 3

Fuente: https://www.vega.com/es-ES/home_me/Productos/Cat%C3%A1logo-de-productos/Interruptores-de-nivel/Conductivo/EL-3

5.2.1.2 Acondicionador de señal

El acondicionador de señal es utilizado para la detección de nivel de sondas conductivas. El VEGATOR 132 es un acondicionador de doble canal para sondas conductivas de la serie EL. Las aplicaciones más comunes son la detección de líquidos y el control de bombas; así como también la transmisión de señales de entrada conductivas para alarma de nivel.

Tiene la posibilidad de montaje con múltiples sondas de varilla o cable, como también la conexión de varios VEGATOR 132 como es el caso en nuestro sistema de control se debe implementar el uso de 2 acondicionadores de señal VEGATOR 132.

Entre las ventajas que tiene el acondicionador de señal VEGATOR 132 se encuentran:

- Instalación sencilla mediante rail de montaje además de terminales codificados desmontables.
- Supervisión de fallos integrado con pantalla LED para detección de cortocircuito y corte de línea.
- Dos detecciones de nivel independientes o un control de min/máx./control de dos puntos.



Figura 10. Acondicionador VEGATOR 132

Fuente: https://www.vega.com/es-ES/home_me/Productos/Cat%C3%A1logo-de-productos/Acondicionadores-de-se%C3%B1al/Acondicionadores-de-se%C3%B1al/VEGATOR-132#

5.3 Diseño del sistema de control adecuado.

Para llevar a cabo el diseño del sistema de control adecuado de acuerdo a las condiciones del tanque y el área estudiada, se determinó que equipos, sistemas, software y hardware se utilizaron.

5.3.1 Controlador lógico programable (PLC)

Al realizar la selección más conveniente para implementarse en el proyecto se tomó como criterio principal la relación existente entre la empresa FCA y los proveedores principales de PLC. De esta forma, la marca SIMENS resulto escogida, debido a su estrecha relación con la empresa a lo largo de su trayectoria, facilitándoles la instalación y garantía de repuestos para futuros mantenimientos del PLC.

Asimismo, se toma en consideración la posibilidad de una futura expansión del sistema, por lo que se eligió el modelo específico en base a su variada gama de módulos que se pueden utilizar para ampliar el sistema central o para crear estructuras descentralizadas de acuerdo a la tarea a realizar, y facilitar una acción rentable de piezas de repuesto.

Los módulos de entradas digitales convierten las señales digitales externas del proceso al nivel interno del autómata, por ejemplo, para señales con una tensión de 24 VDC se debe elegir el módulo de entrada de 24V, que le ofrece 16/32 entradas y conecta los sensores con separación galvánica y en grupos de 8 entradas con contacto común.

Los módulos de salidas digitales convierten las señales internas de PLC en señales externas adaptadas al proceso, como por ejemplo contactores y válvulas, el autómata ofrece varias alternativas desde módulos de 16/32 canales y 0,5A con separación galvánica hasta módulos de relé de 8/a 16 canales.

El módulo de entradas analógicas convierte las señales analógicas en señales digitales que el autómata procesa internamente. se puede conectar los sensores y emisores de señal de tipo de tensión o intensidad, resistencia, así como termopares y termoresistencia y se puede elegir entre módulos que van de los 2 a 8 canales.

El módulo de suministro de energía es la fuente de alimentación del autómeta que transforma la tensión externa de suministro en la tensión operativa interna. Las tensiones de alimentación posibles para el S7-300 son: 24VCC, 115 VCA O 230 VCA, en la tabla 3 se muestra las especificaciones del CPU y la fuente.

Tabla 2. Especificaciones de CPU y fuente de alimentación.

Modulo	Función	Alimentación	Costo
Fuente de alimentación PS 307	Transformar la energía a 24VCC para distribuirla entre los módulos del PLC	115VCA – 230VCA 5A	159\$
CPU312 C	Procesar y ejecutar los ciclos y actividades realizados en la programación	24VCC	375\$

Fuente: Ramos (2018)

En la figura 11 se muestra un PLC Siemens S7-300.



Figura 11. PLC Siemens S7-300

Fuente: <http://www.ipatek.com.mx/wp-content/uploads/2012/10/s7-300.png>

La función de este PLC dentro del sistema es ejecutar la lógica diseñada para el control del sistema de llenado de los tanques.

5.3.2 Alarma visual

Se propuso para este sistema una baliza luminosa de color ámbar ubicada en la parte media del tanque a una altura adecuada para la visión de los operadores que representa el relé térmico del sistema de control de nivel del tanque para advertir la activación térmica.

En la figura 12 se muestra una lámpara indicadora estándar.



Figura 12. Baliza luminosa estándar de color ámbar.

Fuente: <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/774472/Balizaestroboscopica-55-W/774472>

Además se propuso otra baliza luminosa de color rojo de igual forma ubicada en la parte media del tanque a una altura adecuada para la visión de los operadores que representa la necesidad de mantenimiento del sistema de control de nivel del tanque.

En la figura 13 se muestra una lámpara indicadora estándar.



Figura 13. Baliza luminosa estándar de color rojo.

Fuente: https://www.futurashop.it/lampeggiante_strobo_12V_rosso_HAA100RN

No se propone ninguna marca en específico debido a que estas no poseen ninguna función especial que se refiera de un modelo o marca, es decir cualquier modelo estándar podría cumplir la función que se desea, para ver las especificaciones del instrumento ver tabla 3.

5.3.3 Luces señalizadoras

Se propuso para este sistema luces señalizadoras para los los niveles del tanque (LSL, LSLL, LSHH) mediante balizas luminosas de color verde ubicadas cada una en los niveles respectivos antes descritos del tanque, para brindar una visión a los operadores del nivel de agua del tanque.

En la figura 14 se muestra una lámpara indicadora estándar.



Figura 14. Baliza luminosa estándar de color verde.

Fuente:<http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/774472/Baliza-estroboscopica-55-W/774472>

En la tabla 3 se muestra la cantidad de instrumentos a utilizar en el proceso.

Tabla 3. Cantidad de instrumentos.

Equipo	Función	Cantidad
VEGA EL 3	Sensor de nivel	1
SIEMENS S7-300	Controlador	1
Baliza	Alarma visual	2

Baliza	Luz Señalizadora	3
VEGA VEGATOR 132	Acondicionador de señal	2

Fuente: Ramos (2018).

A continuación, se presenta las especificaciones de cada equipo que permite conocer la marca y modelo del equipo, las condiciones de temperatura en las que puede trabajar, el tipo de conexión, la función que cumplirá y de ser necesario la alimentación eléctrica.

En la tabla 4 se muestra las especificaciones de los instrumentos

Tabla 4. Especificaciones de equipos

Equipo	Función	Rango de temperatura	Tipo de salida o comunicaion	Rango	Alimentación
VEGA EL 3	Sensor de nivel	- 50 a 130 °C	Para la conexión a un acondicionador de señal	6 m	A través del instrumento de acondicionamiento de señal conectado
SIEMENS S7-300	Controlador	0 a 60 °C	Hart y Profibus	-	24Vdc
Baliza	Alarma visual	-	Relé (N.O.)	On/off	-
Baliza	Luz Señalizadora	-	Relé (N.O.)	On/off	-
VEGA VEGATOR 132	Acondicionador de señal	-50 a 130 °C	Relé (N.O. / N.C.)	-	24-230 V AC 24-65 V DC

Fuente: Ramos (2018)

5.3.4 Lógica de programación

Se propone una lógica de control de la bomba del tipo on-off debido a que básicamente lo que se desea es que no haya un rebose del tanque o que no se quede en

vacío. Siendo este un sistema practico con una lógica de programación bastante sencilla.

El sistema on-off funciona de la siguiente manera: cuando el PLC lee un uno (1) lógico proveniente del interruptor de nivel bajo del tanque, se realizará el encendido inmediato de la bomba que llena el tanque.

Se realizó un sistema de protección de sobrecalentamiento de la bomba a través de un relé térmico.

Para la situación cuando el tanque se encuentra cerca de su nivel alto-alto, se plantea el uso de un sensor de nivel que cuando se active provoque un encendido a la lámpara indicadora verde de nivel (LSHH).

Es importante destacar que si no hay nivel en el tanque se encenderá otra lámpara (LSLL) indicando que el tanque está quedando vacío.

Para entender mejor este proceso se hará uso del diagrama de flujo general, en el cual se plasma la secuencia de pasos a seguir por el mismo (ver figura 15), debido a que esto facilita la programación de cualquier dispositivo, sin importar el lenguaje o software utilizado para dicha programación.

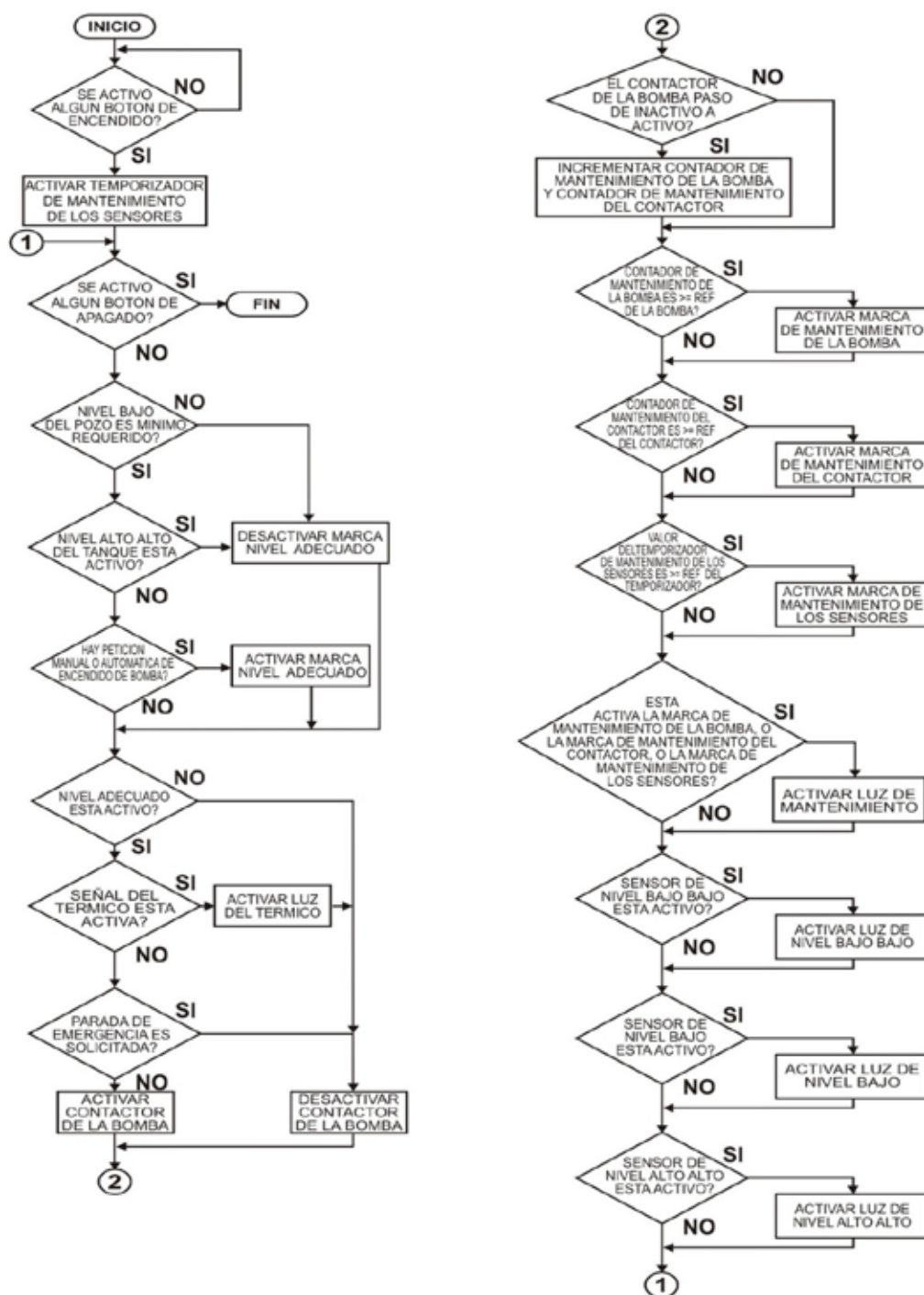


Figura 15. Diagrama de flujo del sistema de control de nivel del tanque de agua
 Fuente: Ramos (2018)

5.3.5. Simulación de la lógica de programación del sistema de control del proceso.

Para la realización de la simulación lógica del control del sistema del tanque se utilizó el software STEP 7 de Siemens, simulando las entradas y salidas físicas del PLC S7-300 de Siemens, utilizando la unidad central de procesamiento CPU312 C, el cual cuenta con un módulo de entradas de 24Vdc y salidas digitales a transistor, que cubren las 6 salidas y 10 entradas.

En las tablas 5, 6 y 7 se muestran las entradas, salidas y marcas señalando cada sensor y salida asociado y su asignación de entradas y salidas en el PLC.

Tabla 5. Entradas físicas asociadas al PLC.

Símbolo	Dirección	Tipo de	Comentario
ENCENDIDO	E 0.0	BOOL	PULSADOR DE ENCENDIDO GENERAL DEL SISTEMA
APAGADO	E 0.1	BOOL	PULSADOR DE APAGADO GENERAL DEL SISTEMA
PARADA DE EMERGENCIA	E 0.2	BOOL	PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA
LSL_POZO	E 0.3	BOOL	SENSOR NIVEL BAJO POZO
LSH_POZO	E 0.4	BOOL	SENSOR NIVEL ALTO POZO
LSL_TQ	E 0.5	BOOL	SENSOR NIVEL BAJO BAJO TANQUE
LSL_TQ	E 0.6	BOOL	SENSOR NIVEL BAJO TANQUE
LSH_TQ	E 0.7	BOOL	SENSOR NIVEL ALTO TANQUE
LSH_TQ	E 1.0	BOOL	SENSOR NIVEL ALTO ALTO TANQUE
TERMICO	E 1.1	BOOL	ENTRADA DE LA SEÑAL DEL TERMICO

Tabla 6. Salidas físicas asociadas al PLC.

Símbolo	Dirección	Tipo de	Comentario
BOMBA	A 0.0	BOOL	CONTACTOR DE LA BOMBA
LUZ_BAJO_BAJO	A 0.1	BOOL	LUZ INDICADORA NIVEL BAJO BAJO TANQUE
LUZ_BAJO	A 0.2	BOOL	LUZ INDICADORA NIVEL BAJO TANQUE
LUZ_ALTO_ALTO	A 0.3	BOOL	LUZ INDICADORA NIVEL ALTO ALTO TANQUE
LUZ_MANTENIMIENTO	A 0.4	BOOL	LUZ INDICADORA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
LUZ_TERMICO	A 0.5	BOOL	LUZ INDICADORA DEL TERMICO

Tabla 7. Marcas asociadas al PLC.

Símbolo	Dirección	Tipo de	Comentario
M0	M 0.0	BOOL	MARCA DE ENCENDIDO DEL SISTEMA GENERAL
M1	M 0.1	BOOL	MARCA DE ENCENDIDO DEL SISTEMA POR PANTALLA
M2	M 0.2	BOOL	MARCA DE APAGADO DEL SISTEMA POR PANTALLA
M3	M 0.3	BOOL	MARCA DE PARADA DE EMERGENCIA POR PANTALLA
M4	M 0.4	BOOL	MARCA DE NIVEL ADECUADO DE AGUA
M5	M 0.5	BOOL	MARCA ENCENDIDO MANUAL DE LA BOMBA
M6	M 0.6	BOOL	MARCA DE MANTENIMIENTO DEL CONTACTOR
M7	M 0.7	BOOL	MARCA DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA
M8	M 1.0	BOOL	MARCA DE MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES
M9	M 1.1	BOOL	MARCA RESETEO TEMPORIZADOR
TEMPO_INICIO	M 1.2	BOOL	MARCA DE INICIO DEL TEMPORIZADOR DE MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES DE NIVEL
M10	M 1.4	BOOL	MARCA DE REINICIO DEL TEMPORIZADOR Y EL SET

A continuación, en la tabla 8 se describen los módulos del PLC que se utilizaron como hardware para llevar a cabo la programación.

Tabla 8. Especificaciones de los módulos utilizados del PLC.

Módulos	Tipo	Alimentación	Dirección de entrada	Dirección de salida
DI10/DO6	E/S digital	24V DC	0..1	0

Fuente: Ramos (2018).

En la figura 16 se observa la selección de hardware utilizada en el simulador STEP7.

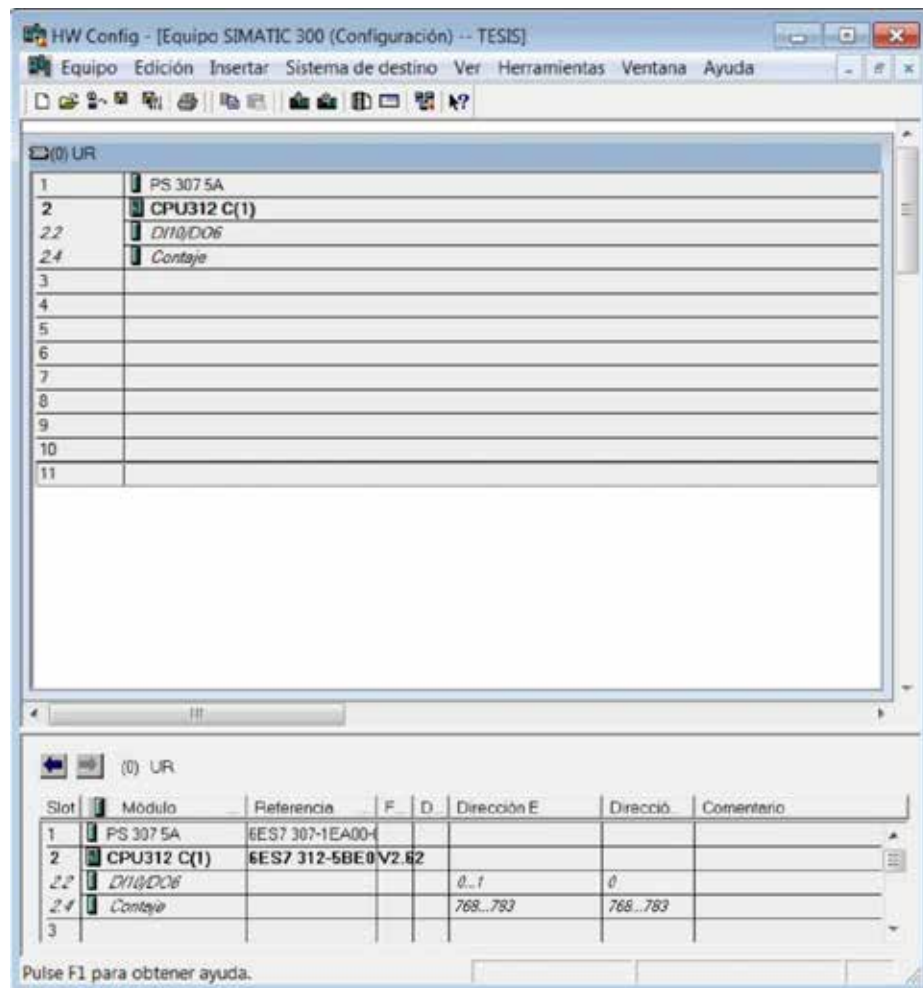


Figura 16. Selección de hardware a utilizar en el simulador.

Fuente: STEP7

En la figura 17 se muestra la declaración de las variables de entrada, salida y espacios de memoria creadas en el simulador.

Esta	Símbolo	Dirección	Tipo de	Comentario
1	APAGADO	E 0.1	BOOL	PULSADOR DE APAGADO GENERAL DEL SISTEMA
2	BOMBA	A 0.0	BOOL	CONTACTOR DE LA BOMBA
3	CONTADOR_BCD_BOMBA	MW 25	WORD	CONTADOR DE CONMUTACIONES DE LA BOMBA
4	CONTADOR_BCD_CONTACTOR	MW 20	WORD	CONTADOR DE CONMUTACIONES DEL CONTACTOR
5	CONTADOR_BCD_TEMPORIZADO	MW 32	WORD	CONTADOR 22 BCD (DEL TEMPORIZADOR)
6	CONTADOR_ENTERO_BOMBA	EW 29	INT	CONVERSION DE CONTADOR DE CONMUTACIONES DE LA BOMBA
7	CONTADOR_ENTERO_CONTACTO	EW 24	INT	CONVERSION DE CONTADOR DE CONMUTACIONES DEL CONTACTOR
8	CONTADOR_ENTERO_TEMPO	EW 36	INT	CONVERSION DE CONTADOR DE TEMPORIZADOR EN ENTERO
9	ENCENDIDO	E 0.0	BOOL	PULSADOR DE ENCENDIDO GENERAL DEL SISTEMA
10	LSH_POZO	E 0.4	BOOL	SENSOR NIVEL ALTO POZO
11	LSH_TQ	E 0.7	BOOL	SENSOR NIVEL ALTO TANQUE
12	LSH_TQ	E 1.0	BOOL	SENSOR NIVEL ALTO ALTO TANQUE
13	LSL_POZO	E 0.3	BOOL	SENSOR NIVEL BAJO POZO
14	LSL_TQ	E 0.6	BOOL	SENSOR NIVEL BAJO TANQUE
15	LSL_TQ	E 0.5	BOOL	SENSOR NIVEL BAJO BAJO TANQUE
16	LUZ_BAJO_BAJO	A 0.1	BOOL	LUZ INDICADORA NIVEL BAJO BAJO TANQUE
17	LUZ_ALTO_ALTO	A 0.3	BOOL	LUZ INDICADORA NIVEL ALTO ALTO TANQUE
18	LUZ_BAJO	A 0.2	BOOL	LUZ INDICADORA NIVEL BAJO TANQUE
19	LUZ_MANTENIMIENTO	A 0.4	BOOL	LUZ INDICADORA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
20	LUZ_TERMICO	A 0.5	BOOL	LUZ INDICADORA DEL TERMICO
21	M0	M 0.0	BOOL	MARCA DE ENCENDIDO DEL SISTEMA GENERAL
22	M1	M 0.1	BOOL	MARCA DE ENCENDIDO DEL SISTEMA POR PANTALLA
23	M10	M 1.4	BOOL	MARCA DE REINICIO DEL TEMPORIZADOR Y EL SET
24	M2	M 0.2	BOOL	MARCA DE APAGADO DEL SISTEMA POR PANTALLA
25	M3	M 0.3	BOOL	MARCA DE PARADA DE EMERGENCIA POR PANTALLA
26	M4	M 0.4	BOOL	MARCA DE NIVEL ADECUADO DE AGUA
27	M5	M 0.5	BOOL	MARCA ENCENDIDO MANUAL DE LA BOMBA
28	M6	M 0.6	BOOL	MARCA DE MANTENIMIENTO DEL CONTACTOR
29	M7	M 0.7	BOOL	MARCA DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA
30	M8	M 1.0	BOOL	MARCA DE MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES
31	M9	M 1.1	BOOL	MARCA RESETEO TEMPORIZADOR
32	PARADA DE EMERGENCIA	E 0.2	BOOL	PULSADOR DE PARADA DE EMERGENCIA
33	TEMPO_INICIO	M 1.2	BOOL	MARCA DE INICIO DEL TEMPORIZADOR DE MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES DE NIVEL
34	TERMICO	E 1.1	BOOL	ENTRADA DE LA SERAL DEL TERMICO
35	TIEMPO_TEMPORIZADOR_BCD	MW 39	WORD	TIEMPO DEL TEMPORIZADOR EN BCD
36	TIEMPO_TEMPORIZADOR_ENTE	EW 43	INT	TIEMPO DEL TEMPORIZADOR EN ENTERO

Figura 17. Declaración de variables.

Fuente: STEP7

A continuación, se explica la lógica de la programación del proceso desglosada en segmentos, realizada mediante la utilización del lenguaje escalera dentro del bloque de función OB1.

Nota: se explicará un único segmento de cada proceso cuyo esquema es recurrente en la programación, para ver la programación completa del sistema ver Anexo A.

5.3.5.1. Botón de encendido

Se utilizó un pulsador para iniciar el sistema, paralelo a este, un contacto de enclavamiento para mantener el sistema encendido. Se mantendrá encendido mientras no se pulse el botón de Stop que tiene una configuración de contacto normalmente cerrado, en la figura 18 se muestra el segmento del encendido del sistema.

5.3.5.2. Encendido del sistema

Este segmento 1 tiene como función el inicio del sistema en general, el cual ocurre cuando es presionado el pulsador (NA) de encendido correspondiente a la entrada E0.0 o se activa la marca M0.1 de encendido por pantalla. Si el botón de apagado (NC) de la entrada E0.1 o la marca de apagado por pantalla (NA) no están presionados, se energiza la bobina de la marca 0.0 y un contacto (NA) de esa bobina produce el enclavamiento para que el sistema siga encendido al soltar los pulsadores de encendido.

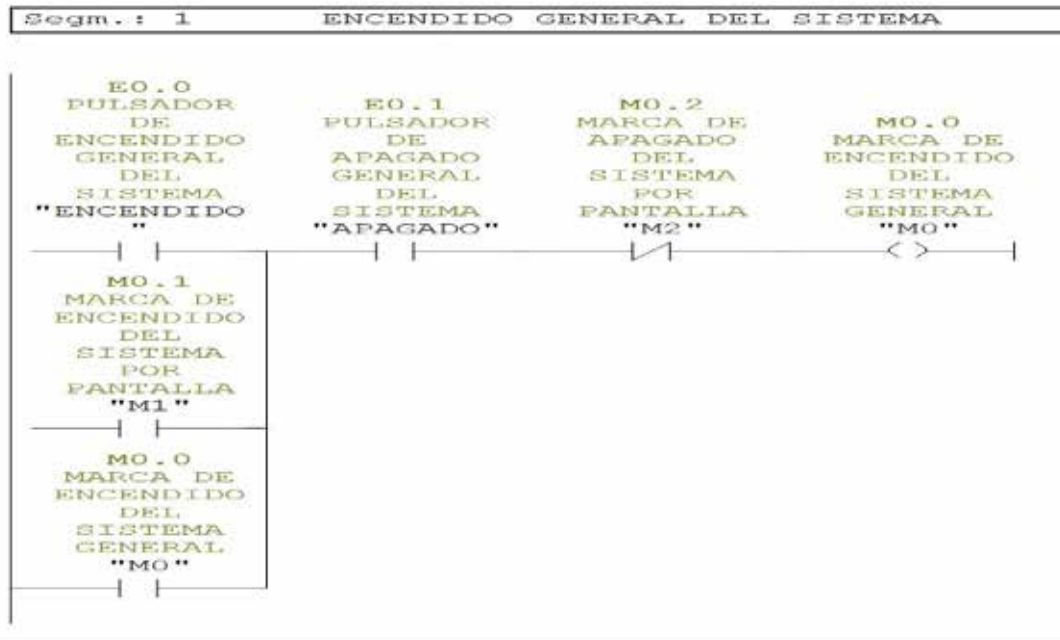


Figura 18. Segmento de encendido del sistema

Fuente: STEP7

5.3.5.3. Condiciones necesarias para el funcionamiento de la bomba

En este segmento 2 se verifica si las condiciones mínimas establecidas para que pueda encender la bomba se cumplen. Para que esta marca se active debe cumplirse que el sensor de nivel bajo del pozo este activo y el sensor de nivel Alto Alto del tanque debe estar inactivo. También debe cumplirse alguna de las llamadas de activación de

la bomba, ya sea a través del encendido manual de la bomba por la marca M0.5 o por encendido automático cuando el sensor de nivel alto del pozo se activa.

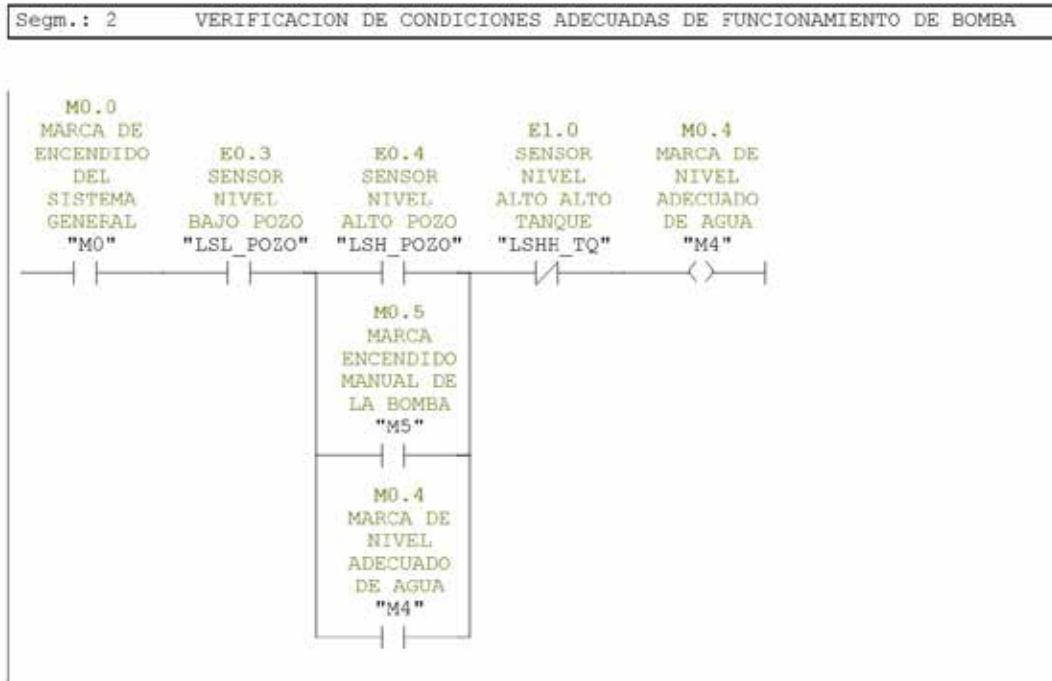


Figura 19. Condiciones necesarias para el funcionamiento de la bomba
Fuente: STEP7

5.3.5.4. Contactor de la bomba

Este segmento número 3 es el designado para activar la salida del contactor de la bomba cuando se cumplen las condiciones requeridas. Si la señal del térmico no está activa, la marca de nivel adecuado esta activa, y no se ha presionado la parada de emergencia por tablero o pantalla, entonces se activa la salida del contactor de la bomba.

Segm.: 3 CONTACTOR DE LA BOMBA

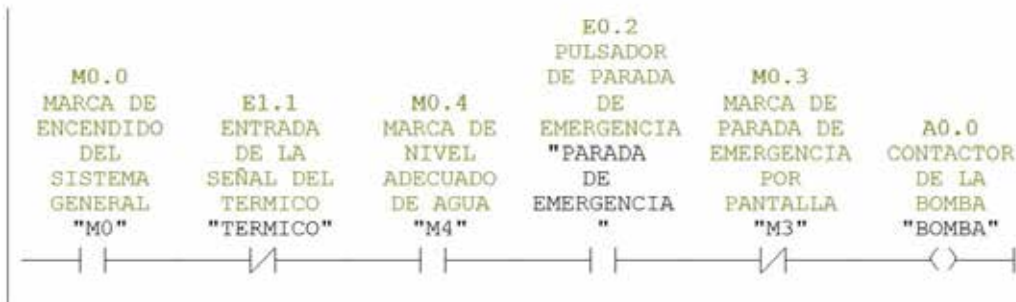


Figura 20. Contactor de la bomba
Fuente: STEP7

5.3.5.5. Nivel bajo-bajo del tanque

En este segmento número 4 se activa la luz piloto del nivel bajo bajo del tanque cuando la entrada E0.5 recibe la señal del sensor, se energiza la salida A0.1.

Segm.: 4 LUZ PILOTO NIVEL BAJO BAJO DEL TANQUE

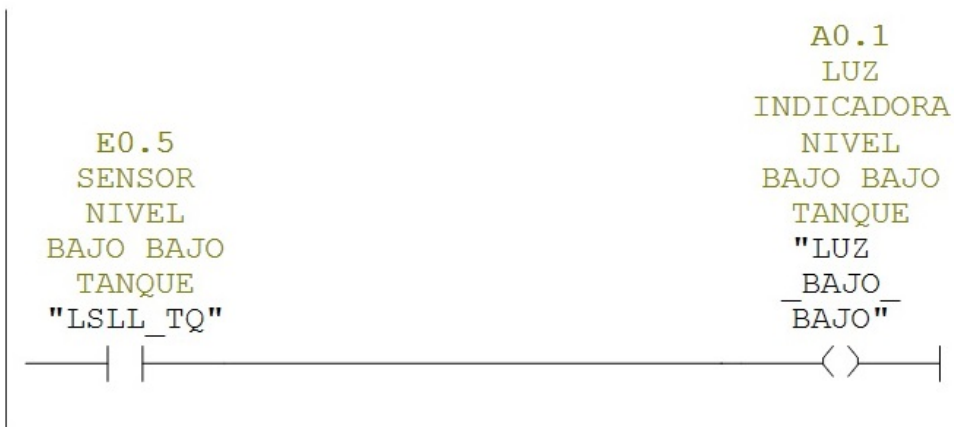


Figura 21. Nivel bajo-bajo del tanque
Fuente: STEP7

5.3.5.6. Nivel bajo del tanque

En este segmento número 5 se activa la luz piloto del nivel bajo del tanque cuando la entrada E0.6 recibe la señal del sensor, se energiza la salida A0.2.

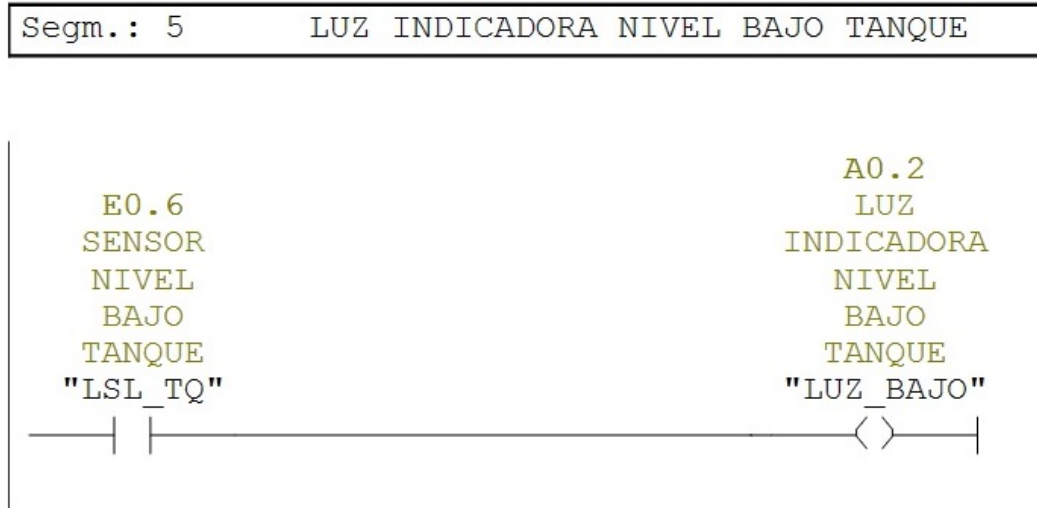


Figura 22. Nivel bajo del tanque

Fuente: STEP7

5.3.5.7. Nivel alto-alto del tanque

En este segmento número 6 se activa la luz piloto del nivel alto-alto del tanque cuando la entrada E1.0 recibe la señal del sensor, se energiza la salida A0.3.

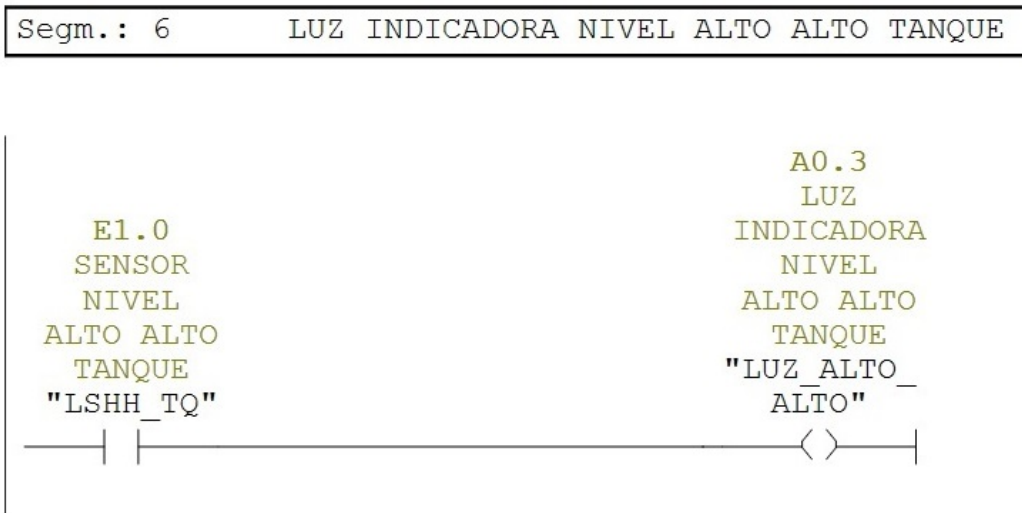


Figura 23. Nivel alto-alto del tanque

Fuente: STEP7

5.3.5.8. Luz indicadora térmico

En este segmento número 7 se activa la luz Indicadora del térmico cuando la entrada E1.1 recibe la señal del térmico al dispararse el mismo, entonces se energiza la salida A0.5.

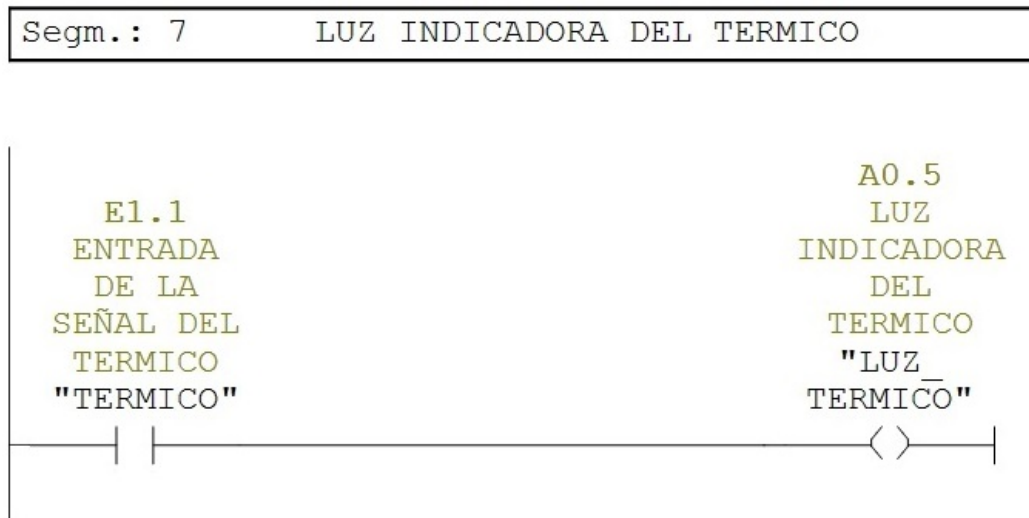


Figura 24. Luz indicadora del térmico

Fuente: STEP7

5.3.5.9. Contador de mantenimiento del contactor

Este segmento número 8 permite contar el número de conmutaciones del contactor al tener como entrada, del contador Z0, un contacto virtual de la bobina de salida del contactor de la bomba. El número de conmutaciones se va reflejando en la variable Contador_BCD_Contactor.

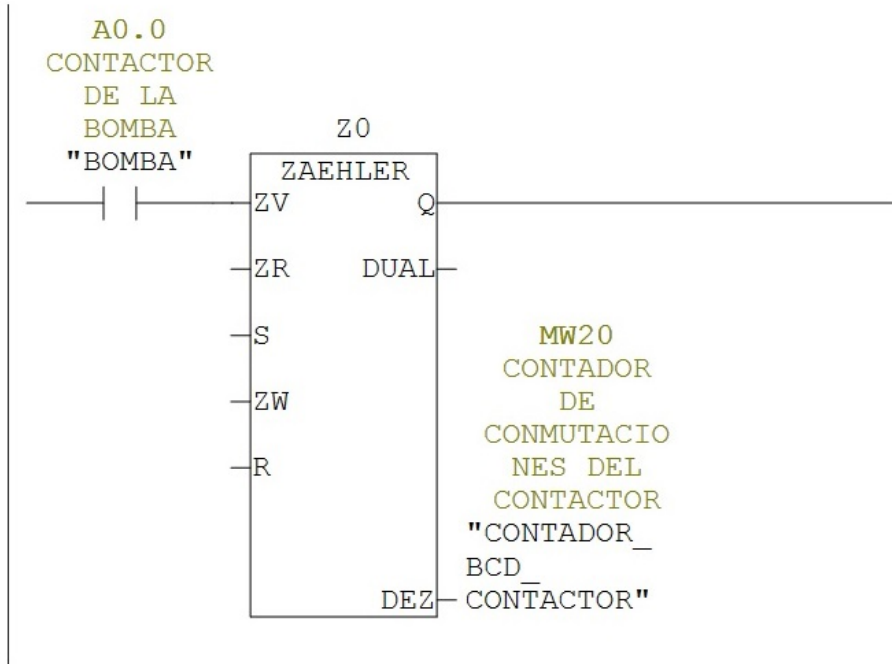


Figura 25. Contador de mantenimiento del contactor
Fuente: STEP7

5.3.5.10. Conversor BCD a entero del contactor

En este segmento número 9 se convierte la variable Contador_BCD_Contactor de formato BCD a la variable Contador_ENTERO_Contacto de formato entero.

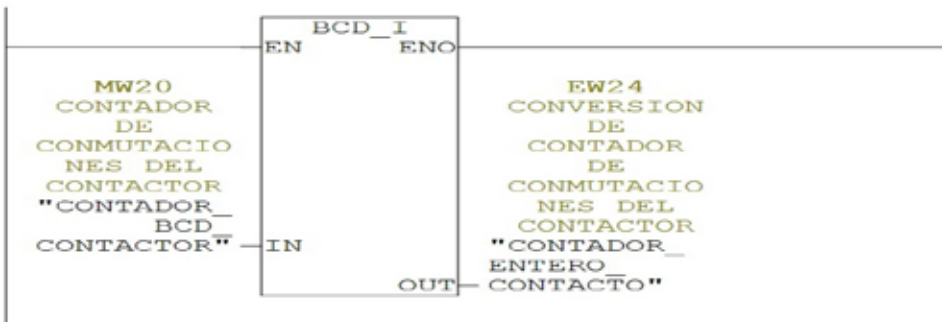


Figura 26. Conversor BCD a entero del contactor
Fuente: STEP7

5.3.5.11. Mantenimiento del Contactor

En este segmento número 10 se activa la marca de mantenimiento del contador cuando se compara la variable Contador_ENTERO_Contacto con un valor de referencia, si el valor de la variable es mayor o igual al valor de referencia entonces se activa la marca M0.6 del mantenimiento del contactor.

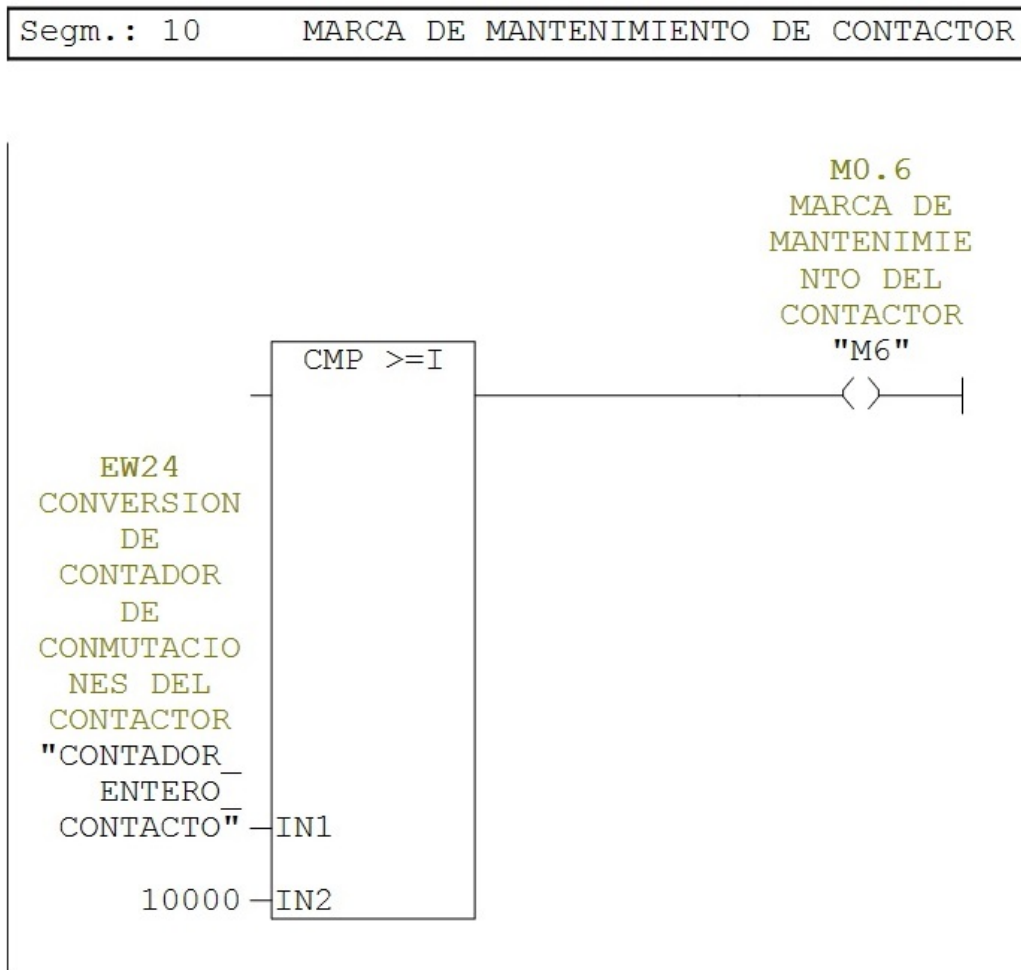


Figura 27. Mantenimiento del contactor

Fuente: STEP7

5.3.5.12. Contador de mantenimiento de la bomba

Este segmento número 11 permite contar el número de conmutaciones de la bomba al tener como entrada, del contador Z1, un contacto virtual de la bobina de salida del contactor de la bomba. El número de conmutaciones se va reflejando en la variable Contador_BCD_Bomba.

Segm.: 11 CONTADOR DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA

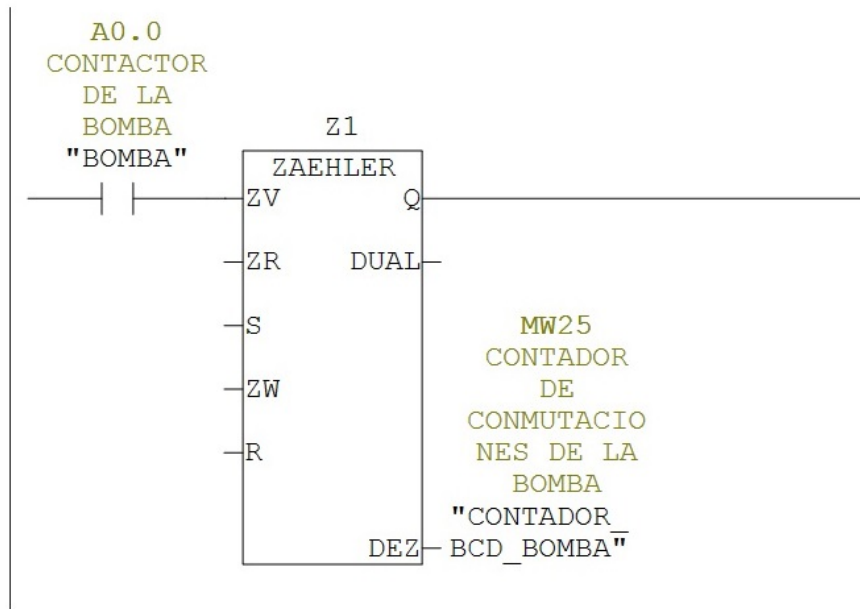


Figura 28. Contador de mantenimiento de la bomba

Fuente: STEP7

5.3.5.13. Conversor BCD a entero de la bomba

En este segmento número 12 se convierte la variable Contador_BCD_Bomba de formato BCD a la variable Contador_ENTERO_Bomba de formato entero.

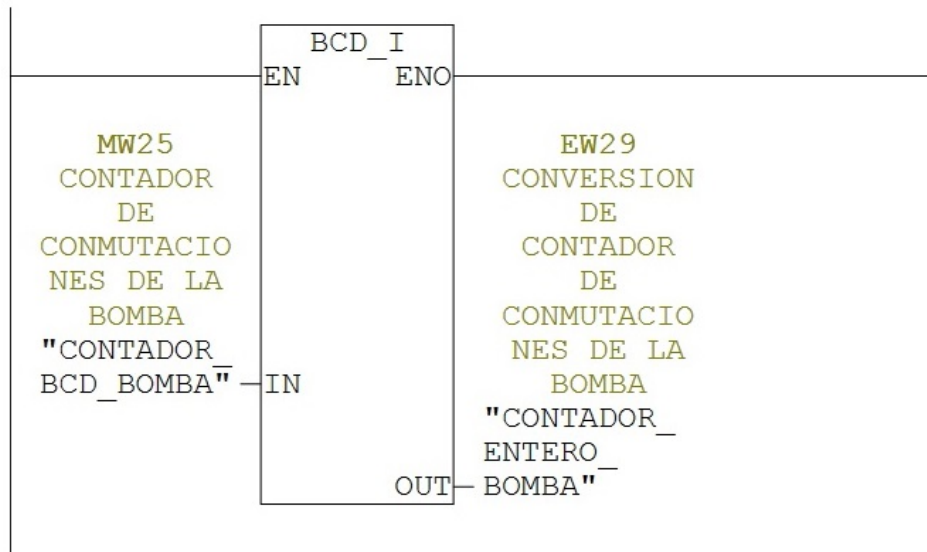


Figura 29. Conversor BCD a entero de la bomba

Fuente: STEP7

5.3.5.14. Mantenimiento de la bomba

En este segmento número 13 se activa la marca de mantenimiento de la bomba cuando se compara la variable Contador_ENTERO_Bomba con un valor de referencia, si el valor de la variable es mayor o igual al valor de referencia entonces se activa la marca M0.7 de mantenimiento de la bomba.

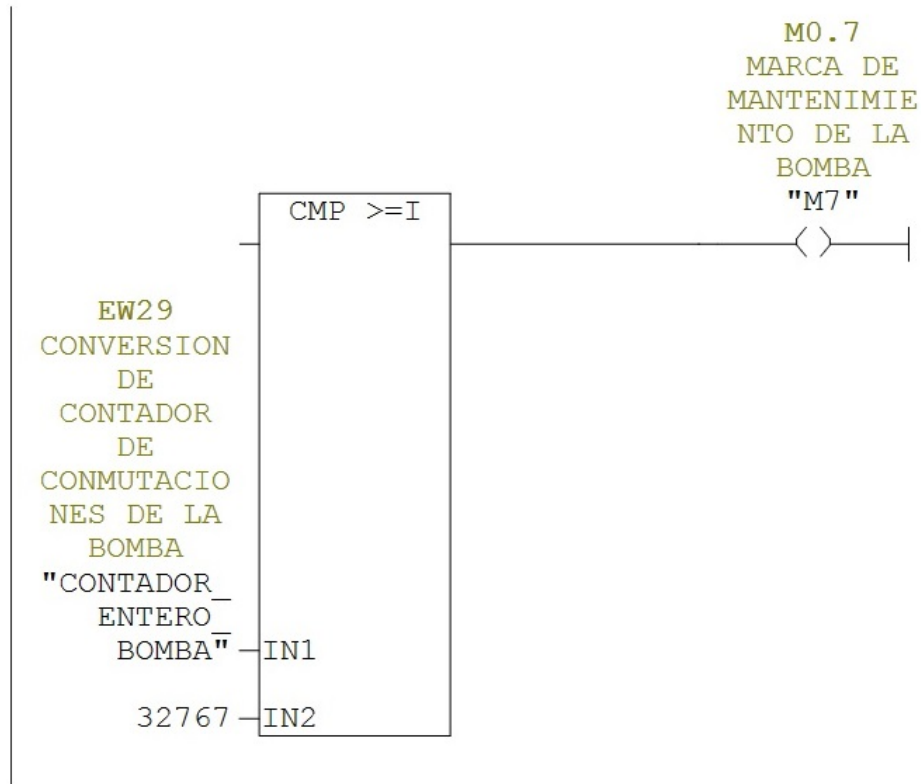


Figura 30. Mantenimiento de la bomba

Fuente: STEP7

5.3.5.15. Temporizador de mantenimiento preventivo de los sensores de nivel

En este segmento número 14 se utiliza un temporizador en combinación con un contador para lograr llevar el tiempo de funcionamiento necesario para realizar un mantenimiento preventivo de los sensores de nivel. Dicha combinación se hizo necesaria debido a que un temporizador por sí solo no lograría contabilizar el tiempo necesario al que se desea llegar (3 meses). Cuando se activa la marca de encendido, se inicia el funcionamiento del temporizador T0 que cuenta 2 horas y se reinicia. Cada vez que se reinicia el temporizador, se incrementa en una unidad el contador Z2. Las variables Tiempo Temporizador_BCD y Contador_BCD_Temporizado son las salidas

necesarias para el reinicio del temporizador y para el conteo del tiempo respectivamente.

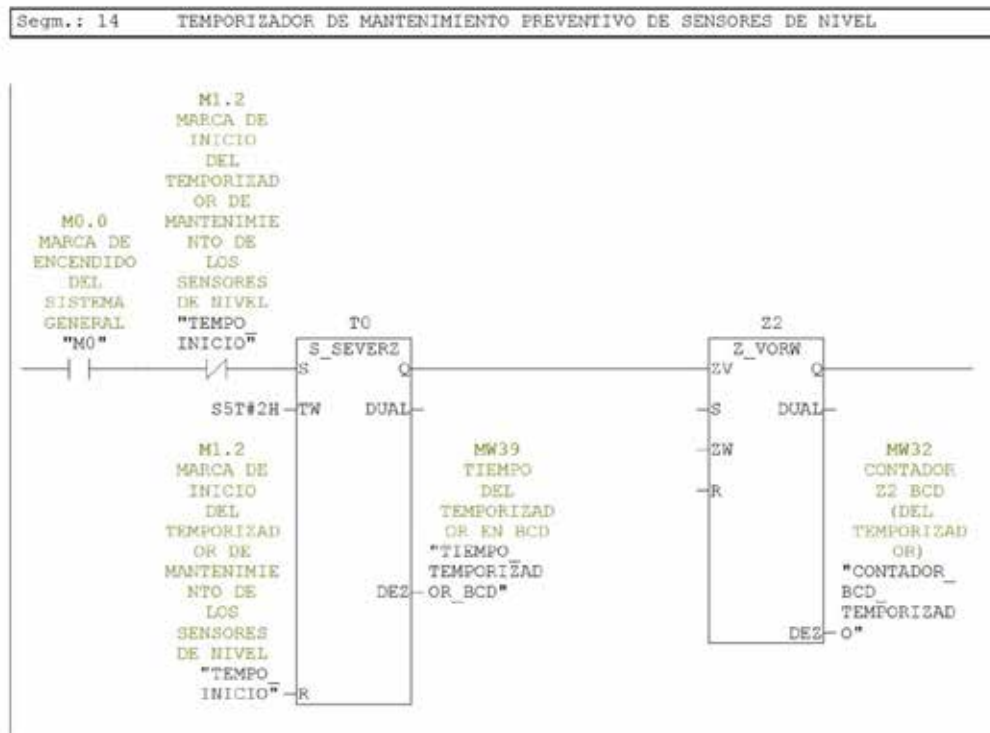


Figura 31. Temporizador de mantenimiento preventivo de los sensores de nivel
Fuente: STEP7

5.3.5.16. Convertidor BCD-ENTERO del temporizador del mantenimiento de los sensores

La función de este segmento número 15 es la de convertir la variable en formato BCD de nombre Tiempo_Temporizador_BCD a la variable de formato entero Tiempo_Temporizador_ENTERO para ser utilizado en el siguiente segmento.

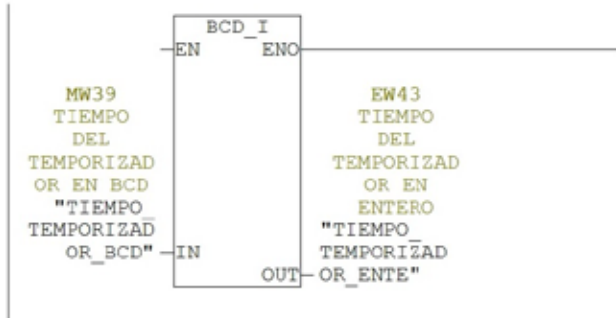


Figura 32. Convertidor BCD-ENTERO del temporizador del mantenimiento de los sensores.

Fuente: STEP7

5.3.5.17. Reset del temporizador

En este segmento número 16 se utiliza la variable de salida del segmento anterior para ser comparada con la finalidad de reiniciar el temporizador T0.

Para ello se compara la variable Tiempo_Temporizador_ENTERO y cuando esta es igual a 0 (cero), se activa la entrada de un temporizador de 1 segundo de duración que activa la variable Tiempo_Inicio que resetea el temporizador T0 del segmento 14.

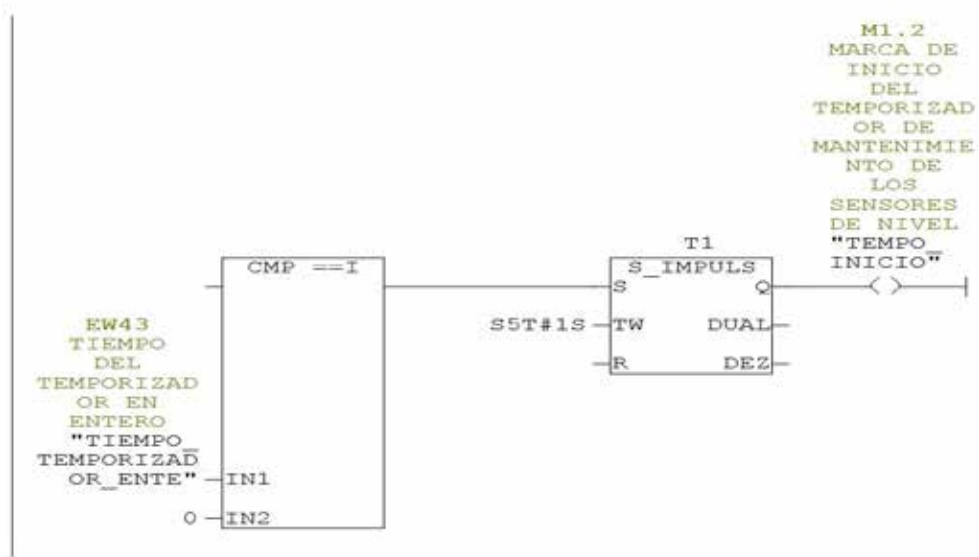


Figura 33. Reset del temporizador

Fuente: STEP7

5.3.5.18. Convertido BCD_ENTERO del contador de mantenimiento de los sensores

La función de este segmento número 17 es convertir la variable en formato BCD de nombre Contador_BCD_Temporizador a la variable de formato entero Contador_ENTERO_Tempo para ser utilizado en el siguiente segmento.

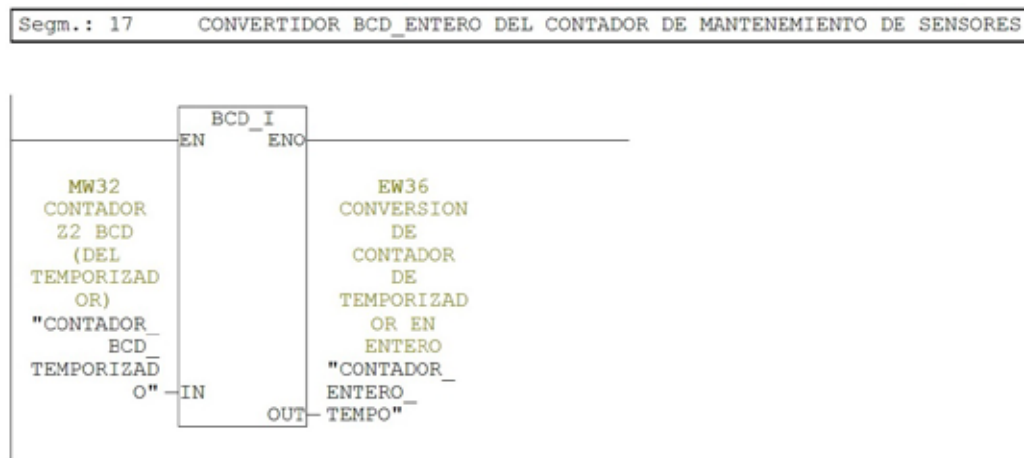


Figura 34. Convertido BCD_ENTERO del contador de mantenimiento de los sensores

Fuente: STEP7

5.3.5.19. Mantenimiento de los sensores de nivel

Este segmento número 18 realiza la comparación de la salida entera del contador de mantenimiento de los sensores de nivel con el número de referencia que es 1.080 (ya que al multiplicarlo por las 2 horas del temporizador da un tiempo equivalente a 90 días), cuando el valor del contador es igual o mayor a dicha referencia, se activa la marca de mantenimiento de los sensores de nivel.

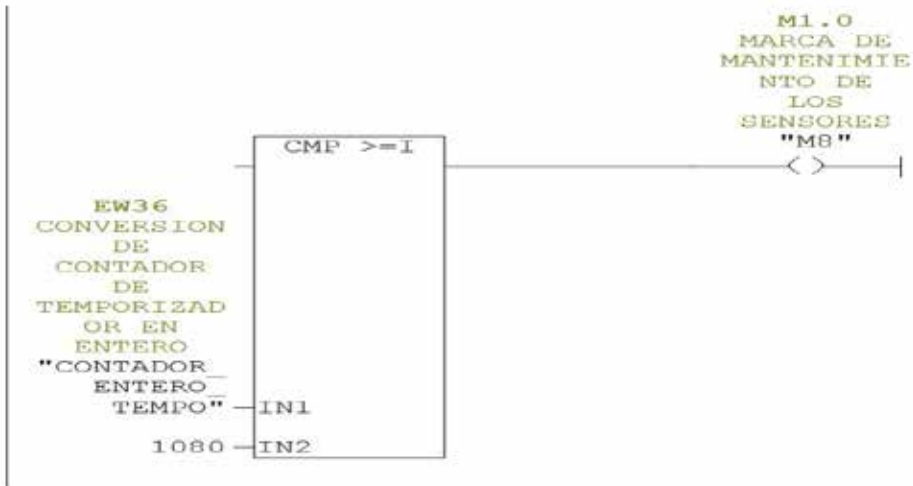


Figura 35. Mantenimiento de los sensores de nivel
Fuente: STEP7

5.3.5.20. Mantenimiento preventivo del sistema

En este segmento número 19 se activa la luz de mantenimiento preventivo del sistema, si esta activa cualquiera de las marcas de mantenimiento (marca de mantenimiento del Contactor, marca de mantenimiento de la bomba o marca de mantenimiento de los sensores).

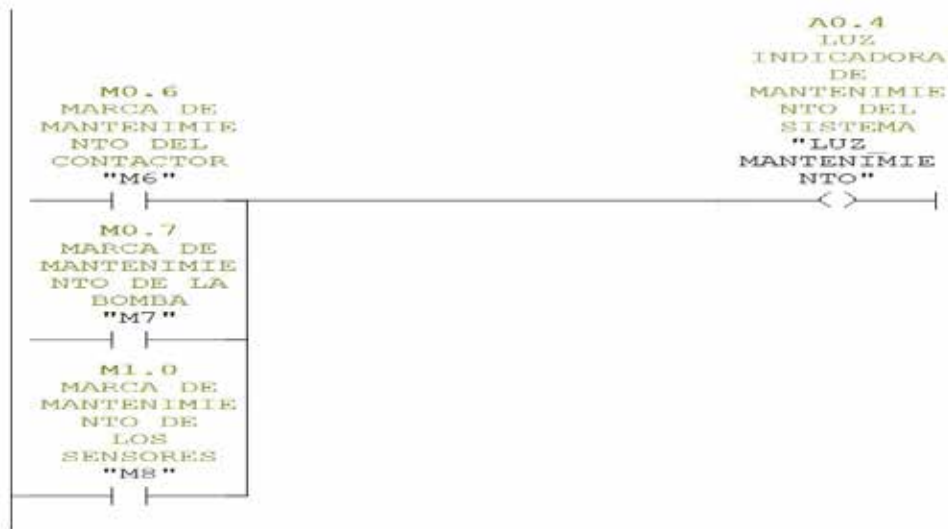
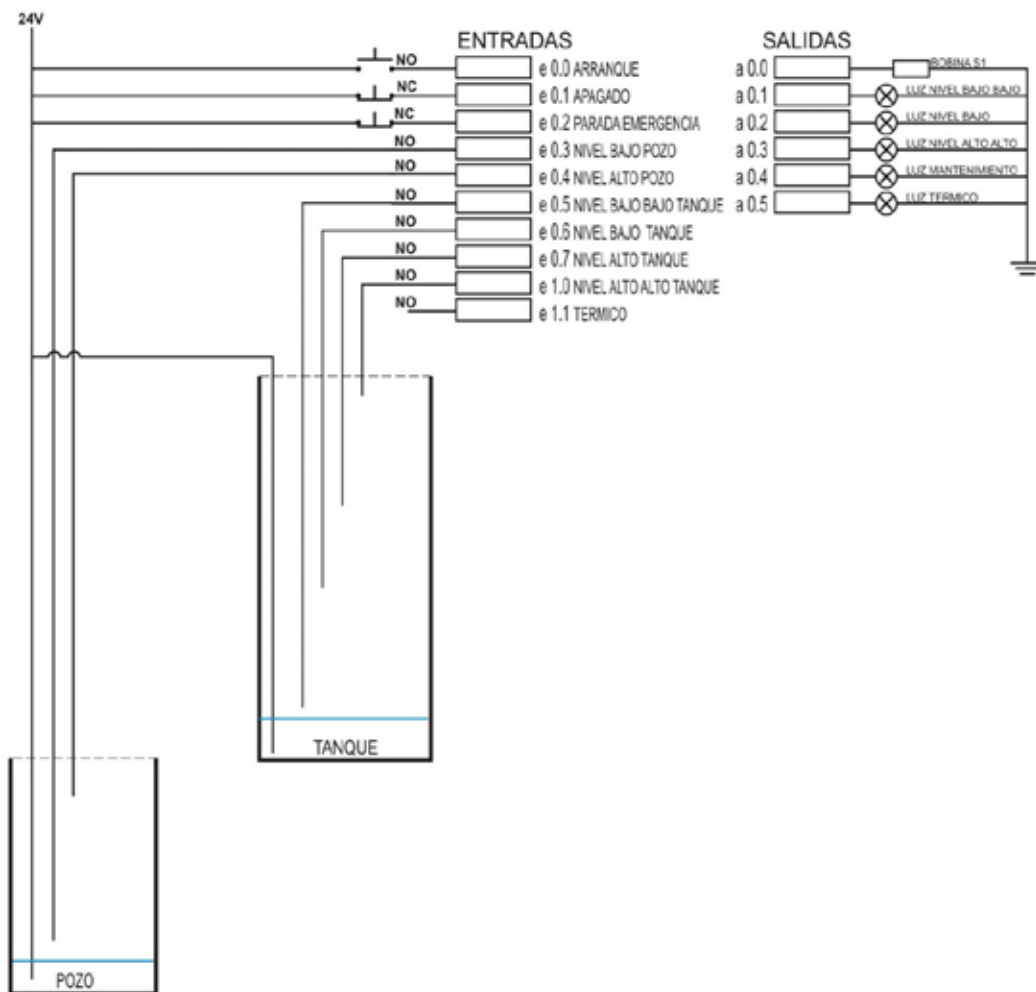


Figura 36. Mantenimiento preventivo del sistema
Fuente: STEP7

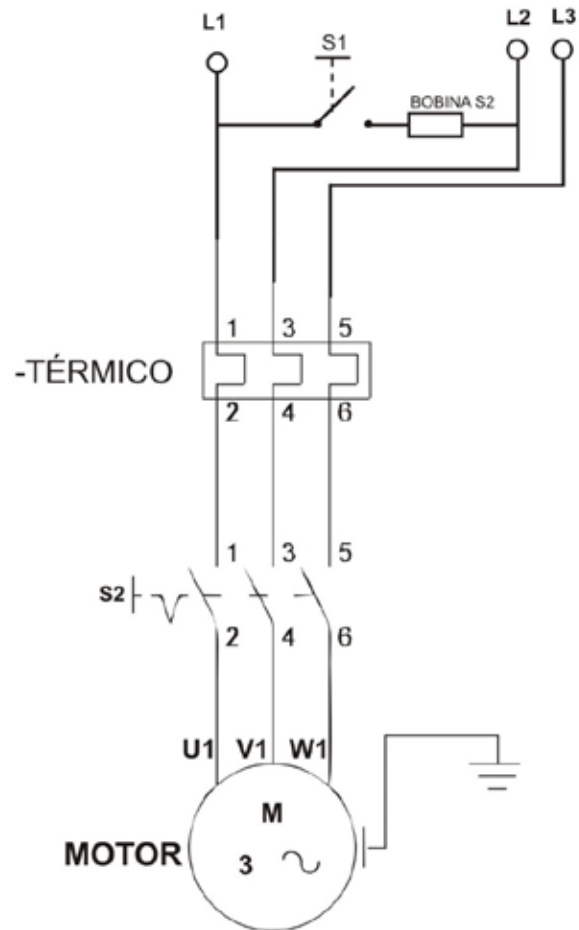
5.3.6. HMI

Al implementarse este proyecto, el sistema de control de nivel del tanque de agua para suministros de la empresa FCA contará con una pantalla HMI, la cual poseerá una interfaz visual fácil de manejar, donde se podrá visualizar el estatus del sistema, a su vez también se podrán observar las alertas de mantenimiento preventivo.

5.3.7. Diagrama del control de nivel de líquido



5.3.8. Diagrama de potencia



CONCLUSIONES

Se logró diseñar una propuesta viable para controlar el sistema de llenado y descarga del tanque de 1.000.000 litros satisfactoriamente. Para esto se realizó un proceso sistemático en el cual se siguieron las fases establecidas para alcanzar los objetivos específicos.

Con el cerebro principal del sistema el PLC S7-300 de Siemens se logró realizar la programación de manera exitosa y con visión de futuras expansiones del proyecto, logrando también minimizar las pérdidas que representan el proceso actual.

Esta propuesta garantiza la automatización del sistema del llenado y descarga del tanque para evitar el rebose y costos adicionales en operaciones del proceso.

El periodo de pasantías representa una parte fundamental para cualquier estudiante de ingeniería electrónica debido a que adquieren conocimientos prácticos tanto en el área de la ingeniería en si, como en la parte humanitaria y social de cada persona.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que si se llegara a implementar este proyecto, instruir y educar a todo el personal que opera de forma directa o indirecta acerca del sistema de control del tanque de agua para suministros de la empresa para una correcta utilización de la nueva tecnología implementada, debido al grado de importancia que implica este tanque para los procesos de la empresa FCA.

REFERENCIAS

Impresas

Añez, G., Scarano M., (2014) “**Modelado experimental del nivel de un tanque de agua en una planta piloto**”. Universidad del Zulia (LUZ), Escuela de Ingeniería Mecánica, núcleo Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

Benítez, D. (1994) “**Diseño y construcción de un sistema de control de un nivel de líquido**”. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Electrónica y Control. Presentado en la Escuela Politécnica Nacional de Quito.

De Pizzella, A. (2016) “**Presentación y transcripción del trabajo especial de grado**”
Publicado en la universidad José Antonio Páez.

Lozada, J., Grajales, A., (2010) “**Control y medida de nivel de líquido por medio de un sensor de presión diferencial**”. Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo Eléctrico. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología Eléctrica.

Narváez, H., Martínez, C. (2016) “**Sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con la ayuda de sensores**”. Tesis monográfica para optar al título de Ingeniero Eléctrico y Electrónico. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Electrotecnia y Computación, Departamento de Eléctrica. Managua.

Electrónicas

Información referente a los tipos de investigación, blog disponible en:
<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/tipos-de-investigacion.html>.
[Consulta: 2018, Marzo 27].

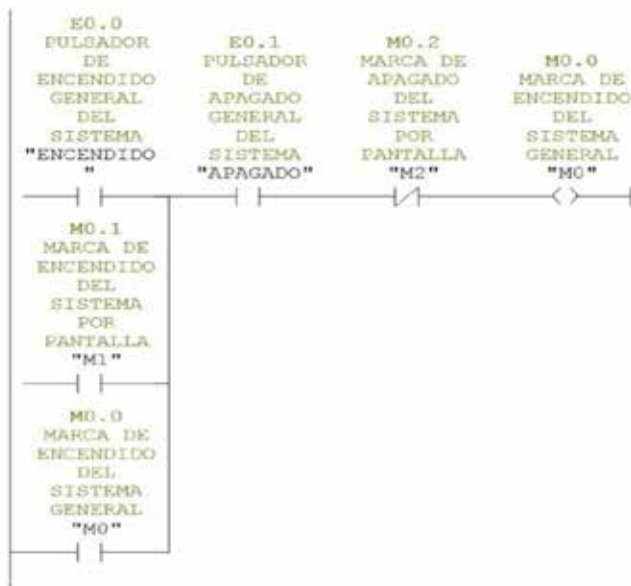
Información referente a los proyectos factibles, publicación disponible en:
<http://proyectofactible6.blogspot.com/>. [Consulta: 2018, Marzo 27].

Información que hace referencia a definiciones de términos, pagina disponible en:
<https://espaciovirtual.wordpress.com/2007/08/11/101-terminos-de-investigacion-cientifica/>. [Consulta: 2018, Marzo 28].

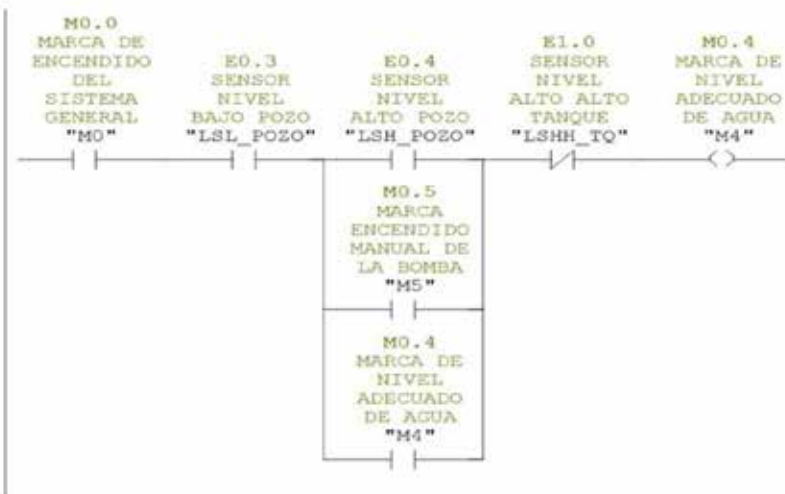
ANEXO A

Anexo A: Lógica de programación del sistema de control de nivel de líquido del tanque de suministro de agua para procesos de la empresa.

Segm.: 1 ENCENDIDO GENERAL DEL SISTEMA



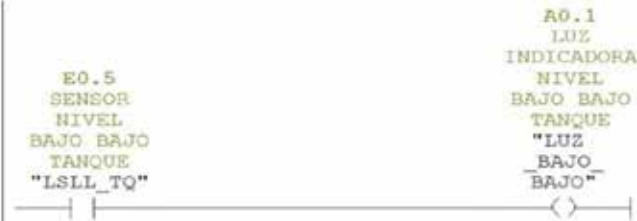
Segm.: 2 VERIFICACION DE CONDICIONES ADECUADAS DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBA



Segm.: 3 CONTACTOR DE LA BOMBA



Segm.: 4 LUZ PILOTO NIVEL BAJO BAJO DEL TANQUE



Segm.: 5 LUZ INDICADORA NIVEL BAJO TANQUE



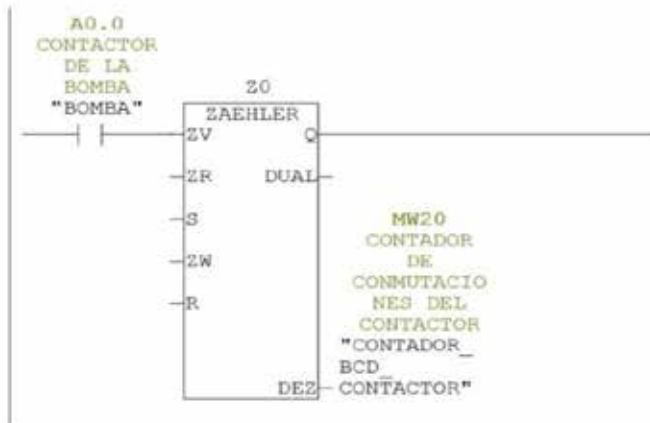
Segm.: 6 LUZ INDICADORA NIVEL ALTO ALTO TANQUE



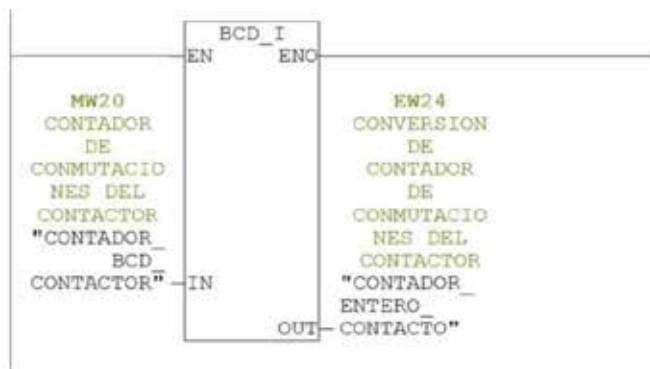
Segm.: 7 LUZ INDICADORA DEL TERMICO



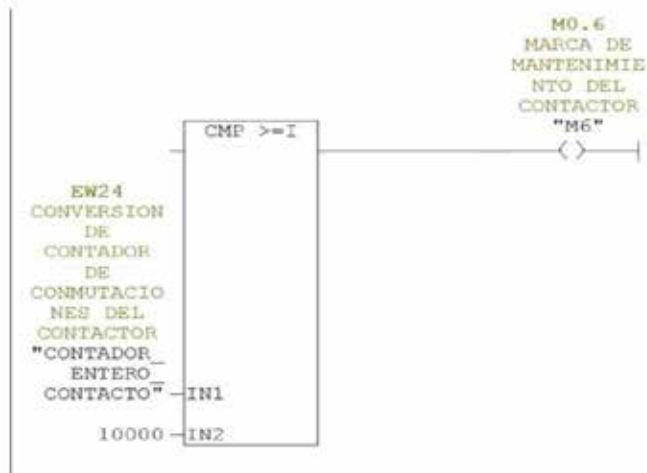
Segm.: 8 CONTADOR DE MANTENIMIENTO DEL CONTACTOR



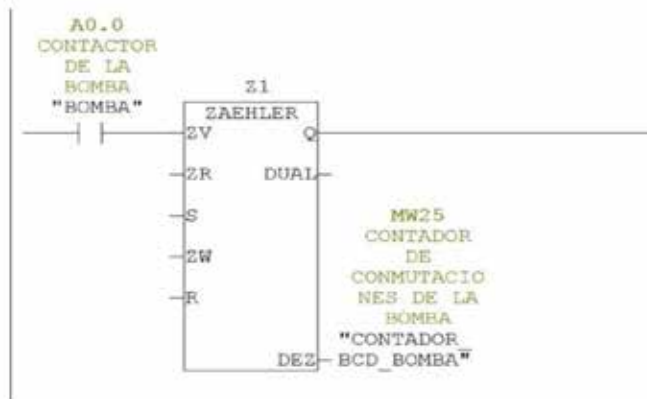
Segm.: 9 CONVERTOR BCD A ENTERO DEL CONTACTOR



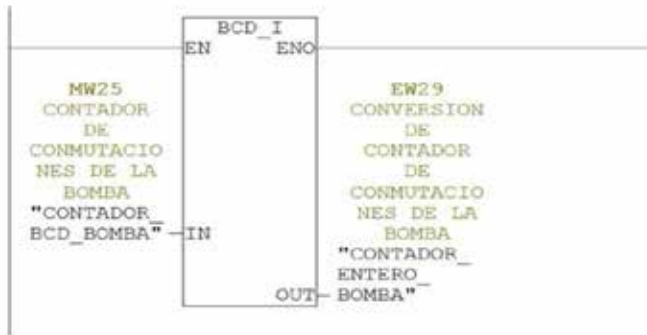
Segm.: 10 MARCA DE MANTENIMIENTO DE CONTACTOR



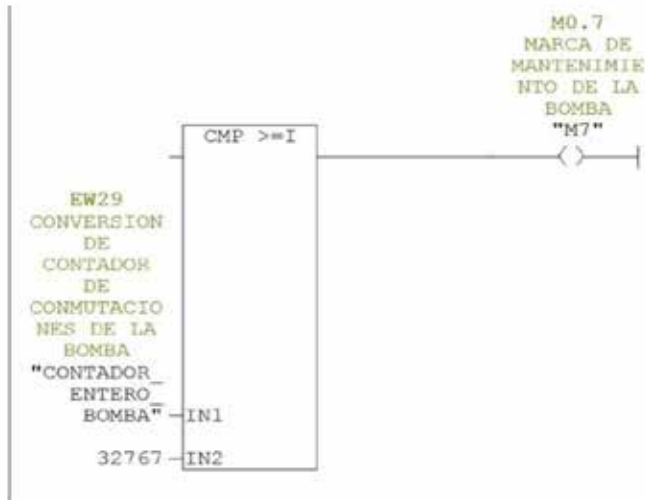
Segm.: 11 CONTADOR DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA



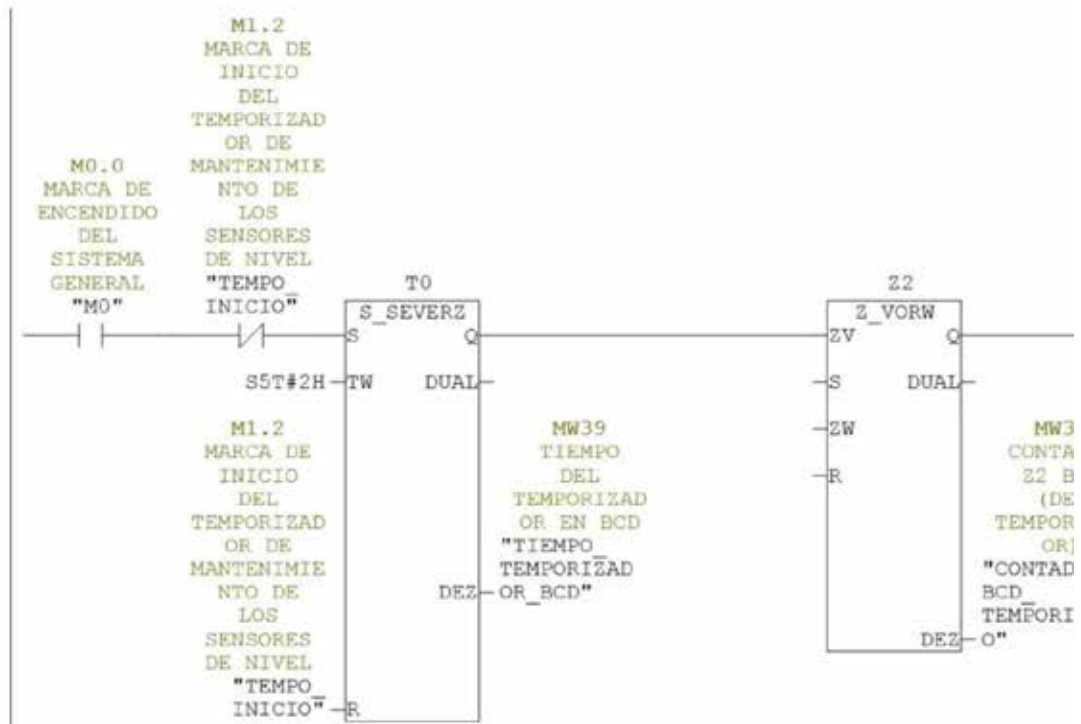
Segm.: 12 CONVERTOR BCD A ENTERO DE LA BOMBA



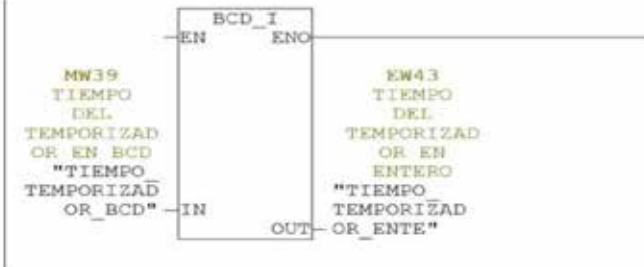
Segm.: 13 MARCA DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA



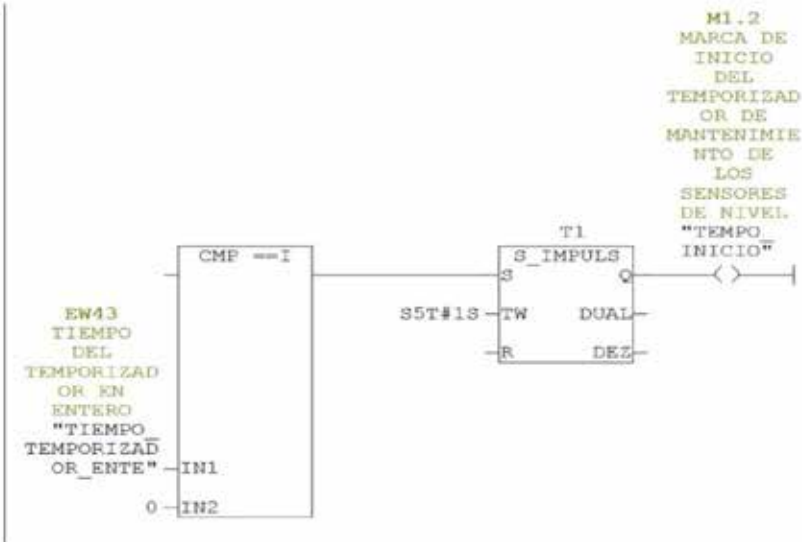
Segm.: 14 TEMPORIZADOR DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SENSORES DE NIVEL



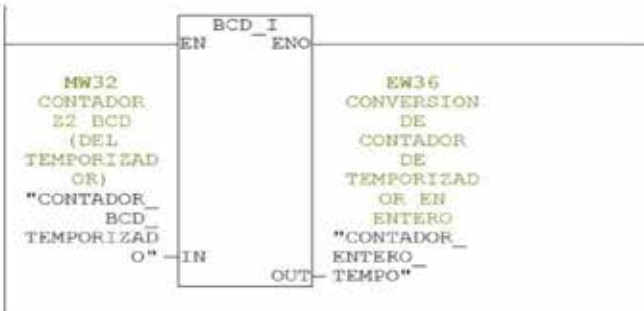
Segm.: 15 CONVERTIDOR BCD-ENTERO DEL TEMPORIZADOR MANTENIMIENTO SENSORES



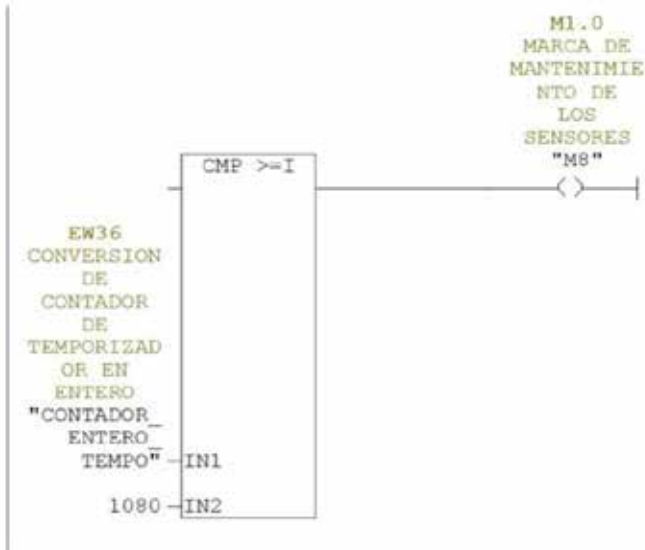
Segm.: 16 MARCA RESETEO TEMPORIZADOR



Segm.: 17 CONVERTIDOR BCD_ENTERO DEL CONTADOR DE MANTENIMIENTO DE SENSORES



Segm.: 18 MARCA DE MANTENIMIENTO DE LOS SENSORES



Segm.: 19 LUZ PILOTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

