

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y  
AVIÓNICA**

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRUEBA DE AGUA PARA  
VEHÍCULOS MEDIANTE UN PLC EN AYMESA S.A.**

**POR:**

**MANGUI TIVAN MARCO ANTONIO**

**Trabajo de graduación como requisito previo para la obtención del título de:**

**ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**TECNÓLOGO EN:**

**ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**2012**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. MANGUI TIVAN MARCO ANTONIO, como requerimiento parcial para la obtención del título en ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

---

PABLO XAVIER PILATASIG PANCHI

Latacunga, Septiembre 3 de 2012

## DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios por darme toda la sabiduría, el entendimiento y la perseverancia para culminar mi carrera. A mis padres quienes se han desvelado por brindarme apoyo constante durante todo el transcurso de mis estudios y de mi vida.

A mi esposa, por haberme brindado su apoyo, por el soporte que representa para la consecución de éste y muchos otros sueños.

A todos mis hermanos y familiares a quienes quiero y aprecio, que de una u otra manera me han apoyado no sólo durante mi carrera profesional sino en cada momento de mi vida.

**Marco Antonio Mangui Tivan**

## **AGRADECIMIENTO**

Al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO por abrirme sus puertas para estudiar y lograr mi meta propuesta.

A la Empresa AYMESA S.A. por darme el auspicio y la confianza para desarrollar el presente proyecto. Al departamento de ingeniería en especial al Ing. Roberto Jiménez por brindarme su apoyo incondicional, por confiar en mis habilidades y destrezas.

A mi director de proyecto de grado Pablo Pilatasig por haber confiado en mis capacidades, y conocimientos.

**Marco Antonio Mangui Tivan**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE FOTOS	XIV
RESUMEN	XVI
SUMMARY	XVIII

### CAPÍTULO I

EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Formulación del problema.....	1
1.3 Justificación e importancia.....	2
1.4. Objetivos.....	2
1.4.1 Objetivo General.....	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	2
1.5 Alcance.....	3

### CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Introducción.....	4
2.1.2. Proceso de ensamblado en AYMESA.....	5
2.1.2.1 Etapa de soldadura.....	5
2.1.2.2 Etapa de pintura (Área E.L.P.O).....	6
2.1.2.3 Área de pintura.....	6
2.1.2.4 Etapa de ensamblaje.....	7

2.1.2.5 Etapa de Control de Calidad.....	7
2.1.2.5.1 Prueba de agua.....	7
2.2. Automatización.....	8
2.2.1 Concepto.....	8
2.2.2 Control.....	9
2.2.2.1 Sistema de control lazo cerrado.....	10
2.2.3 Componentes de un sistema automatizado.....	10
2.2.4. Lógica de control.....	11
2.2.4.1 Lógica cableada.....	11
2.2.4.2 Lógica programada.....	11
2.2.5 Objetivos de automatizar.....	12
2.2.6 Fases para la automatización.....	13
2.3. Sistema hidroneumático.....	14
2.3.1 Motor eléctrico.....	14
2.3.1.1 Especificaciones del motor marca BALDOR.....	16
2.3.1.2 Diagrama de conexión.....	17
2.3.2. Bomba centrífuga.....	17
2.3.2.1 Características de la bomba GOULD 5BF11135-1.....	19
2.3.2.1.1 Sistema de sellado de la bomba centrífuga.....	20
2.3.2.2 Velocidad específica.....	21
2.4. Guardamotor.....	22
2.5. Sensores.....	24
2.5.1 Sensor de nivel de agua.....	24
2.5.1.1 Sensores de nivel tipo relé RM4-LG01G.....	24
2.5.1.2 Electrodo de nivel LA9-RM201 TELEMECANIQUE.....	26
2.5.1.3 Funcionamiento de RM4-LG01G y LA9-RM201.....	28
2.5.2. Sensores fotoeléctricos.....	29
2.5.2.1 Sensor fotoeléctrico difuso.....	30
2.5.2.2 Características del sensor difuso E3Z marca OMRON.....	31
2.5.2.3 Especificaciones generales del E3Z-D82.....	32
2.5.2.4 Modo de conexión.....	33

2.5.2.5 Partes del sensor difuso de E3Z-D82.....	34
2.6. PLC.....	36
2.6.1 PLC Allen-Bradley 1400/1766.....	40
2.6.1.1 Características PLC 1400 1766-L16BWA.....	41
2.6.1.2 Especificaciones generales MicroLogix 1400 1766-L16BWA.....	43
2.6.2 Módulos de entradas y salidas.....	44
2.7. Introducción a RSLogix 500.....	47
2.7.1 Descripción general del software para programación.....	47
2.7.2 Requisitos mínimos del sistema.....	48
2.7.3 Ventana del RSLogix 500.....	49
2.7.3.1 Barra de menú.....	50
2.7.3.2 Barra de iconos.....	50
2.7.3.3 Barra de estado del procesador.....	50
2.7.3.4 Árbol del proyecto.....	51
2.7.3.4.1 Controller properties.....	51
2.7.3.4.2 Processor Status.....	51
2.7.3.4.3 IO Configuration.....	51
2.7.3.4.4 Channel Configuration.....	51
2.7.4 Panel de resultados.....	53
2.7.5 Barra de instrucciones.....	53
2.7.6 Ventana del programa Ladder.....	54

### **CAPÍTULO III**

IMPLEMENTACIÓN.....	55
3.1. Sistema actual de la prueba de agua.....	55
3.1.1 Motor y bomba de agua centrífuga.....	56
3.1.2 Cabina de agua.....	56
3.1.3 Tanque cisterna.....	58
3.1.4. Tablero de control.....	58
3.1.4.1 Control del sistema.....	58
3.1.4.2 Dispositivos de control.....	59

3.1.4.3 Tablero de control secundario.....	60
3.2. Diseño del nuevo sistema de prueba de agua.....	60
3.2.1 Requerimientos técnicos.....	61
3.2.2. Instalación.....	67
3.2.2.1 Armado del tablero.....	67
3.2.2.2 Instalación del PLC y módulos de entradas y salidas.....	71
3.2.2.2.1 Voltaje de alimentación al PLC.....	71
3.2.2.3. Seguridades del sistema.....	75
3.2.2.3.1 Paro de emergencia.....	76
3.2.2.3.2 Electrodo de nivel bajo.....	76
3.2.2.3.3 Breaker.....	76
3.2.2.3.4 Auxiliares del guardamotor.....	77
3.2.2.4. Instalación del circuito de fuerza a las bombas.....	78
3.2.2.4.1 Contactor y guardamotor.....	80
3.2.2.5 Instalación de sensores fotoeléctricos y de nivel de agua.....	82
3.2.2.5.1 Instalación de los electrodos de nivel de agua en la cisterna.....	83
3.2.2.6 Instalación del semáforo.....	84
3.2.2.7 Instalación del tablero secundario.....	85
3.3. Comunicaciones.....	86
3.3.1 Configuración del Driver Serial en el Software RSLinx.....	87
3.3.2 Configuración de la comunicación Ethernet/IP y el autómeta.....	91
3.3.2.1 Establecer la dirección IP para el computador.....	92
3.3.2.2 Asignar una dirección IP al Micrologix 1400 1766-L16BWA.....	94
3.3.2.3 Configuración del Software de comunicación RSLINX con la IP.....	97
3.4. Instalación del software RSLogix 500.....	100
3.4.1 Elección del controlador en el RSLogix.....	101
3.4.2 Edición de un programa Ladder.....	103
3.4.3 Descarga del programa.....	110
3.4.4 Comprobación de funcionalidad PLC.....	110
3.4.5 Entradas y salidas utilizadas el programa.....	113



3.4.5.1 Realización del programa ladder “PRUEBA DE AGUA” .....	118
--	-----

## **CAPÍTULO IV**

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	128
4.1. Objetivo.....	128
4.2. Pruebas de funcionamiento de las seguridades.....	128
4.2.1 Comprobación del paro de emergencia.....	129
4.2.2 Comprobación de breakers.....	129
4.2.3 Comprobación del guardamotor.....	130
4.2.4 Comprobación del sensor de nivel de agua.....	130
4.3. Arranque del sistema en general.....	130
4.3.1 Arranque en modo manual.....	131
4.3.2 Arranque en modo automático.....	133
4.3.2.1 Funcionamiento del semáforo.....	135
4.3.2.2 Funcionamiento del sensor de nivel de agua.....	136
4.4. Medición de corrientes en BOMBA 1 y BOMBA 2.....	138
4.4.1 Medición de corriente pico.....	138
4.4.2 Medición de corriente en operación.....	139
4.5. Tiempo total del proceso de la prueba de agua.....	140

## **CAPÍTULO V**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
5.1 Conclusiones.....	142
5.2 Recomendaciones.....	143
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	147
ANEXO A CERTIFICADOS .....	149
ANEXO B PLANOS ELÉCTRICOS.....	151
ANEXO C ESTÁNDAR DE CALIDAD.....	165

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Ventajas de lógica programada.....	12
Tabla 2.2	Características de motor BALDOR.....	16
Tabla 2.3	Capacidad de presión bomba gould.....	21
Tabla 2.4	Reflectividad del sensor difuso.....	31
Tabla 2.5	Características E3Z-D82.....	33
Tabla 2.6	Conexión E3Z.....	34
Tabla 2.7	Entradas digitales a utilizar.....	38
Tabla 2.8	Salidas digitales a utilizar.....	39
Tabla 2.9	Partes principales del Micrologix 1400.....	42
Tabla 2.10	Especificaciones Micrologix 14001766-L16BWA.....	43
Tabla 3.1	Lista de materiales para el proyecto.....	62
Tabla 3.2	Direcciones utilizadas en lenguaje ladder.....	114
Tabla 3.3	Contadores utilizadas en lenguaje ladder.....	115
Tabla 3.4	Entradas utilizadas en lenguaje ladder.....	116
Tabla 3.5	Salidas utilizadas en lenguaje ladder.....	117
Tabla 3.6	Temporizadores utilizadas en lenguaje ladder.....	118
Tabla 4.1	Funcionalidad del semáforo.....	135
Tabla 4.2	Medición de voltaje y corriente.....	139
Tabla 4.3	Medición de corrientes en operación.....	140
Tabla 4.4	Tiempo total de operaciones.....	141

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.2.1: Lazo cerrado.....	10
Figura.2.2: Solución de problemas de automatización.....	13
Figura.2.3: Circuito de fuerza baldor.....	17
Figura.2.4: Bomba de Agua.....	18
Figura.2.5: Bomba gould.....	20
Figura.2.6: Sello mecánico.....	21
Figura.2.7: Símbolo del guardamotor.....	23
Figura.2.8: Relé sensor de nivel.....	24
Figura.2.9: Diagrama de funcionamiento RM4.....	25
Figura.2.10: Circuito interno RM4.....	26
Figura.2.11: Electrodo de nivel.....	27
Figura.2.12: Ubicación de electrodos.....	28
Figura.2.13: Funcionalidad del sensor fotoeléctrico.....	29
Figura.2.14: Ubicación del sensor fotoeléctrico.....	30
Figura.2.15: Sensor difuso omron.....	32
Figura.2.16: Partes de operación E3Z.....	34
Figura.2.17: Circuito interno E3Z-D82.....	35
Figura.2.18: Longitud de reflectancia E3Z-D82.....	35
Figura.2.19: Función del controlador.....	37
Figura.2.20: Micrologix 1400.....	40
Figura.2.21: Partes del PLC.....	42
Figura.2.22: Bloque de entradas PLC 1400.....	44
Figura.2.23: Módulos de expansión.....	45
Figura.2.24: Diagrama de cableado 1762- IQ16.....	45
Figura.2.25: Diagrama de cableado 1762- OW16.....	46
Figura.2.26: Cable de conexión.....	46
Figura.2.27: Esquema de automatización.....	47
Figura.2.28: Ventana del RSLogix 500.....	49
Figura.2.29: Árbol de proyecto.....	51

Figura.2.30: Archivos del programa.....	52
Figura.2.31: Archivo de datos.....	52
Figura.2.32: Diálogo de instrucciones.....	53
Figura.3.1: Cabina de Aspersión.....	57
Figura.3.2: Diseño del nuevo sistema.....	61
Figura.3.3: Diseño del nuevo tablero.....	68
Figura.3.4: Conexión de los electrodos.....	84
Figura.3.5: Circuito de control para tablero secundario.....	85
Figura.3.6: Ingreso a RSLinx.....	87
Figura.3.7: Configuración de drivers.....	88
Figura.3.8: Modo de conexión.....	88
Figura.3.9: Selección del driver.....	89
Figura.3.10: Configuración del puerto.....	90
Figura.3.11: Estado del driver.....	90
Figura.3.12: RSWho visualización del PLC.....	91
Figura.3.13: Establecer una dirección IP.....	92
Figura.3.14: Ingreso a área local.....	93
Figura.3.15: Ingreso a propiedades de conexión.....	93
Figura.3.16: Protocolos de internet.....	94
Figura.3.17: Ingreso de una nueva dirección IP.....	94
Figura.3.18: Ingreso a BOOTP/DHCP.....	95
Figura.3.19: Ingreso a herramientas.....	95
Figura.3.20: Máscara de subred.....	95
Figura.3.21: Ingreso de la IP al dispositivo.....	96
Figura.3.22: Configuración de drivers en RSLinx.....	97
Figura.3.23: Modo de conexión.....	98
Figura.3.24: Elección del driver.....	98
Figura.3.25: Elección del driver.....	99
Figura.3.26: Estado del driver.....	99
Figura.3.27: RSWho visualización del PLC 1400.....	100
Figura.3.28: Iniciando RSLogix 500.....	101

Figura.3.29: Configuración del autómata.....	102
Figura.3.30: Configuración del autómata y módulos.....	102
Figura.3.31: Ventana de instrucciones.....	103
Figura.3.32: Nueva rama.....	103
Figura.3.33: Operación paralela.....	104
Figura.3.34: Contacto.....	104
Figura.3.35: Ejemplo 1.....	105
Figura.3.36: Contacto cerrado.....	105
Figura.3.37: Ejemplo 2.....	105
Figura.3.38: Salida.....	106
Figura.3.39: Temporizador.....	106
Figura.3.40: Ejemplo 3.....	107
Figura.3.41: Ejemplo 4.....	107
Figura.3.42: Ejemplo 5.....	108
Figura.3.43: Opción de salidas.....	109
Figura.3.44: Cuadro de ayuda.....	109
Figura.3.45: Descarga del programa.....	110
Figura.3.46: Programación del nuevo sistema.....	127

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto.2.1: Área soldadura.....	5
Foto.2.2: Área E.L.P.O.....	6
Foto.2.3: Área pintura.....	6
Foto.2.4: Cabina de agua (calidad).....	8
Foto.2.5: Bombas de agua del sistema (actualmente).....	16
Foto.3.1: Bombas actuales.....	56
Foto.3.2: Ingreso de la unidad.....	58
Foto.3.3: Tablero de control actual.....	59
Foto.3.4: Tablero secundario actual.....	60
Foto.3.5: Riel DIN y canaleta ranurada.....	69
Foto.3.6: Instalación de dispositivos.....	70
Foto.3.7: Alimentación al PLC.....	72
Foto.3.8: Módulos de expansión.....	73
Foto.3.9: Bornes y relés.....	74
Foto.3.10: Dispositivos de mando.....	75
Foto.3.11: Paro de emergencia.....	76
Foto.3.12: Breaker principal.....	77
Foto.3.13: Auxiliares de guardamotor.....	77
Foto.3.14: Dispositivos de protección.....	79
Foto.3.15: Contactor y guardamotor.....	81
Foto.3.16: Bornes de fuerza.....	82
Foto.3.17: Ubicación de los sensores E3Z.....	83
Foto.3.18: Sensor de nivel de agua.....	83
Foto.3.19: Semáforo.....	85
Foto.3.20: Tablero secundario.....	86
Foto.3.21: Voltaje de la fuente.....	111
Foto.3.22: PLC en modo remoto.....	112
Foto.3.23: PLC y los módulos de expansión.....	112
Foto.3.24: Simulación en línea con el PLC.....	113

Foto.4.1: Dispositivos de mando.....	131
Foto.4.2: Pruebas en la cabina de agua.....	134
Foto.4.3: Funcionamiento del semáforo.....	135
Foto.4.4: Funcionamiento del RM4.....	136
Foto.4.5: Funcionamiento de los electrodos.....	137
Foto.4.6: Corriente pico.....	138
Foto.4.7: Bomba 1, Bomba 2.....	139
Foto.4.8: Corriente real.....	140
Foto.4.9: Tablero armado.....	141

## RESUMEN

La empresa AYMESA S.A. se dedica a la producción y comercialización de autos de la marca KIA, teniendo como uno de sus objetivos el mejoramiento continuo, razón por la cual auspició el presente proyecto.

El tema de este proyecto se refiere a la Automatización de la Cabina de Prueba de Agua en la empresa AYMESA S.A.

El primer capítulo trata acerca de la importancia y beneficios que tendrá la empresa con la implementación de este proyecto, permitiendo mejorar la calidad de la producción.

El segundo capítulo constituye el marco teórico, describe el proceso de ensamblaje de un vehículo, se detallan los conceptos fundamentales de automatización y control, para el armado del nuevo tablero de control y fuerza, además las características y funcionamiento de los motores y bombas de agua para la aspersion en la cabina. La elección del PLC en este capítulo es muy importante, porque funciona como parte principal del sistema.

En el tercer capítulo se sintetiza la implementación de cada uno de los dispositivos que conforman el hardware, los dispositivos como el sensor difuso y el sensor del nivel de agua son partes primordiales para automatizar la cabina. El software RS Logix500 se utiliza para programación en lenguaje ladder, utilizando instrucciones para que a su vez el PLC pueda implementar funciones, para la comunicación se utiliza el protocolo Ethernet/IP para descarga del programa.

En el cuarto capítulo, se detallan las pruebas de funcionamiento tanto del sistema de control incluido las pruebas del PLC en comunicación en línea con el computador, el sistema de fuerza así como el breaker principal del tablero, alimentando el sistema con 220VAC, además en funcionamiento del guardamotor que sirve como protección de las bombas en caso de desfases de corriente. El sistema de seguridad es muy importante, es por esto que se instaló seguridades al sistema, siendo el más principal



el paro de emergencia entre otros, dando una señal de alerta para así evitar el riesgo humano.

En el último capítulo se detallan las conclusiones y recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema instalado.

## SUMMARY

The company AYMESA S.A. dedicates to the production and commercialization of vehicles of the mark KIA, having like one of its objectives the continuous improvement, reason for which favored the present project.

The topic of this project refers to the Automation of the Supporting Booth of Water in the company AYMESA S.A.

The first chapter treats about the importance and benefits that will have the company with the implementation of this project, allowing improving the quality of the production.

The second chapter constitutes the theoretical mark, it describes the process of assembling of a vehicle, it is detailed the fundamental concepts of automation and control, for the armed of the new control board and it forces, also the characteristics and operation of the motors and water pumps for the aspersion in the booth. The election of the PLC in this chapter is very important, because it works like main part of the system.

In the third chapter the implementation is synthesized of each one of the devices that conform the hardware, the devices like the diffuse sensor and the sensor of the level of water they are primordial parts to automate the booth. The software RS Logix500 is used for programming in language ladder, using instructions so that in turn the PLC can implement functions, for the communication the protocol Ethernet/IP is used for discharge of the program.

In the fourth chapter, it is detailed the tests of so much operation of the system of included control the tests of the PLC in on-line communication with the computer, the system of force as well as the main breaker of the board, feeding the system with 220VAC, also in operation of the Motor Circuit Protector that works as protection of the pumps in the event of current interval times. The safe-deposit system is very important, it is for this reason that settled securities to the system, being the but main

the emergency unemployment among other, giving a warning signal stops this way to avoid the human risk.

In the last chapter the summations and recommendations are detailed for the correct operation of the installed system.

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

AYMESA S.A, está ubicado en la ciudad de Quito provincia de Pichincha, es una empresa que se dedica al ensamblaje de automóviles de las marcas Kia, Chevrolet y Hyundai, AYMESA ha logrado que su producto sea de calidad y competitivo en el mercado nacional y extranjero, esto lo ha conseguido por medio del personal calificado que labora en esta empresa. Siendo una fábrica ensambladora, utiliza ciertos procesos para el ensamblaje de automóviles, tales como: soldadura, pintura, ensamblaje.

Todos los vehículos una vez que han cumplido los procesos de ensamblaje descritos anteriormente van a una línea de pruebas en donde AYMESA garantiza la calidad y funcionalidad de su producto a ser entregados al cliente. Una prueba importante es el proceso de “LA PRUEBA DE AGUA” en donde se simula una fuerte lluvia por medio de aspersores de agua a una presión constante en un determinado tiempo, con lo cual se garantiza la impermeabilidad del vehículo evitando futuras filtraciones que ocasionen molestia al consumidor final.

#### **1.2 Definición del problema**

Actualmente AYMESA tiene una “PRUEBA DE AGUA” con un sistema de control manual en donde interviene el operador directamente para el realizar los pasos del

proceso, utilizando horas hombre innecesarias, provocando desperdicios de tiempo. Automatizar mediante un PLC, permitirá que el proceso sea más confiable evitando además la intervención del operario, así la empresa puede prevalecer el mejoramiento continuo de la mano con la tecnología actual.

### **1.3 Justificación e importancia**

El presente estudio investigativo, es de mucha importancia, porque se implementará nuevos equipos electrónicos que están en la capacidad de realizar funciones específicas y serán debidamente analizados y estudiados para una mejor aplicación también será ejemplo a seguir para futuras implementaciones de automatización en la planta.

Permitirá optimizar el tiempo y los recursos utilizando la tecnología avanzada, esto mejorará la calidad de la producción de la planta así como también el espacio ergonómico. Los operadores estarán en la capacidad de realizar el procedimiento sin ninguna complicación debido a que sólo se necesitará encender y apagar el sistema implantado.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Automatizar el proceso de prueba de agua para vehículos mediante un PLC en AYMESA S.A

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Investigar y definir el sistema a realizar.
- Estudiar la estructura de cada uno de los dispositivos electrónicos que se utilizará así como también sus características, comportamiento y funcionalidad.

- Enriquecer conocimientos mediante investigaciones teóricas y prácticas.
- Optimizar los recursos necesarios para mejorar el sistema de la cabina de prueba de agua.

### **1.5 Alcance**

Con el nuevo sistema a implementarse se logrará mejorar el sistema actual, beneficiando a la empresa como tal, mejorando la producción a escala.

El nuevo controlador gobernará el nuevo sistema optimizando los tiempos de producción y hará un proceso más seguro y confiable.

Todos los dispositivos externos que conforman el hardware serán los encargados de receptor información y conjuntamente con el PLC realizarán operaciones lógicas de control para cumplir con el objetivo de la automatización.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Introducción**

Para la producción de automóviles en Ecuador, las marcas KIA y HYUNDAI establecen los más altos estándares de calidad auditando a la compañía anualmente para el cumplimiento de los mismos, en cuanto a la estandarización de los procesos patentados. Una muestra de las exigencias es la presencia de técnicos coreanos durante la instalación de equipos y herramientas de última tecnología en donde realizan tutorías técnicas al personal de planta para luego realizar una validación de los procesos en el ensamblaje de un vehículo.

“AYMESA (Automóviles y Maquinarias de Ecuador), fue fundada el 28 de abril de 1970 ubicada al sur de Quito en la Av. Maldonado 8519 y Amaru Ñan, cerca al Puente de Guajaló. Fue la primera empresa encargada de producir autos nacionales convirtiendo a Ecuador en uno de los pocos países de la región dedicado a la producción de automóviles.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3viles\\_de\\_Ecuador](http://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3viles_de_Ecuador)

## **2.1.2. Proceso de ensamblado en AYMESA**

### **2.1.2.1 Etapa de soldadura**

Una vez que el departamento de logística provee (CKD) material como estribos, chasis, panel frontal, etc., se colocan las piezas en los moldes de función robótica neumática, constituidos por clanes para fijar el material que se va a soldar con las soldadoras de punto. Utilizan los recursos más importantes como la energía eléctrica, energía neumática y el agua que se utiliza para enfriamiento de las pistolas neumáticas.



**Foto.2.1: Área soldadura**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Una vez concluido el proceso pasa por la línea de remate donde se sueldan y rematan los puntos que no pudieron ser soldados en el Jig principal debido a que sólo se puede soldar con pistolas especiales y hasta sueldas Mig.

Al final de la línea de remate se encuentra el área de acabado metálico, donde se coloca a cada carrocería sus respectivas puertas, tapas y capot estas partes son debidamente sujetadas a través de pernos y realizada la cuadratura respectiva a cada parte en la unidad.



### **2.1.2.2 Etapa de pintura (Área E.L.P.O)**

Los pasos de este proceso son los siguientes: limpieza y desengrasado, fosfatado, pasivado, secado, cataforesis, aplicación de otras protecciones, aparejado y acabado.



**Foto.2.2: Área E.L.P.O**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### **2.1.2.3 Área de pintura**

Posteriormente de haber pasado por E.L.P.O. la unidad continúa su proceso ingresando al área de proceso de pintura, en la cual se utiliza una cabina donde el chasis es pintado con su color y esmalte definitivo, pasa por el horno y al final se realiza una inspección completa de la carrocería y si es necesario se realiza un retoque final.



**Foto.2.3: Área pintura**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

#### **2.1.2.4 Etapa de ensamblaje**

En esta área se realiza la colocación de piezas del auto como son el motor, sistema eléctrico, llantas, tableros, luces, asientos, entre otros, estas partes envían los proveedores listos para ser montados por el operario de producción.

#### **2.1.2.5 Etapa de Control de Calidad**

En esta etapa se verifica minuciosamente el vehículo en operación como; alineación y balanceo, calibración de luces, prueba de rodaje roll test, de frenos, prueba de agua. Esta última es importante conocido también como prueba de lluvias o impermeabilidad es el proceso más importante en la calidad del vehículo.

##### **2.1.2.5.1 Prueba de agua**

Es un procedimiento mediante el cual utiliza una cabina de agua que determina la calidad del vehículo antes de ser enviado al cliente final, tomando en cuenta un aspecto importante como es la impermeabilidad, este sistema trata de detectar posibles filtraciones al interior del auto para luego estas sean corregidas mediante un reproceso, esta unidad pasa nuevamente al área de calidad donde es analizado muy minuciosamente para que este problema no afecte a los dispositivos internos del vehículo, ya que en un futuro puede causar la oxidación de la carrocería incluso a la partes principales del auto.

Todas estas pruebas realizadas son muy importantes en el área de calidad para confirmar que todos los componentes inteligentes no reporten ningún problema en el presente o a un futuro, y el vehículo está listo para ser enviado a la comercialización local y exportación.



**Foto.2.4: Cabina de agua (calidad)**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

## **2.2. Automatización**

### **2.2.1 Concepto**

“Es la utilización de técnicas y equipos para el gobierno de un proceso industrial, de tal forma que ese sistema funcione de forma autónoma con poca o ninguna intervención humana. Estas técnicas involucran la aplicación e integración de sistemas:

- Mecánicos
- Eléctricos-electrónicos
- Neumáticos
- Hidráulicos

Normalmente en un circuito automatizado hay dos partes claramente diferenciadas:

- Fuerza: parte del circuito que realiza el trabajo, utilizando energía neumática, hidráulica, eléctrica, etc.
- Control o maniobra: parte del circuito que se encarga establecer cuándo y cómo, se pueden utilizar también muy variados tipos de energía, neumática, eléctrica, lógica, electrónica, P.L.C., etc.

A demás confluyen diferentes disciplinas para solución de problemas industriales

Problemas de:

- Eficiencia
- Productividad
- Calidad
- Decisiones estratégicas
- Diseño de procesos

Tanto en el ámbito de producción y planta como a nivel gerencial, son también problemas de Automatización Industrial.”<sup>2</sup>

En síntesis, un sistema automatizado es un proceso mediante un dispositivo que realiza una labor de manera automática con poca o sin la intervención humana de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado o programado aumentando así la eficiencia del proceso incrementando como: Velocidad, Calidad, Precisión y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en la tarea si fuese realizada en forma manual.

### **2.2.2 Control**

Dentro de todos los conceptos que se podrían dar a la palabra “Control”, se diría que consiste en medir el valor de la variable controlada y aplicar la variable manipulada de tal manera que se logre corregir o limitar la variable de salida al valor deseado.

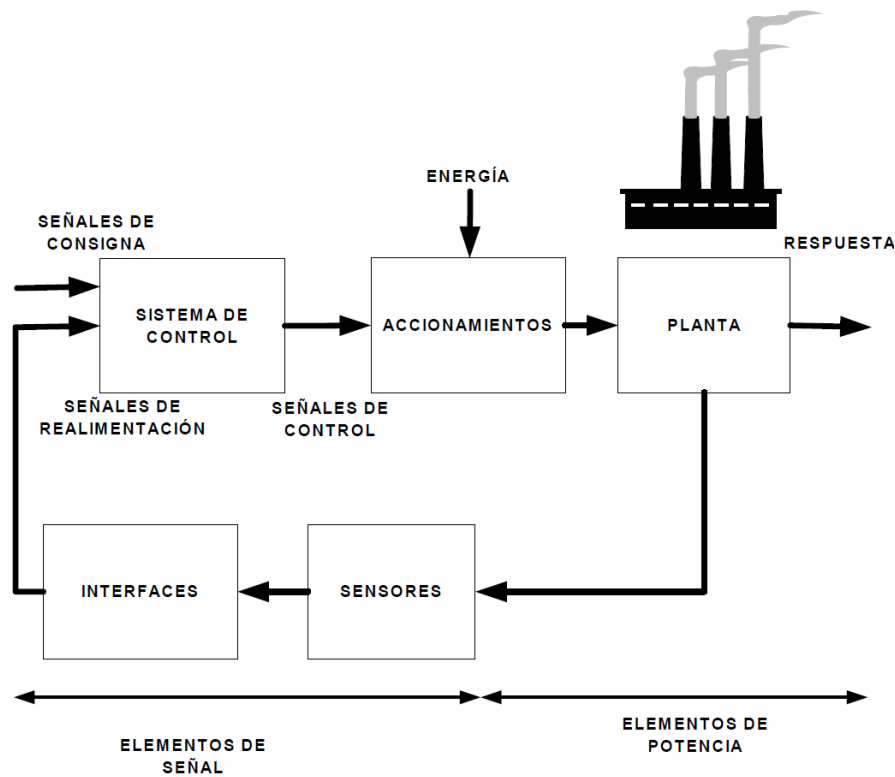
Dentro de la automatización existen dos importantes elementos del sistema de control, lazo abierto y lazo cerrado en este caso se utilizará para este proyecto el sistema de control lazo cerrado.

---

<sup>2</sup> Pruna Edwin. (2010). “Controladores lógicos programables II”. E.S.P.E.

### 2.2.2.1 Sistema de control lazo cerrado

Es un autómata programable que cumple las funciones del sistema y en forma total o parcial realiza el interface con el proceso “señales de control salidas del controlador”



**Figura.2.1: Lazo cerrado**  
**Fuente: investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.2.3 Componentes de un sistema automatizado

Dentro de los componentes que conforman el sistema de control y automatización es necesario conocer los automatismos compuestos:

- Sensores y transductores (obtención de señales), actúan como los sentidos de un sistema de control. Convierten los parámetros a ser medidos, controlados o supervisados, en señales eléctricas equivalentes que pueden ser interpretadas por el controlador.

- Unidad de control (procesamiento de señales), proporciona la inteligencia para el sistema de control estos puede ser: Controlador Lógica Programable (PLC), Microprocesador, Microcontrolador, Computadora análoga o digital, Juego de relés y/o contactores, Actuadores (ejecución de respuestas) Planta (máquina, mecanismo o proceso)
- Actuadores (ejecución de respuestas), se comportan como los músculos del sistema de control, convierten la potencia eléctrica aplicada a ellos en alguna forma de acción física, ejemplos de actuadores son los motores, frenos, solenoides, válvulas y bombas.
- Planta (máquina, mecanismo o proceso), se refiere a una máquina, mecanismo o proceso a ser automatizado.

#### **2.2.4. Lógica de control**

##### **2.2.4.1 Lógica cableada**

- Utilizan muchos elementos unitarios de control.
- Operario usa gran cantidad de interruptores, selectores y pulsadores.
- Información se representa con pilotos e instrumentos en forma independiente.

##### **2.2.4.2 Lógica programada**

- Automatismos de lógica programable.
- Funcionan bajo las indicaciones de un programa de control.
- Modo programable mejor método de automatizar un proceso industrial.

**Tabla 2.1 Ventajas de lógica programada**

<b>Característica del sistema</b>	<b>Cableado</b>	<b>Programable</b>
Mantenimiento	Mucho	Poco
Costo	Bajo	Alto
Adaptación a diferentes procesos	Difícil	Fácil
Posibilidad de ampliación	Bajas	Altas
Interconexiones y cableado exterior	Mucho	Poco
Herramientas para pruebas	No	Si
Estructuración en bloques independientes	Difícil	Fácil

**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

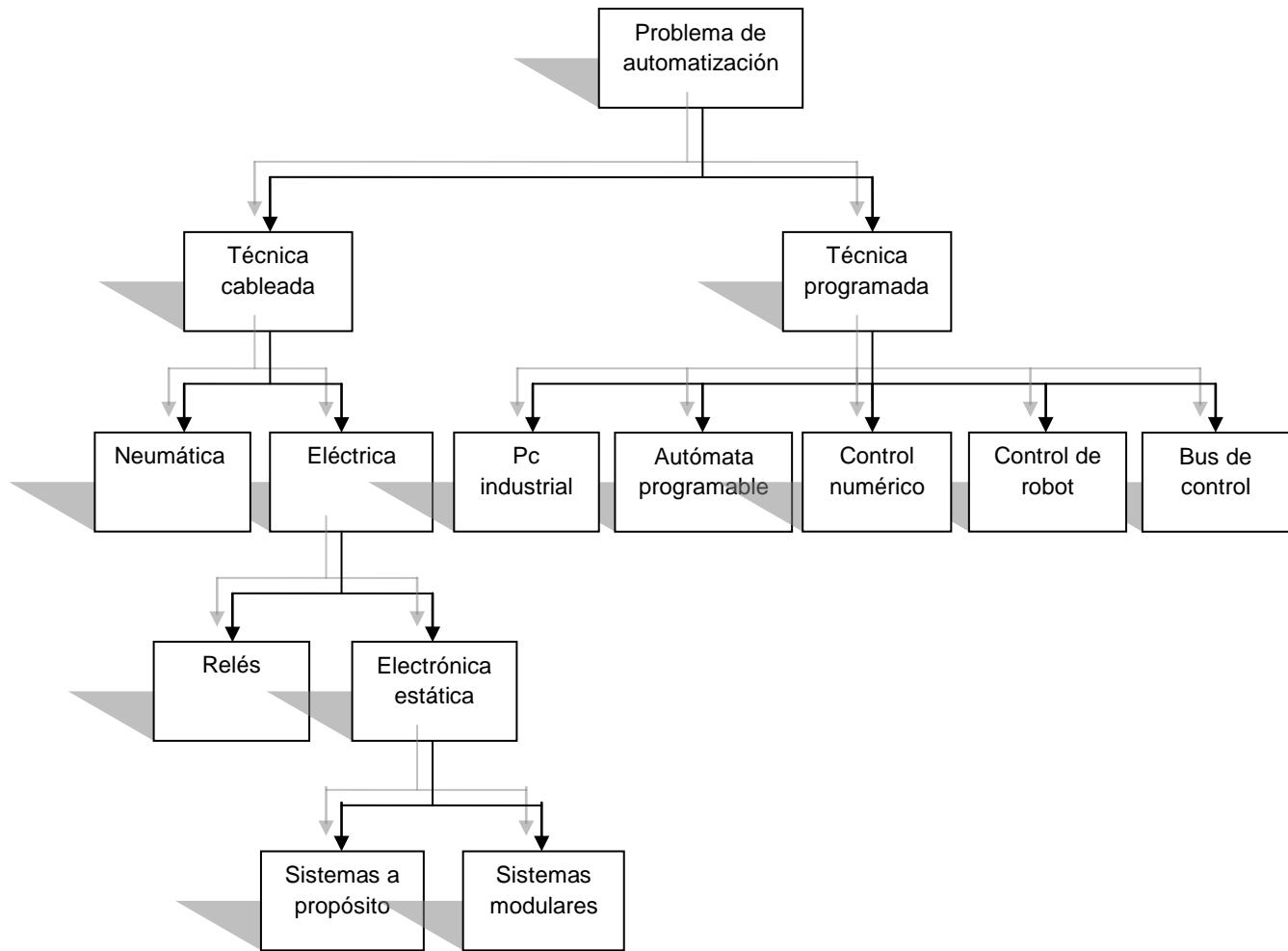
### **2.2.5 Objetivos de automatizar**

- Producir una calidad constante, esto se refiere a la calidad que debe tener todo producto cada uno debe permanecer con un mínimo o cero errores en todo su producto.
- Proveer cantidades necesarias en el momento preciso, por ejemplo tener la capacidad de respuesta necesaria para cumplir con una producción.
- Implementar la productividad y la flexibilidad de las herramientas, trata de optimizar el uso de herramientas así como también economizar recursos que pueden ser utilizados para el mejoramiento continuo.

La automatización industrial constituye una rutina muy importante dentro de la tecnología ya que abarca áreas como:

- Instrumentación industrial: ya que para la automatización se necesitan tener conocimientos sobre manómetros, sensores y transmisores de campo.
- Sistemas de Control: es importante tener sólidos conocimientos sobre sistemas de control ya que no sólo basta con comprar equipamiento sino saberlo acoplar para que trabajen conjuntamente para un fin común, en tiempo real para supervisión y control de procesos industriales.

En el siguiente cuadro muestra la solución a los problemas de automatización.



**Figura.2.2: Solución de problemas de automatización**  
**Fuente: Guía didáctica control industrial**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.2.6 Facetas para la automatización

- **Especificación**
  - Conocer la planta
  - Estudio de necesidades
  - Variables a controlar
  
- **Diseño**
  - Elección de sensores y acondicionamientos



- Algoritmos de control
  - Simulación
  - Elección de la tecnología
- **Implantación**
  - Instalación del sistema de control
- **Pruebas**
  - Pruebas de funcionalidad del sistema
- **Explotación**
  - Ventajas para la empresa

## **2.3. Sistema hidroneumático**

### **2.3.1 Motor eléctrico**

“Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas.

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo, adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si se pone dentro de la acción de un campo magnético

potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica.

La sección del motor de inducción trifásico, se compone de un bastidor o estator fijo, un bobinado trifásico alimentado por una red eléctrica trifásica y un rotor giratorio. No hay ninguna conexión eléctrica entre el estator y el rotor. Las corrientes del rotor se inducen desde el estator a través del entrehierro. Tanto el estator como el rotor están fabricados de una lámina de núcleo altamente magnetizable que proporciona pérdidas por corrientes de Foucault e histéresis bajas.

También la mayoría de los motores trifásicos tienen una carga equilibrada, es decir, consumen lo mismo en las tres fases, ya estén conectados en estrella o en triángulo. Las tensiones en cada fase en este caso son iguales al resultado de dividir la tensión de línea por raíz de tres. Por ejemplo, si la tensión de línea es 380 V, entonces la tensión de cada fase es 220 V.

Existen varias ventajas de los motores eléctricos estos son:

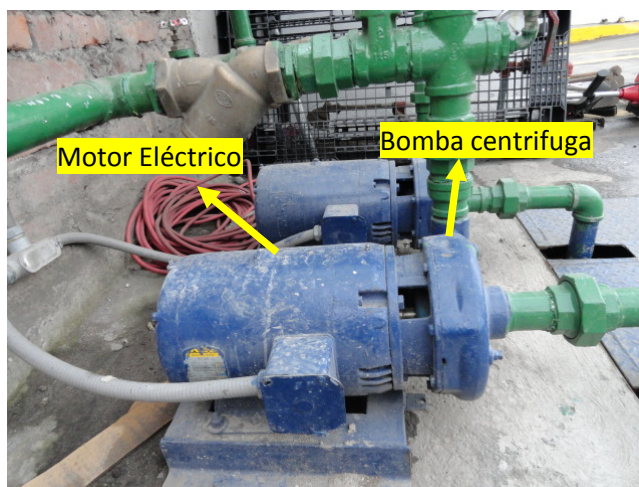
- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).
- Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro sí emiten contaminantes.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico)

### 2.3.1.1 Especificaciones del motor marca BALDOR

En la presente foto puede apreciar los motores y las bombas B1 y B2 instalados actualmente los mismos que se mantendrán para el presente proyecto.



**Foto.2.5: Bombas de agua del sistema (actualmente)**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

**Tabla 2.2 Características de motor BALDOR**

NAMEPLATE NP1256L							
CAT.NO.	JMM3312T						
SPEC.	37F696T002						
HP	10						
VOLTS	208-230/460						
AMP	27-25/12.5						
RPM	3450						
FRAME	213JM	HZ	60	PH	3		
SER.F.	1.15	CODE	H	DES	B	CLASS	B
NEMA-NOM-EFF	82.5	PF	90				
RATING	40C AMB-CONT						
CC		USABLE AT 208V	27				
DE	6309	ODE	6206				
ENCL	OPSB	SN					

**Fuente: [http://www.baldor.com/support/literature\\_load.asp?ManNumber=MN400](http://www.baldor.com/support/literature_load.asp?ManNumber=MN400)**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.3.1.2 Diagrama de conexión

Para realizar esta conexión se toma en cuenta un aspecto muy importante como el voltaje que se encuentra en el tablero actualmente, en este caso vamos a trabajar con 220VAC trifásico, lo que quiere decir que se estandarizará con el mismo voltaje todos los dispositivos de control y fuerza del nuevo sistema.

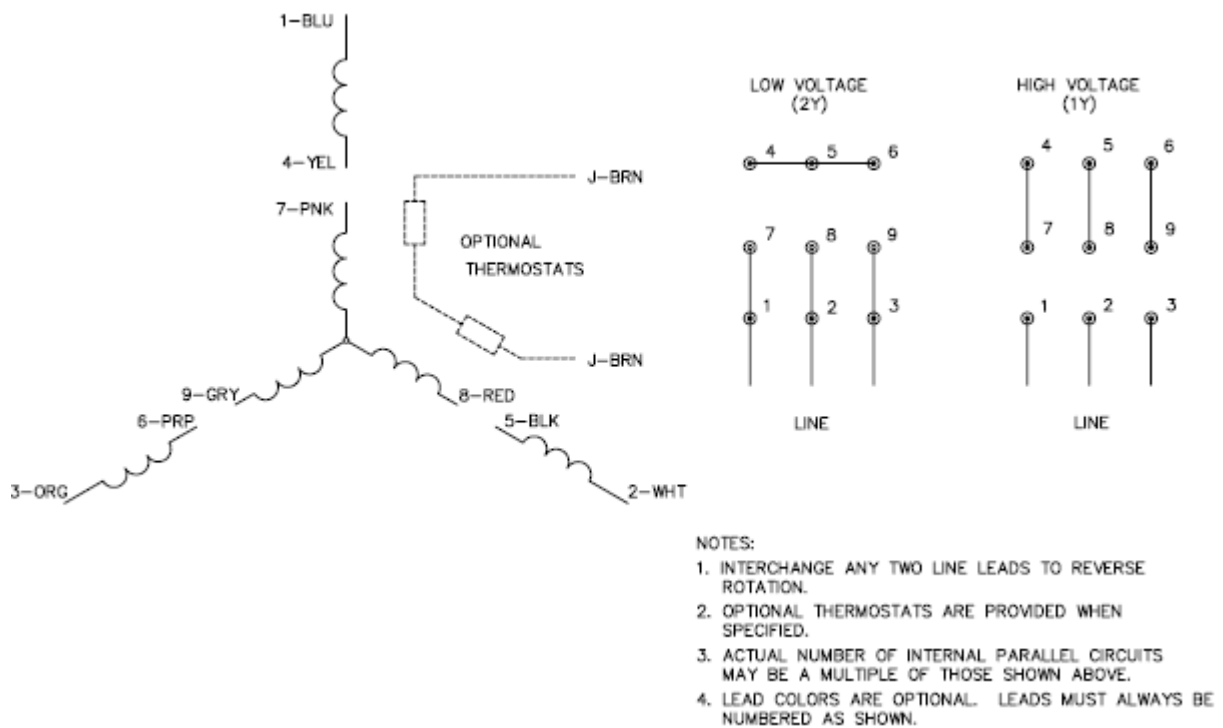


Figura.2.3: Circuito de fuerza baldor.

Fuente: [http://www.baldor.com/support/literature\\_load.asp?ManNumber=MN400](http://www.baldor.com/support/literature_load.asp?ManNumber=MN400)

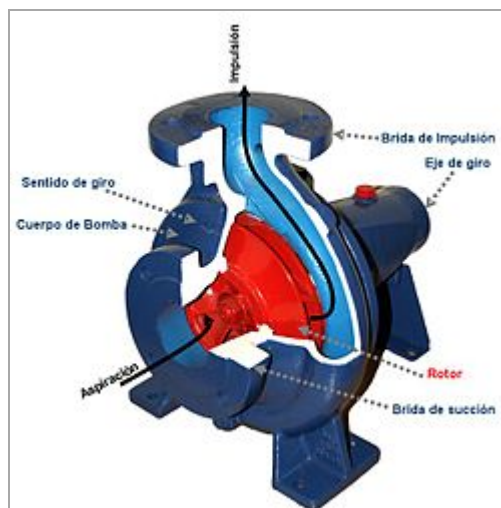
Elaborado por: Marco Manguí

### 2.3.2. Bomba centrífuga

Este tipo de bomba es el más común. Su característica principal es aumentar la energía del fluido por acción de la fuerza centrífuga provocada por el movimiento del fluido dentro de un rodete. Estos equipos constan básicamente de:

- Elemento giratorio; formado por un eje o uno o varios rodetes;
- Elemento estacionario (carcasa);
- Elementos de cierre

“Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requeridas. El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia las tubuladuras de salida o hacia el siguiente rodete (siguiente etapa).



**Figura.2.4: Bomba de Agua**

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_centr%C3%ADfuga](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centr%C3%ADfuga)

**Elaborado por:** Marco Mangui

Aunque la fuerza centrífuga producida depende tanto de la velocidad en la periferia del impulsor como de la densidad del líquido, la energía que se aplica por unidad de masa del líquido es independiente de la densidad del líquido. Por tanto, en una bomba dada, que funcione a cierta velocidad y que maneje un volumen definido de líquido, la energía que se aplica y transfiere al líquido, (en pascales, Pa, metros de columna de agua o pie-lb/lb de líquido) es la misma para cualquier líquido sin que

importe su densidad. Tradicionalmente la presión proporcionada por la bomba en metros de columna de agua o pie-lb/lb se expresa en metros o en pies y por ello que se denomina genéricamente como "altura", y aún más, porque las primeras bombas se dedicaban a subir agua de los pozos desde una cierta profundidad (o altura).

Las bombas centrífugas tienen un uso muy extendido en la industria ya que son adecuadas casi para cualquier uso. Las más comunes son las que están construidas bajo normativa DIN 24255 (en formas e hidráulica) con un único rodete, que abarcan capacidades hasta los 500 m<sup>3</sup>/h y alturas manométricas hasta los 100 metros con motores eléctricos de velocidad normalizada.”<sup>4</sup>

### **2.3.2.1 Características de la bomba GOULD 5BF11135-1**

“Las bombas 3656 y 3756 del Grupo S de Goulds han sido diseñadas con beneficios técnicos para satisfacer las necesidades de los usuarios en variadas aplicaciones de suministro y recirculación de agua y aplicaciones de refrigeración.

El modelo 3656 cuenta con diseño de acoplamiento corto para ahorrar espacio y simplificar el mantenimiento.

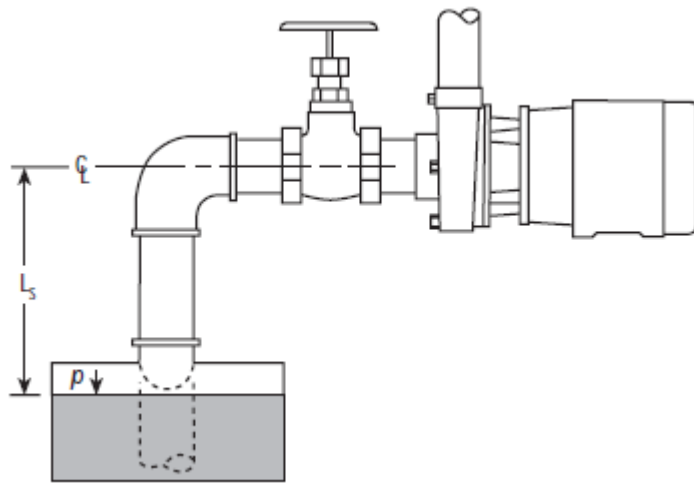
El modelo 3756 cuenta con diseño de montaje sobre bastidor que ofrece gran flexibilidad en los arreglos de instalación y accionamiento.

Desmontaje posterior que reduce el tiempo de inactividad por mantenimiento. Sello mecánico estándar Tipo 21, brinda gran confiabilidad y asegura la disponibilidad. Estándar de carbono/cerámica/ BUNA, también se encuentran disponibles con otras caras y elastómeros.

---

<sup>4</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_centric%C3%ADfuga](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centric%C3%ADfuga)

Los modelos 3656 y 3756 se fabrican en todo hierro, con accesorios de bronce o en todo bronce, para una mayor versatilidad de aplicación.”<sup>5</sup>



**Figura.2.5: Bomba gould**

Fuente: [http://www.pumpsandwells.com/miva/Introduction to pump curves.pdf](http://www.pumpsandwells.com/miva/Introduction%20to%20pump%20curves.pdf)

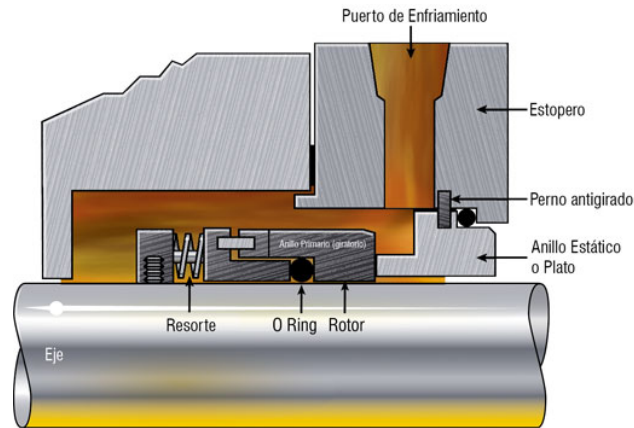
Elaborado por: Marco Mangui

### **2.3.2.1.1 Sistema de sellado de la bomba centrífuga**

En la actualidad utiliza cierre mecánico, que consiste esencialmente en dos superficies planas radiales: una montada sobre el eje giratorio y otra estacionaria, de forma que el sellado se produce mediante el contacto entre ambas con una cierta presión. Una de ellas tiene una posición fija, mientras que la otra está dotada de una cierta flexibilidad radial y axial, a fin de compensar los movimientos del eje. En la siguiente figura se muestra como las dos superficies radiales retienen el líquido.

---

<sup>5</sup> [http://www.pumpsandwells.com/miva/3656\\_3756%20S%20Group.pdf](http://www.pumpsandwells.com/miva/3656_3756%20S%20Group.pdf)



**Figura.2.6: Sello mecánico**

Fuente: [http://www.machinerylubrication.com/sp/mejorando\\_la\\_confiabilidad.asp](http://www.machinerylubrication.com/sp/mejorando_la_confiabilidad.asp)

Elaborado por: Marco Mangui

### 2.3.2.2 Velocidad específica.

Es un índice que relaciona el flujo, la carga total y la velocidad de rotación para bombas de geometría similar, calculado a partir del comportamiento de la bomba en el punto de mayor eficiencia y con el mayor diámetro del impulsor. En el siguiente cuadro muestra el rango y la presión de trabajo nominal:

**Tabla 2.3 Capacidad de presión bomba gould**

PROPORCION DEL FLUJO GPM	DESCARGA DE LA BOMBA PRESIÓN (PSI)	ENTRADA DINÁMICA PRESIÓN (PSI)	DESCARGA TOTAL PRESIÓN (PSI)
11,5	20	15	35
11,3	30	15	45
11	40	15	55
7,7	50	15	65
4,8	60	15	75
0	83	15	98

Fuente: Manual Gould

Elaborado por: Marco Mangui



Con esta tabla se puede calcular a cuántos GPM (galones por minuto) es el caudal que se esparce en la cabina de agua, para ello es necesario conocer la presión del agua, esta presión puede ser medida mediante un manómetro pero también ser controlarla ya sea en triangulación o mediante un variador. La entrada dinámica es un valor nominal que se genera debido a pérdidas ya sea por la distancia o el tipo de líquido, el total de la descarga es la suma de las presiones mencionadas anteriormente (descarga y dinámica).

En la actualidad la empresa cuenta con dos bombas de agua que trabaja a una presión constante de 40 PSI, si observa la tabla 2.3 quiere decir que el caudal es de 11 galones por minuto, además cuenta con una presión dinámica de 15 PSI realizando una descarga total de 55 PSI.

#### **2.4. Guardamotor**

“Utilizan el mismo principio de protección que los interruptores magnetotérmicos. Son aparatos diseñados para ejercer hasta 4 funciones:

- 1.- Protección contra sobrecargas.
- 2.- Protección contra cortocircuitos.
- 3.- Maniobras normales manuales de cierre y apertura.
- 4.- Señalización.

Este tipo de interruptores, en combinación con un contactor, constituye una solución excelente para la maniobra de motores, sin necesidad de fusibles de protección.

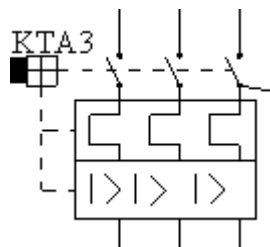
Como ya se ah dicho, estos interruptores disponen de una protección térmica. Cada uno de los tres polos del interruptor automático dispone de un disparador térmico de sobrecarga consistente en unos bimetales por los cuales circula la intensidad del motor. En caso de una sobrecarga el disparo se produce en un tiempo definido por su curva característica.

La protección magnética o disparador magnético de cortocircuito consiste en un electroimán por cuyo arrollamiento circula la corriente del motor y cuando ésta alcanza un valor determinado se acciona bruscamente un núcleo percutor que libera la retención del mecanismo de disparo, obteniéndose la apertura de contactos en un tiempo inferior a 1 ms. La intensidad de funcionamiento del disparador magnético es de 11 a 18 veces la intensidad de reglaje, correspondiente a los valores máximo y mínimo del campo de reglaje.

Otra característica interesante en este tipo de aparatos es la limitación de la corriente de cortocircuito por la propia resistencia interna del interruptor, correspondiente a los bimetales, disparadores magnéticos y contactos. Este efecto disminuye a medida que aumenta la intensidad nominal del aparato.

Gracias al diseño optimizado de las piezas de los contactos y de las cámaras de extinción, estos aparatos tienen un poder de corte muy elevado. Así, por ejemplo, a 380V el tiempo de corte es de 100 A, para los aparatos de hasta 6,3 A de 6,3 - 10 A. el poder de corte es de 10 A, y de 10 - 25 A el poder de corte es de 6 kA.

Una tecla de conexión START y otra de desconexión STOP o RESET permiten el mando manual del interruptor, lo cual le faculta para que en ciertos circuitos se pueda prescindir del contactor como muestra en la siguiente figura.”<sup>6</sup>



**Figura.2.7: Símbolo del guardamotor**

**Fuente: [http://www.netcom.es/pepecu/protecciones/6\\_3%20Guardamotores.htm](http://www.netcom.es/pepecu/protecciones/6_3%20Guardamotores.htm)**

**Elaborado por: Marco Mangui**

<sup>6</sup> [http://www.netcom.es/pepecu/protecciones/6\\_3%20Guardamotores.htm](http://www.netcom.es/pepecu/protecciones/6_3%20Guardamotores.htm)

## 2.5. Sensores

### 2.5.1 Sensor de nivel de agua

Este es un sistema automático de nivel, esto quiere decir que el sistema de llenado y desborde de agua de la cisterna será autónoma, para este trabajo se instalarán sensores de tipo electrodo de tal manera que cuando la cisterna esté llena se detenga un electroválvula periférica, para así evitar el sobrellenado de la misma sin que se desperdicie el agua, por otro lado, una vez que el agua se agote de la cisterna, hará que se active la electroválvula nuevamente para el llenado de la cisterna, cumpliendo el ciclo de llenado de la cisterna elevada, pero en este caso sin la intervención del hombre.

#### 2.5.1.1 Sensores de nivel tipo relé RM4-LG01G

El funcionamiento es basado en un cambio en la resistencia medida entre los electrodos sumergidos y libres. La resistencia baja entre el líquido y los electrodos está presente. La resistencia alta entre electrodos y ningún líquido está presente. Los electrodos pueden remplazarse por otros sensores o sondas que transmitan valores que representan las variaciones en la resistencia.



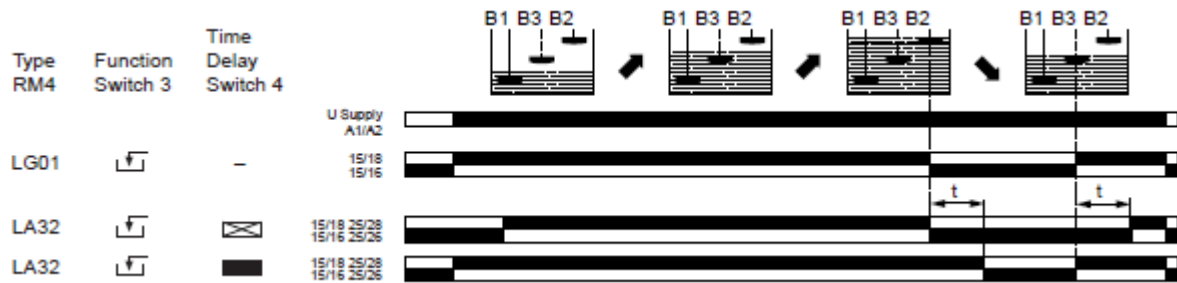
**Figura.2.8: Relé sensor de nivel**

**Fuente: <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf>**

**Elaborado por: Marco Mangui**

El funcionamiento entre un nivel máximo y mínimo en modo de conexión estándar es la siguiente:

Al operar con dos electrodos, el electrodo de nivel alto realiza las funciones de nivel alto y bajo.



**Figura.2.9: Diagrama de funcionamiento RM4**

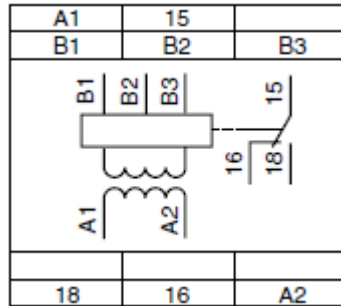
Fuente: [http://docs-](http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf)

[europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf](http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf)

Elaborado por: Marco Mangui

- B1 Electrodo de referencia
- B2 Electrodo de nivel alto
- B3 Electrodo de nivel bajo

En un función con nivel bajo, solamente se corta la energía de NC a un estado NO cuando el electrodo del nivel alto B2 se sumerge, cambia de un estado NO a NC cuando el nivel baja de B3, en conclusión cuando el nivel de agua se encuentra en nivel alto se desactiva y cuando se encuentra en estado bajo nominal se activa manteniendo así un estado de nivel de agua nominal de trabajo.



**Figura.2.10: Circuito interno RM4**

Fuente: [http://docs-](http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf)

[europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf](http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf)

Elaborado por: Marco Mangui

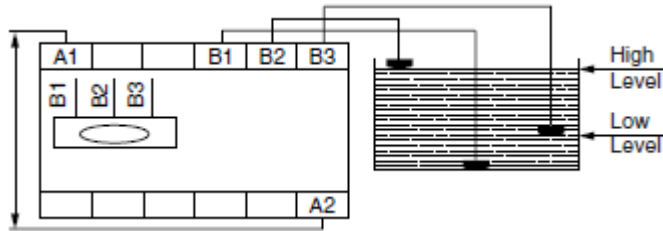
- A1-A2 Voltaje de entrada
- B1, B2, B3 Electrodo
- 15-18 1st contacto NO
- 15-16 Salida del relé NC

### 2.5.1.2 Electrodo de nivel LA9-RM201 TELEMECANIQUE

“Estos electrodos de límite se utilizan para monitoreo de nivel y control de bombas de líquidos conductivos. Los instrumentos operan bajo el principio conductivo. Se aplica un bajo voltaje A.C. entre la pared conductiva del tanque o el electrodo a tierra (electrodo más largo) y un electrodo de punto de interrupción. Si el medio conductivo toca los electrodos, una corriente alterna insignificante fluye a través de los electrodos y el medio conductivo al relé del electrodo.

Los electrodos suspendidos se adecuan idealmente para la instalación cuando el espacio es escaso. Además para el control min/máx., dos electrodos de punto de interrupción se deben conectar al relé.”<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf>



**Figura.2.11: Electrodo de nivel**

Fuente: [http://docs-](http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf)

[europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf](http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf)

Elaborado por: Marco Mangui

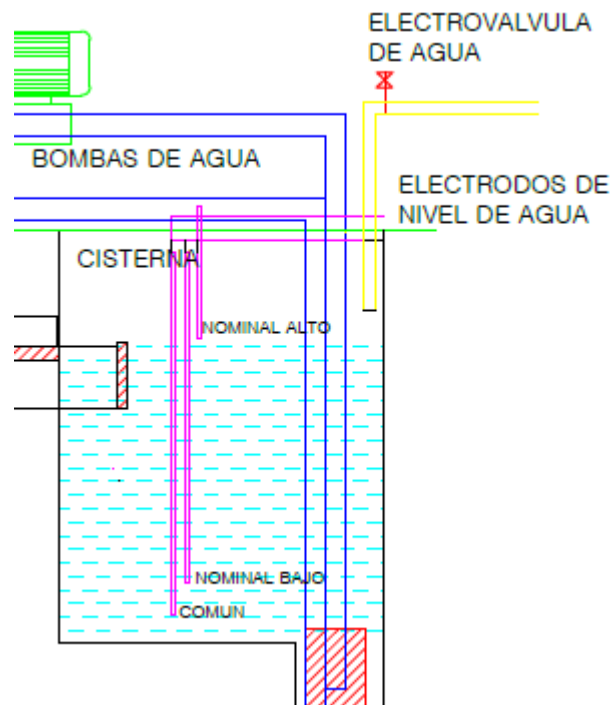
- Consta de un soporte con 3 electrodos paralelos. Cuando estos entran en contacto con el agua se cierra un circuito eléctrico, que a través de la unidad amplificadora conmuta un contacto.
- Se usa como interruptores de nivel en recipientes de líquidos conductores que no sea ni muy viscoso ni corrosivo, aunque también se usa para medida continúa.
- El líquido debe ser lo suficientemente conductor como para excitar el circuito electrónico. La impedancia mínima es el orden de los 20 Mega ohmios/cm, y la tensión de alimentación es alterna para evitar fenómenos de oxidación en las sondas por causa del fenómeno electrólisis.
- Cuando el líquido moja los electrodos se cierra el circuito electrónico y circula una corriente segura del orden de los 2mA; el relé electrónico dispone de un temporizador de retardo que impide su enclavamiento ante una ola del nivel del líquido o ante cualquier perturbación momentánea o bien en su lugar se disponen 2 electrodos poco separados enclavados eléctricamente en el circuito.
- Este instrumento se emplea como alarma o control de nivel alto y bajo, utiliza relés eléctricos para líquidos con buena conductividad y relés electrónicos para líquidos con baja conductividad.
- Conviene que la sensibilidad del aparato sea ajustable para detectar la presencia de espuma en caso necesario.

### 2.5.1.3 Funcionamiento de RM4-LG01G y LA9-RM201

Para proceder a diseñar el sistema de control automático es necesario tener en cuenta ciertas condiciones de operación de circuito, en otras palabras como se quiere el funcionamiento del circuito.

El sistema de control de nivel tiene que tener sensores de agua de modo que puedan detectar si hay o no agua en el recipiente para que opere; para esto hay que colocar terminales (electrodos) en el reservorio que al hacer o no contacto con el agua envíe un voltaje a un circuito lógico, el cual tendrá la función de recibir las señales enviadas por los sensores y procesarlas para dar una salida y determinar si enciende o apaga a la bomba.

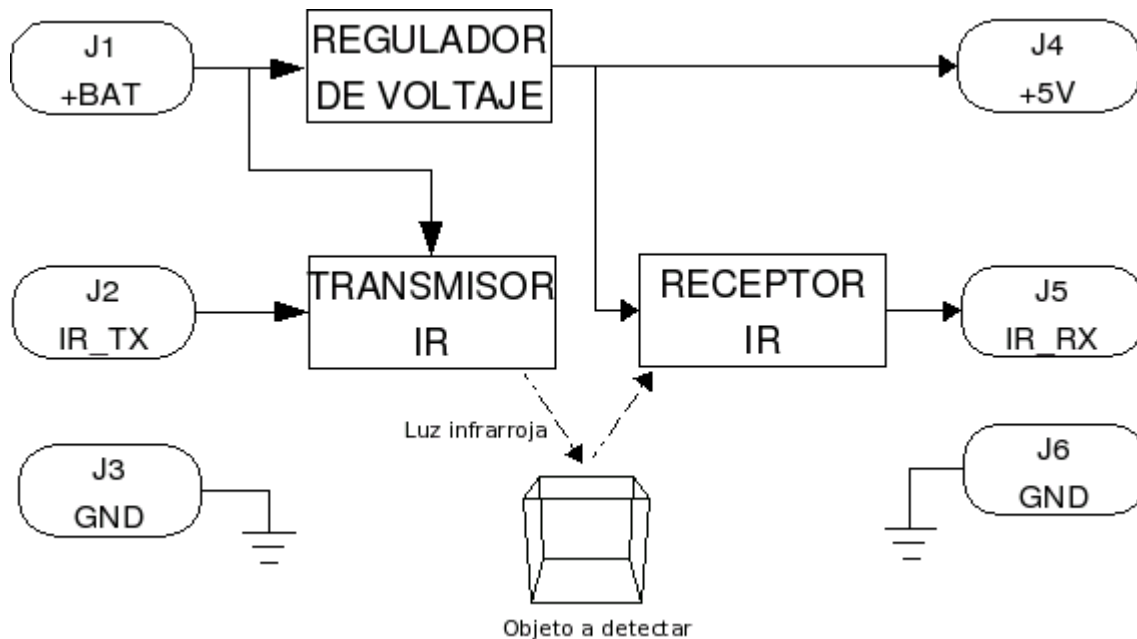
Dicho esto se obtiene las condiciones de operación del diseño:



**Figura.2.12: Ubicación de electrodos**  
**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

## 2.5.2. Sensores fotoeléctricos

“Los sensores de proximidad en una empresa es el resultado de la necesidad de contar con indicadores de posición en los que no existe contacto mecánico entre el actuador y el detector. Pueden ser de tipo lineal (detectores de desplazamiento) o de tipo conmutador (la conmutación entre dos estados indica una posición particular). Hay dos tipos de detectores de proximidad muy utilizados en la industria: inductivos y capacitivos. Los detectores de proximidad inductivos se basan en el fenómeno de amortiguamiento que se produce en un campo magnético a causa de las corrientes inducidas (Corrientes de Foucault) en materiales situados en las cercanías. El material debe ser metálico. Los capacitivos funcionan detectando las variaciones de la capacidad parásita que se origina entre el detector propiamente dicho y el objeto cuya distancia se desea medir. Se emplean para medir distancias a objetos metálicos y no metálicos, como la madera, los líquidos y los materiales plásticos.”<sup>8</sup>

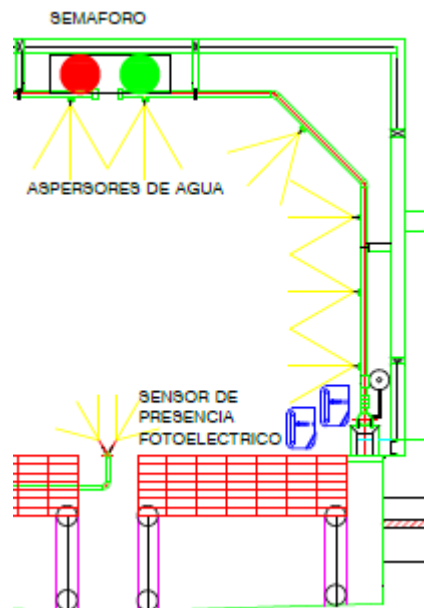


**Figura.2.13: Funcionalidad del sensor fotoeléctrico**  
Fuente: investigación de campo  
Elaborado por: Marco Mangui

<sup>8</sup> [http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_general.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm)



Para la elección de los dispositivos se toma en cuenta la ubicación donde va a ser instalado así mismo es necesario verificar su grado de protección debido a que estos actúan como detectores de presencia además trabajaran en el interior de la cabina de agua por eso es importante elegir un sensor que cumpla con las características requeridas. En la figura 2.14 se puede observar la ubicación de los sensores:



**Figura.2.14: Ubicación del sensor fotoeléctrico**  
**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.5.2.1 Sensor fotoeléctrico difuso

“Esta configuración es idéntica a la reflexiva donde el emisor y el receptor se colocan en el mismo sitio uno al lado de otro frente de ellos se coloca una superficie reflexiva, el haz de luz emitido choca contra el reflector para ser registrado por el receptor, pero con una diferencia que esta no utiliza el espejo sino que el objeto a detectar sirve de reflector.

Para lograr que objetos poco brillantes puedan ser detectados, el haz de luz no se transmite en una sola dirección como en el caso anterior, sino que viaja en varias direcciones. Esta configuración presenta una desventaja de tener muy corta distancia de detección pero es muy útil cuando es difícil acceder a ambos lados de objeto y además debido a la aplicación funcionará satisfactoriamente.

En la siguiente tabla se muestra la reflectividad relativa típica (valor típico de la propiedad que tienen algunos materiales para reflejar la luz) de algunos materiales, a mayor reflectividad relativa mayor será la distancia de detección.”<sup>9</sup>

**Tabla 2.4 Reflectividad del sensor difuso**

<b>MATERIAL</b>	<b>REFLECTIVIDAD RELATIVA TIPICA</b>
Aluminio pulido	500
Papel blanco (referencia)	100
Papel blanco de escritura	90
Cartón	40
Madera cortada	20
Papel negro	10
Neopreno	5
Goma de neumático	4
Fieltro negro	2

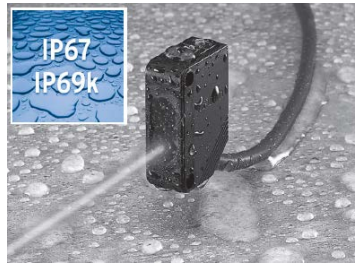
**Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Marco Mangui**

### **2.5.2.2 Características del sensor difuso E3Z marca OMRON**

“Este tipo de sensor difuso, gracias a sus diferentes tipos de salida y de alimentación, pueden sustituir a cualquier sensor de mayor tamaño. La perfecta integración de los

<sup>9</sup> <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r34716.PDF>

CI ópticos, desarrollados especialmente por OMRON para la serie E3Z, permite cumplir con creces los requisitos de compatibilidad electromagnética (EMC) de la IEC. No es preciso adoptar ninguna medida especial para evitar las interferencias eléctricas como, por ejemplo, las procedentes de convertidores de frecuencia o de teléfonos móviles.”<sup>10</sup>



**Figura.2.15: Sensor difuso OMRON**  
**Fuente: Manual OMRON**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### **2.5.2.3 Especificaciones generales del E3Z-D82**

A continuación en la tabla 2.5 muestra las especificaciones generales del sensor E3Z. El valor en el paréntesis indica las distancias requeridas mínimas entre los sensores y reflectores.

---

<sup>10</sup> [http://www.webddigital.com/fabricantes%5Comron%5Cpdf%5Csensores%5CE3Z\\_Esp.pdf](http://www.webddigital.com/fabricantes%5Comron%5Cpdf%5Csensores%5CE3Z_Esp.pdf)

**Tabla 2.5 Características E3Z-D82**

<b>Tipo de sensor</b>	<b>Reflexión sobre objeto</b>
<b>Salida PNP</b>	E3Z-D82/D87
<b>Distancia de detección</b>	1 m papel blanco (300 x 300 mm)
<b>Distancia diferencial</b>	20% máx. de la distancia de detección
<b>Fuente de luz (longitud de onda)</b>	LED infrarrojo (860 nm)
<b>Tensión de alimentación</b>	De 12 a 24 Vcc., $\pm 10\%$ fluctuación (p-p): 10% máx.
<b>Consumo</b>	30 mA máx.
<b>Salida de control</b>	Tensión de alimentación de carga 26,4 Vcc. máx., corriente de carga 100 mA máx. (Tensión residual 2 V máx.). Tipo de salida de colector abierto (depende del formato de salida NPN/PNP) CON LUZ/EN OSCURIDAD seleccionable con interruptor.
<b>Circuitos de protección</b>	Protección contra inversión de polaridad, protección contra cortocircuito de la carga, prevención de interferencia mutua, protección contra inversión de salida
<b>Tiempo de respuesta</b>	Operación o Reset: 1 ms máx.
<b>Ajuste de sensibilidad</b>	Potenciómetro de 1 vuelta
<b>Iluminación ambiental</b>	Lámpara incandescente: 3.000 lux máx. Luz solar 10.000 lux máx.
<b>Temperatura ambiente</b>	En servicio: de $-25^{\circ}\text{C}$ a $55^{\circ}\text{C}$ , Almacenamiento: $-40^{\circ}\text{C}$ a $70^{\circ}\text{C}$ (sin hielo ni condensación)
<b>Humedad ambiente</b>	En servicio: De 35% a 85% HR, almacenamiento: 35% a 95% HR (sin formación de hielo ni condensación)
<b>Resistencia de aislamiento</b>	20 M $\Omega$ mín. a 500 Vcc.
<b>Rigidez dieléctrica</b>	1.000 Vca. a 50/60 Hz durante 1 minuto

**Fuente: Manual OMRON**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.5.2.4 Modo de conexión

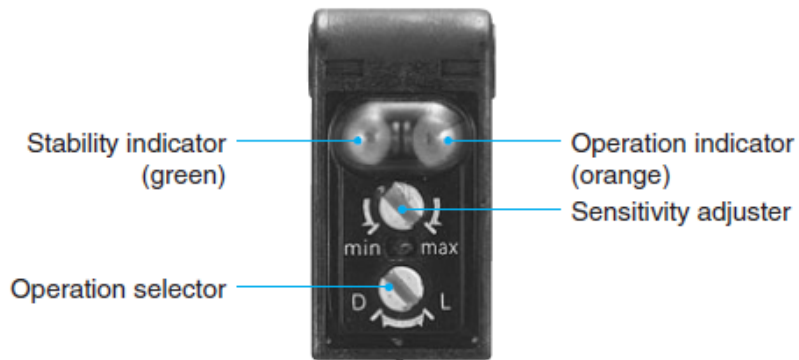
En el siguiente cuadro se observa el diagrama de colores y de conexión para la alimentación del sensor, el voltaje de alimentación 24VDC (+V) será de color marrón, la salida de retorno (S2) es 24VDC esto porque el sensor es de tipo PNP, y la alimentación GND (0V) para cerrar el circuito es de color Azul. Cabe mencionar que los colores mencionados sirven como referencia de conexión.

**Tabla 2.6 Conexión E3Z**

CATEGORIA	COLOR DE CABLE	N° DE PIN DEL CONECTOR	APLICACIÓN
			E3Z-D82
Para c.c.	Marrón	1	Alimentación (+V)
	Blanco	2	No conectar
	Azul	3	Tención (0V)
	Negro	4	Salida

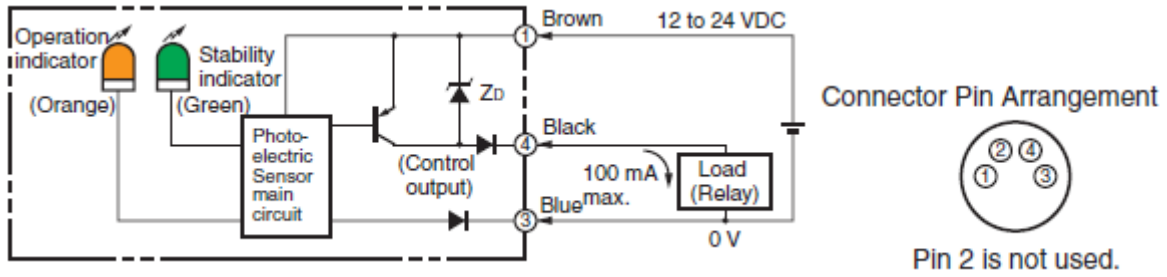
**Fuente: Manual OMRON**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.5.2.5 Partes del sensor difuso de E3Z-D82



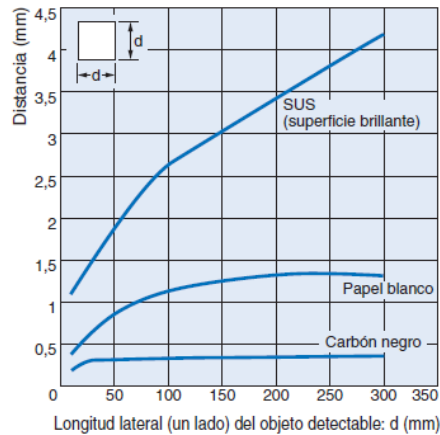
**Figura.2.16: Partes de operación E3Z**  
**Fuente: Manual OMRON**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Como se puede observar en la figura 2.17, el circuito interno está conformado por una tarjeta electrónica que funciona como el cerebro en sí que se encarga de recibir y enviar señales de movimiento mediante los diodos fotoeléctricos, para transformarlo en señales eléctricas para accionar o desactivar el paso de energía con un transistor de tipo PNP. Esta señal posteriormente ingresa al PLC para cumplir con una lógica de programación.



**Figura.2.17: Circuito interno E3Z-D82**  
**Fuente: Manual OMRON**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

La fiabilidad de este sensor es precisa debido a su variedad de combinaciones de objetos y fondos, permitiendo una detección estable independientemente del color y reflectancia de la pieza de trabajo. Distancia de deflexión generada de acuerdo al objeto como muestra en la siguiente figura.



**Figura.2.18: Longitud de reflectancia E3Z-D82**  
**Fuente: Manual OMRON**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

## 2.6. PLC

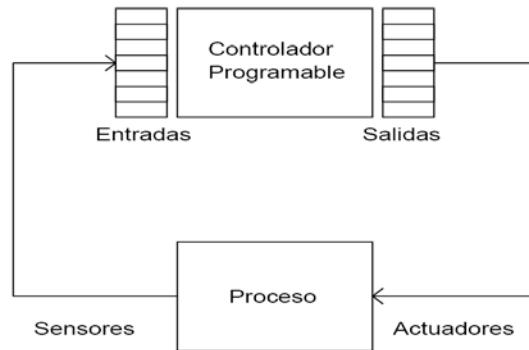
Un PLC (controlador lógico programable) es el cerebro principal del proceso que se encarga de efectuar la toma de variables y procesos en tiempo real para posteriormente realizar una operación lógica de secuencia en un ámbito industrial.

Dentro de las funciones del PLC se puede mencionar:

- “Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación. Es decir, a través de los dispositivos de entradas, formados por los sensores (transductores de entradas) se logran captar los estímulos del exterior que son procesados por la lógica digital programada para tal secuencia de proceso que a su vez envía respuestas a través de los dispositivos de salidas (transductores de salidas, llamados actuadores).
- Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los pre-accionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC's, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos

calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento.”<sup>11</sup>



**Figura.2.19: Función del controlador**  
**Fuente: Guía Didáctica Control Industrial**  
**Elaborado por: Marco Mangui.**

Para la elección de un controlador PLC se toma en cuenta sus características y funcionalidades de la misma, el número de entradas depende del número de instrucciones que se envían desde el hardware esto quiere decir los dispositivos externos que conforman el hardware reciben señales físicas de las variables a ser controlados.

- Selectores
- Pulsadores o botoneras
- Sensores fotoeléctricos
- Sensores electrodos de nivel de líquidos
- Seguridades de emergencia (paros de emergencia, breakers, guardamotores, etc.)

En la tabla 2.7, muestra las entradas digitales que se necesita para este proyecto:

---

<sup>11</sup> <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-plc.html>



**Tabla 2.7 Entradas digitales a utilizar**

<b>ENTRADAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Input:0/0	Selección automático manual
Input:0/1	Paro de emergencia
Input:0/2	Encendido de la bomba 1
Input:0/3	Paro de la bomba 1
Input:0/4	Encendido de la bomba 2
Input:0/5	Paro de la bomba 1
Input:1/0	Sensor fotoeléctrico 1
Input:1/1	Sensor fotoeléctrico 2
Input:1/2	Falla bomba 1
Input:1/3	Falla bomba 2
Input:1/4	Silenciador de sirena
Input:1/5	Encendido automático
Input:1/6	Apagado automático
Input:1/7	Reseteo del sistema
Input:1/8	Entrada electroválvula
Input:1/9	Falla nivel de agua bajo

**Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Marco Mangui**

Las salidas digitales dependen del número de dispositivos a ser controlados, la gran mayoría son elementos de fuerza como:

- Motores
- Electroválvulas
- Luces piloto
- Semáforo

A continuación en la tabla 2.8 se observan las salidas requeridas para este proyecto de acuerdo al número de objetos que se va a controlar en este nuevo sistema de control:

**Tabla 2.8 Salidas digitales a utilizar**

<b>SALIDAS</b>	<b>SIMBOLO</b>
Output:0/0	arranque_motor_1
Output:0/1	arranque_motor_2
Output:0/2	Electroválvula
Output:0/3	Sirena
Output:0/4	Luz manual encendido
Output:2/0	Luz automático encendido
Output:2/1	luz emergencia encendido
Output:2/2	luz_bomba_1
Output:2/3	luz_bomba_2
Output:2/4	falla_bomba_1
Output:2/5	falla_bomba_2
Output:2/6	Luz semáforo rojo
Output:2/7	Luz semáforo verde
Output:2/8	electrovalvula_1

**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Para este proyecto se ha optado por utilizar un PLC MicroLogix 1400, código 1766-L32BWA conjuntamente con su módulo de entradas y salidas digitales 1762-IQ16 y 1762-OB16 respectivamente de marca Allen Bradley, debido al estudio de factibilidad realizado y de acuerdo a las características que se detalla más adelante, es un controlador perfecto para satisfacer las necesidades del presente trabajo de automatización y control.

## 2.6.1 PLC Allen-Bradley 1400/1766



**Figura.2.20: Micrologix 1400**

**Fuente:** <http://ab.rockwellautomation.com/Programmable-Controllers/MicroLogix-1400>

**Elaborado por: Marco Mangui**

“El MicroLogix 1400 tiene las características requeridas en un controlador, con transmisión de mensajes por EtherNet/IP, edición en línea, una pantalla LCD incorporada en cada controlador y una combinación de E/S versátiles.

Con la edición en línea, es posible hacer modificaciones a un programa mientras está en ejecución, lo cual permite realizar el ajuste fino de un sistema de control operativo, incluyendo lazos PID. Esta función no sólo reduce el tiempo de desarrollo sino que ayuda en la resolución de problemas.

La pantalla LCD incorporada permite al usuario monitorear los datos dentro del controlador, modificar opcionalmente dichos datos e interactuar con el programa de control. La pantalla LCD muestra el estado de las E/S digitales incorporadas y las funciones del controlador, y actúa como pareja de potenciómetros de ajuste digital para permitir que un usuario examine y ajuste un programa. El programa de usuario ahora puede usar una nueva instrucción LCD para enviar, y opcionalmente recibir, información a través de la pantalla, proporcionando interacción del programa en tiempo real. La pantalla de inicio es configurable y permite personalizar el controlador

para identificar la máquina en la cual se usa, el diseñador del sistema de control o el nombre de la compañía. La función de estado del puerto de comunicación y conmutación de comunicación, el estado del modo de operación y el monitoreo del estado de la batería son algunas de las muchas funciones de la pantalla LCD.

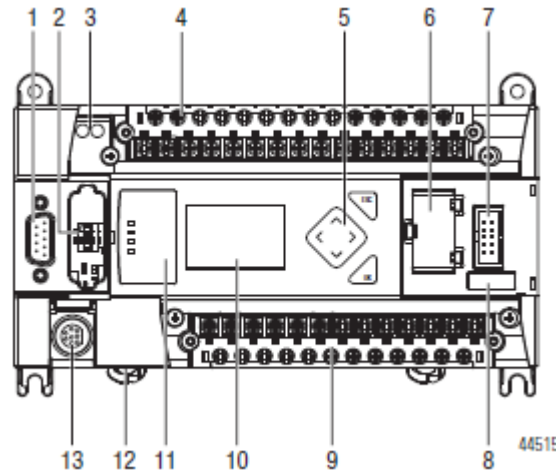
### **2.6.1.1 Características PLC 1400 1766-L32BWA**

- El puerto Ethernet proporciona capacidades de transmisión de mensajes entre dispositivos similares, servidor de web y correo electrónico
- La edición en línea le permite hacer modificaciones a la lógica de escalera mientras que el programa se está ejecutando
- La pantalla de cristal líquido incorporada con luz de retroalimentación permite ver el estado del controlador y de las E/S, y proporciona una simple interface de operador para mensajes, monitoreo de bits/números enteros y manipulación.
- Expanda sus capacidades de aplicación con hasta 7 módulos de E/S de expansión (E/S 1762) con 144 E/S discretas
- Hasta 6 contadores de alta velocidad de 100 KHz (en controladores con entradas de CC)
- 2 puertos serie compatibles con los protocolos DF1/DH485/Modbus RTU/DNP3/ASCII<sup>12</sup>

En la siguiente figura muestra las partes principales del PLC.

---

<sup>12</sup> [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1766-pp001\\_-es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1766-pp001_-es-p.pdf)



**Figura.2.21: Partes del PLC.**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

**Tabla 2.9 Partes principales del Micrologix 1400**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
1	Puerto de comunicación. 2 - conector D de 9 pines RS-32C
2	Módulo de memoria
3	24V de usuario
4	Bloque de terminales de entrada
5	Teclado de la pantalla de cristal líquido (ESC, OK, arriba, abajo, izquierda, derecha)
6	Compartimiento de la batería
7	Conector de bis de expansión 1762
8	Conector de la batería
9	Bloque de terminales de salida
10	Pantalla de cristal líquido
11	Pantalla de indicadores LED
12	Puerto de comunicación 1- Conector RJ 45
13	Puerto de comunicación 0- Conector de 8 pines mini DIN RS-32C/RS-485

**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.6.1.2 Especificaciones generales MicroLogix 1400 1766-L32BWA

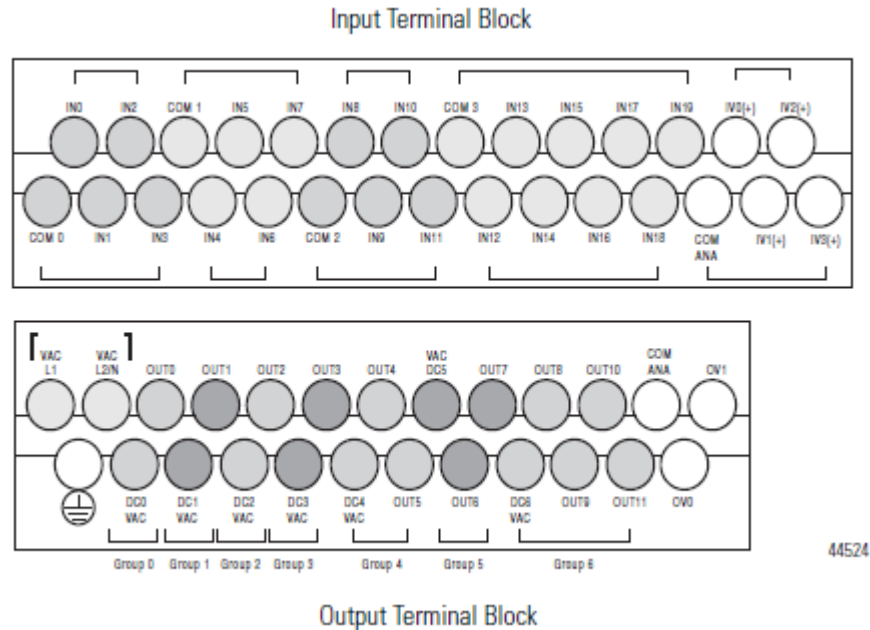
En la siguiente figura muestra las especificaciones generales requeridas:

**Tabla 2.10 Especificaciones Micrologix 14001766-L32BWA**

<b>MicroLogix 1400</b>	<b>1766-L32BWA</b>
Alimentación eléctrica de entrada	120/240 VCA
Memoria	RAM no volátil con batería de respaldo
Espacio para programa de usuario/datos de usuario	10 K/10 K configurable
Registro de datos/almacenamiento de recetas	128 K (sin recetas) / hasta 64 K (después de restar el registro de datos)
Batería de respaldo	Si
Módulo de memoria de respaldo	Si
Entradas digitales	(12) rápidas 24 VCC (8) normales 24 VCC
Salidas digitales	(12) Relé
Entradas/salidas analógicas	No
Puertos en serie	(1)RS232C/RS485*, (1)RS232C**
Protocolos en serie	DF1 Full Duplex / DF1 Half Duplex maestro/esclavo / radiomódem DF1, DH-485, Modbus RTU maestro/esclavo, ASCII, DNP 3 esclavo
Puertos Ethernet	(1) Puerto EtherNet/IP 10/100
Protocolos Ethernet	Transmisión de mensajes EtherNet/IP solamente
Potenciómetro de ajuste	2 digitales
Entradas de alta velocidad (Captación de pulsos)	Hasta 6 canales a 100 KHz
Reloj en tiempo real	Sí, incorporado.
PID	Sí (limitado por lazo y memoria de pilas)
PWM /PTO	N/A
Servocontrol de dos ejes	N/A
Pantalla LCD incorporada	Si
Matemática de punto flotante (coma flotante)	Si
Edición en línea	Si
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +60°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C (o -30°C) a +85°C

**Fuente: Manual Allen Bradley  
Elaborado por: Marco Mangui**

En la siguiente figura muestra los terminales de conexiones generales como: la fuente de alimentación así como también las entradas y salidas del Micrologix 1400 1766-L32BWA.

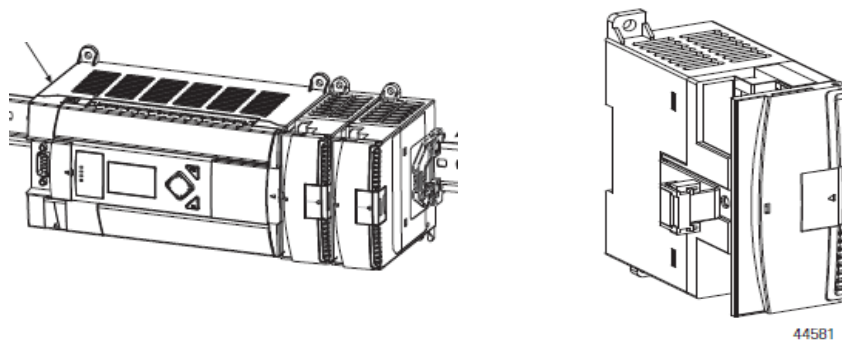


**Figura.2.22: Bloque de entradas PLC 1400**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 2.6.2 Módulos de entradas y salidas

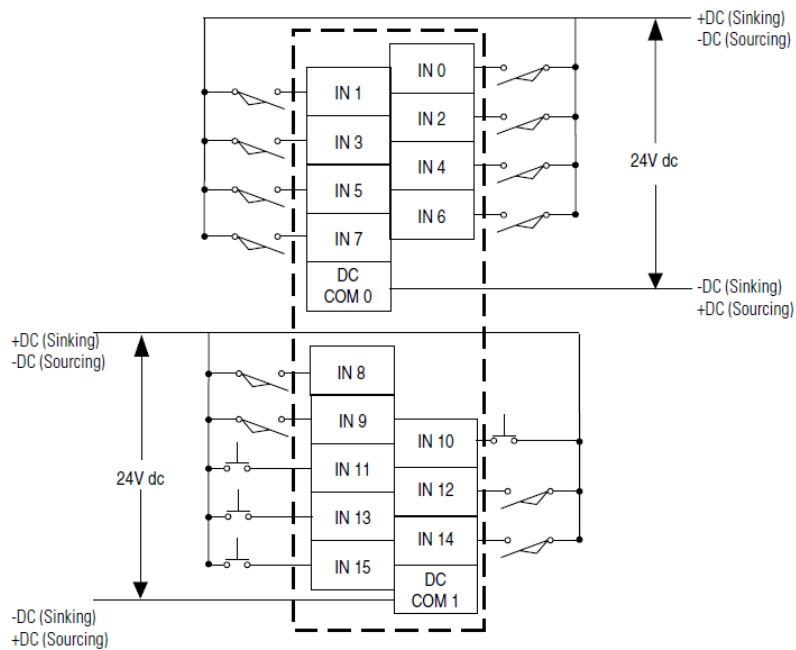
Este controlador según la serie usa hasta siete módulos de E/S 1762 para aumentar su conteo de E/S, Los módulos incluyen: Entradas – 120 VCA, 24 VCC drenador/surtidor, analógicas, RTD y de termopar Salidas – 120 a 240 VCA, 24 VCC surtidor, de relé (incluyendo alta corriente aislada) y analógicas.

Para este proyecto se vio la necesidad de utilizar dos módulos de expansión de 16 entradas digitales y 16 salidas digitales a 24VDC.



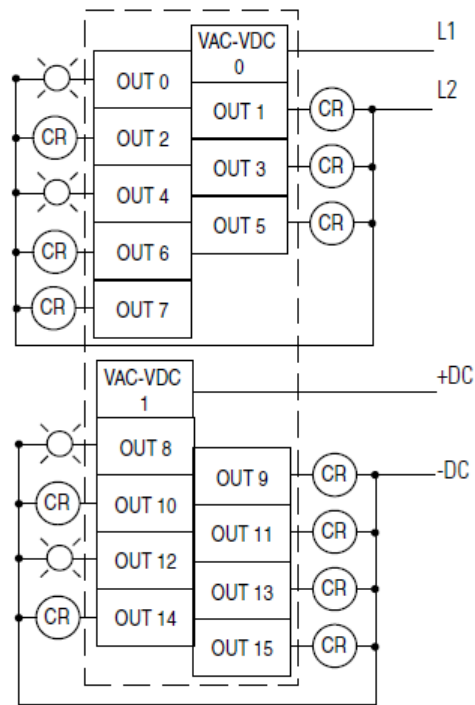
**Figura.2.23: Módulos de expansión**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Como se puede observar en la figura 2.24 y 2.25, se muestra el diagrama de cableado para el módulo de entradas digitales 1762-IQ16 y para el módulo de salidas digitales 1762-OW16.



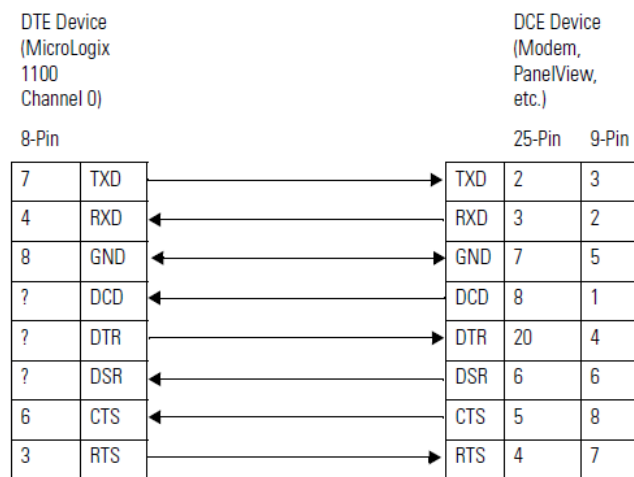
**Figura.2.24: Diagrama de cableado 1762- IQ16**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**





**Figura.2.25: Diagrama de cableado 1762- OW16**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

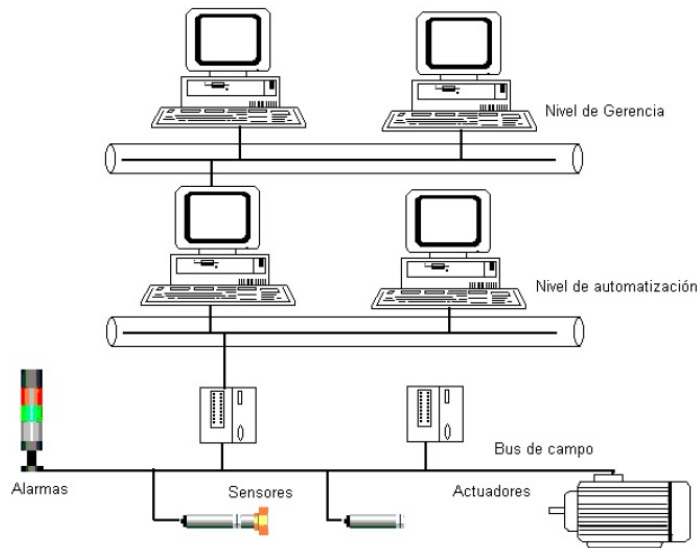
Para poder realizar la descarga y comunicación del PLC Micrologix 1400 con un computador se tiene la posibilidad de trabajar con conector Ethernet (RJ45) o llamado también cable Ethernet cruzado como muestra a continuación.



**Figura.2.26: Cable de conexión**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

## 2.7. Introducción a RSLogix 500

Para empezar la programación se debe tomar muy en cuenta las instrucciones a usarse de acuerdo al hardware como los sensores, alarmas, motores, etc., tal como se muestra en el siguiente ejemplo:



**Figura.2.27: Esquema de automatización**  
**Fuente: Manual Allen Bradley**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

También se debe tomar en cuenta la distribución de entradas y salidas del PLC y de los módulos de expansión como se observa en los anexos 8 y 9 de los planos eléctricos. A continuación se puede considerar la distribución como SLOT 1 y SLOT 2 que se encuentra integrado en el PLC, SLOT 3 y 4 módulos de entrada y salida respectivamente.

### 2.7.1 Descripción general del software para programación.

“RSLogix 500 es el software destinado a la creación de los programas en lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógica de escalera (Ladder). Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows®.

Este software tiene las siguientes funcionalidades:

- Un editor ladder adecuado para escribir programas orientándose en la lógica de aplicación más que en la sintaxis de instrucciones
- Tiene la opción de mover objetos de la tabla de datos de un sitio a otro, instrucciones desde un escalón a otro dentro de un proyecto, también se puede mover los escalones de una subrutina a otra de un proyecto.
- Un módulo rápido de buscar y remplazar para cambiar posibles errores de una determinada dirección o símbolo.
- También posee un verificador de proyectos en el cual se puede visualizar y corregir una serie de errores a conveniencia del programador.
- Un árbol de proyectos que permite el acceso a todas las carpetas y archivos contenidos.

Para realizar un proyecto este programa permite;

- Crear y editar la programación tipo ladder.
- Probar y corregir la programación tipo ladder.
- Forzar instrucciones de entrada y salida.
- Comunicarse con cualquier procesador en la red DH-485.
- Transportar un programa hacia o desde un procesador.
- Monitorear la operación del procesador.
- Transferir un programa hacia o desde un módulo de memoria.
- Cambiar el modo de operación (Run/Stop).
- Añadir comentarios a escalones, instrucciones y direcciones en la programación.

### **2.7.2 Requisitos mínimos del sistema**

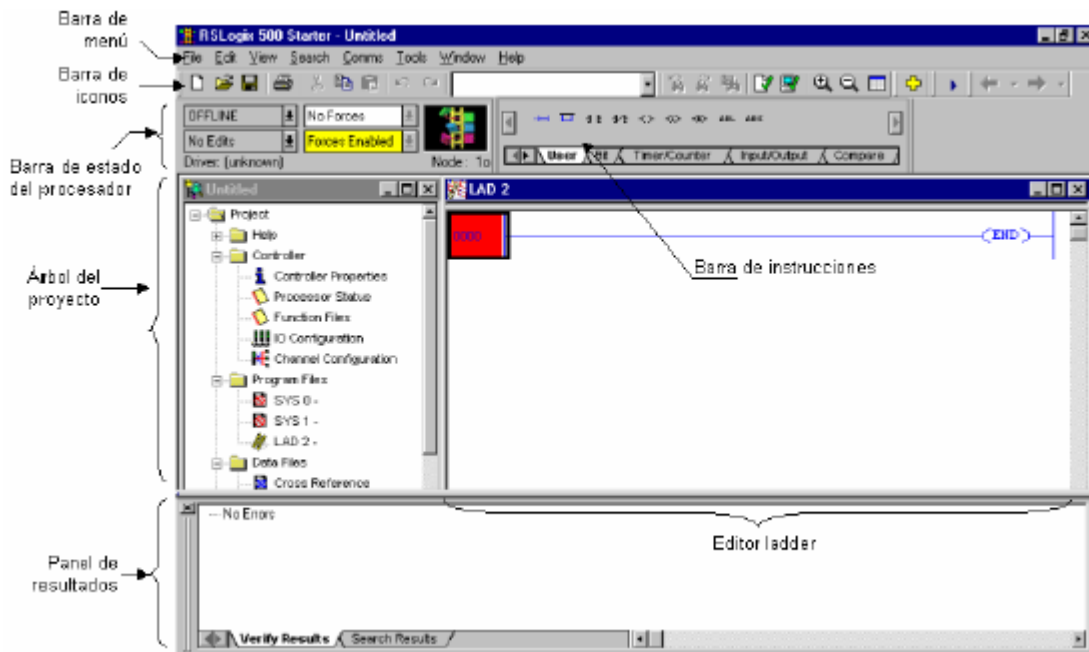
Para poder utilizar este software sin problemas se requiere tener un sistema con las siguientes características como mínimo:

- Intel Pentium II® o superior
- 128 MB de RAM para Windows NT, Windows 2000, o Windows XP (64 MB para Windows 98®)

- 45 MB de espacio de disco duro disponible
- Monitor y adaptador gráfico SVGA 256-color con resolución 800x600
- CD-ROM drive.
- Disquetera de 3.5 pulgadas (sólo para la activación del programa mediante la llave).
- Cualquier dispositivo de señalamiento compatible con Windows
- RSLinx™ (software de comunicación) versión 2.31.00 o posterior.”<sup>13</sup>

### 2.7.3 Ventana del RSLogix 500

“Existen diferentes menús de trabajo (figura 2.28) en el entorno de RSLogix 500, a continuación se hace una pequeña explicación de los mismos:



**Figura.2.28: Ventana del RSLogix 500**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

<sup>13</sup> <http://dSPACE.epn.edu.ec/bitstream/15000/8776/3/T10750CAP3.pdf>

### **2.7.3.1 Barra de menú**

Permite realizar diferentes funciones como recuperar o guardar programas, opciones de ayuda, etc. Es decir, las funciones elementales de cualquier software actual.

### **2.7.3.2 Barra de iconos**

Engloba las funciones de uso más repetido en el desarrollo de los programas.

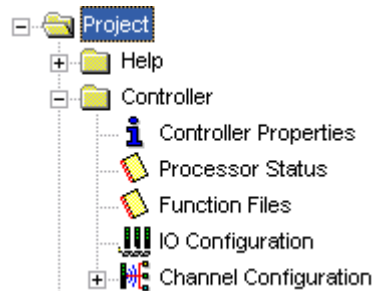
### **2.7.3.3 Barra de estado del procesador**

Permite visualizar y modificar el modo de trabajo del procesador (online, offline, program, remote), cargar y/o descargar programas (upload/download program), así como visualizar el controlador utilizado (Ethernet drive en el caso actual). Los modos de trabajo más usuales son:

- **Offline:** Consiste en realizar el programa sobre un ordenador, sin necesidad alguna de acceder al PLC para posteriormente una vez acabado y verificado el programa descargarlo en el procesador. Este hecho dota al programador de gran independencia a la hora de realizar el trabajo.
- **Online:** La programación se realiza directamente sobre la memoria del PLC, de manera que cualquier cambio que se realice sobre el programa afectará directamente al procesador, y con ello a la planta que controla. Este método es de gran utilidad para el programador experto y el personal de mantenimiento ya que permite realizar modificaciones en tiempo real y sin necesidad de parar la producción.

### 2.7.3.4 Árbol del proyecto

Contiene todas las carpetas y archivos generados en el proyecto, estos se organizan en carpetas. Las más interesantes para el tipo de prácticas que se realizará son:



**Figura.2.29: Árbol de proyecto**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

#### 2.7.3.4.1 Controller properties

Contiene las prestaciones del procesador que se está utilizando, las opciones de seguridad que se quieren establecer para el proyecto y las comunicaciones.

#### 2.7.3.4.2 Processor Status

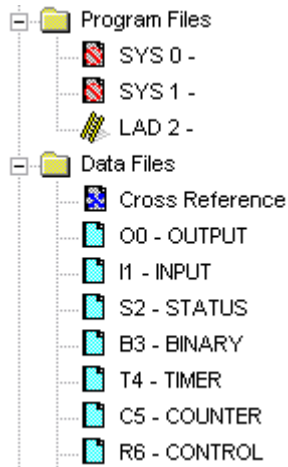
Se accede al archivo de estado del procesador.

#### 2.7.3.4.3 IO Configuration

Se podrán establecer y/o leer las tarjetas que conforman el sistema.

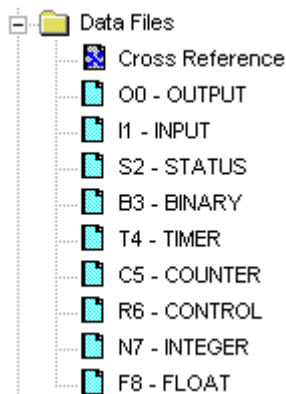
#### 2.7.3.4.4 Channel Configuration

Permite configurar los canales de comunicación del procesador. La siguiente figura “Program Files” contiene las distintas rutinas Ladder creadas para el proyecto.



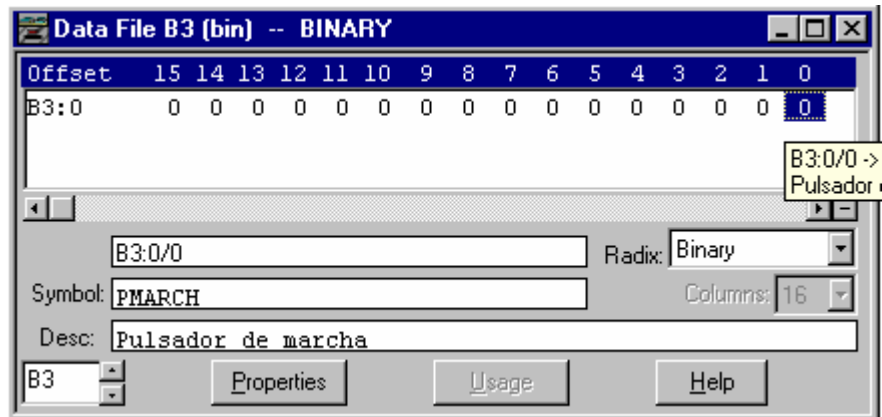
**Figura.2.30: Archivos del programa**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Posteriormente “Data Files” Da acceso a los datos de programa que se van a utilizar así como a las referencias cruzadas (cross references). Además se puede configurar y consultar las salidas (output), entradas (input), variables binarias (binary), temporizadores (timer), contadores (counter)




**Figura.2.31: Archivo de datos**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Al seleccionar alguna de las opciones se despliegan diálogos similares al siguiente, en el que se pueden configurar diferentes parámetros según el tipo de elemento.



**Figura.2.32: Diálogo de instrucciones**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

#### 2.7.4 Panel de resultados

Aparecen los errores de programación que surgen al verificar la corrección del programa realizado  (situados en la barra de iconos). Efectuando doble clic sobre el error, automáticamente el cursor se situará sobre la ventana de programa Ladder en la posición donde se ha producido tal error.

También es posible validar el archivo mediante Edit > Verify File o el proyecto completo Edit > Verify Project.

#### 2.7.5 Barra de instrucciones

Esta barra le permitirá, a través de pestañas y botones, acceder de forma rápida a las instrucciones más habituales del lenguaje Ladder; presionando sobre cada instrucción, ésta se introducirá en el programa Ladder.



## 2.7.6 Ventana del programa Ladder

Contiene todos los programas y subrutinas Ladder relacionados con el proyecto que se esté realizando. Se puede interaccionar sobre esta ventana escribiendo el programa directamente desde el teclado o ayudándose con el ratón (ya sea arrastrando objetos procedentes de otras ventanas o seleccionando opciones con el botón derecho del ratón).”<sup>14</sup>

---

14

## **CAPÍTULO III**

### **IMPLEMENTACIÓN**

#### **3.1. Sistema actual de la prueba de agua**

Para entender mejor el funcionamiento del sistema actual de la cabina de prueba de agua para todo tipo de autos de la marca KIA, a continuación se detallará el entorno y los dispositivos que conforman actualmente el mencionado sistema. Se tomará en cuenta el estado de los dispositivos y funcionalidad del tablero actual, y de acuerdo al estado en que se encuentre este sistema será cambiado en su totalidad.

Los operadores deben realizar la prueba de calidad que consiste en: alineación, prueba de rodaje, pruebas de torque y revisión de carrocería en AYMESA, posteriormente se traslada a la planta tres para ejecutar una verificación de impermeabilidad donde actualmente existe una cabina construida de acuerdo al tamaño promedio de los autos.

La cabina consta de dos bombas de agua con sus respectivos motores que son controlados con un tablero de control manual, para el bombeo de agua, la cual posee una válvula de pie que absorbe el agua de la cisterna por medio de tuberías conectadas en red, las mismas envían el agua a una serie de boquillas que esparcen el agua en todas las direcciones hacia el automóvil.

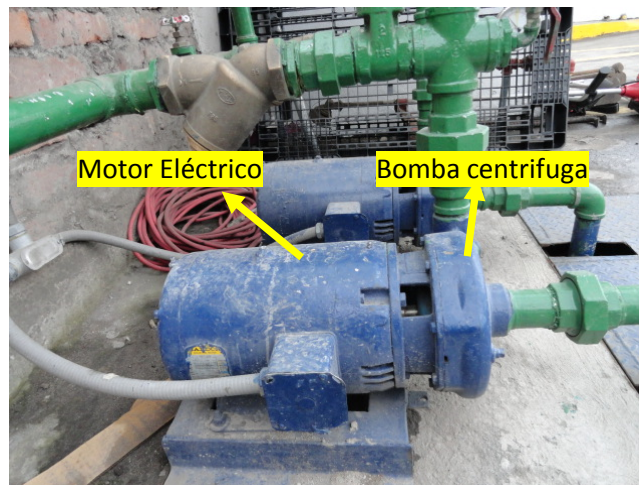
Para estar al tanto del funcionamiento y características del sistema de control y fuerza en la actualidad de las dos bombas de agua, y a su vez el proceso de emisión

de señales para su activado como: los pulsadores de encendido/apagado, paro de emergencia, contactores con sus respectivos relés térmicos y temporizadores.

### 3.1.1 Motor y bomba de agua centrífuga

Existen dos bombas centrífugas con motor eléctrico de 10HP el cual se mantendrá en operación para este trabajo.

El agua entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. En la siguiente figura 3.1, se puede apreciar el motor y la bomba.



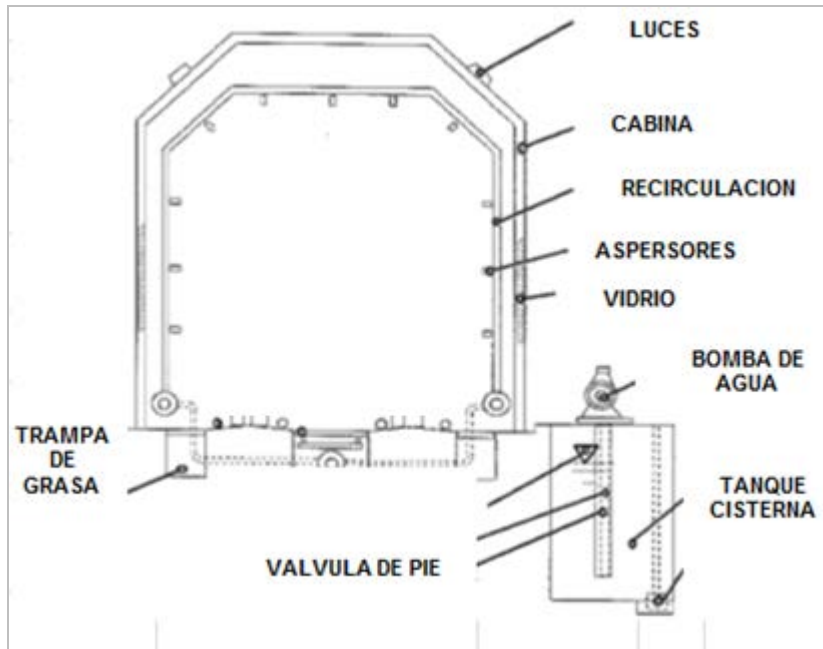
**Foto.3.1: Bombas actuales**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### 3.1.2 Cabina de agua

En las operaciones de aspersion en el ensamble de automóviles, los sistemas de aspersion cumplen un papel muy importante en AYMESA, proporcionando grandes

ventajas en los procesos de calidad, comprobando la impermeabilidad del vehículo para métodos de.

- Aspersión en la cabina de agua
- Secado de los vehículos.



**Figura.3.1: Cabina de Aspersión**  
**Fuente: Investigación de Campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

En AYMESA se utiliza un trabajo estandarizado como: tiempo de la prueba 180seg, los aspersores de agua trabajan con una presión de 40 PSI con un volumen de 8lts/min, el ángulo de la aspersión de 60° con una cantidad de 86 aspersores, 43 laterales (LH-RH) y 43 superiores e inferiores ubicados al interior de la cabina de agua.



**Foto.3.2: Ingreso de la unidad**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### **3.1.3 Tanque cisterna**

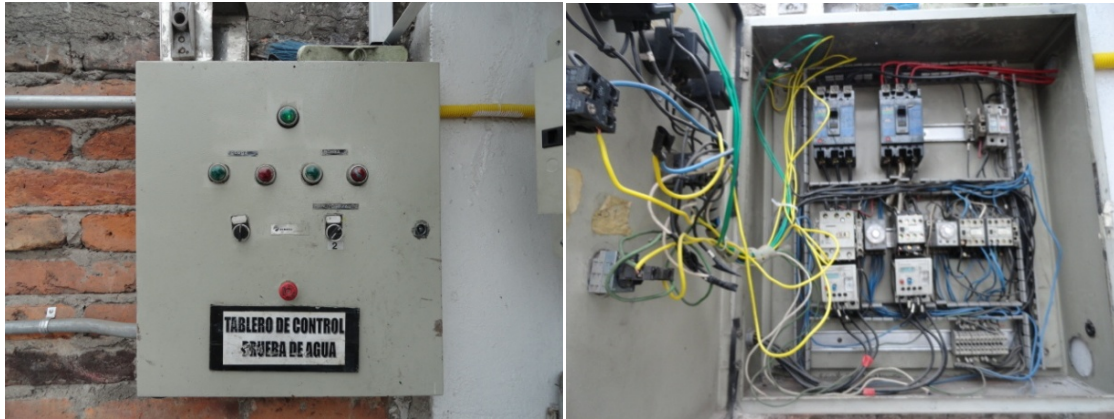
Es utilizado como reservorio de agua con un área de  $1,20\text{m}^2$  y una profundidad de  $1.40\text{m}$  adicional se encuentra ubicado una boya de nivel adaptado a una llave de agua que abre o cierra el paso de agua en la cisterna, se puede decir que sirve para mantener el nivel del agua que posteriormente es utilizado para la simulación de lluvia en la cabina.

Se debe tomar en cuenta el nivel de agua para la automatización, ya que actualmente no existe un control de la cisterna cuando no hay agua, y si esto ocurriera se puede dañar los sellos de las bombas causando graves daños materiales y paros de producción.

### **3.1.4. Tablero de control**

#### **3.1.4.1 Control del sistema**

Consta de dispositivos de control como: breakers, contactor, temporizador, relé térmico, paros de emergencia, pulsadores entre otros, cumpliendo funciones específicas para controlar el sistema. Ver plano No.02, Anexo 2. Circuito eléctrico actual.



**Foto.3.3: Tablero de control actual**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Actualmente el tablero de operación, está situado en la parte superior de las bombas de agua debido a que es un sitio accesible para el libre mantenimiento del sistema, y poder controlar el proceso manualmente, cuenta con un tablero secundario ubicado a la salida de la cabina que consta de un pulsador de encendido, uno de paro, además utiliza un selector para apagar el sistema.

Se puede realizar la operación desde el tablero principal pero debido a la distancia que se encuentra el tablero de control, se dificulta la operación desde la misma. A continuación se detalla las características principales de cada dispositivo que conforman el hardware:

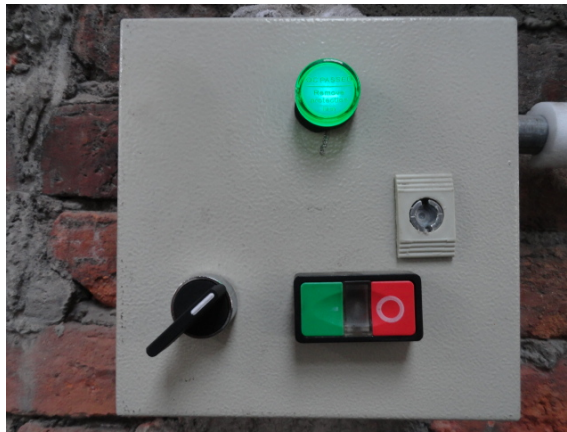
#### **3.1.4.2 Dispositivos de control**

Todo el sistema es controlado por: dos selectores uno para encender o apagar el sistema y el otro en este caso deshabilitado el cual se encuentra en mal estado y no cumple ninguna función lógica, también utiliza un paro de emergencia ineficiente, sin embargo es utilizado para encender o apagar el sistema y por ultimo 5 luces piloto en mal estado 3 de color verde y 2 de color rojo cabe mencionar que todo el sistema ya sea de control y de fuerza utiliza 220VAC.

### 3.1.4.3 Tablero de control secundario

El tablero de 20x20cm es utilizado para activar las bombas, y un selector de paro para desactivar además una luz piloto, como muestra la foto 3.4. El sistema es manipulado por un operador, está ubicado a la salida de la prueba el cual también facilita la accesibilidad del operario pudiendo así manipular desde el tablero principal o también del tablero secundario como indica la foto 3.4.

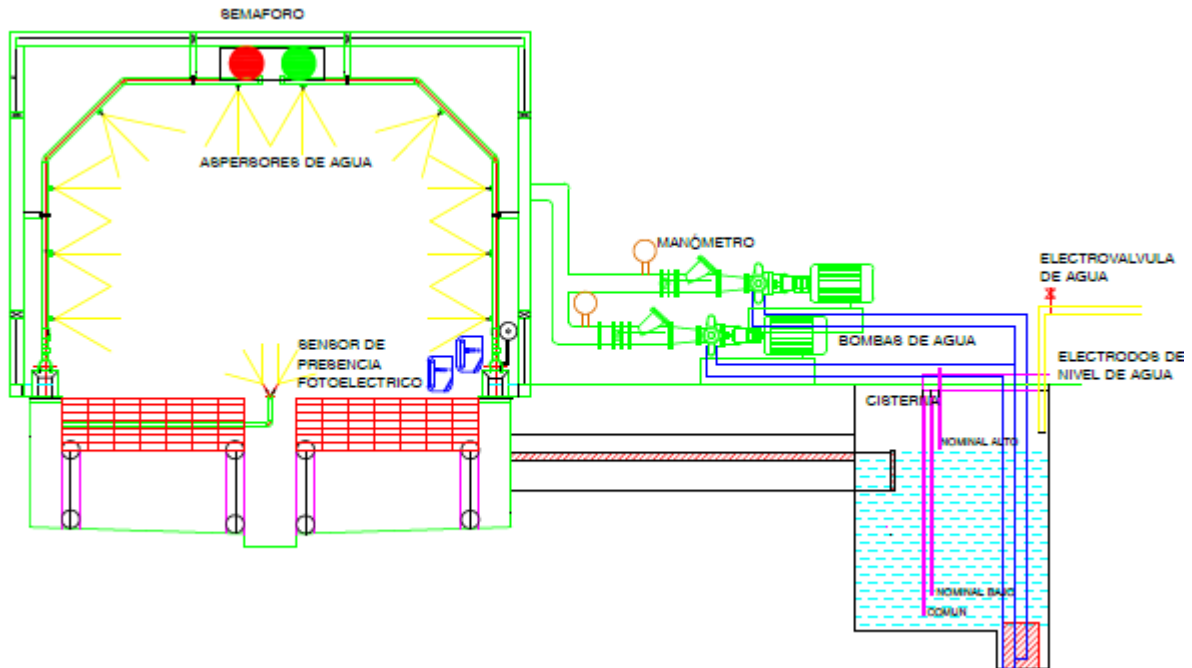
El levantamiento del sistema eléctrico de control y fuerza se observa en el Anexo de los planos eléctricos 1 y 2.



**Foto.3.4: Tablero secundario actual**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### 3.2. Diseño del nuevo sistema de prueba de agua

Está conformado por una serie de elementos y dispositivos que comandan un proceso de tal forma que cada uno de ellos cumple una función en particular, cabe recalcar que una de las principales características del nuevo sistema, está conformado por un controlador lógico programable, el cual realiza funciones específicas para realizar procesos como temporización, lógica secuencia, siendo un dispositivo fundamental para esta aplicación.



**Figura.3.2: Diseño del nuevo sistema**  
**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Como se puede observar la figura 3.2 indica la constitución general de la cabina, se puede ver también la ubicación de los dispositivos externos que servirá para el control del proceso estos son: los sensores fotoeléctricos, el semáforo, los electrodos, la electroválvula, quienes son encargados de recibir señales físicas, que son controlados o supervisados en señales eléctricas equivalentes que pueden ser interpretadas por el controlador.

### 3.2.1 Requerimientos técnicos

Dentro de los requerimientos técnicos se destacan todos los dispositivos adquiridos para gobernar, controlar y automatizar el proceso de la prueba de agua, se puntualizará las características de cada uno de ellos en la siguiente tabla:



**Tabla 3.1 Lista de materiales para el proyecto**

CANT	DESCRIPCIÓN	MARCA	CARACTERÍSTICAS
1	SELECTOR SWITCH 22MM 2 POSICIONES N/O	Schneider	Selector 2 posiciones 1 NO , mantenido Operador de plástico/enclavamiento de plástico
3	PULSADOR 22MM N/O VERDE	Schneider	Pulsadores sin retención sin iluminación (conexiones de tornillo) Operador de plástico/enclavamiento de plástico 1 NO
3	PULSADOR 22MM N/O ROJO	Schneider	Pulsadores sin retención sin iluminación (conexiones de tornillo) Operador de plástico/enclavamiento de plástico 1 NO
1	PULSADOR 22MM N/O NEGRO	Schneider	Pulsadores sin retención sin iluminación (conexiones de tornillo) Operador de plástico/enclavamiento de plástico 1 NO
2	PULSADOR PARO DE EMERGENCIA TIPO HONGO	Schneider	Operador de plástico/enclavamiento de plástico Desbloqueo por rotación 1 NC
1	PLC 16 PT ML1400 1766-L32BWA	Allen Bradley	El puerto Ethernet proporciona capacidades de transmisión de mensajes entre dispositivos similares, servidor de web y correo electrónico. Si las E/S incorporadas en el MicroLogix 1400 no son suficientes, añade hasta siete de los módulos de E/S 1762 (usados también por los controladores MicroLogix 1100 y 1200) de expansión digital y analógica.

1	MÓDULO DE 16 ENTRADAS DIGITALES 1762-IQ16	Allen Bradley	Módulo de entrada de 24 V CC drenador/surtidor de 16 puntos
1	MÓDULO DE 16 SALIDAS DIGITALES 1762-OB16	Allen Bradley	Módulo de salida de 24 V CC surtidor de 16 puntos
1	FUENTE 115/230 VAC-24VDC; 5A	Schneider	115/230 Vac selección automático , corriente nominal 2.2 A / 1.0 A, corriente de salida 5 A (120 W), salida de voltaje 24 Vdc (22.5 - 28.5 Vdc)
3	LUZ PILOTO 22MM, VERDE	Schneider	Operador de plástico/enclavamiento de plástico 120VAC
3	LUZ PILOTO 22MM, ROJO	Schneider	Operador de plástico/enclavamiento de plástico 120VAC
2	CONTACTOR TRIFÁSICO 240VAC, 30A	Schneider	Contactador de 30 amperios con 3 contactos N/A, 220 VAC
2	CONTACTO AUXILIAR	Schneider	Bloques de contactos auxiliares para montaje lateral sin designaciones de terminales en secuencia 1 NA, 1 NC
2	CONTACTO AUXILIAR	Schneider	Bloques de contactos auxiliares para montaje frontal sin designaciones de terminales en secuencia 1 NA, 1 NC
2	GUARDAMOTOR TRIFÁSICO 240VAC 22 A 32A	Schneider	Protección contra cortocircuitos – Disparo magnético estándar Interruptores automáticos de disparo instantáneo (ICB) Para aplicaciones de motor con curva de disparo 22 A 32 240VAC

13	AB RELE TIPO BORNERA 24V AC, DC. TIPO TORNILLO	Allen Bradley	Ideal para aplicaciones de interface/aislamiento, relés y zócalos totalmente ensamblados, indicador LED estándar, bornas de tornillo o de conexión por resorte, opción para sistema de marcado 1492 montado a presión 2 NA/NC
35	AB BORNERA 2.5MM2, 30 Ó 12AWG	Allen Bradley	Bloque de terminales dimensión 2.5 mm <sup>2</sup>
15	AB BORNERA 4MM2, 20 Ó 10AWG	Allen Bradley	Bloque de terminales dimensión 4 mm <sup>2</sup>
5	AB TAPA LATERAL P/BORNERA	Allen Bradley	Tapas para los laterales de las borneras.
1	BREAKER C/M 3* 80-100A REGULABLE	Siemens	Breaker trifásico regulable de 80 a 100 amperios de caja moldeada
4	BREAKER PARA RIEL DIN POLAR 2A	Schneider	Breaker de un solo polo de 2 amperios para riel din
7	CABLE FEXIBLE AWG 6 NEGRO 7M	Electrocables	Cable sucre para conexión del circuito de potencia al breaker principal bombas de agua
1	CAJA DE DISTRIBUCIÓN 12 BREAKERS TERMICA	Squard	Caja de distribución de breakers
1	REPARTIDOR 4 POLOS-125AMP	Legrand	Repartidor con barras para R, S ,T, N.

1	ELECTROVÁLVULA DE AGUA DE 1"		Electroválvula para agua 110VAC
2	DETECTOR DE NIVEL DE LÍQUIDOS	Schneider	Proporción de voltaje 110 o 220 VAC, CONTROL DE SALIDA 250V 5A AC , Rango de voltaje de trabajo 85 a 110% del voltaje proporcionado
4	ELECTRODOS DE NIVEL	Siemens	Electrodos sumergibles para abrir o cerrar el contacto del detector de nivel de líquidos
100	CABLE FLEXIBLE TW # 18 ROJO	Electrocables	Cable flexible para control del sistema especialmente para SALIDAS del PLC
100	CABLE FLEXIBLE TW # 18 AZUL	Electrocables	Cable flexible para control del sistema especialmente para entradas del PLC
2	CODOS PARA TUBOS CONDUIT DE 1"	Camsco	Para acometida para los sensores y el semáforo
40	CABLE SUCRE AWG 18X3	Electrocables	Cable sucre para conexión de los sensores fotoeléctricos
30	CABLE FLEXIBLE THHN 10 AWG 600V 90°C	Electrocables	Cable sucre para conexión del circuito de potencia bombas de agua
1	GABINETE METÁLICO 80*60*25 PESADO	Beacoup	Caja metálica principal para controlar todo el sistema de control y fuerza y los dispositivos externos
1	LUZ ELECTRÓNICA AZUL 22MM 110/220VAC	Camsco	Luz azul para encendido automático

1	PULSADOR LUMINOSO ROJO 22MM	Schneider	Pulsador para reseteo del sistema
4	RIEL DIN LONGITUD 1MT ALUM/ACERO	Schneider	Para ubicación y soporte de los equipos electrónicos
5	CANALETA RANURADA PLAST. GRIS 60*40	Schneider	Para el cableado del sistema
1	TERMINALES (100)	Camsco	Para conexiones a los dispositivos
2	TUBO CONDUIT 1" 3M	Camsco	Para acometida para los sensores y el semáforo
1	SIRENA DE MOTOR ROJA 110V/220V.105DB MET	Camsco	Para alerta de alarma o paro de emergencia
1	SEMÁFORO ELECTRÓNICO VERDE Y ROJO 24VDC	Camsco	Señalización para entrada y salida del vehículo
2	SENSOR FOTOELÉCTRICO	OMRON	Sensor fotoeléctrico tipo difuso referencia: E3Z-D62 alcance censado: 1m alimentación: 10...30VDC salida: PNP-light on/dark on conexión: cable incorporado protección: IP67-IP69K material cuerpo: plástico marca: OMRON
2	SOPORTE METÁLICO	OMRON	Accesorio para montaje referencia: E39-L153 marca: OMRON

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Marco Mangui

### **3.2.2. Instalación**

El programa a diseñar permitirá satisfacer las necesidades de funcionamiento del proceso de manera manual y automática.

El voltaje de alimentación para el nuevo sistema de control y fuerza está dada por un tablero repartidor de energía que se encuentra ubicado al lado derecho del nuevo tablero. Este tablero suministrará energía trifásica de 220VAC al nuevo sistema de control y fuerza que se controlará mediante un breaker de protección BP de 80A al repartidor general.

En la alimentación interna del tablero se ubicará un breaker bifásico B1, B2, para las líneas R Y S, que a su vez servirá para alimentar al PLC. La alimentación a la fuente de 220VAC 24VDC 5A será de manera directa T y R.

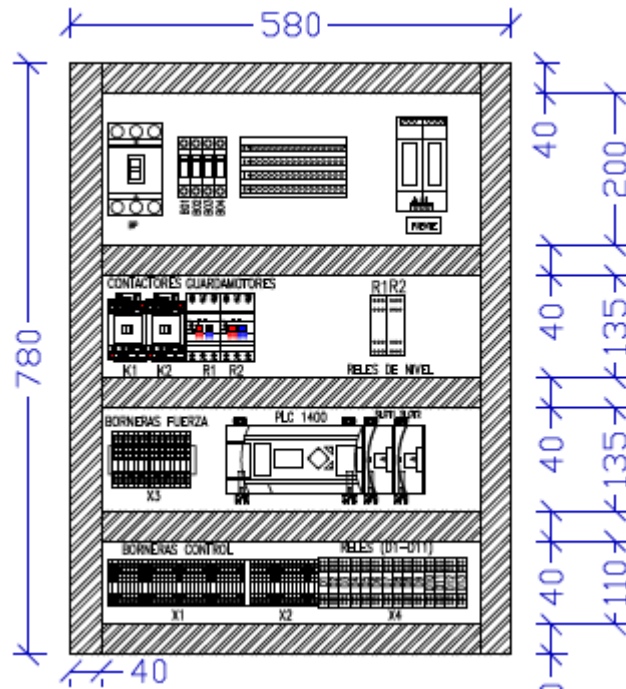
La salida de alimentación (+1) contará con B2 de 2A que se utilizará para alimentar a las entradas y salidas del Micrologix 1400 y a los módulos de expansión SLOT1 - SLOT2, la salida de alimentación (+2) con B2 de 2A servirá para alimentar a los dispositivos de control como, botoneras, sensores fotoeléctricos y un selector.

Las luces piloto, el semáforo y electroválvula de agua se alimentaran con 220VAC que son controlados por los relés.

A continuación se detallan los procedimientos realizados en la instalación del nuevo sistema de control para la prueba de agua para vehículos.

#### **3.2.2.1 Armado del tablero**

Para el montaje de los sistemas de fuerza y de control es necesario tomar en cuenta su ubicación exacta así como también la dimensión física de cada uno de los dispositivos de control para no tener complicaciones en el armado, para esto se utilizará el plano de posicionamiento de materiales como muestra en la figura 3.3.



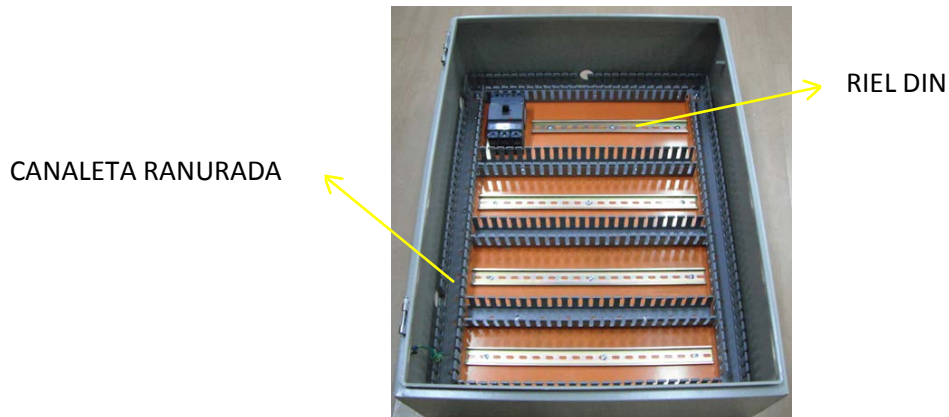
**Figura.3.3: Diseño del nuevo tablero**  
**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Los materiales para la sujeción de elementos y cableado son:

- Canaleta ranurada de 40 X 60 cm
- Riel de tipo DIN

Por medio de los planos con un flexo se señala al interior del tablero para así colocar con facilidad el riel y la canaleta ranurada que son cortadas a una medida específica, posteriormente se realiza las perforaciones con una fresadora en la parte frontal del tablero, esto es necesario para colocar los elementos de control y luces pilotos.

Después de haber realizado el paso anterior el tablero de control queda así:



**Foto.3.5: Riel DIN y canaleta ranurada**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Posteriormente colocado el riel DIN ubicado en cada uno de los espacios establecidos y la canaleta que servirá para el cableado, se procede a la colocación de cada uno de los dispositivos electrónicos empezando desde elementos de fuerza como:

- Cuatro breakers
- Un repartidor de energía
- Una fuente de poder
- Dos contactores
- Dos guardamotores
- Dos relés detectores de nivel de líquidos
- Un PLC allen bradley 1400 serie 1766-L32BWA
- Dos modulo de entradas y salidas 1766-IQ16 y 1766-OB16
- X1, X2 borneras de fuerza y control
- X3 relés de control

Además se procede a la ubicación de los pulsadores de control ubicado en la parte externa del tablero empezando desde el primero como:

- Luz piloto manual
- Luz piloto automático



- Selector manual automático
- Paro de emergencia
- Pulsador encendido automático
- Pulsador apagado automático
- Pulsador silenciador de la sirena
- Pulsador reseteo de sistema
- Luz piloto encendido bomba 1
- Luz piloto falla bomba 1
- Luz piloto encendido bomba 2
- Luz piloto falla bomba 2
- Pulsador encendido bomba 1
- Pulsador apagado bomba 1
- Pulsador encendido bomba 2
- Pulsador apagado bomba 2

En la siguiente foto 3.6 muestra la ubicación de todos los dispositivos que conforman el sistema de control manual y automático para luego realizar la respectiva conexión de control y fuerza.



**Foto.3.6: Instalación de dispositivos**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### **3.2.2.2 Instalación del PLC y módulos de entradas y salidas**

Son dispositivos que conforman el sistema de control, que se encargarán de convertir la variable física en variable eléctrica y obtener señales que irán conectadas a la entrada del PLC o a los módulos de expansión para cumplir con una secuencia lógica de programación.

Para ensamblar el nuevo PLC en el Tablero Principal y realizar las respectivas conexiones de entradas y salidas, es fundamental verificar el correcto funcionamiento de la comunicación con el computador; para lo cual, es necesario realizar el ensamblaje del Hardware que consiste en instalar todos los elementos que conforman al PLC indicados a continuación:

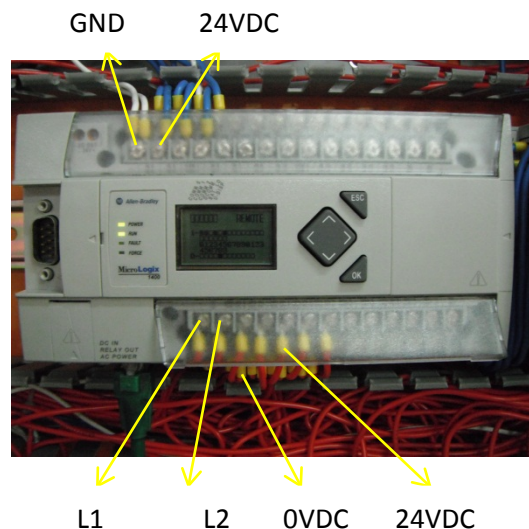
- Controlador micrologix: 1766-L32BWA
- Batería del controlador
- Fuente de alimentación eléctrica 24VDC 5A
- Módulo de entrada 24 VCC drenador/surtidor 1762-IQ16
- Módulo de Salida 24 VCC surtidor 1762-OB16
- Cable de red: Ethernet (cable cruzado) o en serie.

Se realizan las pruebas de funcionamiento en el tablero y una vez armado se verifican todos los posibles errores ya sea del programa del PLC y de los sistemas de control más importantes para ser corregidos, generalmente se presentan errores de programación esto debido a que es la primera vez que el PLC realiza un interface por medio de un cable Ethernet al computador, es el momento mismo de comprobar si el programa funciona el cual detallaremos más adelante en el numeral 3.4.3.

#### **3.2.2.2.1 Voltaje de alimentación al PLC**

Es necesario realizar la conexión de alimentación del PLC Micrologix 1766-L32BWA siguiendo los siguientes pasos:

- Conectar los cables de 220VAC para alimentación del PLC
- Conectar el común negativo de la fuente a las entradas del PLC
- Conectar la alimentación de flanco positivo 24VDC pasando por todos los dispositivos de mando, a la entrada del PLC
- Conectar 24VDC a todos los comunes de las salidas del PLC.
- Posteriormente se realizarán las respectivas conexiones a los relés.

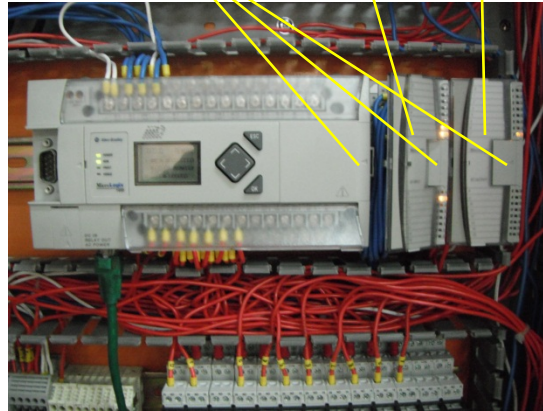


**Foto.3.7: Alimentación al PLC**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Los módulos de E/S SLOT 1, SLOT 2 se conectan a la derecha del controlador. Se extrae la terminación de tapa que viene en la parte frontal del controlador, posteriormente se inserta a la derecha del controlador.

Cabe mencionar que estos puertos únicamente llevan información del programa más no la alimentación y es necesario alimentar con 24VDC, se debe conectar los dos módulos de expansión de entrada y de salida como muestra a continuación en la foto 3.8.

PUERTO DE EXPANSIÓN    SLOT1    SLOT2



**Foto.3.8: Módulos de expansión**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

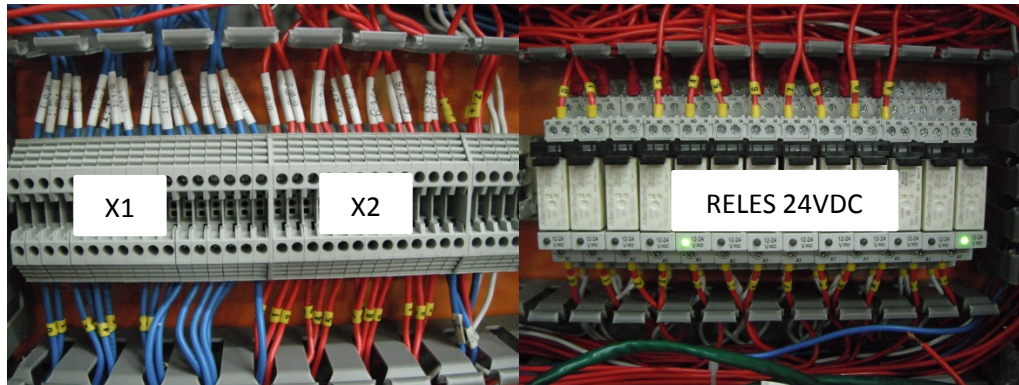
Como se puede observar en la foto 3.9 del circuito de control para las entradas y salidas digitales del PLC así como los relés de fuerza, se realiza las conexiones con cable 18AWG el color rojo que corresponde a 220VDC, los cables de color azul corresponde al circuito de control 24VDC.

En las borneras de conexión X1, X2 como muestra en la foto 3.9, ayuda para identificar de mejor manera el sistema de control, en los bornes X1 aquí llega todas las instrucciones de entrada que abre o cierra un contacto de 24VDC tales como:

- Selector
- Pulsadores
- Paros de emergencia
- Sensores fotoeléctricos
- Contactos de Guardamotor
- De los sensores de nivel

Todas las salidas ubicados en X2 lleva funciones lógica programada del PLC, contadores, temporizadores etc., ésta a su vez envía información a los relés para posteriormente controlar el sistema de fuerza.

La bobina del relé de 24VDC se activa mediante una salida del PLC el un extremo del contacto del relé (11), va conectado a una línea (S), mientras que el otro extremo (14), a la bobina del contactor (A1); lo que quiere decir que cuando se active el relé cerrará un contacto N/O y polarizará el contactor. En la siguiente foto 3.9 se puede apreciar su ubicación.



**Foto.3.9: Borneos y relés**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Como se mencionó anteriormente en la bornera X1, X2 se encuentra instalado todos los dispositivos de mando y luces piloto ubicados en la parte frontal del tablero.

Para la instalación de estos dispositivos en la parte frontal del tablero se toma en cuenta la cantidad de elementos de control que se instala y de acuerdo al plano realizado se toma las medidas para posteriormente realizar las perforaciones, utilizando una fresadora de 22mm ya que es el diámetro de cada elemento y por ende donde se va a insertar.

Los pulsadores de mando selector, paro de emergencia, luces piloto como muestra en la foto 3.10, siendo indispensable para controlar el sistema automático manual de manera independiente. La forma de conexión es la siguiente:

Los pulsadores del tablero se conectan de forma directa al controlador que también funciona a base de relés a 24VDC, para tener un mayor control sobre el sistema,

Se utiliza un común de 24VDC para polarizar todos los pulsadores y el selector y las salidas irán directo al PLC.



**Foto.3.10: Dispositivos de mando**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### 3.2.2.3. Seguridades del sistema

Es necesario tomar en cuenta todas las seguridades detalladas a continuación:

- Paros de emergencia
- Electroodos de nivel bajo
- Breakers
- Guardamotores

Estas envían señales eléctricas de cualquier falla detectada en el sistema, los cuales llegan al PLC y este a su vez tiene la función de bloquear el sistema.

### 3.2.2.3.1 Paro de emergencia

La función del paro de emergencia es evitar incidentes y accidentes en el factor humano, si se pulsa el paro se bloquean los siguientes sistemas:

Sistema manual, sistema automático adicionalmente se utiliza una instrucción del PLC para activar una sirena y una luz piloto rojo que se encuentra adaptado a un pulsador, esta luz oscila indicando la avería y de la misma posee una opción de resetear el sistema.



**Foto.3.11: Paro de emergencia**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### 3.2.2.3.2 Electrodo de nivel bajo

El electrodo del nivel bajo que se encuentra ubicado en la cisterna específicamente a una distancia de 1m desde la superficie, este envía una señal al PLC que desactiva el sistema de automático.

### 3.2.2.3.3 Breaker

Se utilizó un breaker principal (BP) de 80 a 100A de acuerdo a las cargas eléctricas utilizadas actualmente, esta va conectada a un repartidor tipo bornera el cual ayuda a realizar el cableado de fuerza y además desde la misma se realizar la alimentación que pasan por breakers secundarios B1, B2 al PLC.

Los parámetros calibrados son de:

- 80A alimentación general
- 5% sensibilidad se podría decir también tiempo de reacción para sobrecargas



**Foto.3.12: Breaker principal**  
Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012

#### 3.2.2.3.4 Auxiliares del guardamotor

Ayudan a proteger de posibles sobrecargas y diferencias de fases, en el cual se encuentra adjuntado un bloque de contactos NA/NC que sirve para enviar una señal de falla al PLC y posteriormente desactiva todo el sistema de control.



**Foto.3.13: Auxiliares de guardamotor**  
Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012

Actualmente se encuentra calibrado en:



28A es el rango máximo de corriente que pueda soportar su funcionamiento, pasado este rango automáticamente se bloqueará el paso de energía, esto es una gran ventaja de este dispositivo.

#### 3.2.2.4. Instalación del circuito de fuerza a las bombas

Para la implementación del breaker principal se debe toma en cuenta la cantidad energía que se va a consumir en este caso se toma como referencia al funcionamiento de los motores actualmente, realizando mediciones del consumo de corriente así como también su voltaje de trabajo, que servirá de guía para la automatización tomando en cuenta también el manual del motor.

Para realizar el cálculo del dispositivo de protección breaker se tomó en cuenta el manual técnico de los motores, y se realizó de la siguiente manera:

La potencia de los motores es de 20HP c/u.

Si;

$$1HP = 746W$$

Entonces;

$$746 \times 10 = 7460$$

$$I = \frac{P}{V * \cos f * \sqrt{3}} = \frac{7460}{220 * 0.86 * 1.73} = \frac{7460}{327.316} = 22.9A$$

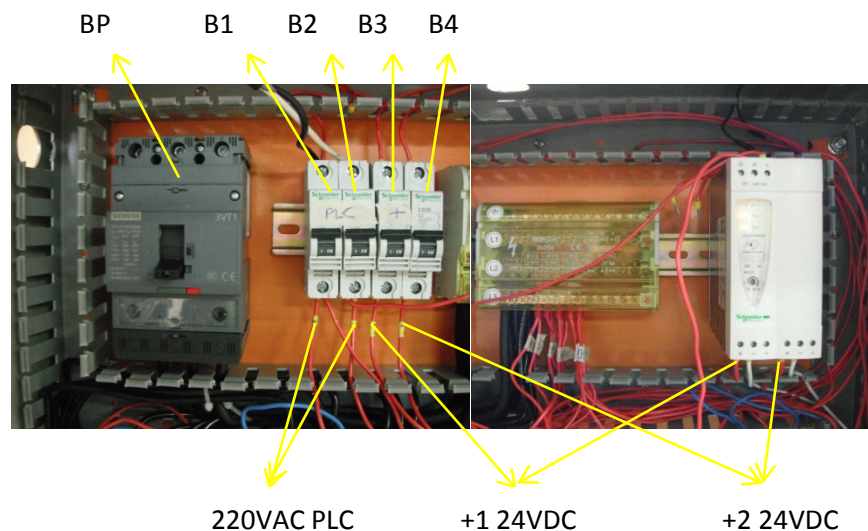
$$22.9 \times 2 = 45.8A$$

El consumo de corriente de los equipos como la fuente de alimentación, el PLC, el semáforo, la electroválvula, las luces piloto, los contactores y relés de acuerdo a los manuales técnicos de cada uno de estos suman un promedio de 6A, esto sumado al consumo de corriente de los motores da como resultado:

$$45.8 + 6 = 52A$$

Además se realiza un rango de tolerancia del 20%, este porcentaje adicional es necesario para trabajar con seguridad en especial para los picos de corriente que genera el arranque directo.

El breaker principal utilizado llamado también “BP” es de 80 a 100A regulable, y los breakers secundarios de 2 A c/u para proteger el sistema de control como, B1, B2, B3, B4, empezando de izquierda a derecha como muestra en la siguiente foto:



**Foto.3.14: Dispositivos de protección**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

- B1, B2 breaker de protección de 2A c/u para la alimentación del PLC 220VCC
- B3 breaker de protección 2A para salida de fuente de alimentación +1, 24VDC
- B4 breaker de protección 2A para salida de fuente de alimentación +2, 24VDC

A continuación también se detalla las funciones del circuito de fuerza de 220VAC que es utilizado para:

- Arranque de la bomba de agua 1
- Arranque de la bomba de agua 2
- El semáforo
- La electroválvula de agua ubicada en la cisterna

Una vez que el PLC procesa a la salida funciones lógicas y por intermedio de cada relé que tiene una bobina de 24VDC activa un contacto que se encuentra normalmente abierto a normalmente cerrado, de esta forma cierra el circuito de fuerza 220VAC “S”, este voltaje llega al contactor y activa a la bobina que ya se encuentra conectado con un voltaje común en este caso la fases “R”.

#### **3.2.2.4.1 Contactor y guardamotor**

El contactor es accionado por medio de inducción electromagnética que abre y cierra 3 contactos por el cual lleva energía trifásica que va conectada en la bornera X3 y a su vez a las bombas de aspersión.

Los dos contactores como muestra la foto 3.15 tienen bobina a 220VAC, debido a la alimentación del sistema en general que cuenta únicamente con 220VAC, por esta razón se adquirió dicho dispositivo y con el propósito de estandarizar el sistema de fuerza.

Estos contactores se encuentran enlazados a las salidas del controlador a través de relés con bobina a 24VDC, más adelante se detallará con más claridad el funcionamiento de los mismos.

Es necesario que la capacidad del contactor se calcula en amperios tomando en cuenta el cálculo realizado en el literal 3.2.2.4, si cada motor consume una corriente nominal de:

$$I \text{ NOMINAL} = 22.9 \text{ a } 220\text{VAC}$$

Pero actualmente tenemos un consumo de corriente real que es:

$$I \text{ REAL} = 17\text{A EN FUNCIONAMIENTO a } 220\text{VAC}$$

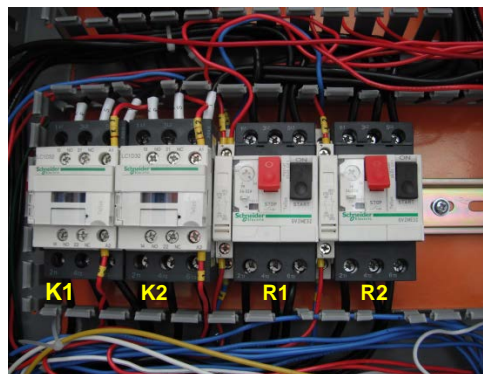
$$I \text{ REAL} = 27\text{A EN ARANQUE a } 220\text{VAC}$$

Siempre se debe tomar en cuenta el amperaje máximo en este caso 25A sumado el 20% más de la tolerancia nominal nos da:

$$I = \frac{27 * 20}{100} = 5.4A + 22.9 = 28.3A$$

Esto quiere decir y de acuerdo al valor normalizado que el contactor es de 32A, tomando en cuenta también la clase de contactor, para los motores se utiliza el contactor de tipo LD132.

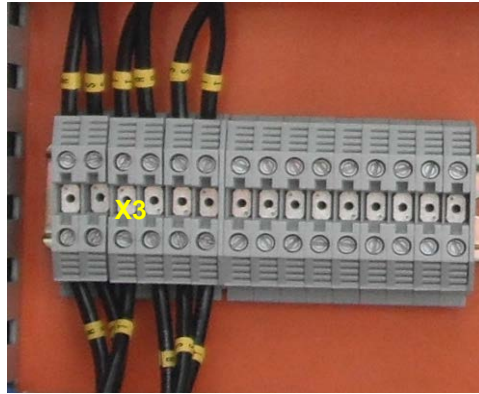
En la parte lateral de cada guardamotor se encuentran ubicados los contactos auxiliares NO/NC, que se encuentran conectados en serie con los contactos del guardamotor, estos a su vez actúan en una posible falla del guardamotor principalmente en la diferencia de fases el cual cierra un contacto N/O que a su vez envía el estado de alerta al PLC.



**Foto.3.15: Contactor y guardamotor**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Además es necesario recalcar que las borneras X3 se usan para conectar las salidas del contactor 220VAC que a su vez envía energía a las bombas hidroneumáticas,

Cada línea R, S, T, como muestra la foto 3.16 debe ser enumerado para evitar el cruce de fases y provocar un cortocircuito.



**Foto.3.16: Bornes de fuerza**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### **3.2.2.5 Instalación de sensores fotoeléctricos y de nivel de agua**

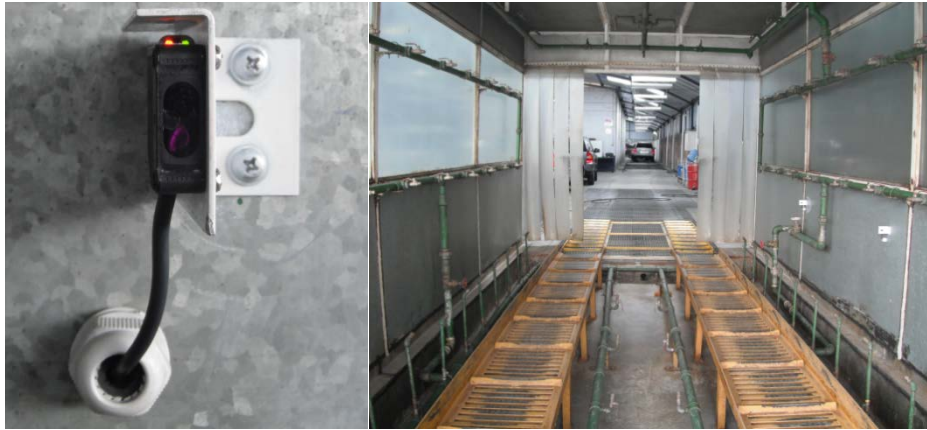
Es necesario realizar las conexiones del hardware como: los sensores fotoeléctricos de tipo difuso, los electrodos de nivel de líquidos, además para la conexión de la electroválvula y el semáforo, acorde avance el proyecto.

Para la ubicación de estos elementos se debe tomar en cuenta la estética del proyecto por ende generalmente se utiliza tubería conduit para realizar el cableado que se conectan con conectores a un cajetín octagonal pero solamente en los puntos ubicados.

Para la instalación de los sensores se toma en cuenta el grado de protección y su característica que posee cada uno de estos.

Una de las características más principales de este sensor es ideal contra agua y polvo contaminantes, idóneo para entornos hostiles como la cabina de agua con protección IP67K, IP69K.

Utiliza un soporte para la sujeción del sensor, es importante que el sensor se mantenga en un lugar fijo y donde pueda realizar la función de censado y posteriormente enviar señales digitales al PLC 24VCD como muestra en la foto a continuación.

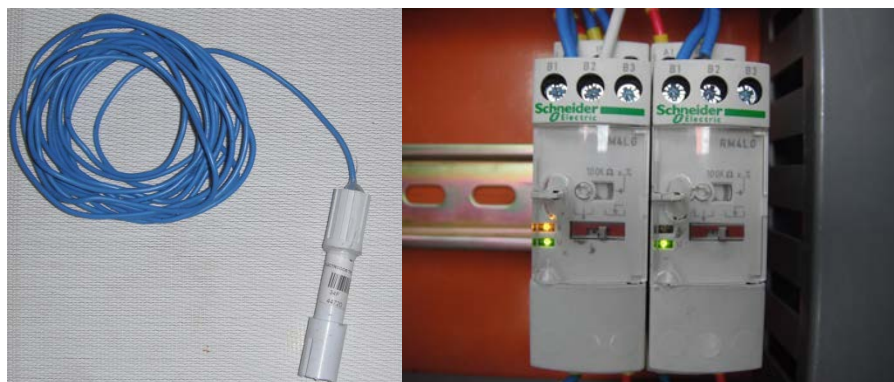


**Foto.3.17: Ubicación de los sensores E3Z**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### **3.2.2.5.1 Instalación de los electrodos de nivel de agua en la cisterna**

Estos electrodos tienen la función de controlar el nivel alto y bajo del agua en la cisterna y es necesario porque además envía una señal al PLC para que active la electroválvula, también actúa sistema de protección a las bombas de agua centrífugas bloqueando todo el sistema.

Se encuentran ubicados verticalmente al interior de una tubería de agua PVC a una distancia determinada en la cisterna, se utiliza tres electrodos cada uno con su respectiva función.

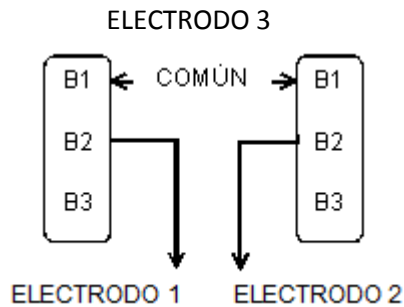


**Foto.3.18: Sensor de nivel de agua**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Utilizando únicamente dos entradas estas instrucciones llegan al PLC.

- El electrodo del nivel alto para realizar la función para activar o desactivar la electroválvula
- El electrodo del nivel bajo sirve como protección para desactivar automáticamente el sistema.

Como se observa en la figura 3.4 se utiliza dos detectores de nivel de agua la con la siguiente conexión.



**Figura.3.4: Conexión de los electrodos**  
**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 3.2.2.6 Instalación del semáforo

Se encuentra ubicado en la parte lateral de la cabina siendo un lugar visible para el conductor y saber si se puede ingresar o no con el vehículo a la cabina de agua facilitando el proceso de calidad.

Se realiza el cableado mediante tres cables 18 AWG de 20 metros de largo que van al interior de la tubería conduit. Este semáforo es controlado mediante dos relés de 24VDC con un contacto N/O, el un extremo del relé 1 (A1) al común y el otro al color verde, del relé 2 (A1) al semáforo de color rojo.

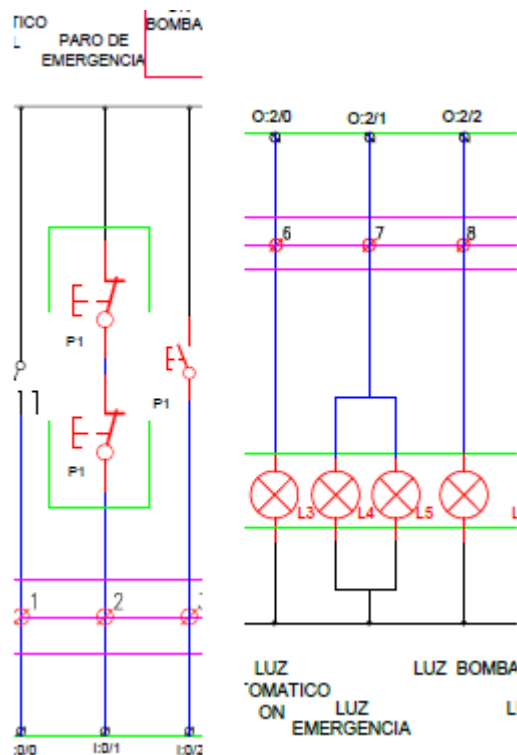
- Rojo espera
- Verde siga



**Foto.3.19: Semáforo**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### 3.2.2.7 Instalación del tablero secundario

En un tablero eléctrico de 20 x 20 consta de un paro de emergencia y una luz piloto roja L5 con oscilación que indica visiblemente una falla en el sistema, en la siguiente figura muestra el diagrama de conexión.



**Figura.3.5: Circuito de control para tablero secundario**  
**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**



Un paro de emergencia se ubica a la salida de la cabina de agua a unos 10 metros, facilita el accionamiento rápido del paro de emergencia. Este tablero es exclusivamente para casos de emergencia.

Para poder realizar las conexiones a la luz piloto y al paro de emergencia con el controlador del tablero principal se ubica una tubería conduit por el cual se pasan 4 cables 18 AWG de 15 metros cada uno.

Tal como indica la figura 3.5 el paro de emergencia se encuentra instalado en serie con el paro de emergencia del tablero principal, de tal forma que cualquiera de estos sea accionado se activara una alarma, la luz piloto de emergencia se encuentra conectado en paralelo al del tablero principal, que accionara los dos al mismo tiempo. Ver Anexo 8 planos eléctricos.



**Foto.3.20: Tablero secundario**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

### **3.3. Comunicaciones**

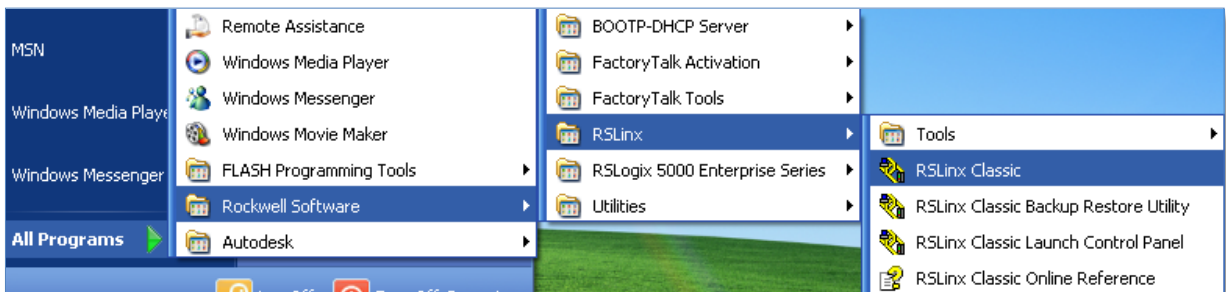
Una de las principales funcionalidades que distingue al controlador 1400 de los demás dispositivos de control, es que cuenta con distintos puerto de comunicación, en el cual se incluye 1 puerto RS-232 serial (DF1 o ASCII) o Ethernet IP.

Para configurar las comunicaciones del Micrologix 1400 se debe ingresar al programa RSLinx que gestiona las comunicaciones.

### 3.3.1 Configuración del Driver Serial en el Software RSLinx

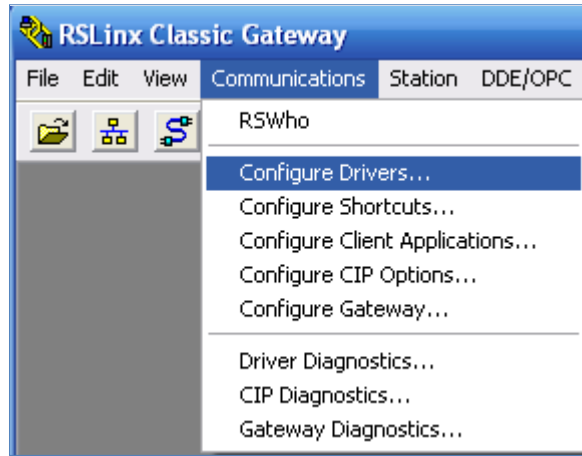
Cuando el cable serial entre los puertos RS-232 del computador y del controlador se encuentren conectados, es necesario configurar el Driver Serial ubicado en el Software RSLinx Classic mediante los siguientes pasos:

- a) En el menú principal abrimos all programs seleccionamos software Rockwell enseguida se ingresa a RSLinx Classic (Figura 3.6).



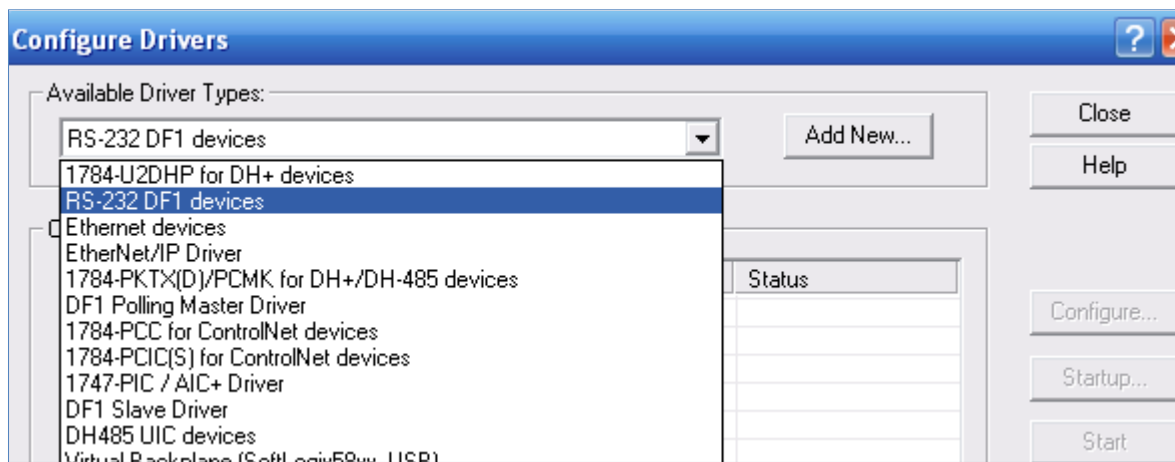
**Figura.3.6: Ingreso a RSLinx**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- b) En la pantalla RSLinx Classic en el menú Communications, se selecciona Configure Drivers (Figura 3.7).



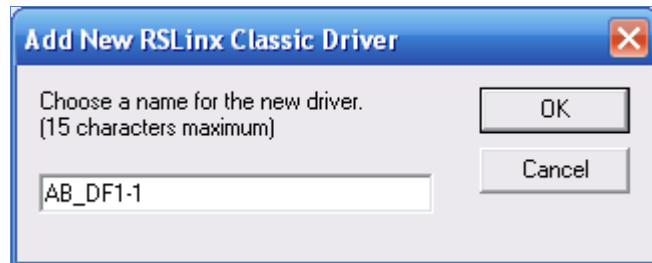
**Figura.3.7: Configuración de drivers**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- c) En la pantalla en Available Driver Types, se selecciona RS-232 DF1 devices, que es el modo de conexión para la interface con el controlador y se selecciona Add New (Figura 3.8).



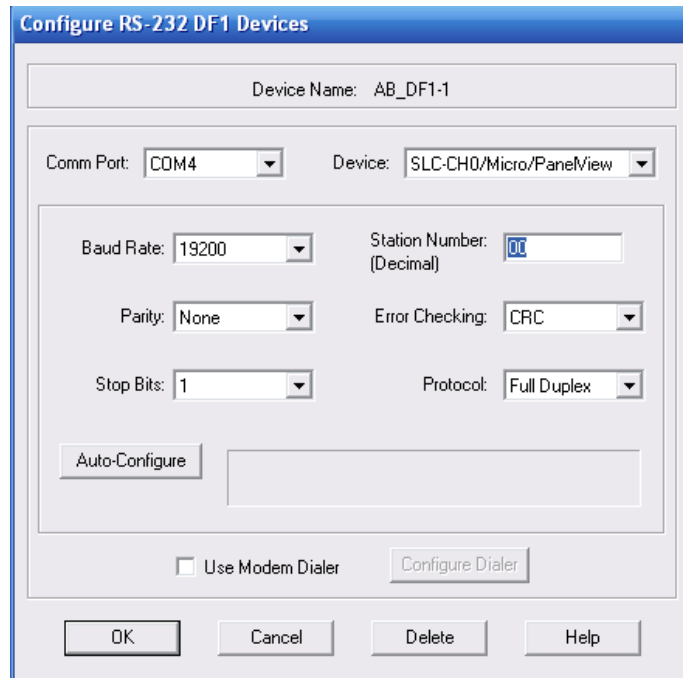
**Figura.3.8: Modo de conexión**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- d) Una vez seleccionado el Driver pulsar Add New, aparecerá la siguiente ventana donde se seleccionará el nombre. Al pulsar OK se entra en la ventana de configuración del nuevo Driver. (Figura 3.9).



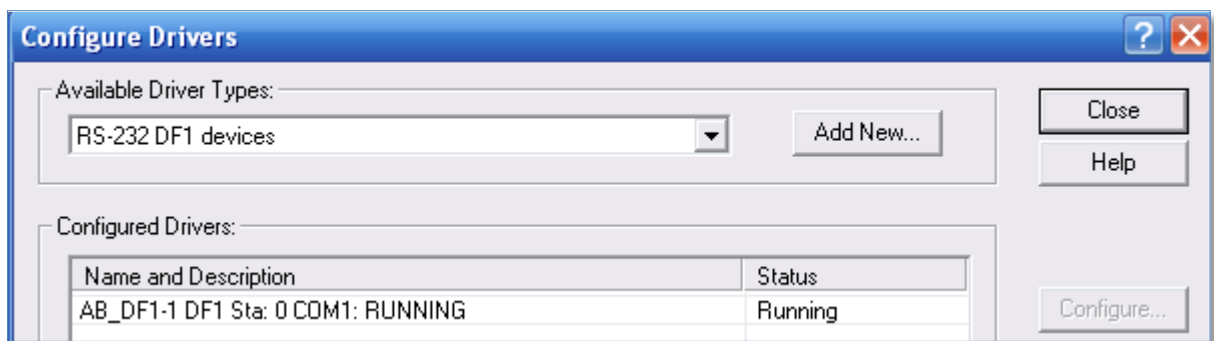
**Figura.3.9: Selección del driver**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- e) En el icono Comm Port se selecciona el puerto de comunicación del computador al que se conectó el cable serial, en este caso se trabaja con el puerto 4.
- f) En el menú desplegable Device indica los distintos tipos de dispositivos para la conexión, se selecciona SLC-CHO/Micro/PanelView.
- g) No hace falta cambiar de propiedades a los iconos restantes debido a las funciones automáticas. Para ello se hace clic en Auto Configure y tras varios mensajes, cuando la configuración sea completa, aparecerá el siguiente mensaje Auto Configuration Successful y se selecciona OK.



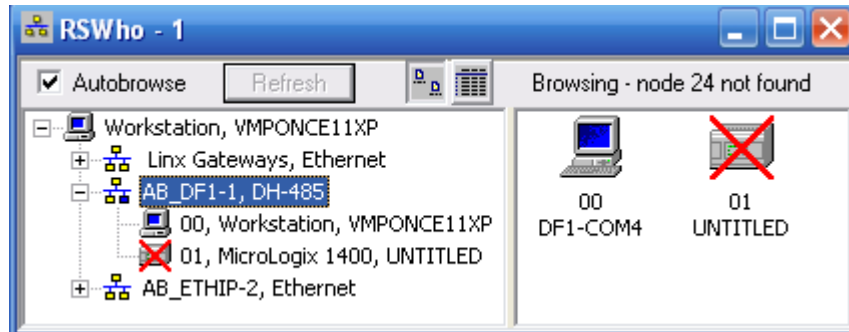
**Figura.3.10: Configuración del puerto**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- h) En la siguiente figura se verifica que el driver serial se añada a la lista de drivers configurados y se confirma que el estado del driver sea Running. Caso contrario volver al paso 1, Luego se hace clic en Close.



**Figura.3.11: Estado del driver**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- i) En el mismo software RSLinx se hace clic en el icono RSWho ubicado en la barra superior del, para visualizar el driver conectado a la PC.
- j) En la pantalla también aparecerán todos los drivers activos configurados, al expandir el driver serial se puede observar los dispositivos conectados (Figura 3.12).



**Figura.3.12: RSWho visualización del PLC**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Si aparecieron en la pantalla todos los dispositivos, como son el procesador y los módulos de expansión, la comunicación serial estará funcionando correctamente. Por el contrario, si alguno de los dispositivos aparece marcado con una X de color rojo, significa que no existe comunicación con ese elemento.

### **3.3.2 Configuración de la comunicación Ethernet/IP y el autómeta**

Este es un modo de comunicación mas utilizados por el MicroLogix, esto debido a su gran capacidad de respuesta al momento de trabajar.

Para realizar la comunicación vía Ethernet/IP, se debe asignar una dirección IP al dispositivo en la red, en este caso al computador y al controlador.

### 3.3.2.1 Establecer la dirección IP para el computador

Para asignar la dirección IP al computador es necesario seguir cada uno de los siguientes pasos:

- a) En el escritorio principal seleccionamos My Computer , y hacemos doble clic
- b) En My Computer, se ingresa en My Network Places y se selecciona Properties.

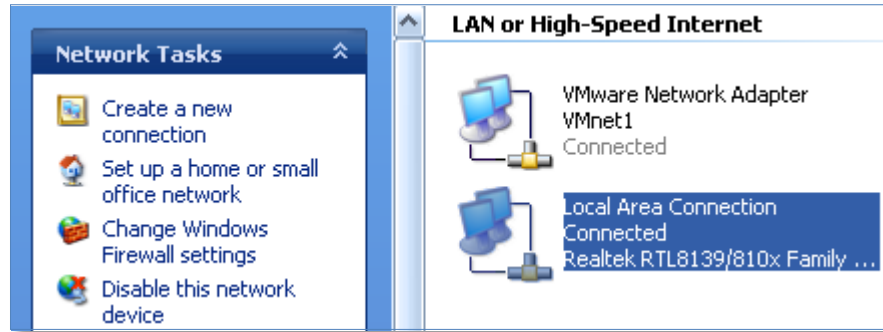


**Figura.3.13: Establecer una dirección IP**

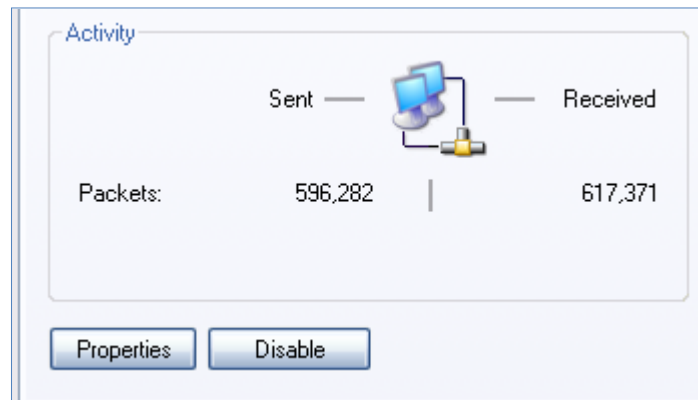
**Fuente: Software XP**

**Elaborado por: Marco Mangui**

- c) Se ingresa a Local Area Connection (Figura 3.14) y se selecciona Properties (Figura 3.15).



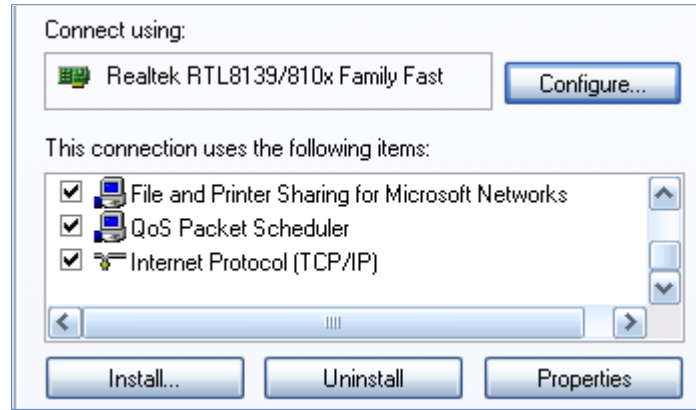
**Figura.3.14: Ingreso a área local**  
**Fuente: Software XP**  
**Elaborado por: Marco Mangui**



**Figura.3.15: Ingreso a propiedades de conexión**  
**Fuente: Software XP**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

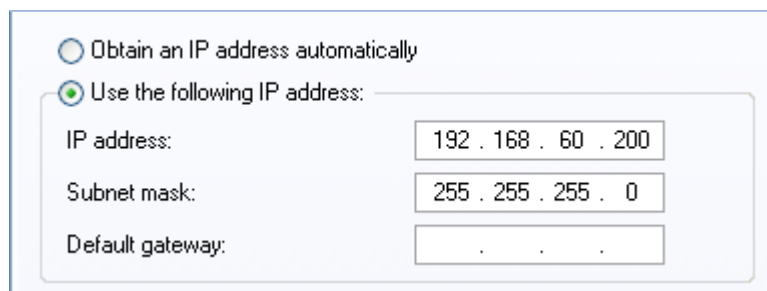
- d) En la ficha General, se selecciona Internet Protocol (TCP/IP) y se hace clic en Properties (Figura 3.16).





**Figura.3.16: Protocolos de internet**  
**Fuente: Software XP**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

e) Para ingresar una dirección IP y la máscara de subred para el computador, se ingresa en the following IP address y se selecciona OK (Figura 3.17).

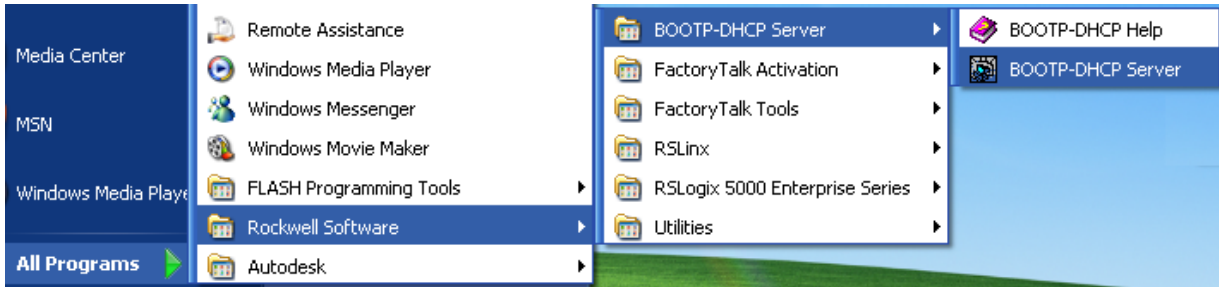


**Figura.3.17: Ingreso de una nueva dirección IP**  
**Fuente: Software XP**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 3.3.2.2 Asignar una dirección IP al Micrologix 1400 1766-L16BWA

Para asignar una dirección IP al controlador Micrologix 1400 se debe usar el servidor BOOTP/DHCP que se encuentra instalado con el software RSLogix 500. Es necesario seguir los pasos que se detalla a continuación, para asignar una dirección IP al controlador.

- a) Posteriormente de instalar el software Rockwell y conectar el controlador 1400 con el computador, se inicia la utilidad BOOTP/DHCP Server (Figura 3.18).



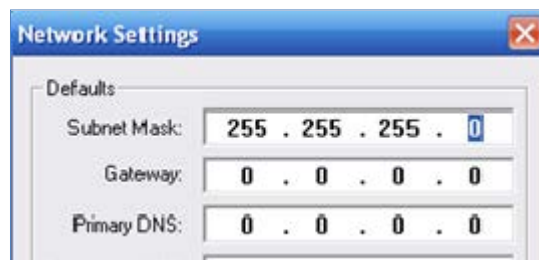
**Figura.3.18: Ingreso a BOOTP/DHCP**  
**Fuente: Software Rockwell**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- b) En el menú Tools, se selecciona Network Settings (Figura 3.19).



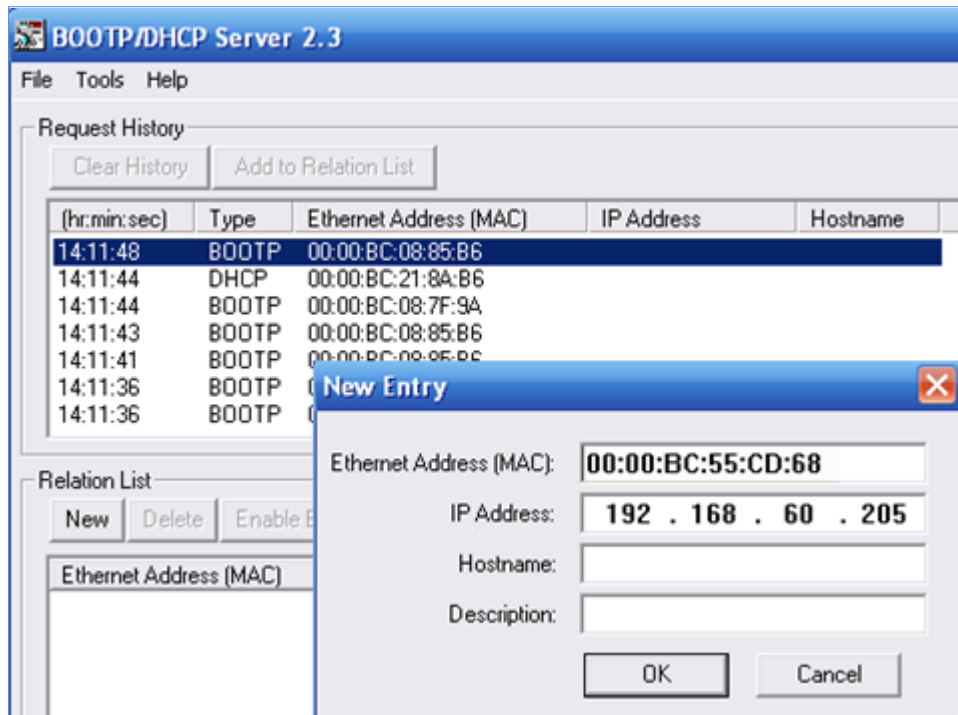
**Figura.3.19: Ingreso a herramientas**  
**Fuente: Software Rockwell**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- c) En la máscara de subred se añade 255-255-255-0 y se hace clic en OK (Figura 3.20).



**Figura.3.20: Máscara de subred**  
**Fuente: Software Rockwell**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- d) Aparece una pantalla denominada Request History, la cual muestra todos los dispositivos en la red que necesitan una dirección IP, especialmente el controlador Micrologix. En esta pantalla se hace doble clic en la petición del controlador Micrologix (Figura 3.21).



**Figura.3.21: Ingreso de la IP al dispositivo**  
**Fuente: Software Rockwell**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- e) Se ingresa la dirección IP del Controlador, que en este caso es 192.168.60.205.
- f) Se inhabilita el BootP/DHCP; para ello se selecciona el controlador compacto de la lista Relation List y se hace clic en Disable BOOTP/DHCP. En la barra Status aparece [Disable BOOTP/DHCP] Command successful.
- g) Se cierra la utilidad BOOTP/DHCP Server y si pregunta si desea guardar los cambios, se hace clic en No.

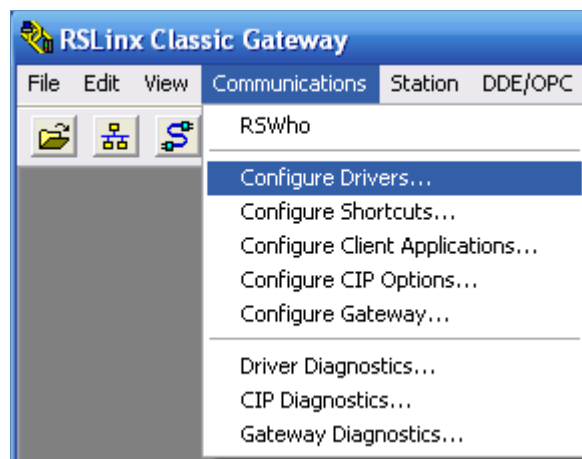
### 3.3.2.3 Configuración del Software de comunicación RSLINX con la IP

El RSLINX es una versión comercial del software de comunicación de Allen Bradley que viene incluido en los paquetes de software RSLOGIX del PLC, en el cual incluye los protocolos de comunicación entre el PLC y la PC para diferentes modelos de PLCs y hardware que se pueda programar con estos paquetes.

En la siguiente figura muestra la pantalla de presentación del programa de comunicación, en este caso primero se debe configurar el driver de acuerdo al tipo de cable de comunicación con el que se realiza la interface, se utilizará el cable de tipo Ethernet para la conexión con el Micrologix 1400.

El procedimiento que se utiliza para realizar la configuración del driver Ethernet es el siguiente:

- a) Dar un clic en el menú communications/configure drivers, posteriormente se ingresa a la ventana de configuración de drivers de comunicación.



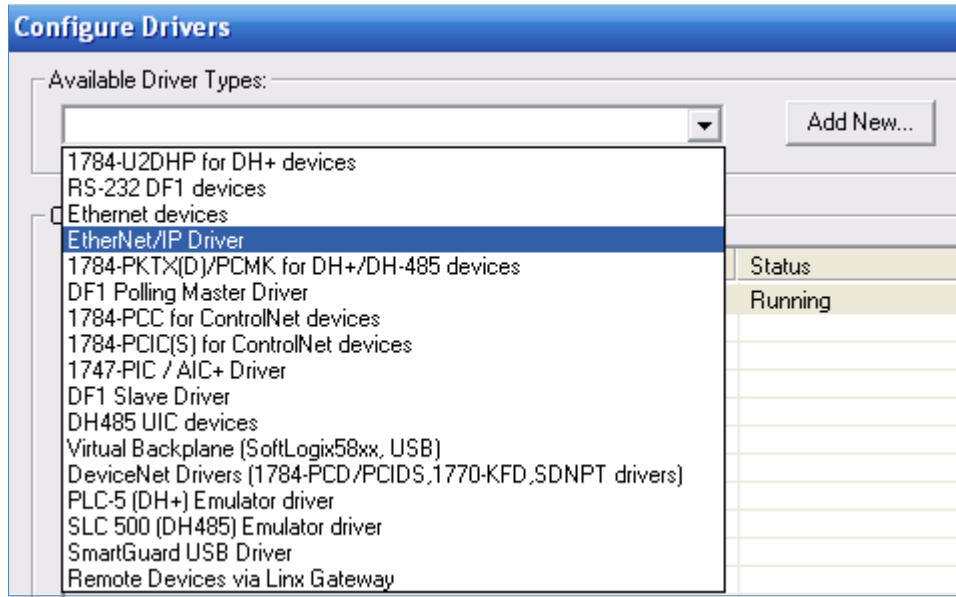
**Figura.3.22: Configuración de drivers en RSLinx**

**Fuente: Software RSLinx**

**Elaborado por: Marco Mangui**

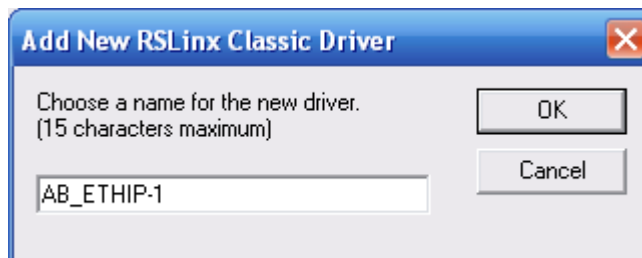
- b) Luego del menú desplegable "Available Driver Types" se selecciona el driver adecuado al tipo de cable. Para el Micrologix 1400 el cable a utilizarse es el

cable Ethernet, debido al más avanzado sistema de comunicación que ofrece como driver.



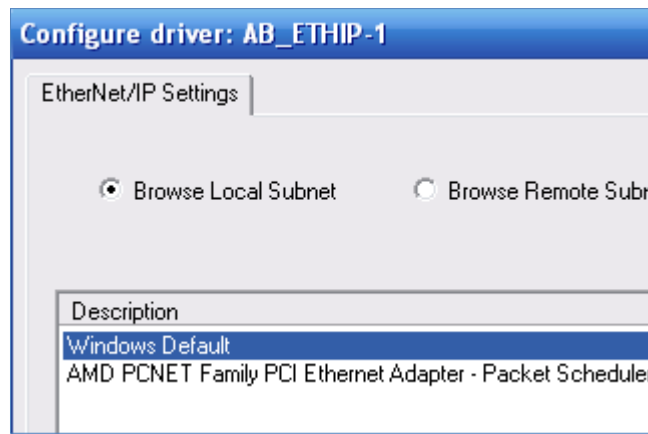
**Figura.3.23: Modo de conexión**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

- c) Se selecciona agregar (add) en la lista escogiendo el nombre del driver para luego realizar la configuración como muestra la siguiente figura.
- d) Se hace clic en OK para mantener el nombre predeterminado (Figura 3.24).



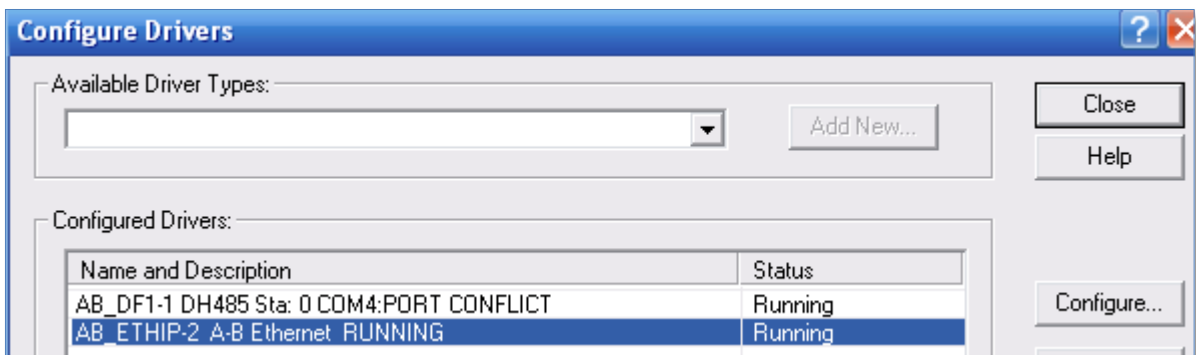
**Figura.3.24: Elección del driver**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

e) Se hace clic en OK para navegar la subred local



**Figura.3.25: Elección del driver**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

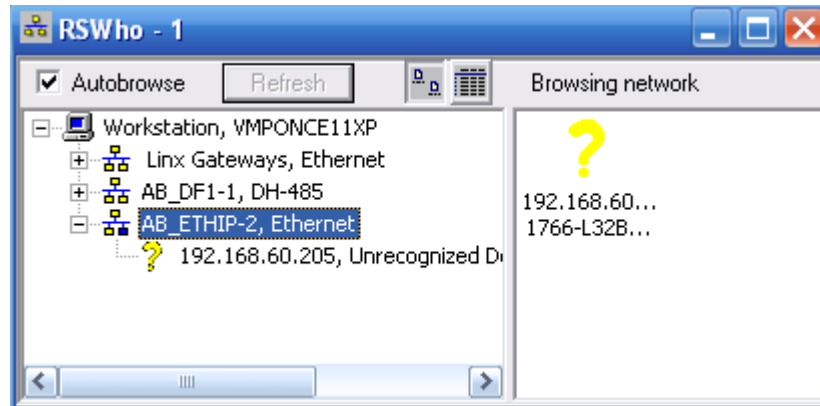
f) Una vez que el driver Ethernet/IP se añade a la lista de drivers configurados, se verifica que su estado sea Running, y luego se hace clic en Close (Figura 3.26).



**Figura.3.26: Estado del driver**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

g) Finalmente se selecciona RSWho para revisar el estado de la conexión configurado entre la PC y el PLC, para utilizar otro tipo de driver estipulado solo se debe seguir los pasos anteriores.

- h) En la pantalla aparecerán todos los drivers activos configurados, al expandir el driver EtherNet/IP se pueden observar los dispositivos conectados (Figura 3.27).



**Figura.3.27: RSWWho visualización del PLC 1400**  
**Fuente: Software RSLinx**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Para desconectar el enlace entre el ordenador personal y el autómata se deben seguir los siguientes pasos, siempre teniendo en cuenta que una vez desconectado el autómata este sigue funcionando con el programa descargado. Es importante dejar el programa en un estado segura (pulsador de paro), de esta manera se puede salvar todos los archivos de datos (tablas de variables, salidas, temporizadores.)

Pueden surgir algunos problemas durante la descarga del programa, el más común es que existan problemas con la conexión a Internet. Entonces al descargar el programa surgirá un diálogo en el que se muestra que el camino de la conexión no está funcionando. Para solucionar el problema se debe comprobar si la configuración del drive en el RSLinx es correcta y si la conexión a Internet del usuario está funcionando de manera normal.

### **3.4. Instalación del software RSLogix 500**

Una vez introducido el CD-ROM de RSLogix 500 el proceso de instalación comenzará automáticamente. Escoge Install RSLogix 500 y se siguen las

instrucciones, se introduce el código serie y, cuando se pida, se introduce la llave que viene en el paquete de software. Este activará la aplicación y estará lista para su funcionamiento.



**Figura.3.28: Iniciando RSLogix 500**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

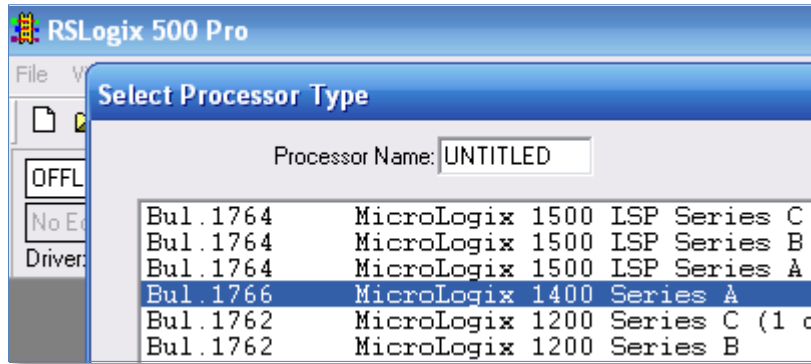
### 3.4.1 Elección del controlador en el RSLogix

Para empezar se ha de configurar el autómatas MicroLogix 1400 serie A. Para hacerlo se debe dirigir al menú File>New.

Al abrir un nuevo proyecto, se abrirá una ventana donde se debe especificar el PLC que se va a utilizar, esto es necesario para que el programa pueda adquirir de su base de datos las características de entradas y salidas que tenga el controlador lógico programable elegido.

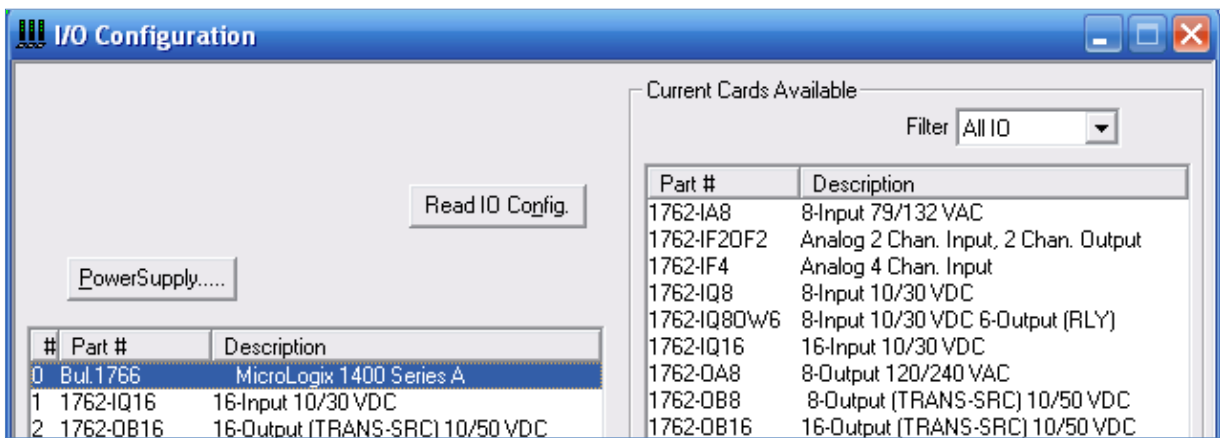
En el caso en que no se conozca con claridad el nombre del equipo que se vaya a programar, se puede encontrar al lado derecho de cada equipo Allen Bradley, aquí se encuentra una etiqueta donde se muestra la información necesaria del mismo conjuntamente con el tipo de revisión que tenga.





**Figura.3.29: Configuración del autómata**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Antes de empezar con la programación del sistema se configura los módulos de entrada y salida (I/O configuration) que posee el PLC, pero también se puede configurar los módulos de entrada y salida en este caso se añadirán dos módulos de expansión tal como indica la siguiente figura3.30.



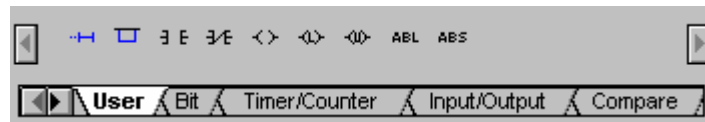
**Figura.3.30: Configuración del autómata y módulos**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Posteriormente si desea trabajar en red se puede modificar en cualquier momento con el puerto que se va a trabajar ya sea vía Ethernet, mini din, o RS32

### 3.4.2 Edición de un programa Ladder

Las diferentes instrucciones del lenguaje Ladder se encuentran en la barra de instrucciones. Al presionar sobre alguno de los elementos de esta barra estos se introducirán directamente en la rama.

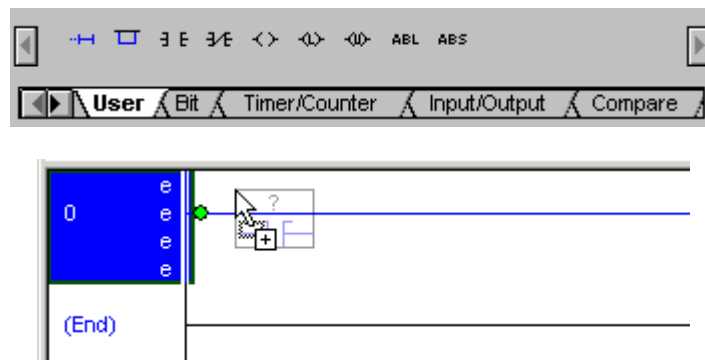
A continuación se detalla las instrucciones usadas para este proyecto:



**Figura.3.31: Ventana de instrucciones**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

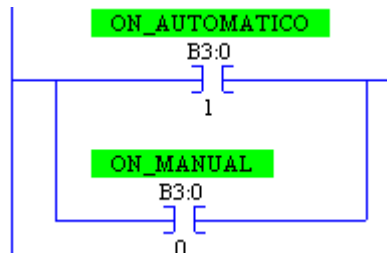
Para entender de mejor manera el comando de instrucciones se detallara mediante un grafico una lista de instrucciones más importantes usadas para la programación de este proyecto.

Añadir una nueva rama al programa para pegar cualquier instrucción a ejecutar. Desde la barra de herramientas de elementos, se debe arrastrar y colocar en el renglón cualquier elemento a utilizarse como muestra en la siguiente figura3.32.



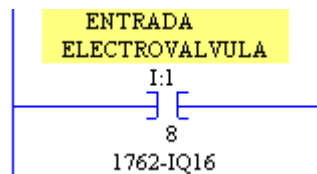
**Figura.3.32: Nueva rama**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Al crear una rama en paralelo a la que ya está creada, es posible manejar varias instrucciones en forma paralela y controlando una misma dirección generalmente este modo se utiliza para grabar una instrucción de dirección o dos estados a la vez, como indica en la siguiente figura 3.33.



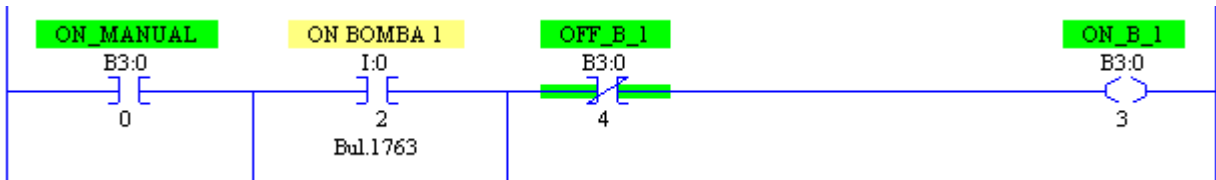
**Figura.3.33: Operación paralela**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Contacto normalmente abierto (XIC - Examine If Closed) examina si la variable binaria está activa (valor=1), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama. La variable binaria puede ser tanto una variable interna de memoria, una entrada binaria, una salida binaria, la variable de un temporizador.



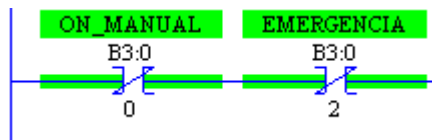
**Figura.3.34: Contacto**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

En la siguiente instrucción utilizada para el arranque de la bomba 1 se puede ver que si la variable B3:0/0 es igual a 1 se activará la salida B3:0/3, la entrada I: 0/2 envía la señal de encendido quedando activado B1.



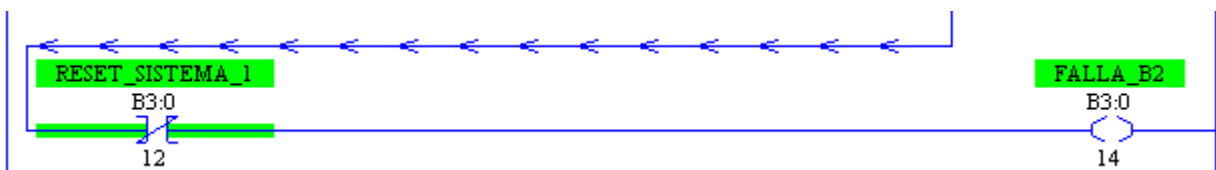
**Figura.3.35: Ejemplo 1**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

En un contacto normalmente cerrado (XIO - Examine If Open) se examina si la variable binaria está inactiva (valor=0), en tal caso, permitiría el paso de la señal al siguiente elemento de la rama.



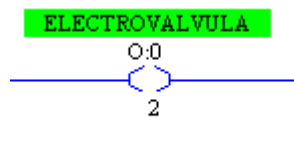
**Figura.3.36: Contacto cerrado**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Utilizando una variable B3:0/12 N/C que sirve para el reseteo cuando la bomba 1 haya sufrido una falla en general. Cabe mencionar que dicha variable es común para reiniciar todas fallas, como se puede observar en la siguiente figura esta variable activara a B3:0/14 solamente cuando B3:0/12 es igual a 0.



**Figura.3.37: Ejemplo 2**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

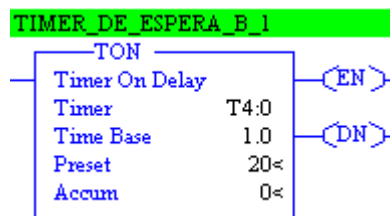
Activación de la variable (OTE - Output Energize) si las condiciones previas de la rama son ciertas, se activa la variable. Si dejan de ser ciertas las condiciones o en una rama posterior se vuelve a utilizar la instrucción y la condición es falsa, la variable se desactiva.



**Figura.3.38: Salida**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

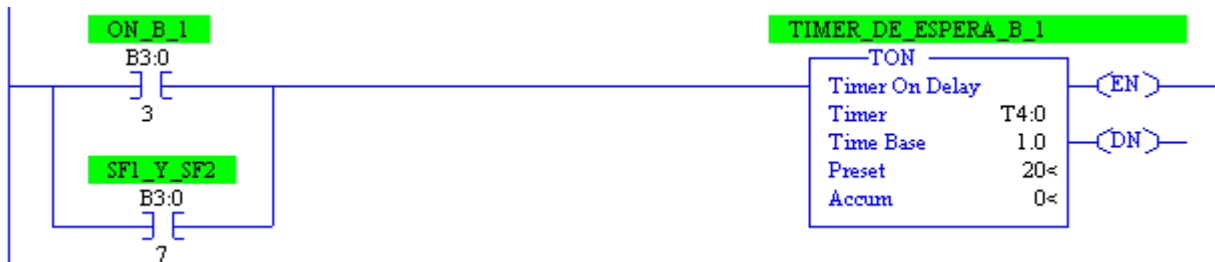
Temporizador (TON - Timer On-Delay) La instrucción sirve para retardar una salida, empieza a contar intervalos de tiempo cuando las condiciones del renglón se hacen verdaderas. Siempre que las condiciones del renglón permanezcan verdaderas, el temporizador incrementa su acumulador hasta llegar al valor preseleccionado. El acumulador se restablece (0) cuando las condiciones del renglón se hacen falsas.

Es decir, una vez el contacto (B3:0/0) se activa el temporizador empieza a contar el valor seleccionado (Preset=20) en la base de tiempo especificada (1.0 s.). La base de tiempo puede ser de 0.001 s., 0.01 s. y 1.00 s. Una vez el valor acumulado se iguala al preseleccionado se activa el bit llamado T4:0/DN (temporizador efectuado).



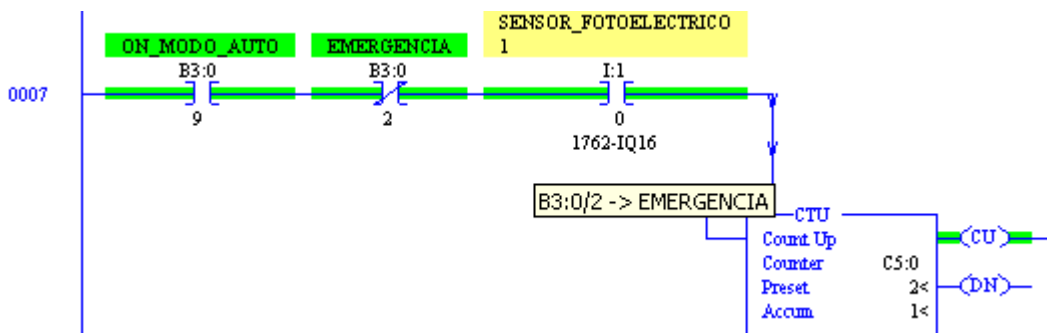
**Figura.3.39: Temporizador**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Utilizando estos temporizadores de tipo retardo a la desconexión se obtiene el tiempo necesario de espera antes del arranque de las bombas 1 y 2 ya sea de manera manual B3:0/3 o de forma automática B3:0/7. Este lo podemos utilizar como condición en la rama siguiente.



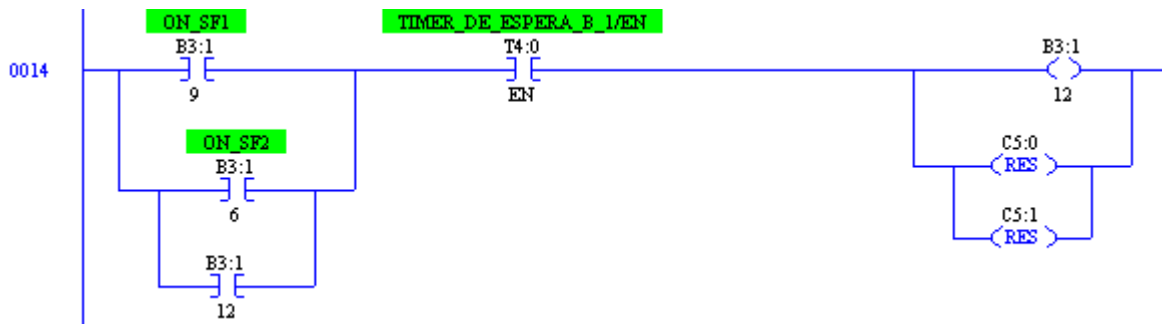
**Figura.3.40: Ejemplo 3**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Contador (CTU - Count Up).- Se usa para incrementar un contador en cada transición de renglón de falso a verdadero. Por ejemplo, esta instrucción cuenta todas las transiciones de 0 a 1 de la variable colocada en el contacto normalmente abierto. Cuando ese número se iguale al preseleccionado 2 el bit C5:0/DN se activa. Este bit se utiliza posteriormente como condición en otro renglón del programa y así continuar la secuencia de programación, figura 3.41.



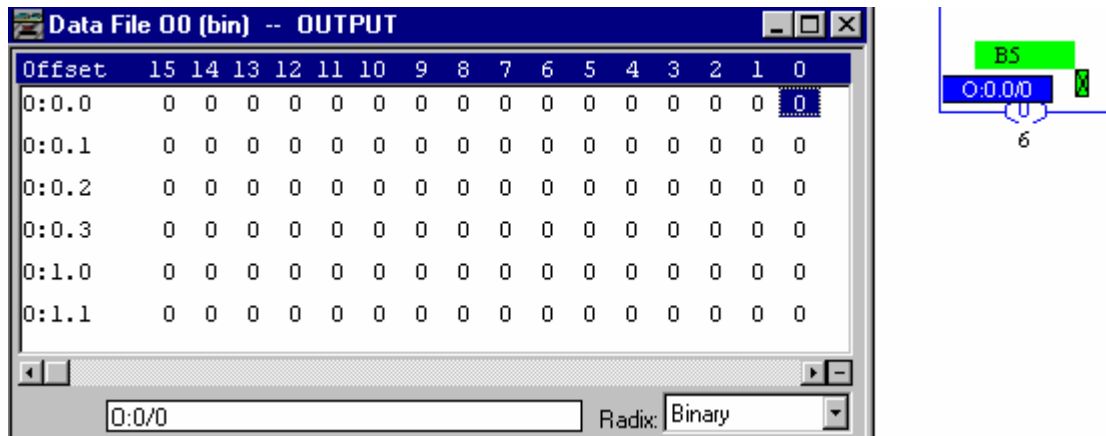
**Figura.3.41: Ejemplo 4**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Resetear (RES - Reset).- La instrucción RES restablece temporizadores, contadores y elementos de control. En el ejemplo presentado en la figura 3.42, una vez aplicado el reset, el contador se pone a cero y cuando la condición del renglón del contador pasa a ser cierta, empezará a contar de cero.



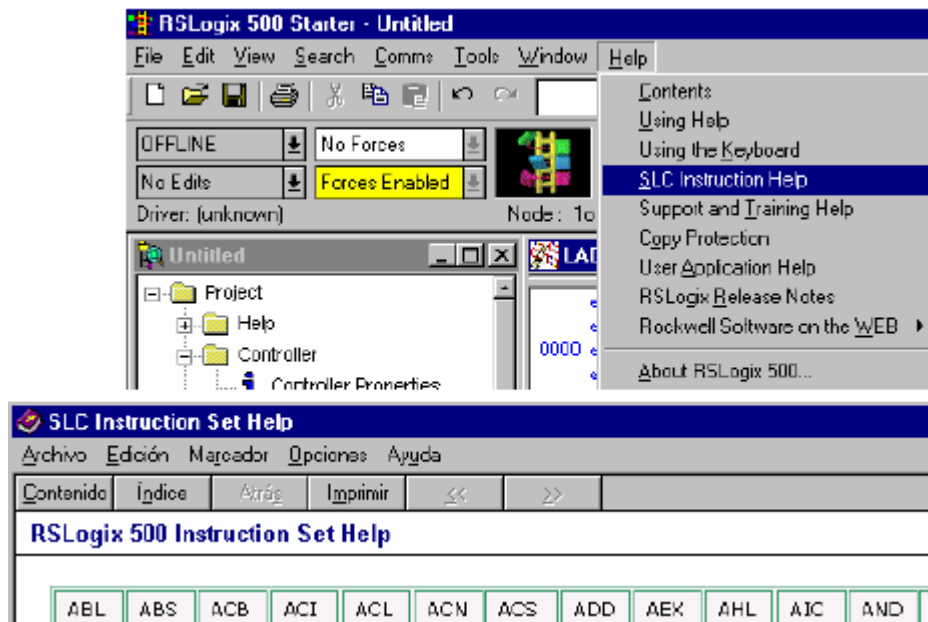
**Figura.3.42: Ejemplo 5**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Para introducir el nombre de las variables se puede hacer mediante el teclado o a partir del Árbol del proyecto>Data Files y seleccionar el elemento necesario (salida, entrada variable). Una vez seleccionado el elemento se abre una ventana y se puede arrastrar con el ratón la variable como se muestra en la figura 3.43, y colocar el nombre de la variable (0:0.0/0) encima de la casilla verde de la instrucción (indicada con el círculo azul).



**Figura.3.43: Opción de salidas**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Para más información sobre las instrucciones usadas en el RSLogix 500 se puede acceder al menú de ayuda: Help>SLC Instruction Help y se encuentra un explicación muy detallada de su funcionamiento.



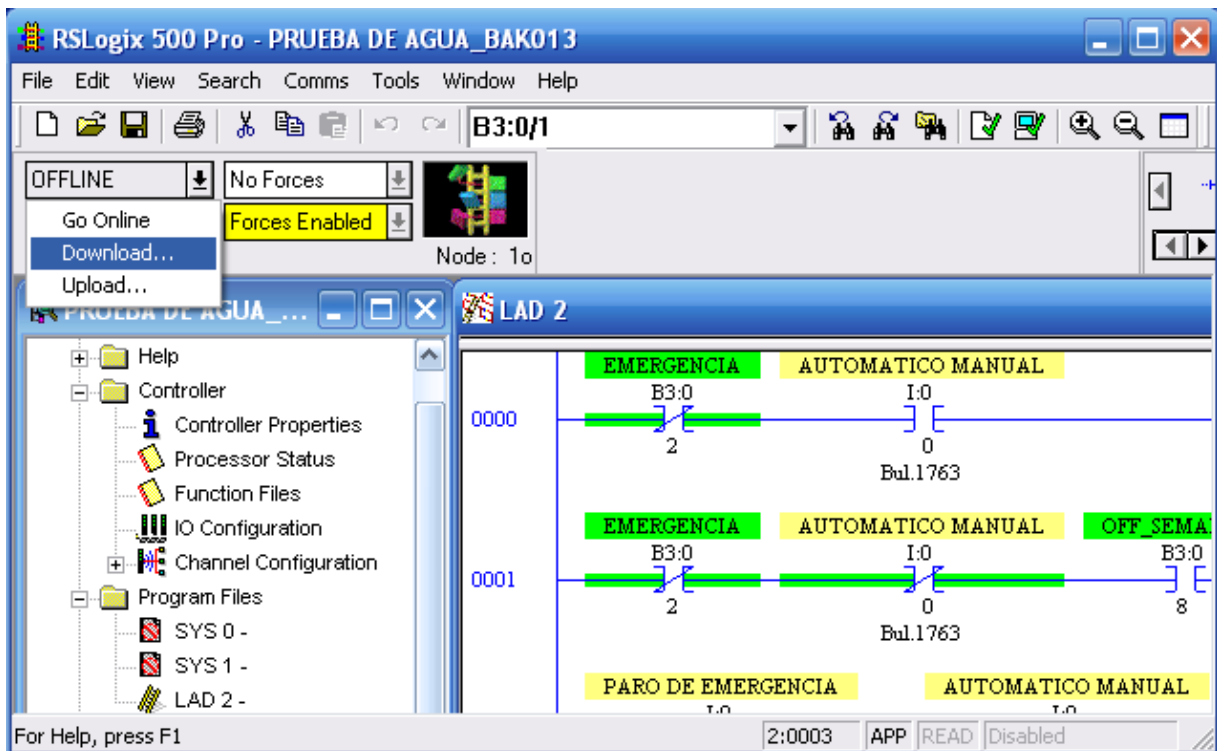
**Figura.3.44: Cuadro de ayuda**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**



### 3.4.3 Descarga del programa

Una vez realizado el programa y se ha verificado que no exista ningún error se procede a descargar el programa al procesador del autómeta (download).

A continuación aparecen diversas ventanas de diálogo que se deben ir aceptando sucesivamente.



**Figura.3.45: Descarga del programa**  
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

### 3.4.4 Comprobación de funcionalidad PLC

Como, observamos en el capítulo anterior es importante que la comunicación computador con el PLC estén definidos en nuestro caso se utiliza el modo de conexión vía Ethernet utilizando conector RJ45 cruzado.

Los pasos para la descarga y prueba del sistema son:

1. Active el breaker de protección del PLC alimentándolo con 220VAC
2. Se debe realizar todas las conexiones para alimentación de entradas y salidas, de igual forma los módulos de expansión del PLC con 24VDC, este voltaje es generada de la fuente de alimentación. Cada una de éstas entradas tiene su respectiva función y activación a las salidas correspondientes del controlador, se verifica que el controlador ejecute las acciones de entradas y salidas, previo a la conexión al circuito de fuerza. Una vez confirmado el correcto funcionamiento del sistema de control se procede a realizar la conexión con el circuito de fuerza.
3. Es necesario realizar una comprobación del voltaje de salida de la fuente como muestra en la siguiente foto:



**Foto.3.21: Voltaje de la fuente**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

4. Una vez establecido la conexión con el computador manualmente mediante el teclado ubicado en la parte frontal del PLC se cambia el parámetro de **mode switch** a modo **remoto**, y se descarga el programa.



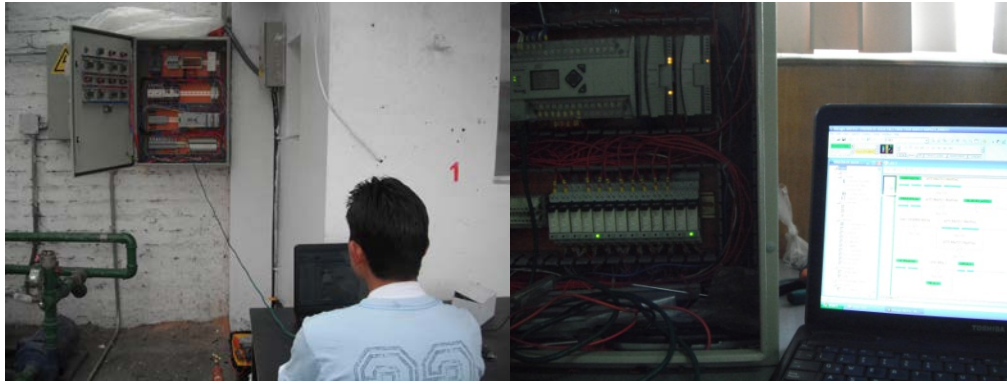
**Foto.3.22: PLC en modo remoto**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

5. Verificar la descarga haciendo un clic en **esc** luego se ingresa a **I/O Estatus** pulsamos **ok** y se observan todas la entradas y salidas configuradas.



**Foto.3.23: PLC y los módulos de expansion**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

6. Antes de poner en marcha el sistema en total se puede simular solo el sistema de control esto es posible debido a que el PLC tiene una característica importante que es la edición en línea, esto es una de las ventajas puesto que se puede corregir fallas del programa no previstas, todo esto es posible solo operando el sistema de control.



**Foto.3.24: Simulación en línea con el PLC**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

Es importante realizar las pruebas de funcionamiento de control del sistema cuántas veces sea necesario para así garantizar un perfecto arranque del sistema en el campo a utilizarse.

### **3.4.5 Entradas y salidas utilizadas el programa**

A continuación se detallara las instrucciones más importantes como:

- Direcciones (B3:0/0)
- Entradas (I:0/0)
- Salidas (O:0/0)
- Temporizadores (T4:0)
- Contadores (C5.0)
- Reseteo (RES)

Estas instrucciones poseen su respectiva dirección y simbología o descripción de cada una de ellas para cumplir con una secuencia lógica del programa ladder o denominado también programación en escalera.

El voltaje nominal para trabajar ya sea en las entradas y en las salidas es de 24VDC, que posteriormente se controla con los relés para comandar el sistema de fuerza.

En el siguiente cuadro se encuentra detallado las instrucciones utilizadas actualmente en la programación tomando en cuenta las tablas requeridas en el numeral 2.5.1 del capítulo anterior.

**Tabla 3.2 Direcciones utilizadas en lenguaje ladder**

DIRECCIÓN	SIMBOLO
B3:0/0	ON_MANUAL
B3:0/1	ON_AUTOMÁTICO
B3:0/2	EMERGENCIA
B3:0/3	ON_B_1
B3:0/4	OFF_B_1
B3:0/5	ON_B_2
B3:0/6	OFF_B_2
B3:0/7	SF1-Y-SF2
B3:0/9	ON_MODO_AUTOMÁTICO
B3:0/10	OFF_AUTOMÁTICO
B3:0/11	FALLA_B2
B3:0/12	RESET_SISTEMA_1
B3:0/13	PASO_DE_TIEMPO_NOMINAL
B3:0/14	FALLA_B1
B3:0/15	MUTE_SIRENA
B3:1/0	FALLA_NIVEL_DE_AGUA
B3:1/1	RESETEO_SISTEMA_2
B3:1/2	FALLAS
B3:1/6	ON -SF2
B3:1/9	ON SF1
B3:1/12	RESET-CTU

**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Dentro de la programación se utilizan dos contadores con un preset de 2 tiempos y el otro de 1 tiempo esto sirve para la detección de la unidad. El primer contador de seguridad y el segundo de arranque.

**Tabla 3.3 Contadores utilizadas en lenguaje ladder**

DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
C5:0	CONTADOR 1
C5:1	CONTADOR 2

**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

A continuación se muestra todas las instrucciones de entradas digitales que se utiliza para este programa. Estas entradas son provenientes de los sensores y sistema de control como pulsadores, paros de emergencia, las cuales se detallarán en el siguiente capítulo de forma ordenada.

Cabe indicar que todas las entradas digitales son aquellas que se utilizan en base a la funcionalidad y requerimiento del sistema, siendo útiles para enviar señales de instrucciones al PLC para que esta realice su operación de lógica.

**Tabla 3.4 Entradas utilizadas en lenguaje ladder**

DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
I:0/0	AUTOMÁTICO MANUAL
I:0/1	PARO DE EMERGENCIA
I:0/2	ON BOMBA 1
I:0/3	OFF BOMBA 1
I:0/4	ON BOMBA 2
I:0/5	OFF BOMBA 2
I:1/0	SENSOR FOTOELECTRICO 1
I:1/1	SENSOR FOTOELECTRICO 2
I:1/2	FALLA BOMBA 1
I:1/3	FALLA BOMBA 2
I:1/4	MUTE DE SIRENA
I:1/5	ON AUTOMATICO
I:1/6	OFF AUTOMATICO
I:1/7	RESETEO DEL SISTEMA
I:1/8	ENTRADA ELECTROVALVULA
I:1/10	FALLA NIVEL DE AGUA BAJO

**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

Las salidas del PLC son de tipo relé, quiere decir que a la salida da una señal digital 0-1 (0VDC-24VDC), que mediante un relés secundarios 24VDC activa todo el circuito de potencia ya sea para activar las bombas o también luces piloto.

En necesario mencionar los relés secundarios se usa para proteger las salidas del PLC y los módulos de expansión de posibles cortocircuitos.

**Tabla 3.5 Salidas utilizadas en lenguaje ladder**

DIRECCIÓN	SIMBOLO
0:0/0	ON_MOTOR_1
0:0/1	ON_MOTOR_2
0:0/2	ELECTROVALVULA
0:0/3	SIRENA
0:0/4	LUZ_MAN_ON
0:2/0	LUZ_AUT_ON
0:2/1	LUZ_EMERG_ON
0:2/2	LUZ_BOM_1
0:2/3	LUZ_BOM_2
0:2/4	FALLA_BOM_1
0:2/5	FALLA_BOM_2
0:2/6	LUZ_SEM_R
0:2/7	LUZ_SEM_V

**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

El temporizador es la base fundamental de este programa ya que sin ellos no fuera posible establecer un tiempo determinado del proceso, ya sea para todo el sistema o también para la calidad del vehículo.



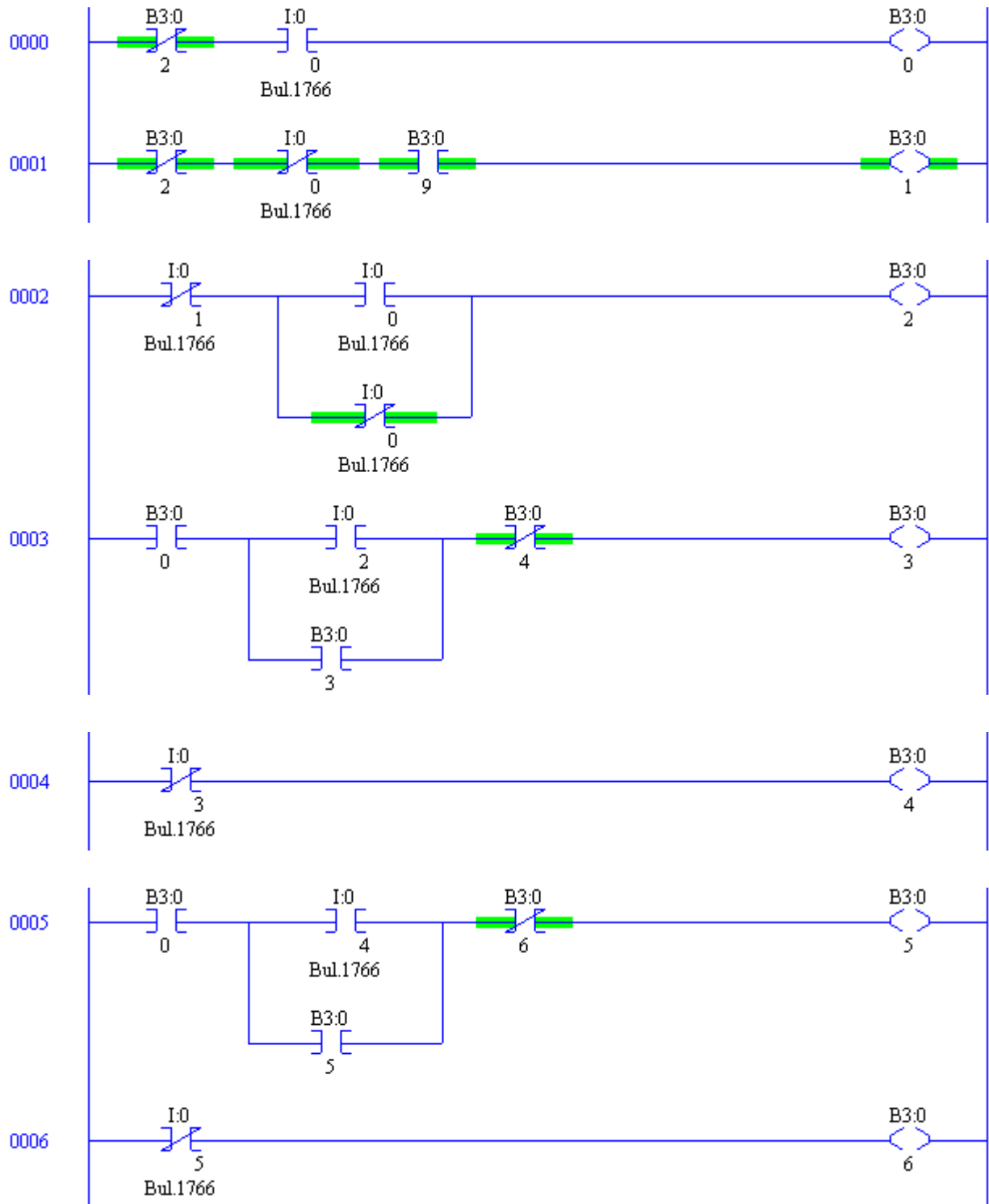
**Tabla 3.6 Temporizadores utilizadas en lenguaje ladder**

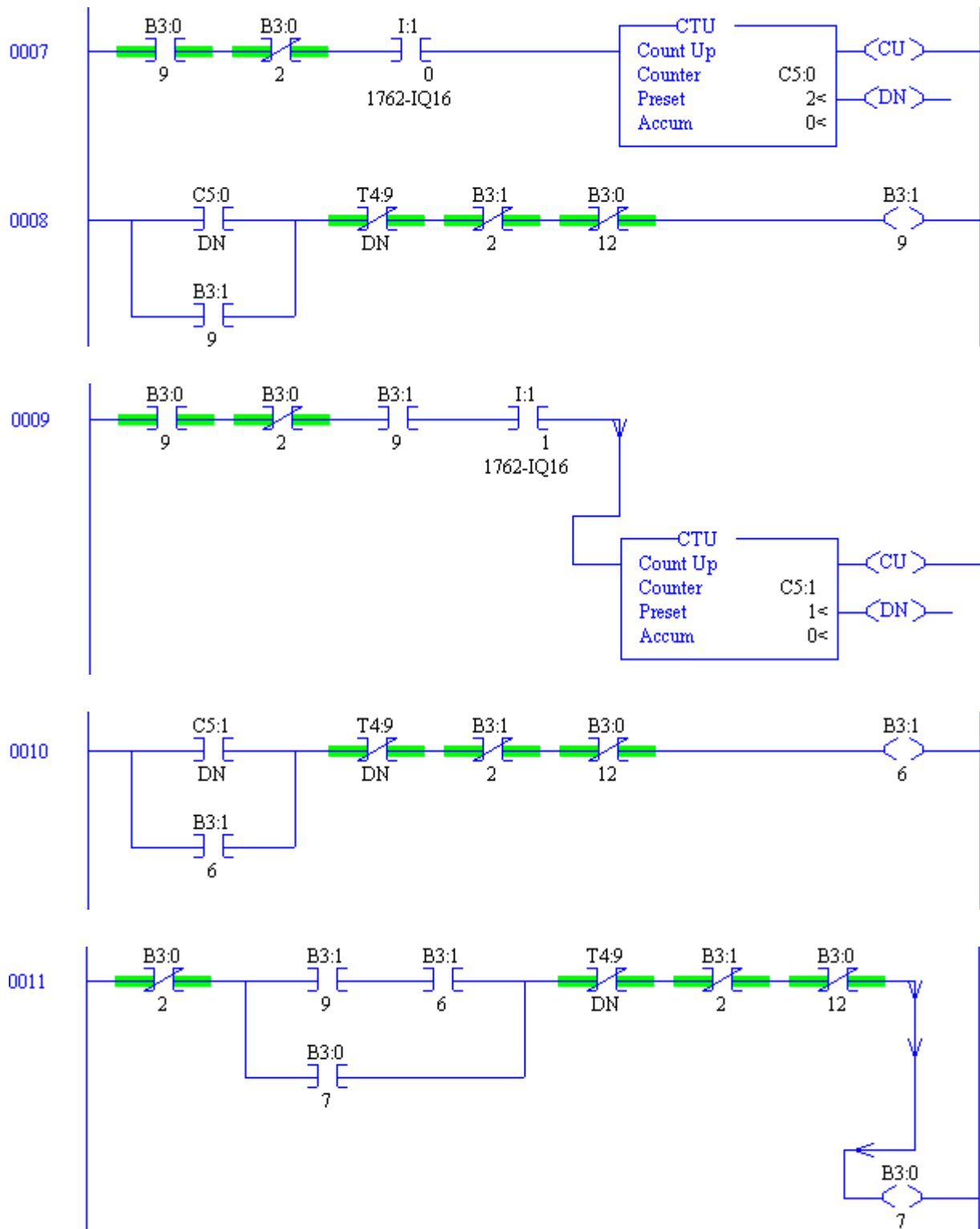
DIRECCIÓN	SIMBOLO
T4:0	TIMER_DE_ESPERA_B_1
T4:0/DN	
T4:1	TIMER_DE_ESPERA_B_1
T4:1/DN	
T4:2	TIMER_BOMBA_1
T4:2/DN	
T4:3	TIMER_BOMBA_2
T4:3/DN	
T4:4	ALARMA
T4:5	SEMAFORO_EN_ESPERA
T4:6	TIMER_MUTE
T4:7	TIMER_-OSC-EMERGENCIA
T4:7/DN	
T4:8	TIMER_ASC-2
T4:9	RESETEO-AUT
T4:9/DN	

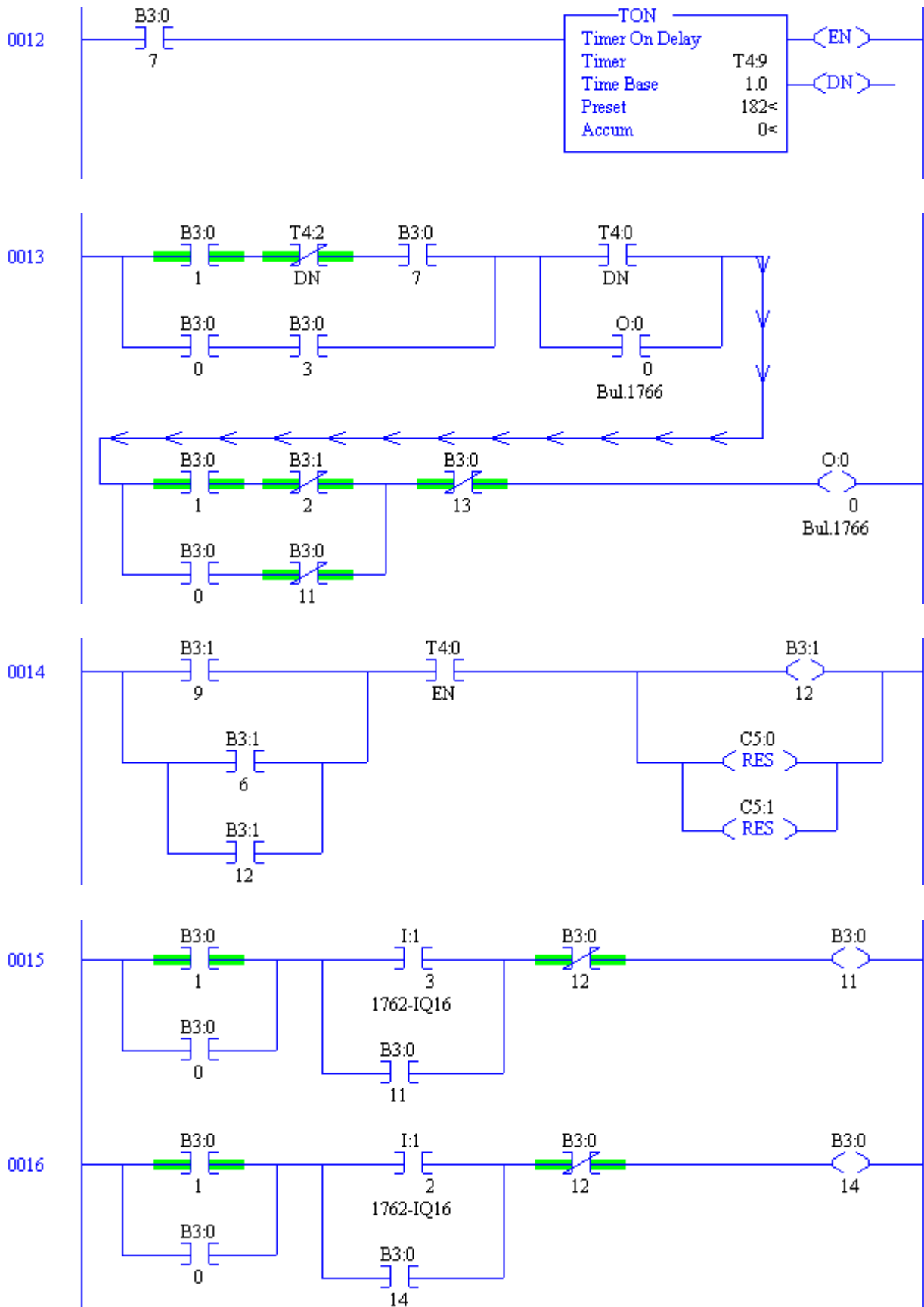
**Fuente: Software RSLogix 500**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

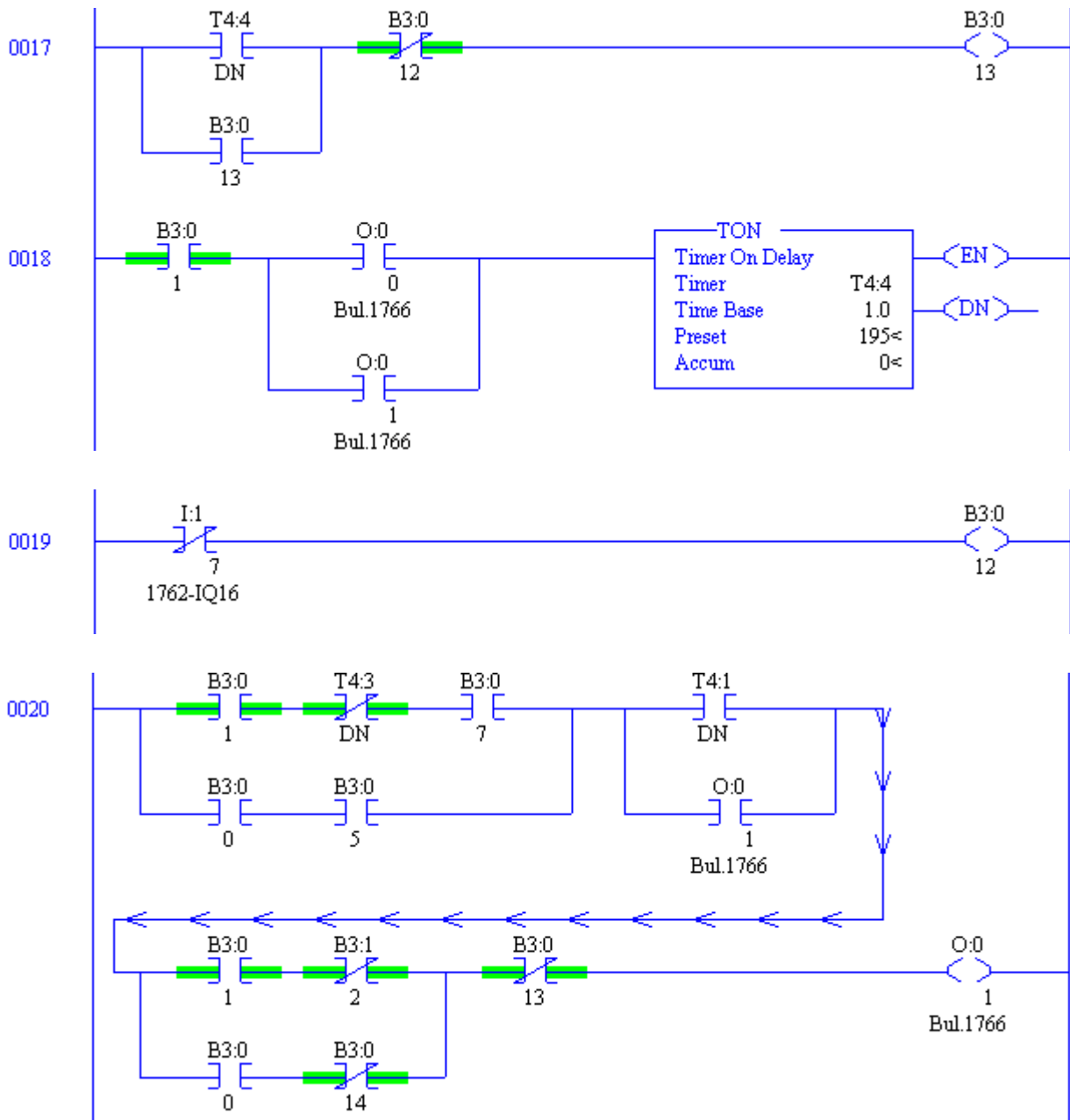
#### **3.4.5.1 Realización del programa ladder “PRUEBA DE AGUA”**

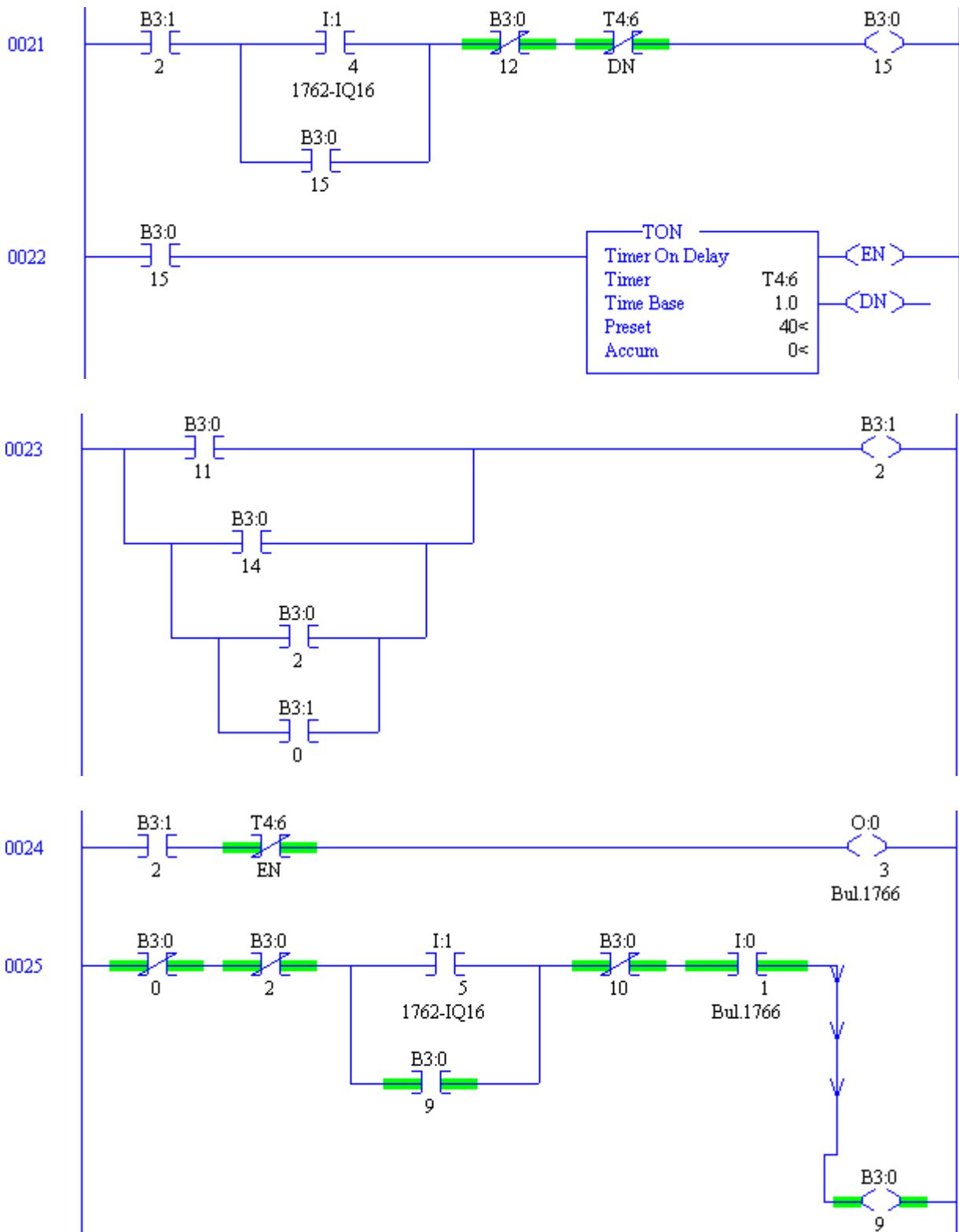
El sistema de programación se realizó en base a una secuencia lógica, cada instrucción cumple una función y sirve para activar cualquier instrucción que se envía a las entradas del controlador.

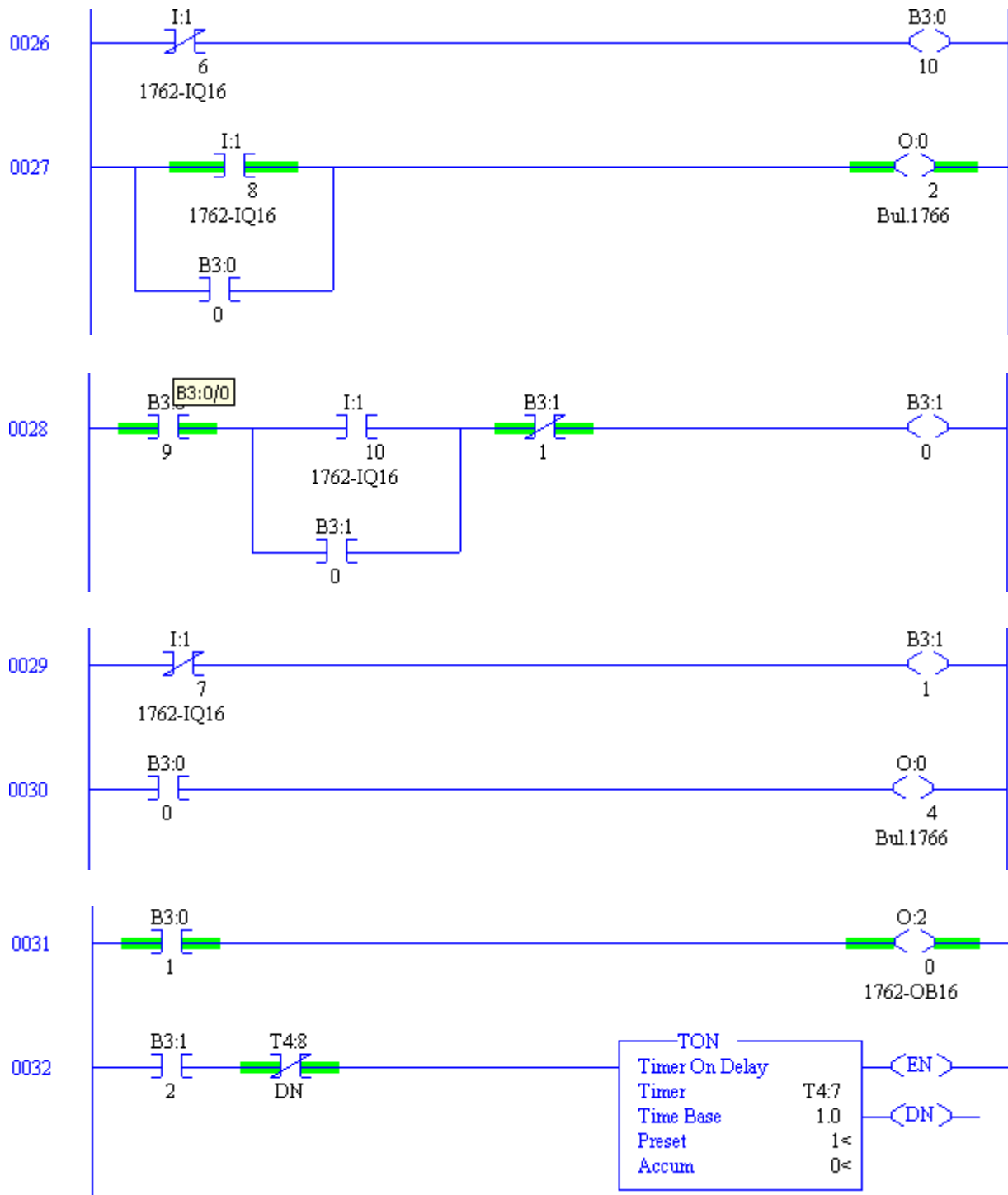


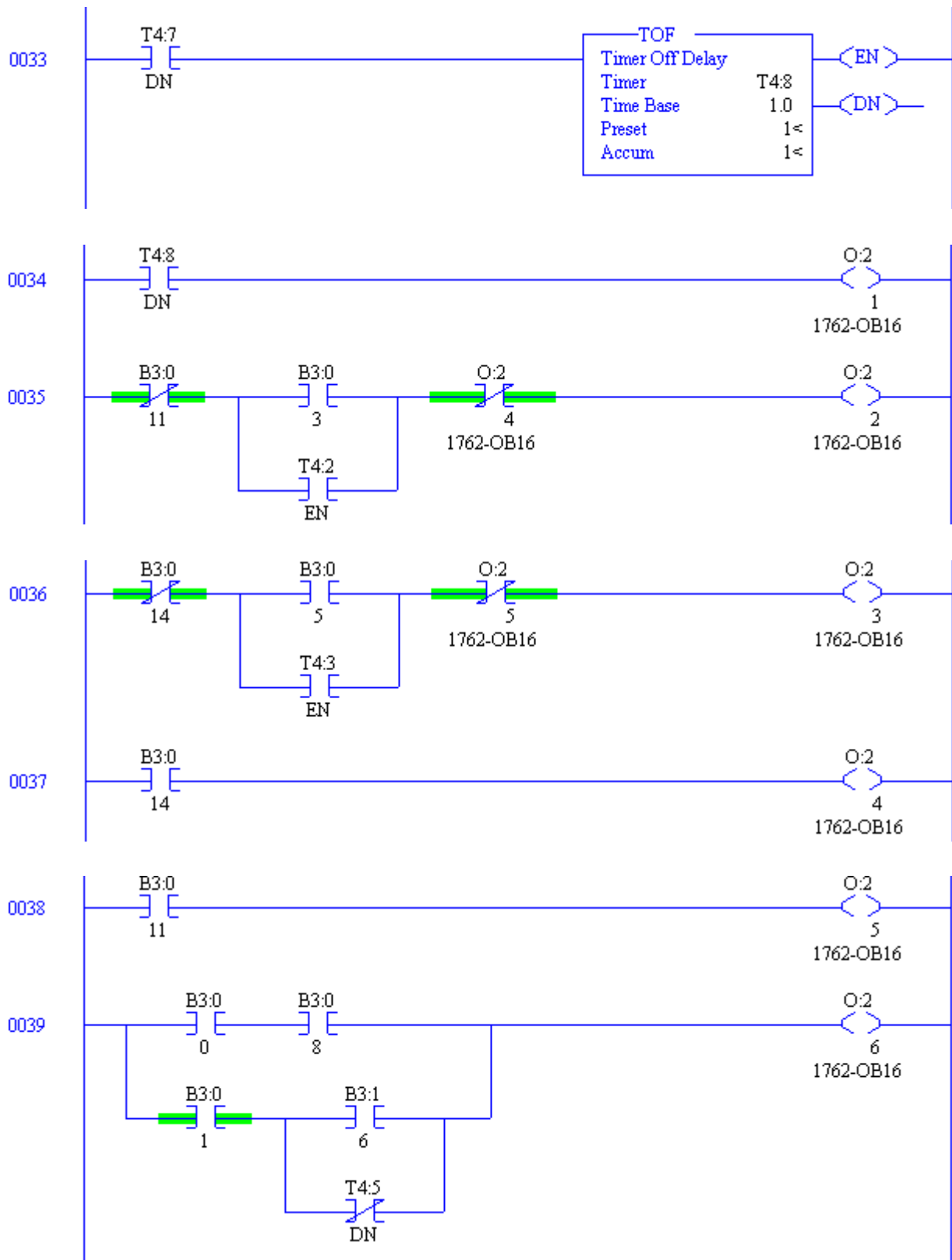




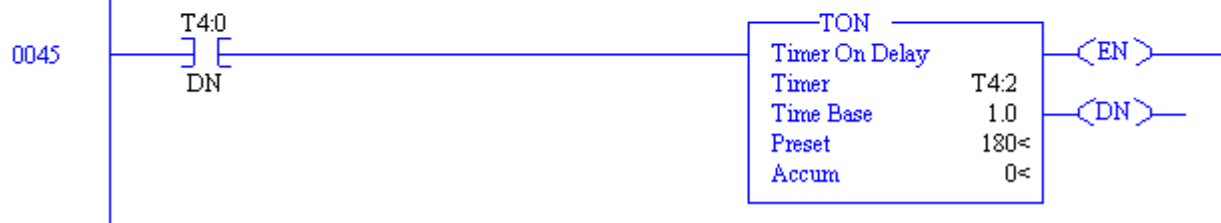
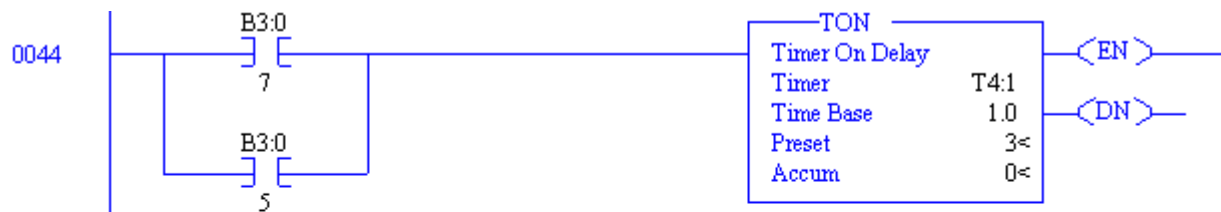
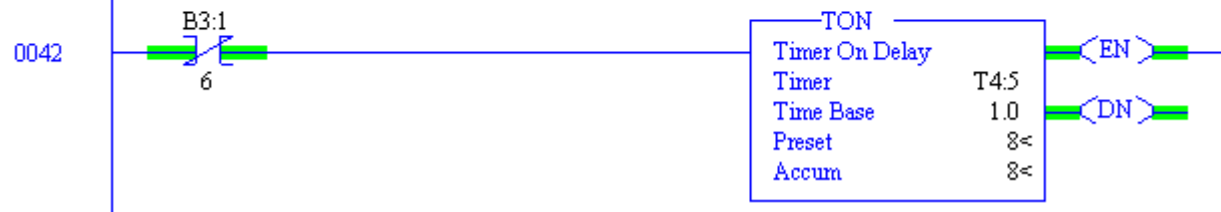
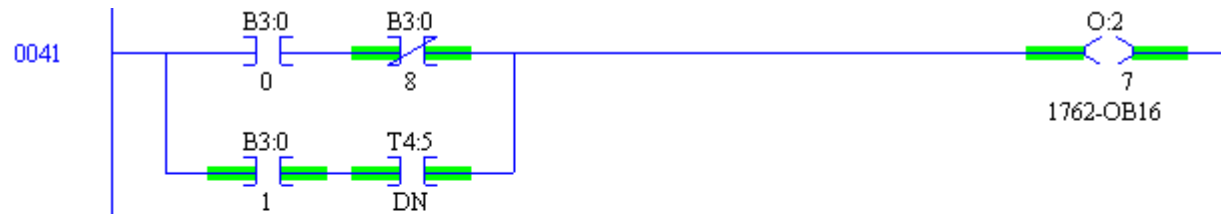
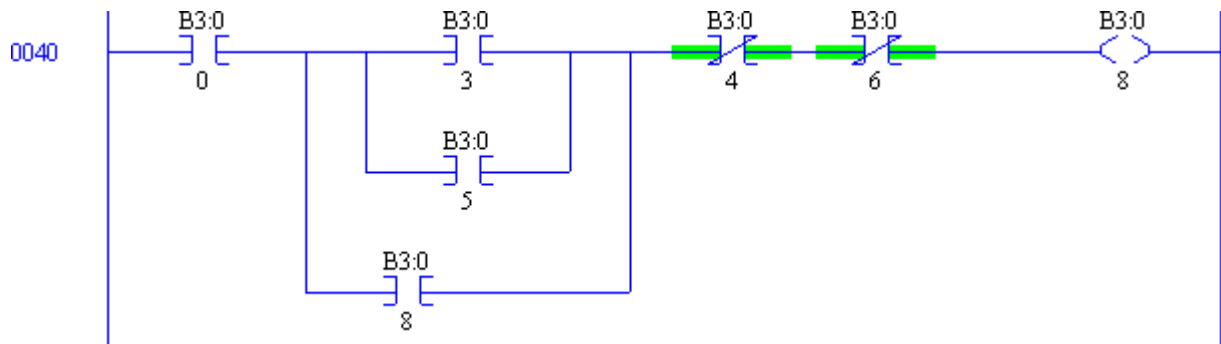


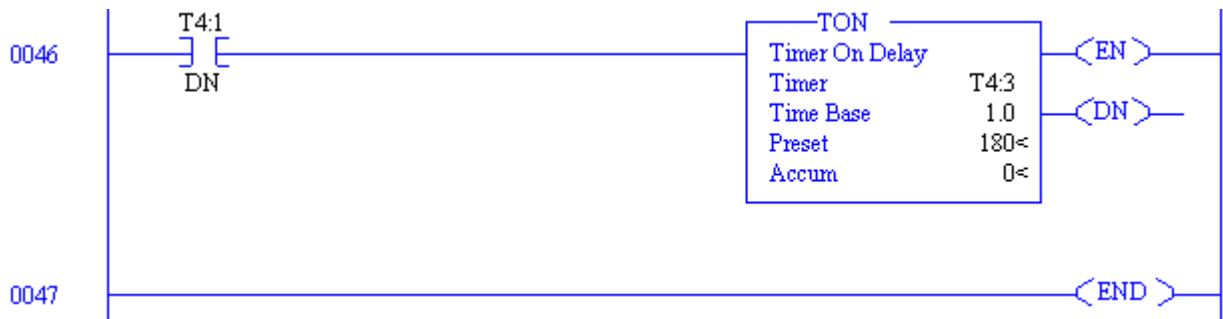












**Figura.3.46: Programación del nuevo sistema**  
**Fuente: Investigación Propia**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

## **CAPÍTULO IV**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

#### **4.1. Objetivo**

Una vez realizado el diseño y la implementación de la “CABINA DE LA PRUEBA DE AGUA” se realizan las pruebas, las cuales determinan el correcto funcionamiento del proceso de calidad sobre la impermeabilidad del vehículo o conocido también como prueba de lluvias, estas pruebas están dirigidas tanto al software de los dispositivos electrónicos de control como también a la parte de hardware.

El correcto funcionamiento del sistema dependerá de todas las pruebas realizadas a los diferentes dispositivos de campo como sensores, actuadores, en sí a todos los elementos eléctricos que forman parte del sistema de control del sistema.

#### **4.2. Pruebas de funcionamiento de las seguridades**

Concluida con la implementación de todos los elementos, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento de las seguridades las cuales trabajan conjuntamente con en el controlador Micrologix1400.

Con ayuda de un óhmetro se comprueba la continuidad entre puntos de conexión de sus diferentes tramos. Además se realizan pruebas que consisten en manipular

todos los selectores y pulsadores que sirven para el funcionamiento del sistema, se verifica que cada uno tenga su conexión con las entradas del controlador.

#### **4.2.1 Comprobación del paro de emergencia**

Para iniciar se arranca el sistema en modo manual la BOMBA 1 y la BOMBA 2 enseguida se pulsa el paro de emergencia y se comprueba que todo el sistema manual se encuentre bloqueado y deshabilitado, sin que me de opción a realizar un nuevo arranque si el caso así lo requiera.

Al presionar el paro de emergencia se activan los siguientes dispositivos de alerta como:

- La sirena
- Una luz piloto con oscilación
- El semáforo en estado rojo

Si en caso que la emergencia pueda durar mucho tiempo existe un pulsador silenciador, que calla la sirena mediante un periodo de tiempo de 40 seg, pasado este tiempo la sirena vuelve a encenderse. De igual manera en modo automático se debe seguir los pasos anteriores.

Cabe mencionar que los dispositivos de alerta se activarán en cualquier circunstancia de falla.

#### **4.2.2 Comprobación de breakers**

Cuando exista una sobrecarga de voltaje en los breakers del sistema de control que alimenta al PLC (B1, B2), y las salidas de la fuente de alimentación 24VCD (B3, B4), se baja estos breakers al estado off se comprueba que se active la alarma de alerta solamente en B3, B4, estos breakers se desactivarán automáticamente cuando exista una sobrecarga en el proceso normal funcionamiento.

### **4.2.3 Comprobación del guardamotor**

Este dispositivo protege a la BOMBA 1 y BOMBA 2 independientemente, para la comprobación del mismo se forza el guardamotor desactivándolo manualmente y conjuntamente con los auxiliares laterales envían un estado de alerta activando una alarma, en un procedimiento normal se desactivará automáticamente detectando diferencias de fase.

### **4.2.4 Comprobación del sensor de nivel de agua**

Para cumplir con el procedimiento de la prueba de agua, es necesario que la cisterna de agua mantenga un nivel nominal de trabajo, en este caso el nivel bajo se controla mediante el electrodo (B1 común) y (B2) que se encuentra ubicado a 35cm de altura.

Para la comprobación del estado de alarma se baja el nivel de agua manualmente hasta llegar al electrodo, enviando una señal de alarma apagando a la BOMBA 1 y BOMBA 2. Es necesario recordar que este sistema de falla, únicamente se activa cuando se trabaja en modo automático.

### **4.3. Arranque del sistema en general**

Para encender el sistema de control del tablero se envía una instrucción al PLC mediante un selector que activa y desactiva el sistema en general de manera manual o automática este procedimiento trabaja conjuntamente con los demás dispositivos en secuencia.



**Foto.4.1: Dispositivos de mando**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

#### **4.3.1 Arranque en modo manual**

A continuación se detalla los parámetros indispensables para la aspersion de agua en la cabina ante de encender la bomba 1- bomba 2, y cuando el nivel de agua en la cisterna se encuentra en un nivel nominal.

Hay que tomar en cuenta que en modo manual la electroválvula se mantiene abierta y para controlar el exceso de nivel existe una llave klinger para abrir y cerrar manualmente.

- Presión del agua:  $2.0 \pm 0.2 \text{kg/cm}^2$  (40 PSI)
- Duración de rocío de agua: 180seg.
- Volumen 8 lts/min
- El número de inyectores: 86EA
- Inspección estándar de la unidad antes de ingresar

El selector en manual y una luz piloto indicará su activación, por lo general este modo solamente podrá ser activado en casos emergentes y para mantenimiento de equipos.

Cuando el selector se encuentre en modo manual activa todos los comandos de control en forma manual se puede:

- Controlar el encendido de la bomba 1
- Controlar el apagado de la bomba 1
- Controlar el encendido de la bomba 2
- Controlar el apagado de la bomba 2
- Controla la falla de la bomba 1
- Controla la falla de la bomba 2
- Controla la activación directa de la electroválvula de agua

Adicional a este sistema se programó para la activación del semáforo ya sea si se trabaja de manera manual o automática, también controla la activación de forma directa de la electroválvula de agua.

### 4.3.2 Arranque en modo automático

A continuación se detalla los parámetros indispensables para la aspersion de agua en la cabina antes de encender la bomba 1- bomba 2, y cuando el nivel de agua en la cisterna se encuentra en un nivel nominal.

En modo automático la electroválvula abre o cierra el paso de agua de forma autónoma esto es posible debido a que los sensores de nivel una vez enviado una señal al controlador, éste da la función activar o desactivar el paso de agua a un nivel determinado.

- Presión del agua:  $2.0 \pm 0.2\text{kg/cm}^2$  (40 PSI)
- Duración de rocío de agua: 180seg.
- Volumen 8 lts/min
- El número de inyectores: 86EA
- Inspección estándar de la unidad antes de ingresar

Al mover el selector en modo automático. Es necesario activar mediante los pulsadores de encendido o apagado del proceso indicando una luz piloto de color azul.

Se toma en cuenta también un dispositivo de alerta como es la sirena el cual se activa cuando existe un error del sistema ya sea en modo automático o manual, para callar el ruido que genera este dispositivo se encuentra instalado un pulsador en el panel de control esto para silenciar durante 40 seg, tiempo agregado para corregir una falla, si después de este período no se ha logrado con el error la sirena reinicia y así sucesivamente.

No se puede trabajar de manera manual o automática si este error afecta al sistema de control o fuerza.

Para reiniciar el sistema después que se ha corregido la falla existe un pulsador para el reseteo reiniciando por completo el sistema en general.



El estado de salida del transistor del sensor E3Z-D82 se encuentra seleccionado para trabajar con luz (en el día), por lo general la producción de la empresa es cubierta durante el día.

Este sensor de tipo PNP con una luz verde que indica su alimentación y operación (24VDC), cuando el sensor detecta la presencia del automóvil el cual interrumpe una luz infrarroja indicando mediante una luz de color naranja su interrupción enviando una señal al PLC.

- El sensor fotoeléctrico difuso 1 detecta la rueda delantera y trasera del automóvil esta señal en el PLC actúa como un contador de 2 pulsos dando el paso de activación para el sensor 2
- El fotoeléctrico difuso 2 con un contador de un pulso cierra el circuito activando la bomba de agua 1 y la bomba de agua 2.

El tiempo de espera es tres segundos posteriormente activa las bombas esparciendo el agua en toda la cabina, los 84 aspersores simulan una especie de lluvia manteniendo una presión constante de 40 PSI y aproximadamente 8 litros por segundo reales.



**Foto.4.2: Pruebas en la cabina de agua**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

#### 4.3.2.1 Funcionamiento del semáforo

Es necesario tomar en cuenta al semáforo también se activa cuando la unidad pase el segundo sensor, cambiando de verde a rojo conjuntamente con la aspersion de agua, transcurrido el tiempo de tres minutos se completa el ciclo de prueba cuando la unidad sale automáticamente durante 6 segundos cambia de rojo a verde, dejando libre de obstáculo para el ingreso de otra unidad para entender de mejor manera los tiempos utilizados para el semáforo a continuación un cuadro detallado.

**Tabla 4.1 Funcionalidad del semáforo**

SEMÁFORO		
POSICIÓN	TIEMPO	SIGNIFICADO
ROJO	180seg	Cuando el automóvil ingresa a la cabina
PARADA	6seg	Tiempo de espera cuando sale el vehículo
VERDE	T.X	El tiempo que se demora el vehículo en ingresar

**Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Marco Mangui**



**Foto.4.3: Funcionamiento del semáforo  
Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

#### 4.3.2.2 Funcionamiento del sensor de nivel de agua

Para cumplir con el propósito de controlar el nivel de agua de la cisterna se implementó un sistema de control de nivel que funciona de la siguiente manera.

Como se puede apreciar en la foto 4.4, actualmente se encuentran instalados dos relés inteligentes que detectan el líquido cada uno con la función de:

- SN1 activa y desactiva la electroválvula
- SN2 detecta un nivel bajo y envía una señal de alarma



**Foto.4.4: Funcionamiento del RM4**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

De esto se ha obtenido cuatro puntos claves para el funcionamiento del sensor.

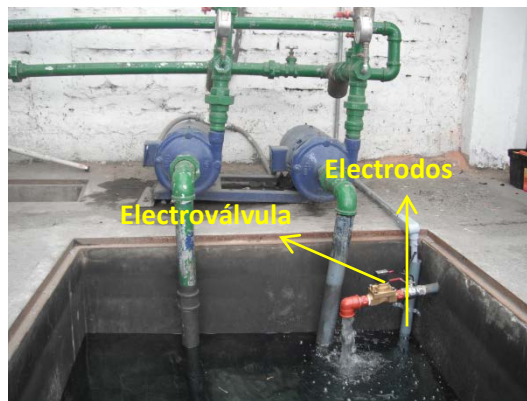
El primer Terminal (B1) es el de masa, el cual es colocado en el fondo de la cisterna con el fin de que el líquido haga masa.

El segundo Terminal (B2) es el denominado bajo, el cual se colocará en el lugar determinado por el técnico para que sea el nivel de falla.

El tercer Terminal (B3) es el denominado alto, el cual indica el nivel alto de llenado y activa la electroválvula para llenar la cisterna a nivel nominal.

De otro modo se dice que cuando haya líquido en el reservorio, habrá conducción, al haber conducción circulará voltaje negativo a través de los terminales antes mencionados, a esto se dice que es un pulso negativo Cero (0).

Al contrario de esto, cuando no hay líquido, no habrá conducción, al no haber conducción, no habrá voltaje entre los terminales, entonces diremos que es un pulso positivo uno (1).



**Foto.4.5: Funcionamiento de los electrodos**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

#### 4.4. Medición de corrientes en BOMBA 1 y BOMBA 2

El voltaje de alimentación para las tres líneas R, S, T, en arranque directo de motores es de 220VAC trifásico.

La corriente de arranque no es el mismo a la corriente de operación es por eso que la capacidad del contactor y el guardamotor tal como se calculó en el capítulo anterior es de 32A incluido el 20% más del valor nominal de arranque establecido para los picos de arranque, en la siguiente foto 4.6 observa como actúa la corriente pico real en arranque directo. Una medición aproximada debido al pico en un tiempo en micro segundo que realiza en arranque, pudiendo variar hasta 2 veces más de la corriente real en funcionamiento.



**Foto.4.6: Corriente pico**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

##### 4.4.1 Medición de corriente pico

En la tabla 4.2 muestra los valores reales de voltaje y corriente en arranque directo (estrella) de los motores de la bomba 1 y bomba 2. Estas medidas son tomadas por cada unidad en aspersion.



**Foto.4.7: Bomba 1, Bomba 2**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

**Tabla 4.2 Medición de voltaje y corriente**

# UNIDADES	BOMBA 1 EN ARRANQUE		BOMBA 2 EN ARRANQUE	
	VAC	I PICO PROMEDIO	VAC	I PICO PROMEDIO
1	237	24.4	228	28
2	235	25,6	234	24.4
3	240	26,7	231	27
4	239	27	235	29
5	230	24.4	229	24.4
6	232	26,5	238	25

**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

#### **4.4.2 Medición de corriente en operación**

Para realizar las mediciones de corrientes es necesario que el sistema se encuentre activo de ahí que mediante una pinza amperimétrica tenemos las corrientes reales de cada línea R, S, T, de la BOMBA 1 y BOMBA 2.



**Foto.4.8: Corriente real**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**

En el siguiente cuadro muestra las mediciones realizadas en operación, para ello se tomó en cuenta a cada vehículo que ingresó a la cabina de agua en la cual puede apreciar los valores de corriente en la bomba 1 y la bomba 2.

**Tabla 4.3 Medición de corrientes en operación**

AUTOS	BOMBA 1			BOMBA 2		
# UNIDADES	I R1	I S1	I T1	I R2	I S 2	I T2
1	17,2	16,8	17,2	17,8	117	16,9
2	17,1	16,5	17,2	17,6	17	16,9
3	17	16,9	17	17,2	17,1	16,5
4	16,9	16,4	17	17,2	17,1	16,8
5	17,2	16,9	16,9	17,5	17,2	16,8
6	17,4	17,1	17,3	17,2	17	16,9

**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

#### **4.5. Tiempo total del proceso de la prueba de agua.**

El factor tiempo y la efectividad son importantes en el proceso de producción en AYMESA. En el siguiente cuadro se puede apreciar el tiempo total para este proceso:

**Tabla 4.4 Tiempo total de operaciones**

SEMÁFORO			
POSICIÓN	SEMÁFORO	SIGNIFICADO	TIEMPO
INGRESO DE LA UNIDAD		Tiempo de entrada hasta la posición indicada	3seg
TIEMPO DE ESPERA		Tiempo de espera en la posición ante del inicio	3seg
INICIO DE LA ASPERCIÓN	ROJO	Cuando el automóvil ingresa a la cabina	180seg
PARADA		Tiempo de espera cuando sale el vehículo	6seg
VERDE	VERDE	El tiempo que se demora el vehículo en ingresar	T.X
TIEMPO TOTAL DEL PROCESO			192seg

**Fuente: Investigación de campo**  
**Elaborado por: Marco Mangui**

El sistema actualmente instalado cumple con los siguientes estándares de calidad de la empresa AYMESA S.A:

- Seguridad
- Eficiencia
- Confiabilidad y Tiempo controlado
- Incremento de la productividad



**Foto.4.9: Tablero armado**  
**Fuente: Empresa AYMESA S.A 2012**



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

- Se cumplió con el objetivo propuesto al inicio del proyecto “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRUEBA DE AGUA PARA VEHÍCULOS MEDIANTE UN PLC EN AYMESA S.A.”, y cumpliendo con los estatutos de mejoramiento continuo de la empresa.
- La implementación de este sistema facilitará a los operarios de la empresa evitando la operación manual de la misma, perfeccionando el proceso de producción de manera segura, confiable y al tiempo establecido (takt time).
- Se instaló los dispositivos eléctricos y electrónicos que conforman el hardware cuentan con las características indispensables para el proceso de la prueba de agua, los cuales son la base para el correcto funcionamiento en la actualidad y en el futuro
- La capacidad de almacenamiento de datos así como las entradas y salidas que ofrece actualmente el controlador PLC, satisface a las necesidades de la empresa para futuras implementaciones de control.
- El PLC micrologix 1400 de la serie 1766 cumple con la características necesarias que facilita trabajar en línea y la comunicación a través de medios físicos muy seguros con protocolos Ethernet, RS232, mini DIN, Modbus.

- Se utilizó el software de comunicación RSLink de 32 bits, para crear y verificar el correcto funcionamiento de los enlaces entre los diferentes drivers dentro de la red.
- Se diseñó un programa en el software RSLogix 500 que permite realizar el proceso de la “PRUEBA DE AGUA” de forma manual o automática.

## **5.2 Recomendaciones**

- Para realizar los cálculos de las capacidades y características de cada uno de los dispositivos de control incluyendo al PLC y los módulos de expansión, es necesario realizar un estudio de investigación para así cumplir a cabalidad con las normas establecidas, existiendo varias opciones.
- Ubicar los sensores fotoeléctricos difusos en áreas donde pueda detectar al automóvil, ya que una mala ubicación puede afectar el programa realizado y por ende la lógica de programación.
- La utilización de herramienta adecuada es una prioridad, sin ellas se podrían dañar los elementos ampliando aún más el periodo propuesto para la implementación del sistema.
- Antes de arrancar todo el sistema en general es necesario realizar pruebas necesarias de control con el PLC y el modo de comunicación que se utilice, el trabajo en línea con el controlador facilita realizar correcciones inmediatas.
- Ubicar el semáforo en una parte visible para el conductor, por lo general a la entrada de la cabina.

- El mantenimiento preventivo semanal para verificar el estado de los contactores y conexiones en general, es indispensable para evitar posibles fallas en procesos de producción.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

ASCII.- Código Estadounidense estándar para el intercambio de información.

AWG.- Galgas Americanas de alambres.

CPU.- Unidad de procesamiento central.

CKD.- Kit de montaje.

CTU.- Contador ascendente.

DIN.- Normas industriales Alemanas.

E.L.P.O.- Fosfatizado tricatiónico por electroposición catódica.

F.E.M.- Fuerza electromotriz.

HMI.- Interface humano máquina.

LCD.- Dispositivos de cristal líquido.

LED.- Diodo emisor de luz.

N/O.- Contacto normalmente abierto.

N/C.- Contacto normalmente cerrado.

OTE.- Activación de la variable de salida.

PNP.- Positivo negativo positivo.

PVC.- Poli cloruro de vinilo.

PLC.- Controlador lógico programable.

RES.- Resetear.

RTU.- Unidad terminal remota.

SN1.- Sensor de nivel 1.

SN2.- Sensor de nivel 2.

TAKT TIME.- Indica el "ritmo" o "paso" al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del producto

TAG.- Etiquetas de dirección.

TON.- Temporizador retardo a la conexión

VAC.- Voltaje corriente alterna.

VDC.- Voltaje corriente continúa.

.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

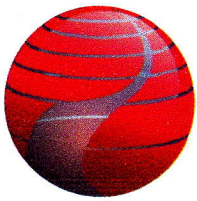
- **Textos:**

1. Pruna Edwin. (2010). “Controladores lógicos programables II”. E.S.P.E.
2. MANUAL, (2011),procedimientos de calidad AYMESA S.A

- **Páginas de Internet:**

1. [http://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3viles\\_de\\_Ecuador](http://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3viles_de_Ecuador)
2. [http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_el%C3%A9ctrico](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico)
3. [http://www.baldor.com/support/literature\\_load.asp?ManNumber=MN400](http://www.baldor.com/support/literature_load.asp?ManNumber=MN400)
4. [http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_centrofuga](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centrofuga)
5. [http://www.pumpsandwells.com/miva/3656\\_3756%20S%20Group.pdf](http://www.pumpsandwells.com/miva/3656_3756%20S%20Group.pdf)
6. [http://www.machinerylubrication.com/sp/mejorando\\_la\\_confiabilidad.asp](http://www.machinerylubrication.com/sp/mejorando_la_confiabilidad.asp)
7. [http://www.netcom.es/pepeocu/protecciones/6\\_3%20Guardamotors.htm](http://www.netcom.es/pepeocu/protecciones/6_3%20Guardamotors.htm)
8. <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0920/0900766b809201d4.pdf>
9. [http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_general.htm](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm)
10. <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r34716.PDF>
11. [http://www.webdigital.com/fabricantes%5Comron%5Cpdf%5Csensores%5CE3Z\\_Esp.pdf](http://www.webdigital.com/fabricantes%5Comron%5Cpdf%5Csensores%5CE3Z_Esp.pdf)

12. <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-plc.html>
13. <http://ab.rockwellautomation.com/Programmable-Controllers/MicroLogix-1400>
14. [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1766-pp001\\_-es-p.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1766-pp001_-es-p.pdf)
15. <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8776/3/T10750CAP3.pdf>
16. [http://www.infoplcn.net/files/descargas/rockwell/infoPLC\\_net\\_cap8\\_RSLogix\\_IntroduccionRSLOGIX.pdf](http://www.infoplcn.net/files/descargas/rockwell/infoPLC_net_cap8_RSLogix_IntroduccionRSLOGIX.pdf)



**AYMESA S.A.** C.E. AUSEP AUSEP AUSEP



**KIA MOTORS**  
The Power to Surprise™



Quito, 27 de enero de 2012

Señor  
Crnl. E.M.T. Avc.  
Ing. Patricio Espín Psquel  
**RECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

Presente.-

De nuestra consideración:

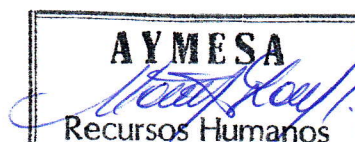
Por la presente, Ing. ROBERTO JIMÉNEZ en mi calidad de Gerente de Ingeniería y Proyectos de la empresa AYMESA S.A., nos comprometemos a otorgar el auspicio al señor **Mangui Tivan Marco Antonio** con CI. **1720347705**, para que realice el proyecto, **Automatización del proceso de prueba de agua para vehículos mediante un PLC en AYMESA S.A;** a ser desarrollado para nuestra empresa, bajo las siguientes condiciones:

- Nuestra empresa se compromete, de ser el caso, a entregar el apoyo logístico necesario para que el mencionado proyecto llegue a su feliz término.
- La información que se entregue será clasificada por nuestra empresa y podrá ser divulgada solo con autorización expresa.
- Se llevará seguimiento al trabajo efectuado, comprometiéndose a entregar una carta de conformidad al finalizar el proyecto.
- Durante la elaboración del proyecto, se enviará una invitación formal a los directores del proyecto, para visitar nuestra empresa con la finalidad de verificar el avance del trabajo, así como para fomentar las relaciones interinstitucionales.
- Aceptamos que la propiedad intelectual es del I.T.S.A, sin embargo el trabajo puntual podrá ser utilizado por nuestra empresa sin requerimiento de autorización alguna.
- Adicionalmente nos comprometemos a divulgar y/o publicar la colaboración del I.T.S.A en la elaboración de los proyectos que se ejecuten conjuntamente, esto es en páginas WEB, seminarios, publicaciones, etc. Cuando sea posible y de manera particular cuando se realice alguna presentación y/o divulgación del tema específico tratado.

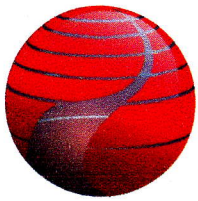
Atentamente

*Roberto Jiménez*

Ing. ROBERTO JIMÉNEZ  
Gerente de Ingeniería y Proyectos  
AYMESA S.A.







**AYMESA S.A.**



**KIA MOTORS**  
The Power to Surprise™



Quito, 07 de Septiembre de 2012

Ing.

Pablo Pilatasig P.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

Presente:

Señor Director:

Con un atento y cordial saludo me dirijo a usted y por su intermedio a los miembros del Tribunal Académico de la Carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica, para informar que la Automatización del proceso de prueba de agua para vehículos mediante un PLC, actualmente se encuentra 100% funcional y operativo, bajo los requerimientos de producción exigidos por la Empresa Aymesa durante el desarrollo del proyecto.

Además queremos resaltar que estamos muy satisfechos con el trabajo y cumplimiento realizado por parte del señor Marco Antonio Mangui Tivan durante la implementación del nuevo sistema de control.

Por la favorable atención le anticipo mi agradecimiento

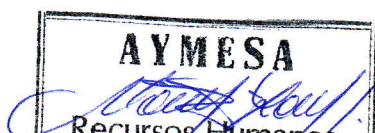
Atentamente

Ing. Roberto Jiménez C.

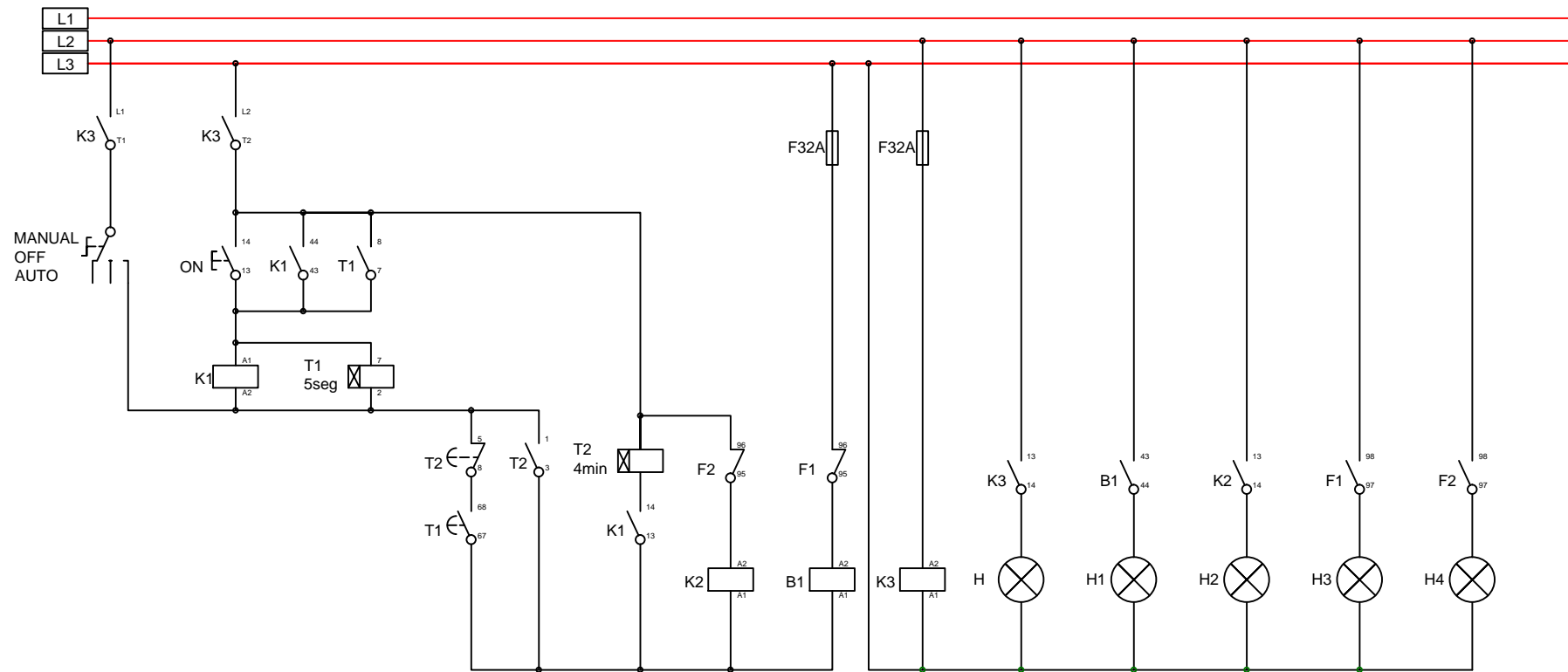
CI. 1708759095

Gerente

Departamento Ingeniería Aymesa S.A.



## LEVANTAMIENTO ESQUEMA ELECTRICO PRUEBA DE AGUA



SEMIAUTOMATICO

MANUAL



**Título:**  
CIRCUITO DE CONTROL ANTERIOR  
PRUEBA DE AGUA

**Dibujado por:**  
MARCO MANGUI

**Escala:**  
S/E

**Aprobado por:**

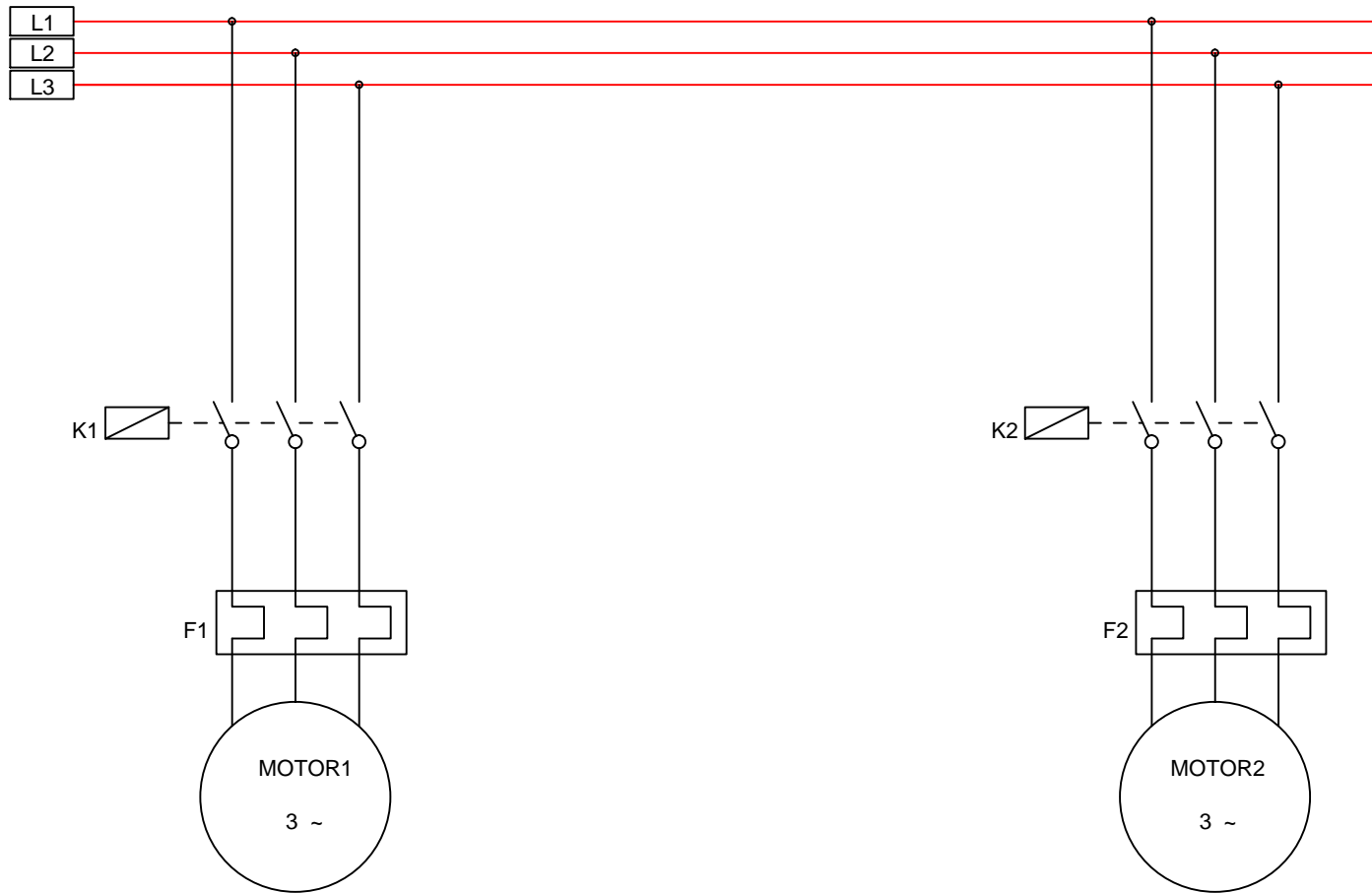
**Fecha:**  
05/ENE/12

**Modificacion:**  
26/ENE/12

**Archivo:**  
LEVANTAMIENTO dwg

**Plano No.:**  
01

**Hoja:**  
1/14



Titulo:  
 CIRCUITO DE POTENCIA ANTERIOR  
 TABLERO ACTUAL

Dibujado por:  
 MARCO MANGUI

Escala:  
 S/E

Aprobado por:

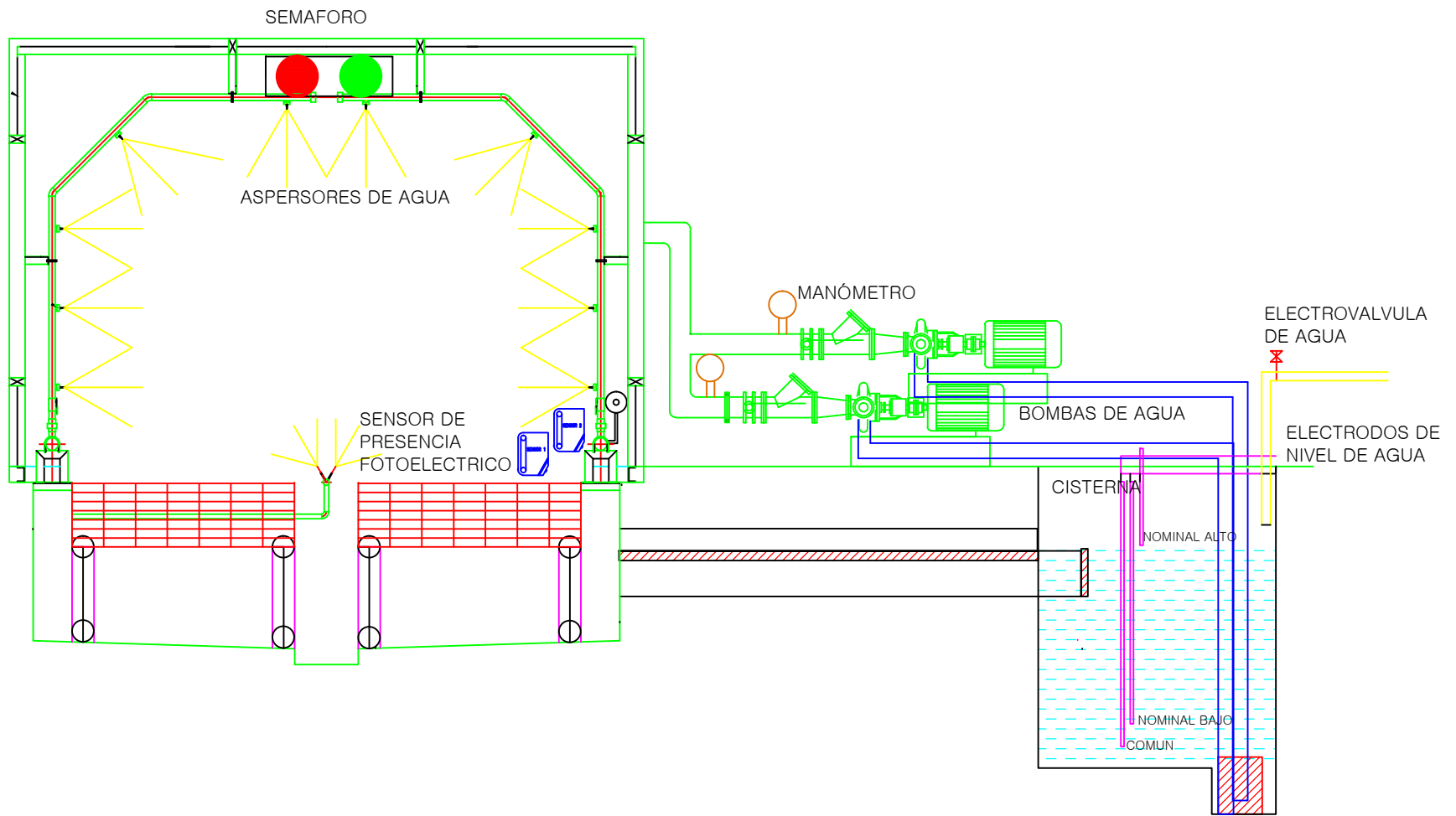
Fecha:  
 04/MAR/12

Modificacion  
 03/MAR/12

Archivo:  
 LEVANTAMIENTO POTENCIA

Plano No.  
 02

Hoja:  
 2/14



Título:  
CABINA DE AGUA  
PLANO

Dibujado por:  
MARCO MANGUI

Aprobado por:

Modificacion  
15/FEB/12

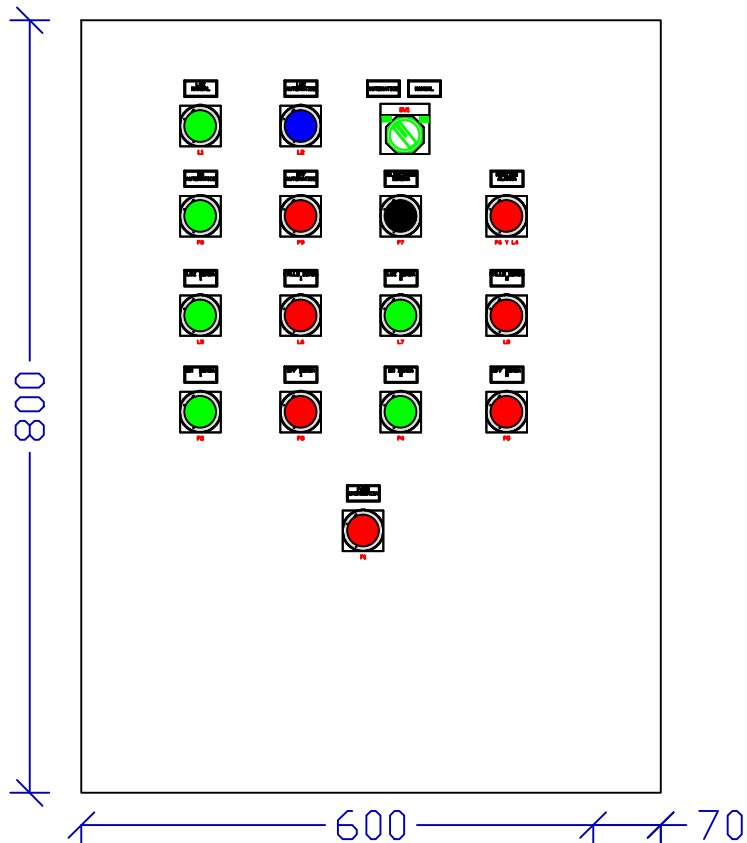
Plano No.  
03

Escala:  
S/E

Fecha:  
09/DIC/11

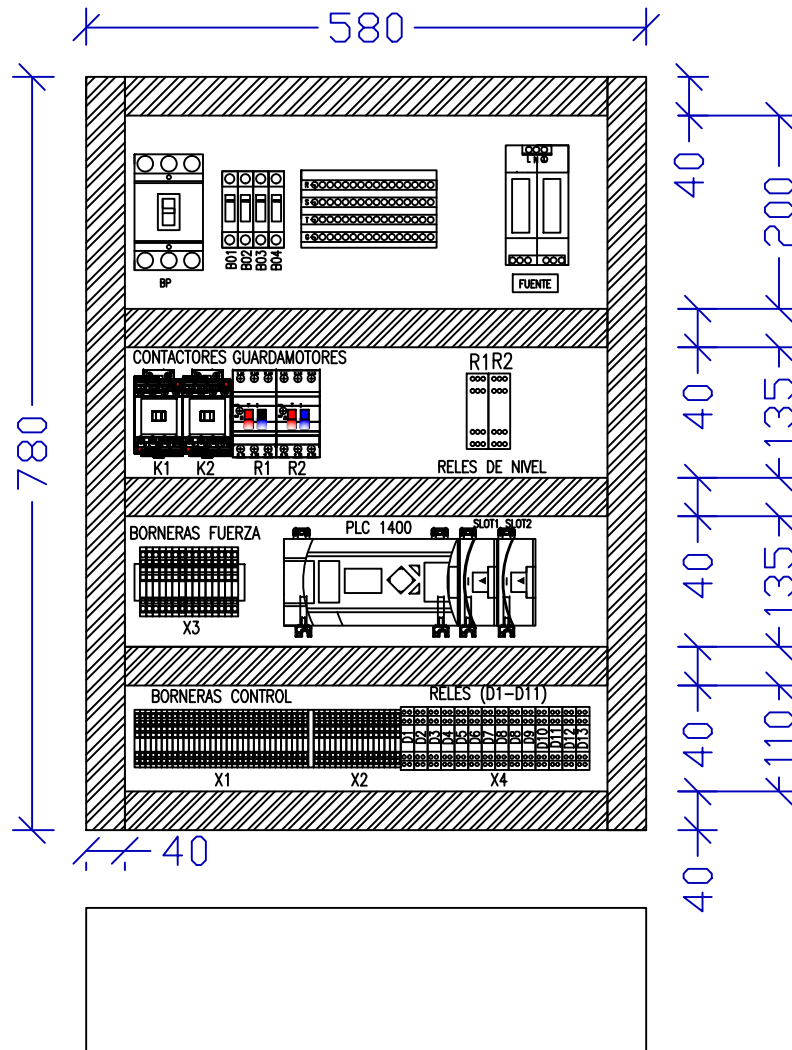
Archivo:  
CABINA DE AGUA

Hoja:  
3/14



TP

# TABLERO PRINCIPAL



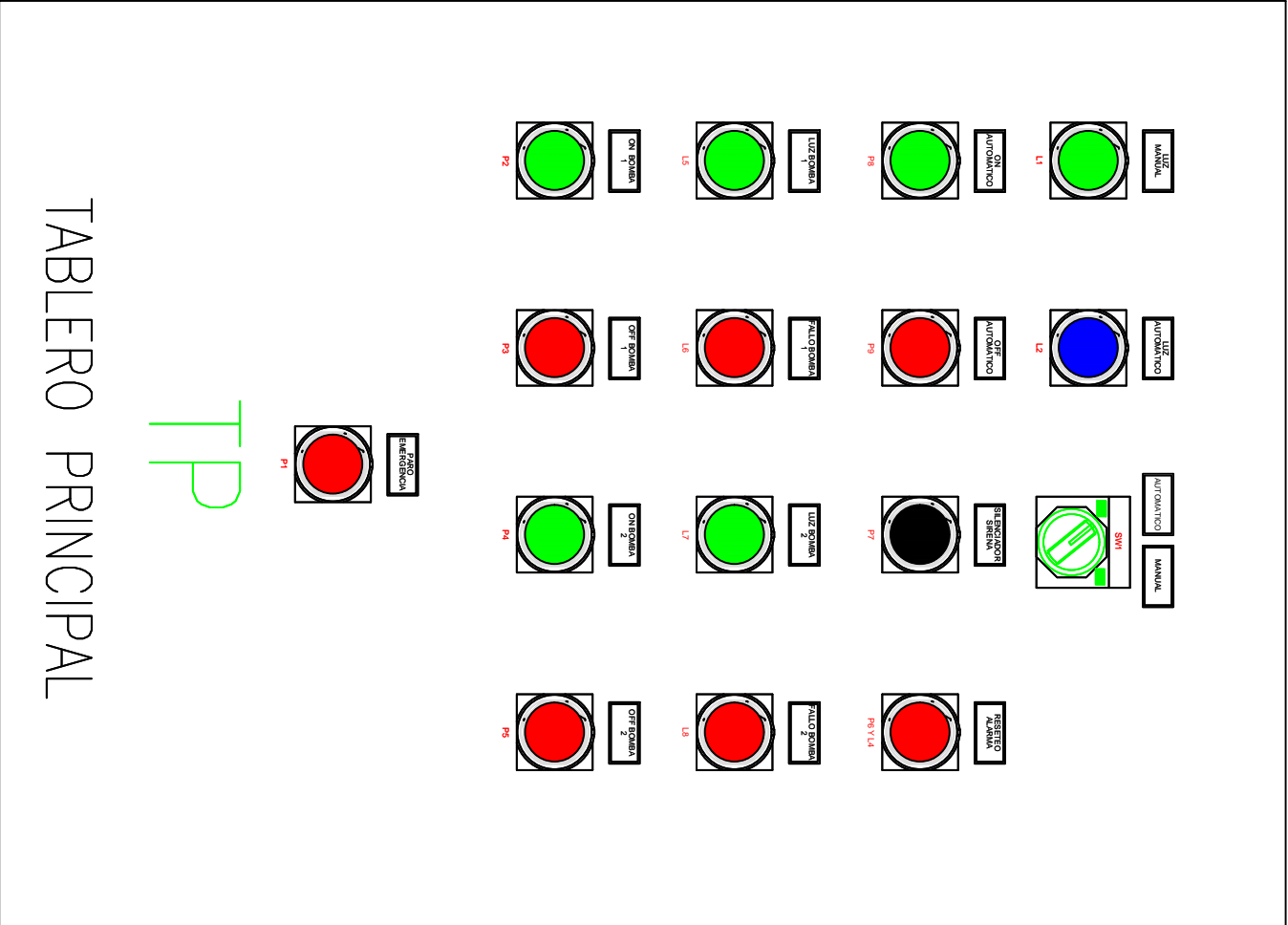
Título:  
TABLERO PRINCIPAL  
CABINA DE AGUA

Dibujado por:  
MARCO MANGUI  
Escala:  
S/E

Aprobado por:  
Fecha:  
02/FEB/12

Modificacion  
02/AGO/12  
Archivo:  
CAB. DE AGUA

Plano No.  
04  
Hoja:  
4/14



Titolo:  
 TABLERO PRINCIPAL  
 CABINA DE AGUA

Dibujado por:  
 MARCO MANGUI

Aprobado por:

Modificacion  
 09/AGO/12

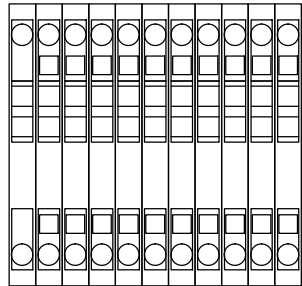
Plano No.  
 5

Escala:  
 S/E

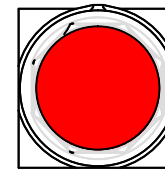
Fecha:  
 02/FEB/12

Archivo:  
 CAB. DE AGUA

Hoja:  
 5/14

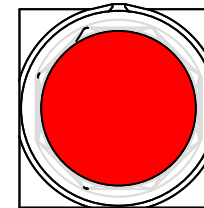


X5



L4

PARO  
EMERGENCIA



P1



**Título:**  
TABLERO SECUNDARIO  
PARO DE EMERGENCIA

**Dibujado por:**  
MARCO MANGUI

**Aprobado por:**

**Modificacion**  
04/AGO/12

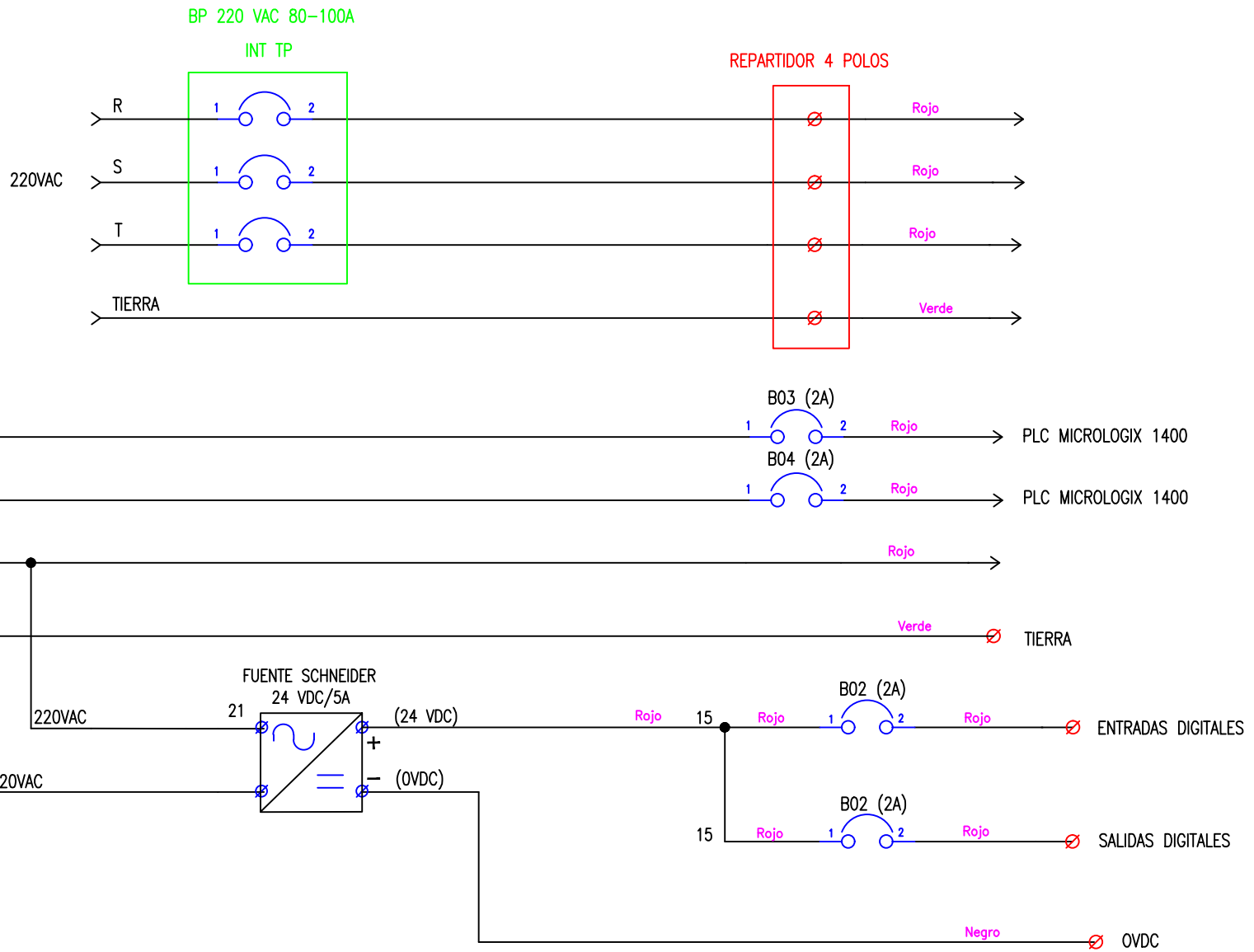
**Plano No.**  
06

**Escala:**  
S/E

**Fecha:**  
04/JUL/12

**Archivo:**  
TABLERO SECUND.

**Hoja:**  
6/14



Título:  
CIRCUITO DE ALIMENTACION  
TP

Dibujado por:  
MARCO MANGUI

Aprobado por:

Modificacion  
16/AGO/12

Plano No.  
07

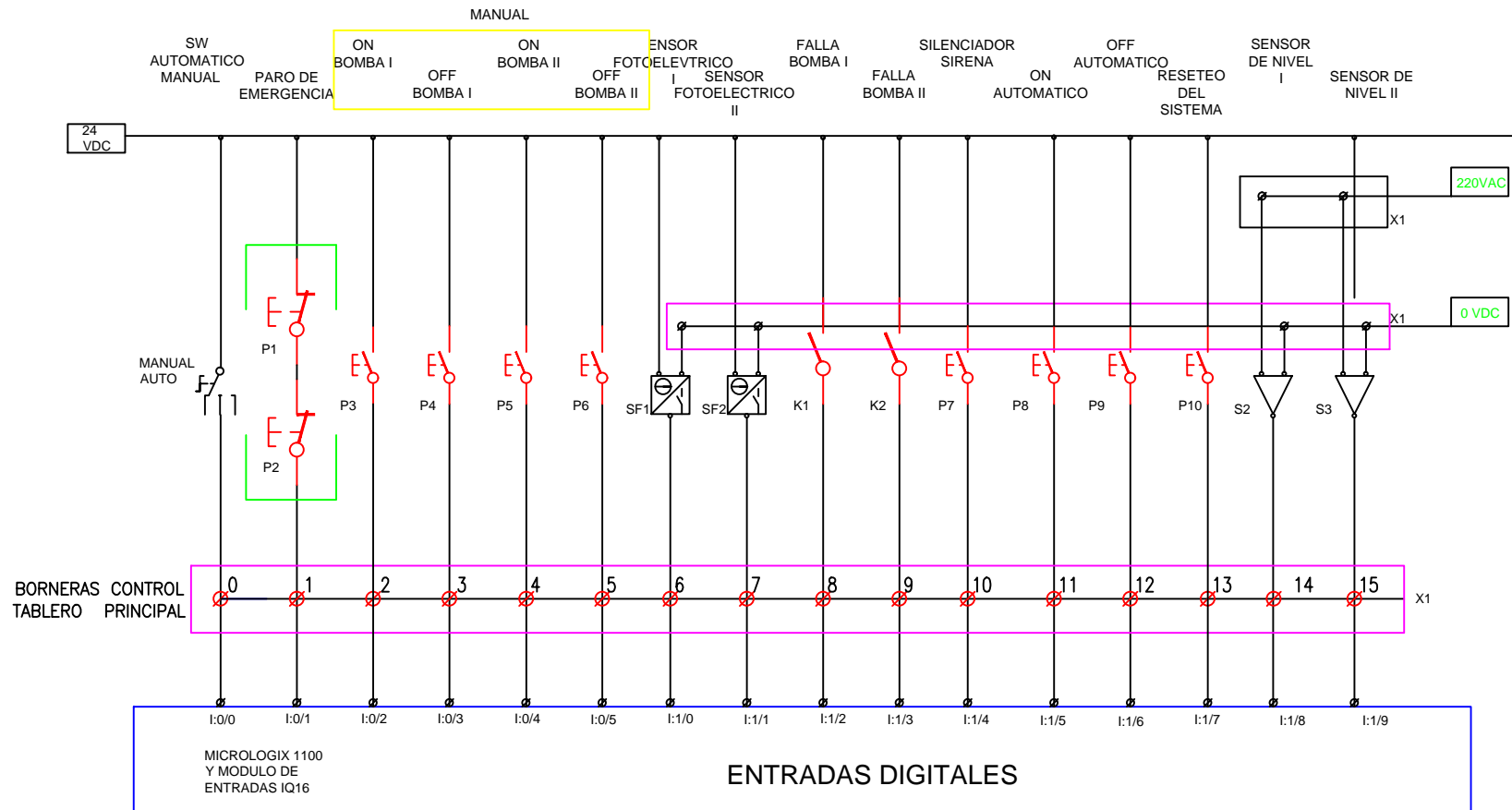
Escala:  
S/E

Fecha:  
15/MAR/11

Archivo:  
ALIMENTACION.dwg

Hoja:  
7/14





Título:  
PLC ENTRADAS DIGITALES  
TABLERO

Dibujado por:  
MARCO MANGUI

Escala:  
S/E

Aprobado por:

Fecha:  
12/FEB/12

Modificacion  
24/AGO/12

Archivo:  
PLC ENTRADAS

Plano No.  
08

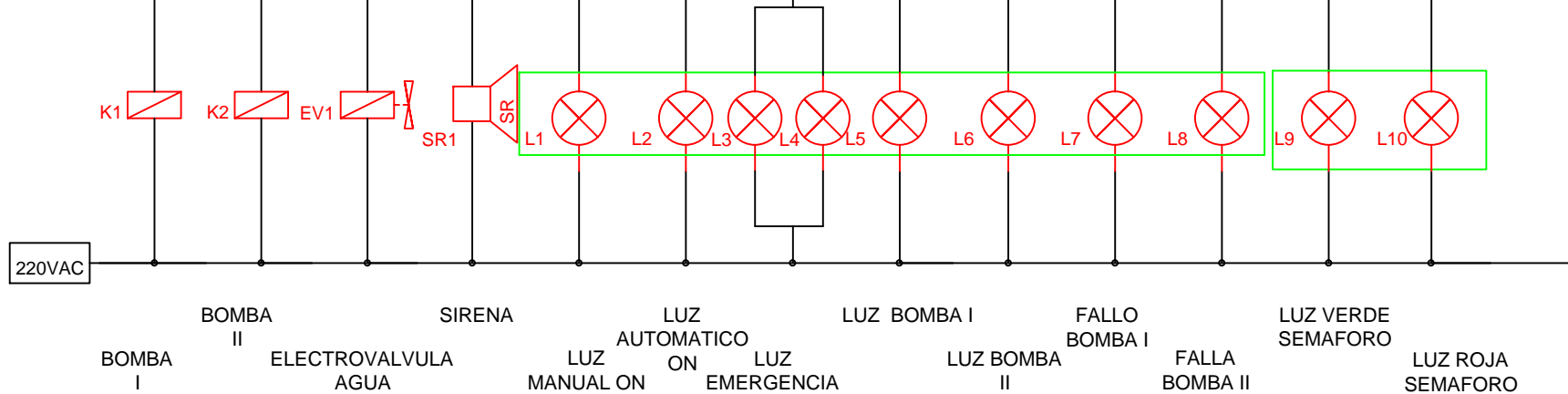
Hoja:  
8/14

MICROLOGIX 1400 Y  
MODULO DE SALIDAS 0B16

## SALIDAS DIGITALES

O:0/0 O:0/1 O:0/2 O:0/3 O:0/4 O:2/0 O:2/1 O:2/2 O:2/3 O:2/4 O:2/5 O:2/6 O:2/7

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 X2



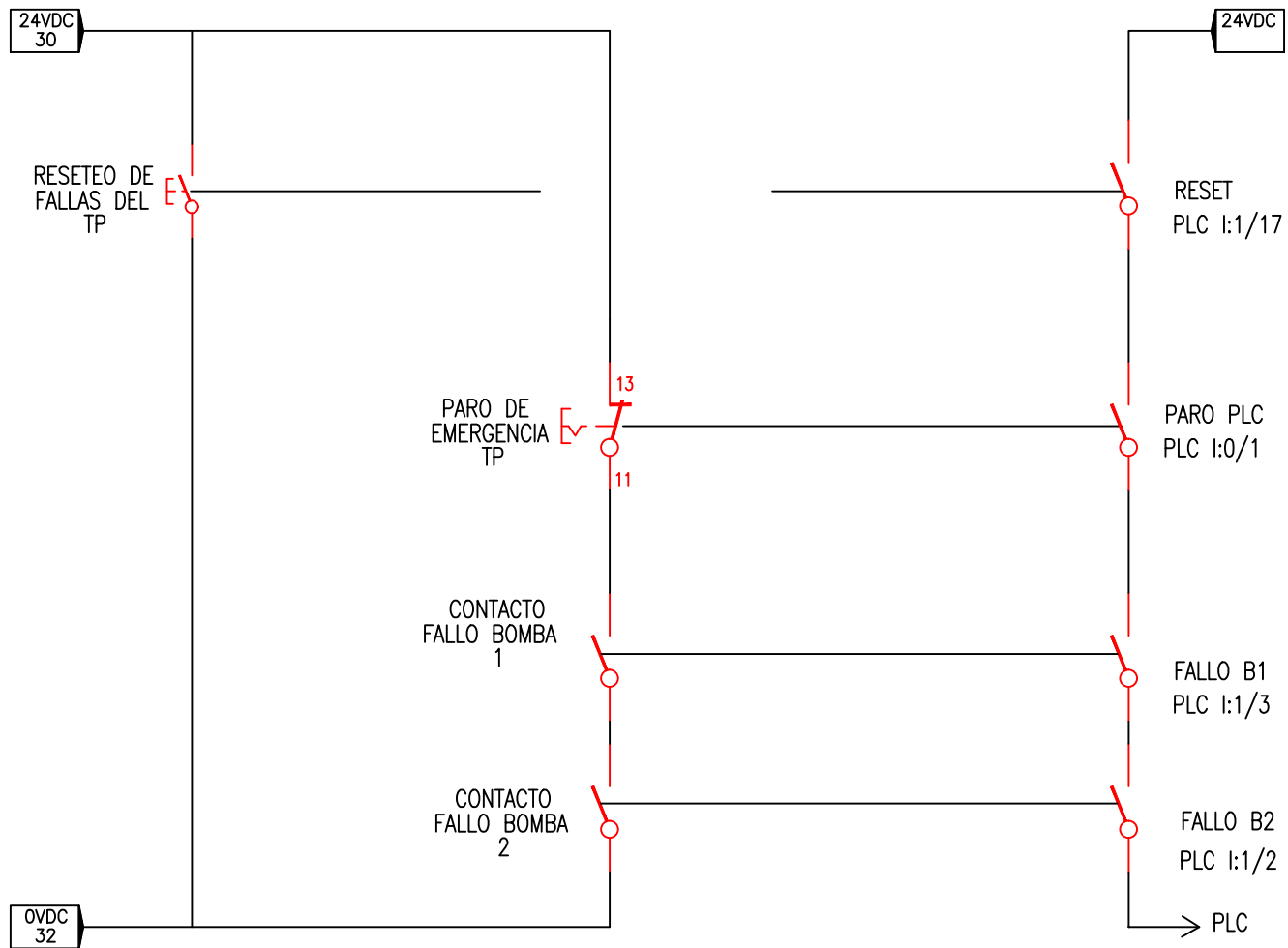
Título:  
PLC SALIDAS DIGITALES  
TABLERO

Dibujado por:  
MARCO MANGUI  
Escala:  
S/E

Aprobado por:  
Fecha:  
04/MAR/12

Modificacion  
14/AGO/12  
Archivo:  
PLC SALIDAS

Plano No.  
09  
Hoja:  
9/14



**Título:**  
 PARO DE EMERGENCIA  
 Y SEGURIDADES

**Dibujado por:**  
 MARCO MANGUI

**Aprobado por:**  
 [Blank]

**Modificación:**  
 16/AGO/12

**Plano No.:**  
 10

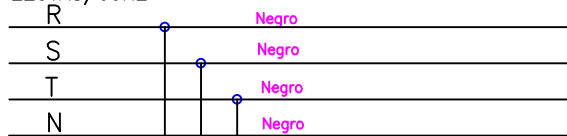
**Escala:**  
 S/E

**Fecha:**  
 15/MAR/12

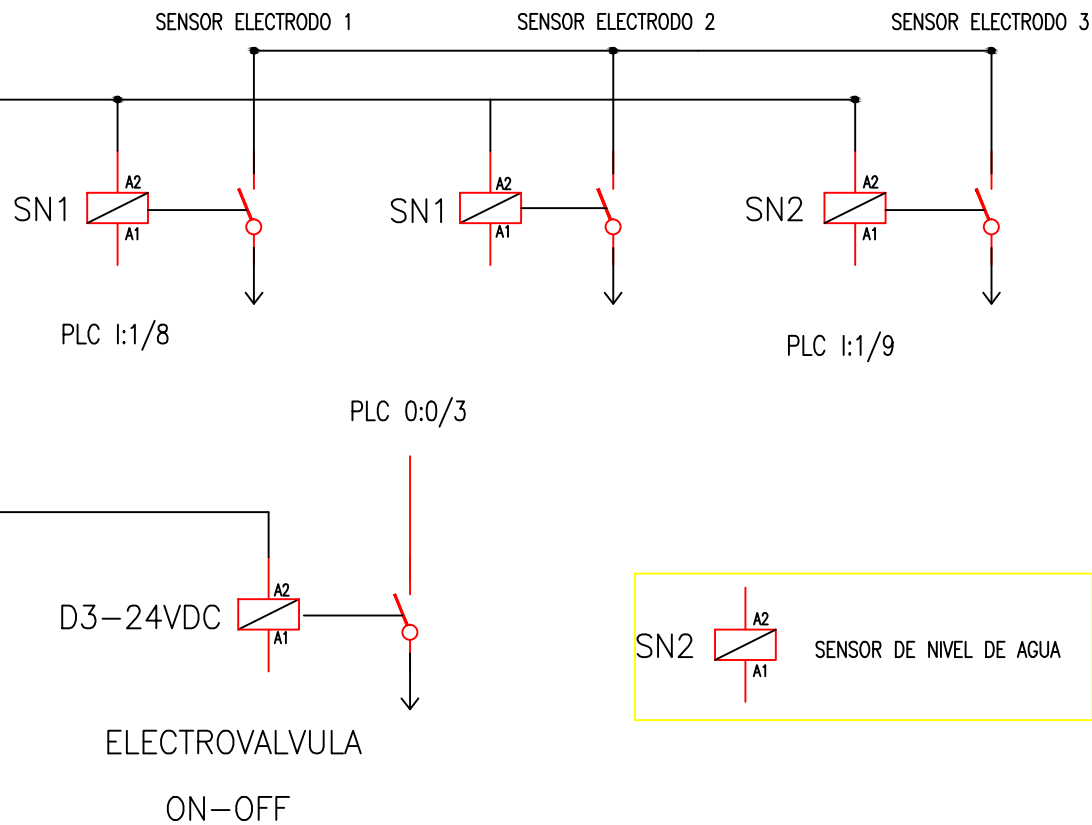
**Archivo:**  
 ALIMENTACION.dwg

**Hoja:**  
 10/14

220VAC/60HZ



BP  
80A



Titulo:  
ELECTRODOS DE NIVEL DE AGUA  
ELECTROVALVULA

Dibujado por:  
MARCO MANGUI

Aprobado por:

Modificacion  
16/AGO/12

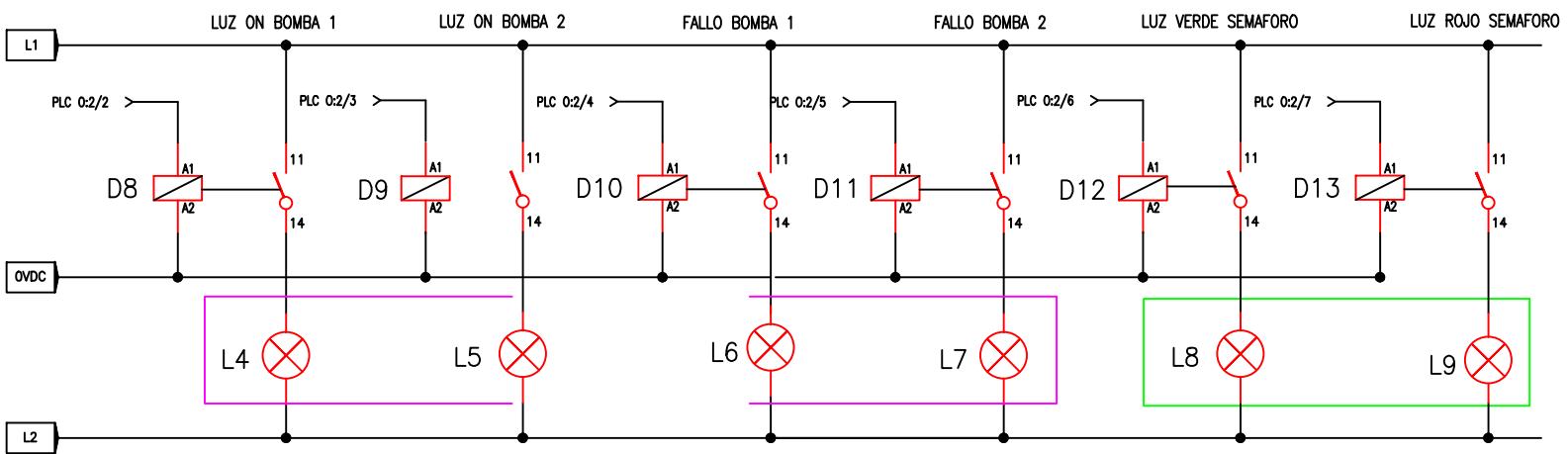
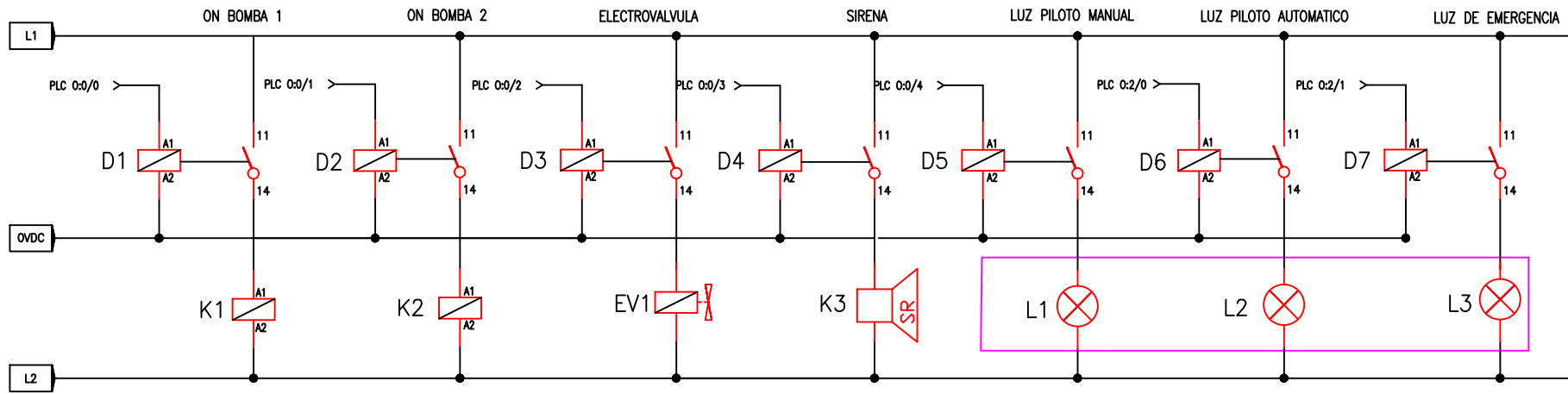
Plano No.  
11

Escala:  
S/E

Fecha:  
15/MAR/12

Archivo:  
ALIMENTACION.dwg

Hoja:  
11/14



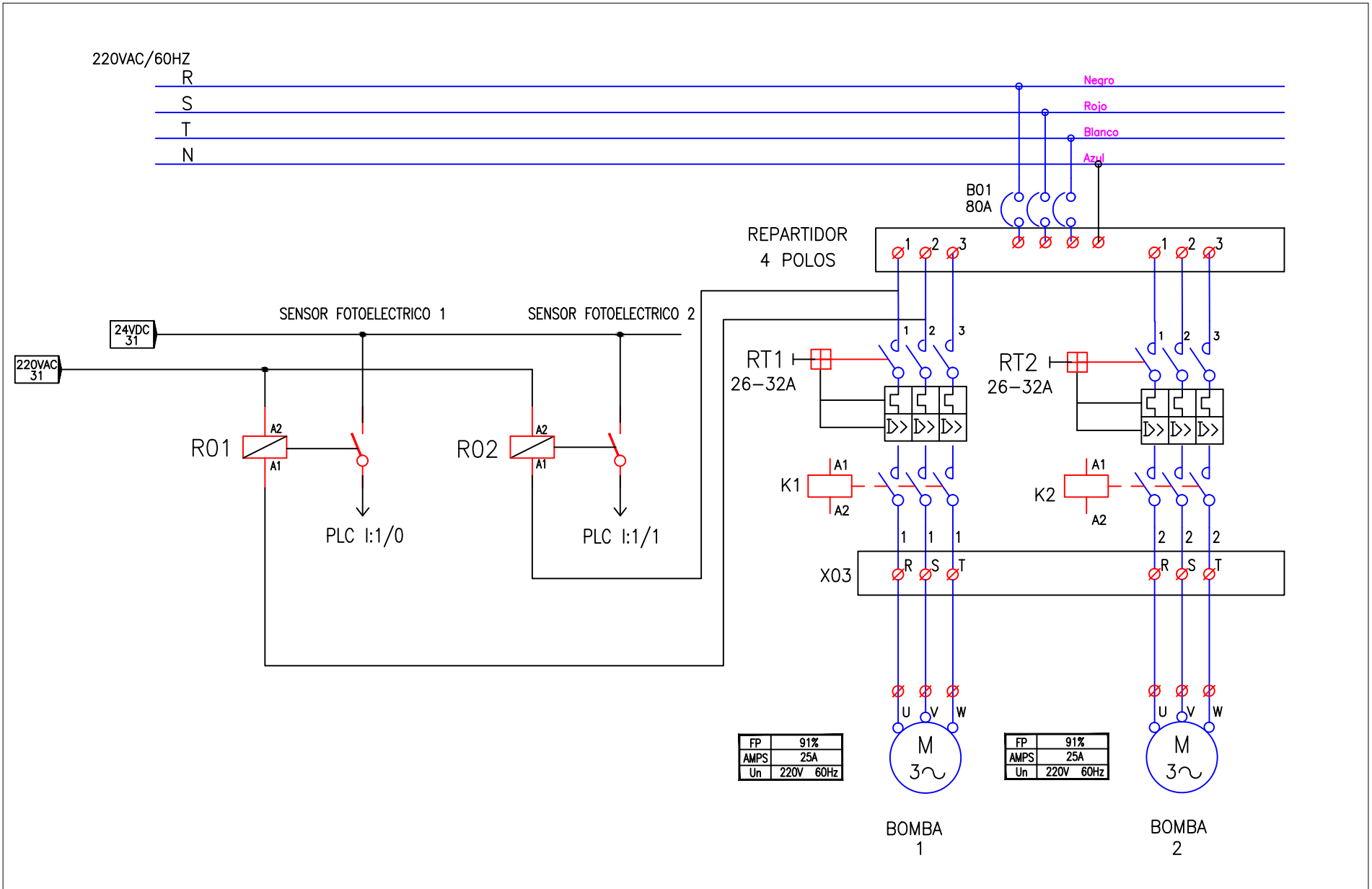
Título:  
SALIDAS A RELES  
A RELAYS

Dibujado por:  
MARCO MANGUI  
Escala:  
S/E

Aprobado por:  
Fecha:  
15/MAR/12

Modificacion  
16/AGO/12  
Archivo:  
RELAYS.dwg

Plano No.  
12  
Hoja:  
12/14



**Título:**  
ETAPA DE FUERZA  
SF1 Y SF2 BOMBAS

**Dibujado por:**  
MARCO MANGUI

**Escala:**  
S/E

**Aprobado por:**

**Fecha:**  
15/MAR/12

**Modificacion:**  
19/AGO/12

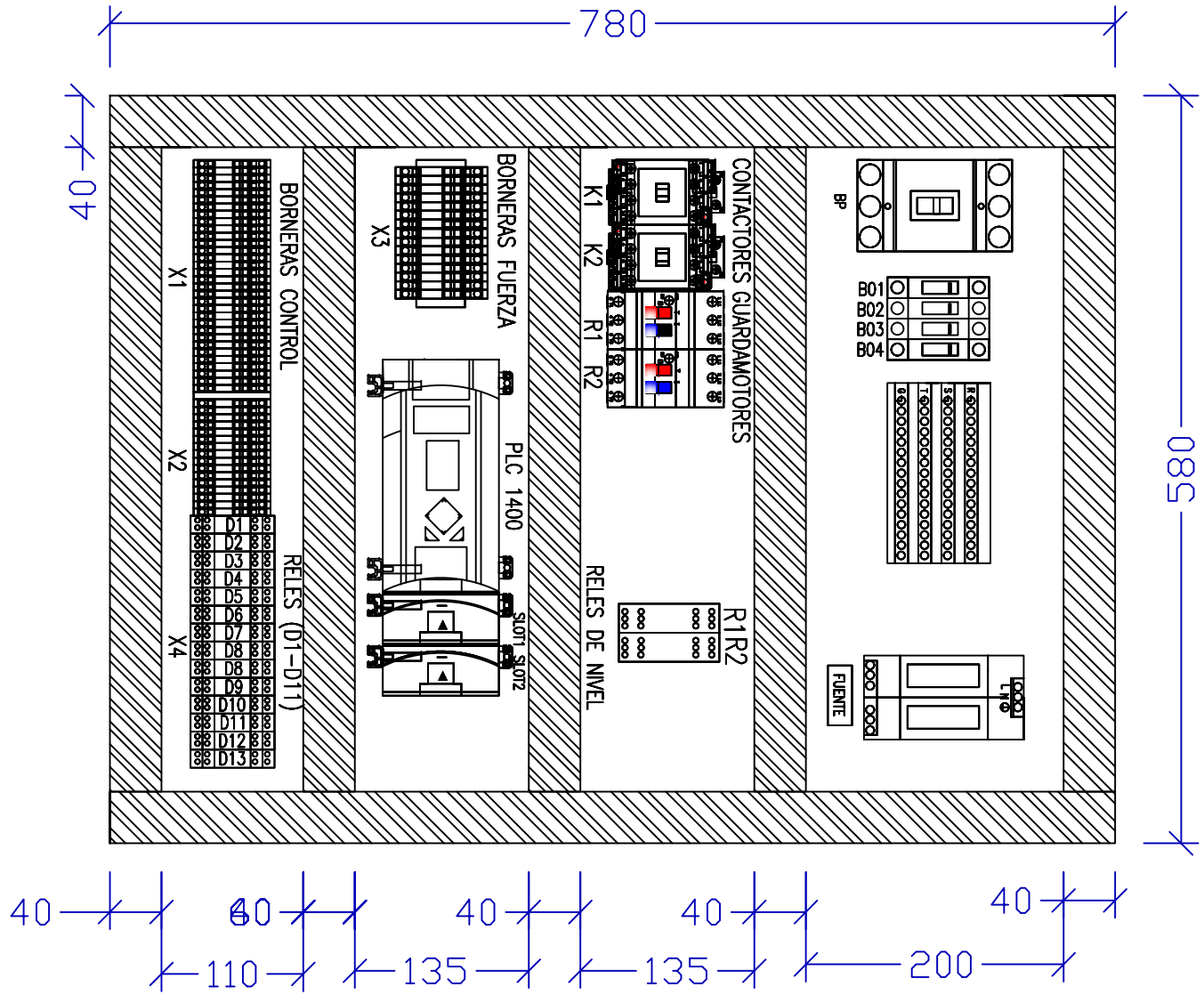
**Archivo:**  
ALIMENTACION.dwg

**Plano No.:**  
13

**Hoja:**  
13/14

# TABLERO PRINCIPAL

TP



**Título:**  
TABLERO PRINCIPAL  
CABINA DE AGUA

**Dibujado por:**  
MARCO MANGUI  
**Escala:**  
S/E

**Aprobado por:**  
**Fecha:**  
02/FEB/12

**Modificacion:**  
02/AGO/12  
**Archivo:**  
CAB. DE AGUA

**Plano No.:**  
14  
**Hoja:**  
14/14



# ESTANDAR DE CALIDAD

Area: PRUEBA DE AGUA  
 Categoría : APARIENCIA  
 Referencia: Inspection standard KMC

Documento: CA-P-06-F-01 / PA-01

Producto : **RIO**

(Item)	(Estandar / Frecuencia)	(Criterio - Bosquejo)
<p><b>1</b></p> <p>CABINA PRUEBA DE AGUA</p>	<p><b>1</b></p> <p>a) Presión del agua: 2.0 ± 0.2kg/cm<sup>2</sup>            b) Duración de rocío de agua: 3min            c) El número de INYECTOR: 86EA            d) Estándar de inspección</p> <p>** Asegurarse que todas las puertas y vidrios estén debidamente cerradas antes de realizar la prueba</p> <p>** La entrada de agua no puede ser aceptada en ninguna parte interior del vehículo.</p> <p>*1. PARABRISAS            *2. PUERTA DELANTERAS LATERAL Y POSTERIOR            *3. VENTANAS LATERALES Y RIBETES            *4. MARCO DE LAS VENTANAS            *5. FRONTAL &amp; POSTERIOR ( PANEL TECHO )            *6. CAJUELA &amp; COMPUERTA (INT - EXT)</p>	

(Aprobación)			
	Coord. Calidad	Gerente Calidad	
Nombre:	F. Peñafiel	C. Paredes	
Firma:			
Fecha:	05/11/2010	05/11/2010	

(Revision Records)					
No	Fecha	Observaciones	Operaciones Calidad	Producción	Coordinador Calidad
1	05/11/2010	Emisión	F. Peñafiel	E. Espinoza	F. Peñafiel





# ESTANDAR DE CALIDAD

Area: PRUEBA DE AGUA  
 Categoría : APARIENCIA  
 Referencia: Inspection standard KMC

Documento: CA-P-06-F-01 / PA-02

Producto : **PREGIO**

(Item)	(Estandar / Frecuencia)	(Criterio - Bosquejo)
CABINA PRUEBA DE AGUA	a) Presión del agua: 2.0 ± 0.5kg/cm <sup>2</sup> b) Duración de rocío de agua: 3min c) El número de INYECTOR: 86EA d) Estándar de inspección  ** Asegurarse que todas las puertas y vidrios estén debidamente cerradas antes de realizar la prueba  ** La entrada de agua no puede ser aceptada en ninguna parte interior del vehículo.  1. PARABRISAS 2. PUERTA DELANTERAS LATERAL Y POSTERIOR 3. VENTANAS LATERALES Y RIBETES 4. MARCO DE LAS VENTANAS 5. FRONTAL & POSTERIOR ( PANEL TECHO )	

(Aprobación)			
	Coord. Calidad	Gerente Calidad	
Nombre:	F. Peñafiel	C. Paredes	
Firma:			
Fecha:	05/03/2010	05/03/2010	

(Revision Records)					
No	Fecha	Observaciones	Planeación de Calidad	Producción	Inspector Calidad
1	18/07/2007	Emisión	G. Terán	M. Vargas	J. Vinuesa
2	16/02/2009	Actualización y despliegue	R. Ochoa	E. Espinoza	J. Vinuesa



# ESTANDAR DE CALIDAD

Area: PRUEBA DE AGUA  
 Categoría : APARIENCIA  
 Referencia: Inspection standard KMC

Documento: CA-P-06-F-01 / PA-01

Producto : **SPORTAGE**

(Item)	(Estandar / Frecuencia)	(Criterio - Bosquejo)
<b>1</b>  CABINA PRUEBA DE AGUA	<p style="text-align: center;"><b>1</b></p> <p>a) Presión del agua: 2.0 ± 0.2kg/cm<sup>2</sup>            b) Duración de rocío de agua: 3min            c) El número de INYECTOR: 86EA            d) Estándar de inspección</p> <p>** Asegurarse que todas las puertas y vidrios estén debidamente cerradas antes de realizar la prueba            ** La entrada de agua no puede ser aceptada en ninguna parte interior del vehículo.</p> <p>*1. PARABRISAS            *2. PUERTA DELANTERAS LATERAL Y POSTERIOR            *3. VENTANAS LATERALES Y RIBETES            *4. MARCO DE LAS VENTANAS            *5. FRONTAL &amp; POSTERIOR ( PANEL TECHO )            *6. CAJUELA &amp; COMPUERTA (INT - EXT)</p>	

(Aprobación)			
	Coord. Calidad	Gerente Calidad	
Nombre:	F. Peñafiel	C. Paredes	
Firma:			
Fecha:	05/11/2010	05/11/2010	

(Revision Records)					
No	Fecha	Observaciones	Operaciones Calidad	Producción	Coordinador Calidad
1	05/11/2010	Emisión	F. Peñafiel	E. Espinoza	F. Peñafiel

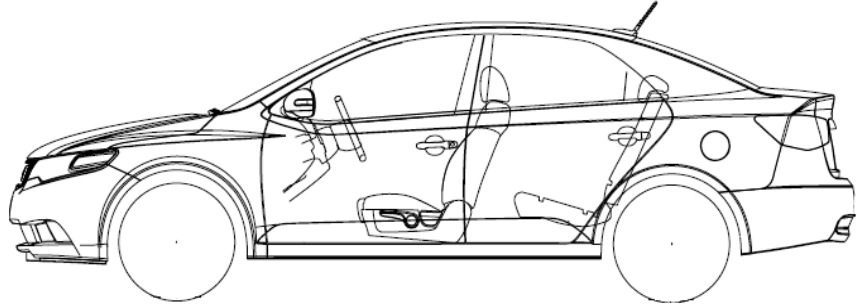
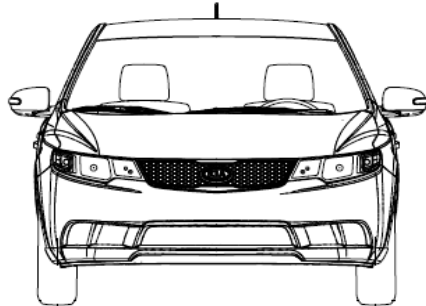



# ESTANDAR DE CALIDAD

Documento: CA-P-06-F-01 / PA-01

Area: PRUEBA DE AGUA  
 Categoría : APARIENCIA  
 Referencia: Inspection standard KMC

Producto : **CERATO**

(Item)	(Estandar / Frecuencia)	(Criterio - Bosquejo)
<p><b>1</b></p> <p>CABINA PRUEBA DE AGUA</p>	<p><b>1</b></p> <p>a) Presión del agua: 2.0 ± 0.2kg/cm<sup>2</sup>            b) Duración de rocío de agua: 3min            c) El número de INYECTOR: 86EA            d) Estándar de inspección</p> <p>** Asegurarse que todas las puertas y vidrios estén debidamente cerradas antes de realizar la prueba            ** La entrada de agua no puede ser aceptada en ninguna parte interior del vehículo.</p> <p>*1. PARABRISAS            *2. PUERTA DELANTERAS LATERAL Y POSTERIOR            *3. VENTANAS LATERALES Y RIBETES            *4. MARCO DE LAS VENTANAS            *5. FRONTAL &amp; POSTERIOR ( PANEL TECHO )            *6. CAJUELA &amp; COMPUERTA (INT - EXT)</p>	 

(Aprobación)			
	Coord. Calidad	Gerente Calidad	
Nombre:	F. Peñafiel	C. Paredes	
Firma:			
Fecha:	05/11/2010	05/11/2010	

(Revision Records)					
No	Fecha	Observaciones	Operaciones Calidad	Producción	Coordinador Calidad
1	Proximamente	Emisión	F. Peñafiel	E. Espinoza	F. Peñafiel

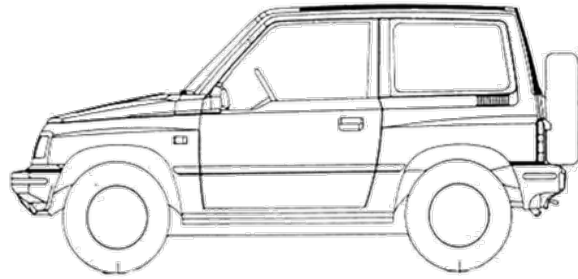
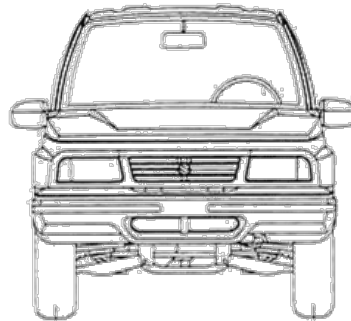



# ESTANDAR DE CALIDAD

Area: PRUEBA DE AGUA  
 Categoría : APARIENCIA  
 Referencia: Inspection standard KMC

Documento: CA-P-06-F-01 / PA-01

Producto : **VITARA**

(Item)	(Estandar / Frecuencia)	(Criterio - Bosquejo)
<b>1</b>  CABINA PRUEBA DE AGUA	<b>1</b>  a) Presión del agua: 2.0 ± 0.2kg/cm <sup>2</sup> b) Duración de rocío de agua: 3min c) El número de INYECTOR: 86EA d) Estándar de inspección  ** Asegurarse que todas las puertas y vidrios estén debidamente cerradas antes de realizar la prueba  ** La entrada de agua no puede ser aceptada en ninguna parte interior del vehículo.  *1. PARABRISAS *2. PUERTA DELANTERAS LATERAL Y POSTERIOR *3. VENTANAS LATERALES Y RIBETES *4. MARCO DE LAS VENTANAS *5. FRONTAL & POSTERIOR ( PANEL TECHO ) *6. CAJUELA & COMPUERTA ( INT - EXT )	  

(Aprobación)			
	Coord. Calidad	Gerente Calidad	
Nombre:	F. Peñafiel	C. Paredes	
Firma:			
Fecha:	05/11/2010	05/11/2010	

(Revision Records)					
No	Fecha	Observaciones	Operaciones Calidad	Producción	Coordinador Calidad
1	05/11/2010	Emisión	F. Peñafiel	E. Espinoza	F. Peñafiel

## HOJA DE VIDA



### **DATOS PERSONALES**

NOMBRE: Marco Antonio Mangui Tivan

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

FECHA DE NACIMIENTO: 13/05/2012

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172034770-5

TELÉFONOS: 022679892, 083201887

CORREO ELECTRÓNICO: marcobugui@yahoo.com

DIRECCIÓN: Quitumbe calle 5 Asociación tercera edad Quito

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

1991-1997. Escuela Clara Judith de Paredes

1998-2002. Colegio Electrónico Pichincha

209-2012. Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

## **TÍTULOS OBTENIDOS**

2002. Bachiller en Electrónica Industrial

2012. Tecnólogo en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

Centro de idiomas I.T.S.A

- Suficiencia de inglés

General Motors

- Seguridad industrial

AYMESA

- Seguridad industrial

ANETA

- Licencia de conducir

## **EXPERIENCIA LABORAL**

Proyectos mecánicos (General Motors) 3 años

- Técnico Electrónico en mantenimiento y reparación de máquinas y herramientas para el ensamblaje de un automóvil

AYMESA 6 años

- Técnico Electricista en mantenimiento y reparación de máquinas y herramientas para el ensamblaje de un automóvil

## AEROLANE (pasantías)

- Mecánico de mantenimiento de los aviones, motores AIRBUS 320 y BOEING 767.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**MARCO ANTONIO MANGUITIVAN**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

---

**PABLO XAVIER PILATASIG PANCHI**

Latacunga, 4 de octubre de 2012



## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, MANGUI TIVAN MARCO ANTONIO, Egresado de la carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica en el año 2012 con Cédula de Ciudadanía N°172034770-5 autor del Trabajo de Graduación “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRUEBA DE AGUA PARA VEHÍCULOS MEDIANTE UN PLC EN AYMESA S.A”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

MANGUI TIVAN MARCO ANTONIO

Latacunga, 4 de octubre de 2012