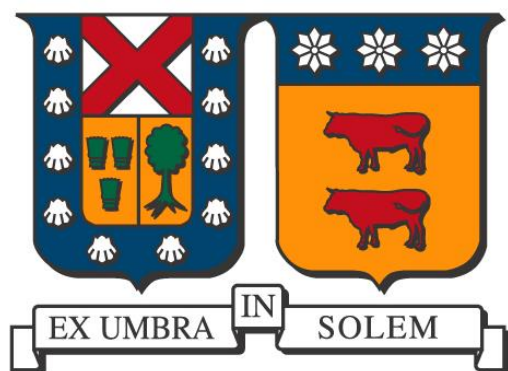




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN "REY BALDUINO DE BÉLGICA"
CONCEPCION

ESTUDIO DE AUTOMATIZACIÓN
DE PLANTA DESMINERALIZADORA DE LINEA 1
CELULOSA PLANTA ARAUCO HORCONES.

ANÍBAL ALEJANDRO LUNA ZAMBRANO
BRÍGIDA RAQUEL TERÁN ZAMBRANO

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN “REY BALDUÍNO DE BÈLGICA”

**ESTUDIO DE AUTOMATIZACIÓN
DE PLANTA DESMINERALIZADORA DE LÍNEA 1
CELULOSA PLANTA ARAUCO HORCONES.**

Trabajo para optar al Título Profesional de
Ingeniero de Ejecución en Control e
Instrumentación Industrial.

Alumnos : Aníbal Alejandro Luna Zambrano
Brígida Raquel Terán Zambrano.

Profesor Guía : Sr. Ricardo Vera González

2018

DEDICATORIA

Este informe es la esperanza y culminación de un proceso importante en mi vida, sobre todo y principalmente agradecer el esfuerzo realizado por mis padres y hermanas.

También debo agradecer a Dios por no haberme abandonado jamás y a todas aquellas personas que aportaron y me apoyaron incondicionalmente en todos estos años, en especial a mi mujer por su apoyo de siempre, paciencia y amor, a mi familia, a mis incondicionales amigos, y las personas que no he nombrado y que siempre han estado junto a mí, gracias. Y por sobre todas estas personas y la razón más importante en mi vida, quien fue el motivo de que todo esté hecho con mucho esfuerzo, dedicación y cariño, a mis hijas hermosas...

Aníbal Alejandro Luna Zambrano

En primer lugar le agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría y perseverancia para lograr llegar a esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi hija Josefa, que supo comprender a su corta edad, los días que no estuve a su lado, por motivos de estudios.

A mi pareja Miguel, por brindarme su apoyo incondicional estado a mi lado, donde muchas veces le toco suplir mi ausencia haciendo el rol de madre cuando yo no pude estar presente.

A mis profesores y compañeros, los cuales siempre me apoyaron, entregando sus conocimientos y simpatía, haciéndome sentir acogida y respetada en un grupo mayoritariamente masculino.

A mis padres, hermanos y colegas de trabajo, por brindarme su apoyo incondicionalmente.

Brígida Raquel Terán Zambrano

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS GENERALES	3
OBJETIVO ESPECIFICOS	4
CAPITULO 1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN	5
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	6
1.2 REGENERACIÓN DE UNIDAD CATIÓNICAS Y ANIÓNICAS	8
1.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DESMINERALIZACIÓN	10
1.3.1 UNIDADES CATIÓNICAS	11
1.3.2 UNIDADES ANIÓNICAS	12
1.3.3 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS	13
1.3.4 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO	13
1.3.5 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE SODA	14
1.3.6 SISTEMA DE CONTROL, INSTRUMENTACIÓN Y DCS	15
1.4 SITUACIÓN ACTUAL	18
1.4.1 OPERACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE REGENERACIÓN	18
1.5 CONTROL MANUAL EN LA DOSIFICACION DE REACTIVOS	20
1.6 CORROSION EN ELEMENTOS DEL SISTEMA	21
1.7 BASE DE DISEÑO	22

1.8 EVALUACIÓN TECNICA DE ALTERNATIVAS	23
1.9 AUTOMATIZACIÓN	25
1.9.1 ESPECIFICACIÓN CONCEPTUAL DEL PLC.....	26
1.9.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	27
1.9.3 ALTERNATIVA SI-HI CHILE	28
1.9.4 ALTERNATIVA ALFA&DELTA	30
1.9.5 ALTERNATIVAS RECOMENDADA.	35
1.9.6 ANÁLISIS ECONOMICO	36
1.9.7 ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN	37
1.9.9 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS.....	38
1.9.10 EVALUACIÓN ECONÓMICA.	42
1.9.11 IMPACTOS AMBIENTALES.....	45
1.9.13 COTIZACIONES DE PROVEEDORES.....	46
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO	52
2.1 SENSOR TRANSMISOR DE FLUJO DE AGUA A LA UNIDAD.	53
2.2 VÁLVULAS NEUMÁTICAS TIPO MARIPOSA PARA LOS DISTINTOS CICLOS DE LA UNIDAD.	55
2.3 SENSOR TRANSMISOR DE PH UNIDAD CATIÓNICAS.....	57
2.4 SENSOR TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD UNIDAD ANIÓNICA ..	59
2.5 SWITCH DE PRESIÓN DIFERENCIAL ENTRADA/SALIDA AGUA DE LA UNIDAD.	61
2.6 MANÓMETROS PRESIÓN DE ENTRADA Y DESCARGA DE LA UNIDAD.	63
CAPITULO 3 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS.....	65
3.1 SISTEMAS AUTOMATIZADOS.....	66

3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES.	67
3.2.1 NIVEL DE CONTROL CENTRAL	69
3.2.2 NIVEL DE CÉLULA	69
3.2.3 NIVEL DE CAMPO	70
3.2.4 NIVEL DE ACTUADORES-SENSORES.	70
3.3 TENDENCIAS EN LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	71
3.4 MODELO DE COMUNICACIÓN DE ACCESO A LA RED.....	72
3.4.1 MODELO CLIENTE/SERVIDOR (ORIGEN/DESTINO).....	73
3.4.2 MODELO PRODUCTOR/CONSUMIDOR (MULTICAST).	74
3.5 MODOS DE TRABAJO.....	75
3.5.1 MULTIMAESTRO:.....	75
3.5.2 MAESTRO/ESCLAVO:.....	76
3.6 MODELO OSI ESTÁNDAR DE REFERENCIA PARA COMUNICACIONES DE DATOS.	81
3.6.1 CAPA FÍSICA.	82
3.6.2 CAPA DE ENLACE	82
3.6.3 CAPA DE RED.	83
3.6.4 CAPA DE TRANSPORTE.	83
3.6.5 CAPA DE SESIÓN.	84
3.6.6 CAPA DE PRESENTACIÓN	85
3.6.6 CAPA DE APLICACIÓN.....	85
3.7 CONEXIÓN A RED.....	86
3.7.1 COMPONENTES	87

3.7.2 REDES DE CONTROL.....	88
3.7.3 DATA-HIGHWAY.....	90
3.7.4 COMUNICACIÓN EN DH.....	90
3.7.5 COMUNICACIÓN EN DH+.....	91
3.7.6 COMPONENTES DE UNA RED DH.....	92
3.8 INTRODUCCIÓN A LOS BUSES DE CAMPO	94
3.8.1 VENTAJAS DE LOS BUSES DE CAMPO.....	95
3.8.2 BUSES DE CAMPO EXISTENTES.....	97
3.8.3 BUSES DE ALTA VELOCIDAD Y BAJA FUNCIONALIDAD.....	98
3.8.4 BUSES DE ALTA VELOCIDAD Y FUNCIONALIDAD MEDIA.....	98
3.9 PROFIBUS.....	99
3.9.1 VENTAJAS DE PROFIBUS.....	101
3.9.2 ESTRUCTURA DE RED.....	103
3.9.3 ELEMENTOS DEL BUS.....	104
3.9.4 CARACTERÍSTICAS Y NORMAS GENERALES.....	106
3.9.5 PASO DE TESTIGO (TOKEN BUS).....	109
3.9.6 MAESTRO-ESCLAVO.....	110
3.9.7 PROTOCOLO.....	111
3.9.8 ARQUITECTURA PROTOCOLAR.....	112
3.9.9 PROFIBUS DP:.....	114
3.9.10 PROFIBUS FMS:.....	114
3.9.11 PROFIBUS PA:	115
3.10 VERSIONES DE LA FAMILIA PROFIBUS.....	117

PROFIBUS-PA.	117
3.10.1 PROFIBUS DP.	120
3.10.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PROFIBUS DP.	122
CAPITULO N°4 DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	126
4.1. PROCESO VINCULADO AL TRABAJO DE TITULO.....	127
4.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.	130
4.3 DESARROLLO FILOSOFIA DE CONTROL.	132
4.4 SISTEMA DE OPERACIÓN UNIDADES.	133
4.3 REGENERACIÓN DE LA UNIDAD CATIÓNICA.	134
4.4 REGENERACIÓN DE LA UNIDAD ANIÓNICA.....	135
4.5 IMPLEMENTACION Y DESARROLLO LOGICA DE CONTROL.	137
4.6 COMPUTADOR TIPO “ESTACIÓN DE PROGRAMACIÓN”.	138
4.7 INSTALACIÓN PROGRAMAS EN ESTACIÓN DE INGENIERIA.	138
4.8 DESARROLLO APLICACIÓN GENERACIÓN LOGICA EN PLC.	139
4.9 CONFIGURACION INICIAL PLC EN RSLINK.	139
4.10 CREACIÓN DE TAGS EN LOGIX 5000.....	145
4.11 CREACIÓN DE PROGRAMA EN CONTROL LOGIX 5000.	148
4.12 EJEMPLO PROGRAMACIÓN EN CONTROL LOGIX 5000.	150
4.13 DESCARGA APLICACIÓN LADDER FINAL EN PLC.....	155
4.14.1 CONFIGURACIÓN INICIAL RS LOGIXEMULATE 5000.....	156
4.14.2 CONFIGURACIÓN RS LINXCLASSIC.....	161
4.14.3 CONFIGURACIÓN INICIAL RS LOGIX 5000.....	165
4.14.4 CONFIGURACIÓN INICIAL RSVIEW 32	169

CONCLUSIÓN.....	174
BIBLIOGRAFÍA.....	175

INDICE DE IMAGEN

FIGURA 1- 1: Principio de funcionamiento de unidades desmineralizadora...	7
FIGURA 1- 2: Esquema de unidades Aniónicas y Catiónicas.....	7
FIGURA 1- 3: Diagrama de Proceso Sistema de Desmineralización de Línea 1.....	10
FIGURA 1- 4: Sistema de Dosificación Ácido Sulfúrico	14
FIGURA 1- 5: Sistema de Dosificación de Soda.....	15
FIGURA 1- 6: Medidor y sensor de Sílice.	16
FIGURA 1- 7: Válvula de control ON-OFF.	17
FIGURA 1- 8: Panel de Accionamiento de Válvulas de control ON.OFF para la Regeneración.....	19
FIGURA 1- 9: Sistema Manual de Dosificación de reactivos.	20
FIGURA 1- 10: Corrosión en elemento de Sistema.	21
FIGURA 1- 11: Diagrama de flujo Automatización del sistema de Desmineralización.....	24
FIGURA 1- 12: Bomba Dosificación de tornillo excéntrico SI-HI.....	28
FIGURA 1- 13: Bomba Dosificación de embolo membrana Alfa&Delta.	30
FIGURA 1- 14: Bomba Centrífuga Acoplamiento magnético; Alfa & Delta. ...	33
FIGURA 1- 15: Agitador estático; Alfa & Delta.....	34
FIGURA 1- 16: Evaluación económica respecto a la variación en el consumo de insumos.....	42
FIGURA 1- 17: Evaluación económica respecto al tiempo de regeneración.	43
FIGURA 2- 1 Transmisor Indicador de Flujo	53
FIGURA 2- 2 Válvula de Control On-Off	55

FIGURA 2- 3 Transmisor indicador de PH.....	57
FIGURA 2- 4 Transmisor Indicador de Conductividad.....	59
FIGURA 2- 5 Switch de presión Diferencial.....	61
FIGURA 2- 6 Electroválvula.....	62
FIGURA 2- 7 Filtro Regulador.....	63
FIGURA 2- 8 Indicador de Presión.....	63
FIGURA 3-1 Niveles de Automatización.....	68
FIGURA 3- 2 Tendencia de la Automatización Industrial.....	72
FIGURA 3- 3 Modelo Cliente/Servidor.....	73
FIGURA 3- 4 Modelo Productor/Consumidor.....	74
FIGURA 3- 5 Modo Multimaestro.....	76
FIGURA 3- 6 Modo Maestro/Esclavo.....	76
FIGURA 3- 7 Formato de transmisión Strobe.....	78
FIGURA 3- 8 Modo Change of State.....	78
FIGURA 3- 9 Modo Cyclic.....	79
FIGURA 3- 10 Modo Peer -to- Peer.....	80
FIGURA 3- 11 Capas de modelo OSI.....	81
FIGURA 3- 12 Red Ethernet y sus conexiones.....	87
FIGURA 3- 13 Conexión de dispositivos DH+.....	92
FIGURA 3- 14 Diagrama esquemático familia Profibus.....	101
FIGURA 3- 15 Topología de bus lineal.....	105
FIGURA 3- 16 Sistema de transmisión de datos Token Bus.....	109

FIGURA 3- 17 Sistema de transmisión de datos Maestro/Esclavo	111
FIGURA 3- 18 Modelo de capas de transmisión Profibus.....	113
FIGURA 3- 19 Organización del protocolo basado en una estructura de 3 niveles.....	116
FIGURA 3- 20 Sistema Convencional de control de proceso	118
FIGURA 3- 21 Sistema Profibus PA	119
FIGURA 3- 22 Sistema Profibus PA	121
FIGURA 4- 1 Controlador lógico programable logix 5000.....	127
FIGURA 4- 2 Switch Ethernet	128
FIGURA 4- 3 Ethernet ip to profibus dp slave gateway.....	129
FIGURA 4- 4 Arquitectura de red planta desmineralizadora celulosa Arauco y Constitución S.A.	131
FIGURA 4- 5 Esquema vinculado a la lógica de control	133
FIGURA 4- 6 Creación de TAG en RSLogix 5000	145
FIGURA 4- 7 Opciones en la creación de un TAG.....	146
FIGURA 4- 8 Listado de TAG en RSLogix 5000	147
FIGURA 4- 9 Creación lógica en RSLogix 5000	148
FIGURA 4- 10 Creación de Ladder en RSLogix 5000	149
FIGURA 4- 11 Inserción de TAG en Ladder	150
FIGURA 4- 12 Secuencia trabajo unidad Catiónica.....	152
FIGURA 4- 13 Secuencia trabajo unidad Aniónica	154

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es evaluar mejoras en la planta desmineralizadora de agua, con el fin de automatizar el sistema de control y optimizar la dosificación de productos químicos.

El sistema de desmineralización opera a través de unidades con resinas de intercambio iónico, unidades de dosificación de compuestos químicos y estanques de almacenamiento. Actualmente, el sistema en su conjunto, presenta una serie de deficiencias, como la falta de automatización, lo cual obliga a efectuar un control manual en la adición de químicos y en las etapas de regeneración de las unidades catiónicas y aniónicas.

Como base de diseño se consideró cada uno de los elementos de instrumentación y control existente, más los nuevos equipos de dosificación. Para estos últimos, se establecieron los consumos en conjunto con planta Arauco para efectos de especificación.

Para la automatización del sistema de desmineralización de agua, se evaluó la incorporación de un Controlador Lógico Programable (PLC) y un sistema de dosificación de ácido y soda. Esto permitirá una acción eficiente sobre el control de cada una de las etapas del proceso de regeneración, gracias a la programación en el PLC de las diferentes variables de proceso, con la posibilidad de regular la dosificación de los agentes químicos de regeneración.

INTRODUCCIÓN

Arauco requiere desarrollar un estudio para automatizar el sistema de agua desmineralizadora de línea 1.

El área de agua alimentación de calderas, abastece de agua desmineralizada a las calderas de poder, caldera recuperadora y un estanque ubicado en el área de la caldera de poder.

El área consta de un sistema de desmineralización a través de resinas del tipo aniónicas y catiónicas, con dos unidades de dosificación de compuestos químicos y estanques de almacenamiento. Actualmente, el sistema en su conjunto, presenta una serie de deficiencias, como la falta de automatización; lo cual obliga a efectuar un control manual en la adición de químicos y en el procedimiento de operación durante las etapas de regeneración de las unidades aniónicas y catiónicas. Esto impacta directamente en la flexibilidad operativa, obligando a una dedicación permanente del cuerpo de operadores, para mantener la calidad del agua alimentadora hacia las calderas y atemperador de vapor.

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de este estudio es implementar mejoras en la planta desmineralizadora de agua, con el fin de automatizar el sistema de control y optimizar la dosificación de productos químicos.

OBJETIVO ESPECIFICOS

Dentro de los objetivos específicos se describen:

- Implementar un Control Lógico Programable (PLC) de prestaciones adecuadas para automatizar Planta de Agua Desmineralizadora Línea 1”.
- Lograr que este sistema sea capaz de adecuarse a las necesidades del cliente.
- Reducir los costos de producción y mejorar la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal incrementado la seguridad.

CAPITULO 1
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de desmineralización de agua, tiene por objetivo eliminar los minerales y/o sólidos disueltos que contiene el agua, a través de un intercambio iónico empleando resina del tipo catiónica en forma de protones (H^+) y la otra resina del tipo aniónica en forma de hidroxilos (OH^-).

El agua de fábrica es alimentada a la unidades catiónicas, sustituyendo todos los cationes por protones (H^+). De esta forma se logra retener en la resina el Calcio (Ca^{+2}), Magnesio (Mg^{+2}) y Sodio (Na^+) que contiene el agua, los cuales son eliminados a través de un proceso de retrolavado, una vez detectada la saturación de relleno.

Posteriormente el agua descationizada es alimentada a las unidades aniónicas, sustituyendo todos los aniones por hidroxilos (OH^-). Análogo al caso anterior, la resina logra retener Cloruro (Cl^-), Carbonatos (CO_3^{+2}) y la sílice (SiO_3^{+2}) presente en el agua, los cuales son eliminados a través de un proceso de retrolavado, una vez detectada la saturación del relleno.

Una vez que el agua de fábrica ha sido tratada en ambas unidades, se obtiene como resultado final, agua desmineralizada apta para su alimentación en las calderas, libre de sólidos, evitando problemas de incrustación y corrosión en los equipos de proceso.

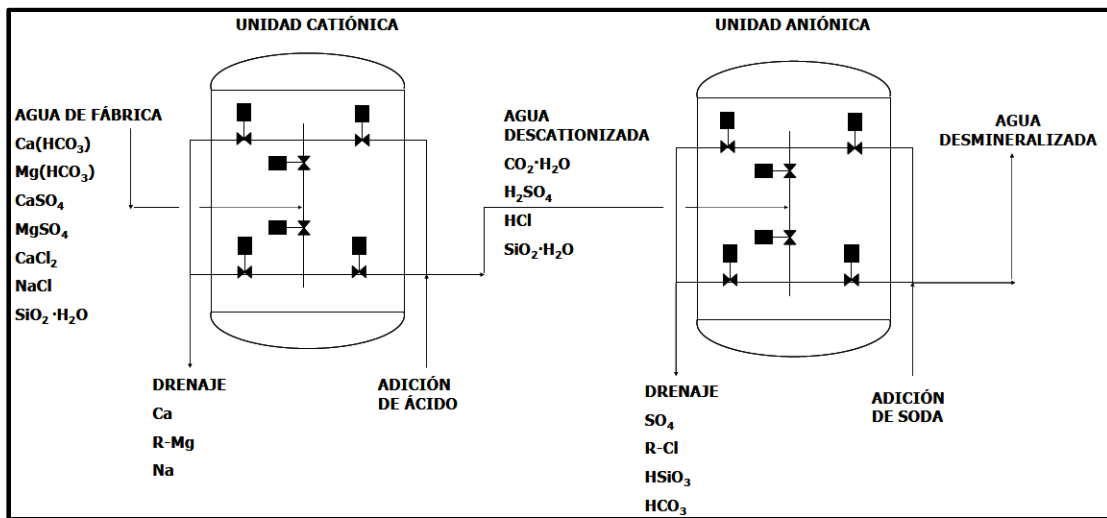


FIGURA 1- 1: Principio de funcionamiento de unidades desmineralizadora.

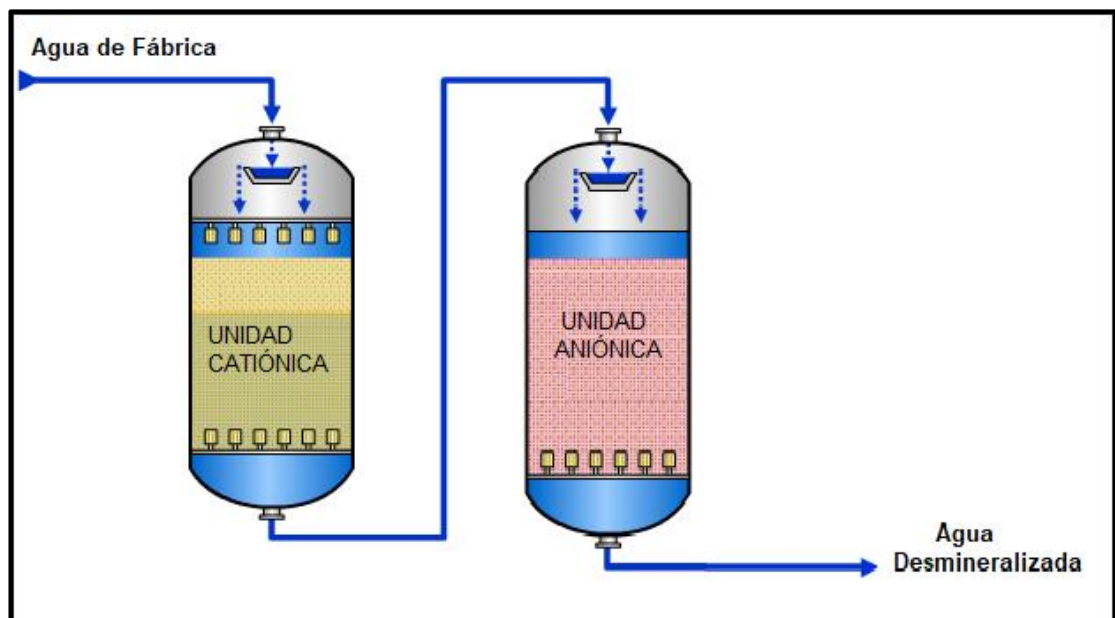


FIGURA 1- 2: Esquema de unidades Aniónicas y Catiónicas.

1.2 REGENERACIÓN DE UNIDAD CATIÓNICAS Y ANIÓNICAS

La regeneración de las unidades tiene por objetivo restituir los protones (H^+) y aniones (OH^-) entregados por las resinas durante el proceso de desmineralización. Este proceso se efectúa cuando se detecta las siguientes condiciones durante la operación del proceso:

- Concentración de Sílice superior a 0,01 ppm a la salida del anión.
- Incremento en el PH a la salida del Catión.
- Incremento en la conductividad a la salida del anión.
- Nivel de PH menor a 6,5 a la salida del anión

El procedimiento de regeneración consta de las siguientes etapas:

- Detección de unidades desgastada.
- Retrolavado de la unidad con agua para la remoción de solidos adheridos a la resina.
- Inyección de aditivos químicos, ácidos sulfúrico y soda a la unidad catiónica y aniónica respectivamente, durante un tiempo definido.
- Desplazamiento y lavado con agua durante un tiempo definido.

- Culminando el procedimiento de regeneración se realiza un análisis de Sílice, PH y conductividad para corroborar el correcto lavado de la unidad.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DESMINERALIZACIÓN

El sistema de desmineralización está compuesto por los siguientes equipos.

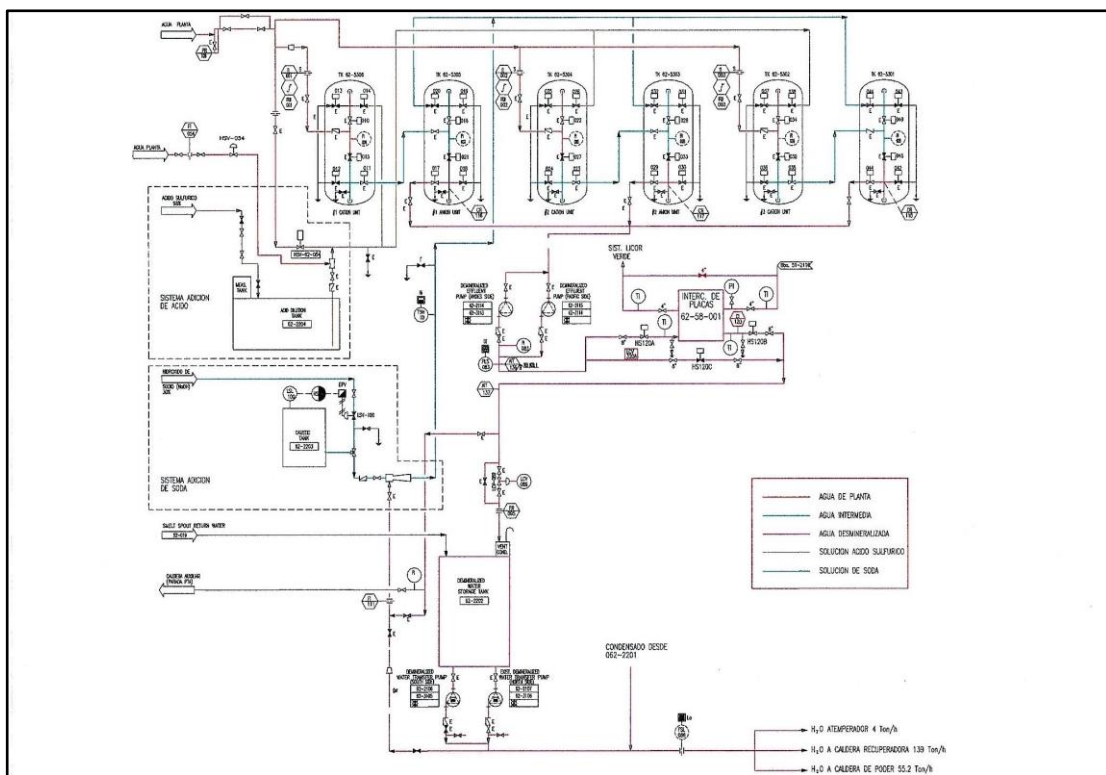


FIGURA 1- 3: Diagrama de Proceso Sistema de Desmineralización de Línea 1

1.3.1 UNIDADES CATIÓNICAS

- Números de unidades :3
- Volumen de diseño :10m³
- Caudal de Operación :1.421 m³/min
- Presión de operación :5,1 Bar
- Presión del diseño :5,7 Bar
- Resina:
 - Tipo :lanac c-249, sybron Chemical
 - Densidad :1.260 kg/m³
 - Volumen :4,5 m³

1.3.2 UNIDADES ANIÓNICAS

- Números de unidades :3
- Volumen de diseño :10m³
- Caudal de Operación :1.421 m³/min
- Presión de operación :5,1 Bar
- Presión del diseño :5,7 Bar
- Resina:
 - Tipo :Ionac ASB-2; Sybrom Chemical
 - Densidad :1.120 kg/m³
 - Volumen :4,5 m³

1.3.3 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS

La dosificación de químicos se realiza mediante dos sistemas de alimentación; el primero alimenta ácido sulfúrico para la regeneración de la unidad catiónica y el segundo alimenta soda para la regeneración de la unidad aniónica.

1.3.4 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO

El ácido Sulfúrico se utiliza para la regeneración de las resinas de intercambio catiónico.

El sistema está constituido por un estanque de 3,4m³ donde se prepara la solución de ácido, para ser inyectar a la unidad catiónica mediante un eyector

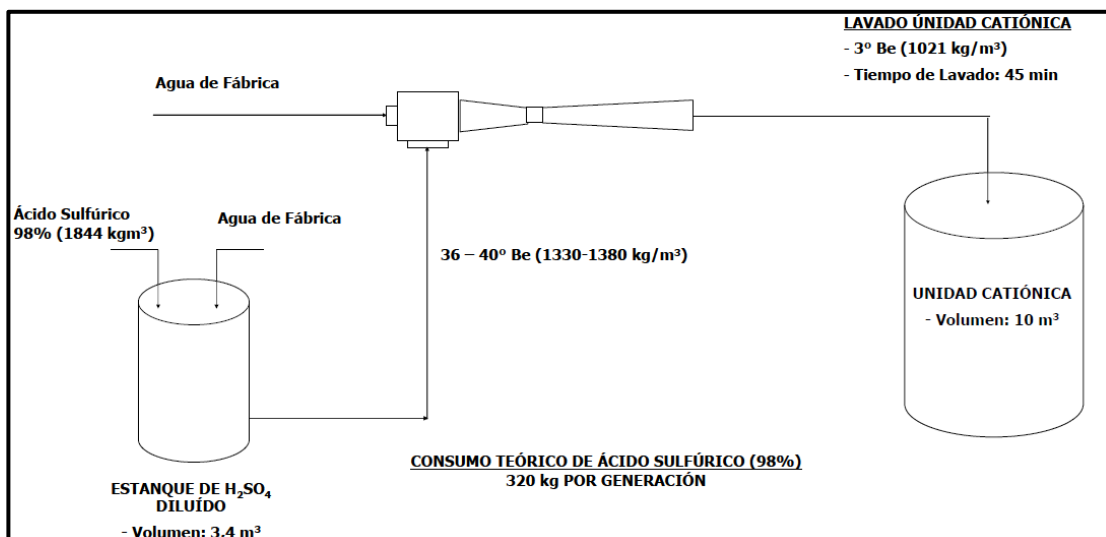


FIGURA 1- 4: Sistema de Dosificación Ácido Sulfúrico

1.3.5 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE SODA

La Soda Cáustica es utilizada para la regeneración de las resinas de intercambio aniónico.

El sistema está constituido por un estanque de 1,03m³ con soda al 30%, junto con una adición en línea paralela al estanque para ser inyectada a la unidad aniónica mediante un eyector

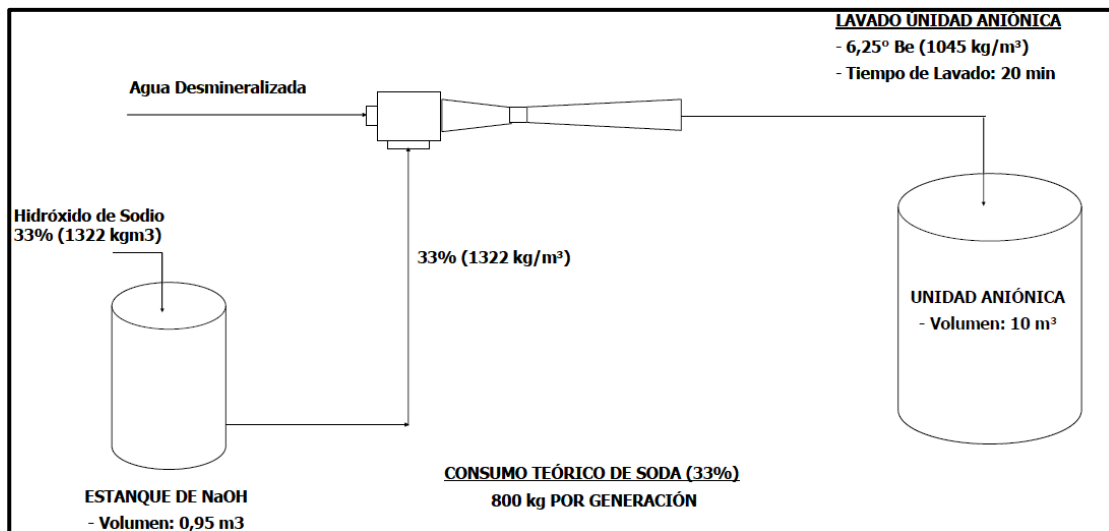


FIGURA 1- 5: Sistema de Dosificación de Soda.

1.3.6 SISTEMA DE CONTROL, INSTRUMENTACIÓN Y DCS

El sistema cuenta con diferentes elementos de control e instrumentación que permite tener una lectura desde terreno y/o del DCS (Sistema de control distribuido); estos son:

- Un medidor y sensor de Flujo de agua en la alimentación de las unidades con lecturas en el DCS, con un total de 3 sensores.
- Un medidor y sensor de conductividad en la descarga de cada anión con lectura en el DCS, con un total de 3 sensores.

- Un medidor de PH en la descarga de cada catión, solo con lecturas terreno, con un total de 3 sensores.
- Un medidor y sensor de Sílice en la línea de agua desmineralizada, solo con lectura en terreno.



FIGURA 1- 6: Medidor y sensor de Sílice.

- 36 válvulas de control on-off, solo con operación local desde terreno.

De las 36 válvulas 5 de ellas se han cambiado por mantención.



FIGURA 1- 7: Válvula de control ON-OFF.

Este conjunto de válvulas de control, junto con la instrumentación instalada, permite asociarla con nuevas alarmas y a la lógica de programación, para la futura automatización del sistema de desmineralización.

1.4 SITUACIÓN ACTUAL

Durante el desarrollo de este proyecto se efectuó un levantamiento de terreno con el objetivo de constatar la condición de operación y el estado del sistema de desmineralización de agua de Linea 1.

Las principales deficiencias que presenta el sistema son:

1.4.1 OPERACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE REGENERACIÓN

La acción de control sobre las unidades de desmineralización se realiza de forma manual. Si bien cada unidad cuenta con válvulas de control on-off para efectuar el proceso de regeneración, estas solo pueden ser accionada desde terreno donde el operador se debe preocupar de accionar la válvula de control correspondiente, según la etapa del procedimiento de regeneración, controlando cada una de las variables de proceso tales como: el tiempo de retrolavado, tiempo y flujo de inyección de químicos, lavado y análisis de calidad.

Al no contar con un control automático de la unidad, el riesgo operacional sobre la unidad aumenta, donde un excesivo tiempo en la alimentación de

reactivos pueden disminuir la vida útil de las resinas de intercambio iónico, las cuales poseen una duración aproximada de 5 años dependiendo del flujo de agua tratada y de las características físico-químicas de estas.

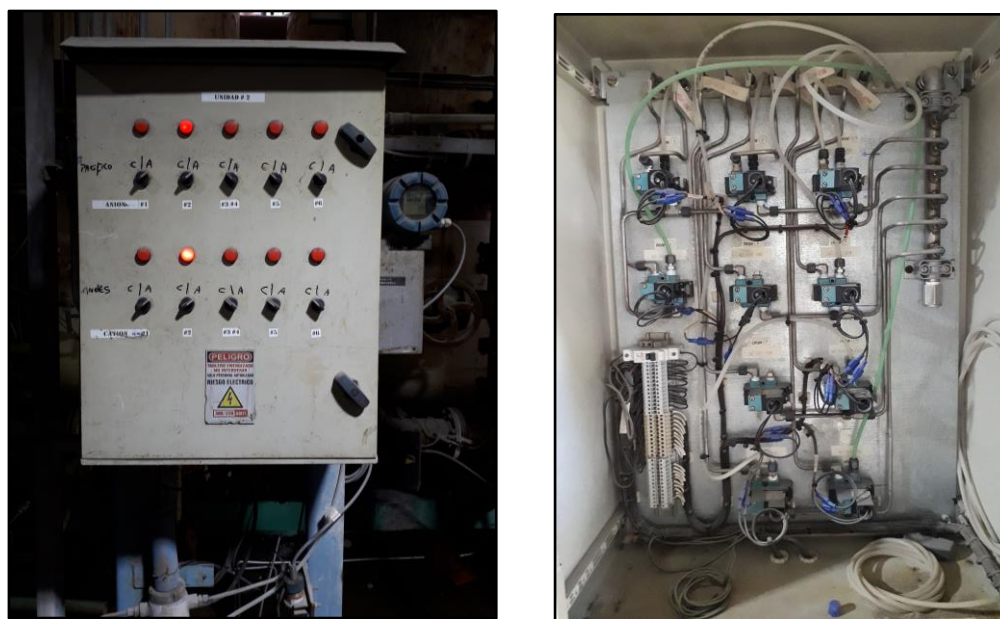


FIGURA 1- 8: Panel de Accionamiento de Válvulas de control ON.OFF para la Regeneración.

1.5 CONTROL MANUAL EN LA DOSIFICACION DE REACTIVOS

El control sobre la concentración y flujo de ácido sulfúrico y soda para la regeneración de la unidad catiónica y aniónica respectivamente, se realiza completamente manual, en la cual se regula el grado de abertura de la válvula de alimentación de reactivos hacia el eyector, para un flujo determinado de agua, de esta forma el control depende de la sensibilidad y experiencia del operador.

Una alta concentración y/o flujo de reactivos para la regeneración, acelera el proceso de desactivación de las resinas; junto con incrementar el consumo de insumos del área, además el tanque donde se realiza la dilución, se deterioran continuamente por la acción de las diferentes concentraciones de ácido.



FIGURA 1- 9: Sistema Manual de Dosificación de reactivos.

1.6 CORROSION EN ELEMENTOS DEL SISTEMA

Una fracción de las válvulas manuales, válvulas de control y eyectores presentan claros síntomas de corrosión esto tiene directa relación con el nivel de corrosividad que poseen los reactivos de dosificación (ácido sulfúrico y soda), sumando al tiempo de operación del sistema, próximo a los 35 años en servicio. Por otra parte, aquellos especificados en acero al carbono son los más susceptibles a la corrosión.

La presencia de corrosión en diferentes elementos del sistema, genera arrastre de partículas sólidas, afectando la calidad del agua alimentada hacia las unidades. Esto genera un aumento en el trabajo del sistema y una disminución en la eficiencia de las unidades, producto de la composición química del material desprendido, lo cual ocasiona un aumento en la frecuencia de regeneración reduciendo la vida útil de las resinas.



FIGURA 1- 10: Corrosión en elemento del Sistema.

1.7 BASE DE DISEÑO

Presentados los antecedentes y situación actual, se definirá las condiciones de operación y diseño para la automatización del sistema, según la información técnica proporcionada por planta Arauco.

Las condiciones de diseño de las unidades son las siguientes:

- Flujo de Agua tratada :1.420 lpm

- Unidad Catiónica
 - Consumo teórico de H_2SO_4 (98%) :320kg por generación.
 - Densidad de regeneración :36-40°Be
 - Densidad 36-40°Be :1330-1380 KG/m³
 - Tiempo de Lavado :20 min
 - Densidad solución acida alimentada :3°Be
 - Densidad 3°Be :1.021Kg/m³
 - Presión agua dilución :5 Bar

➤ Unidad Aniónica

- Consumo teórico de soda al 30% :800Kg por regeneración
- Densidad soda al 30% :1.322Kg/m³
- Tiempo de Lavado :60 min
- Densidad Solución acida alimentada :6,25°Be
- Densidad 6,25° Be :1.045Kg/m³
- Presión agua desmineralizada a dilución :1Bar

1.8 EVALUACIÓN TECNICA DE ALTERNATIVAS

Para la automatización de la planta de agua desmineralizada se considera la implementación de un PLC y un sistema de dosificación de ácido y soda para la regeneración de las unidades

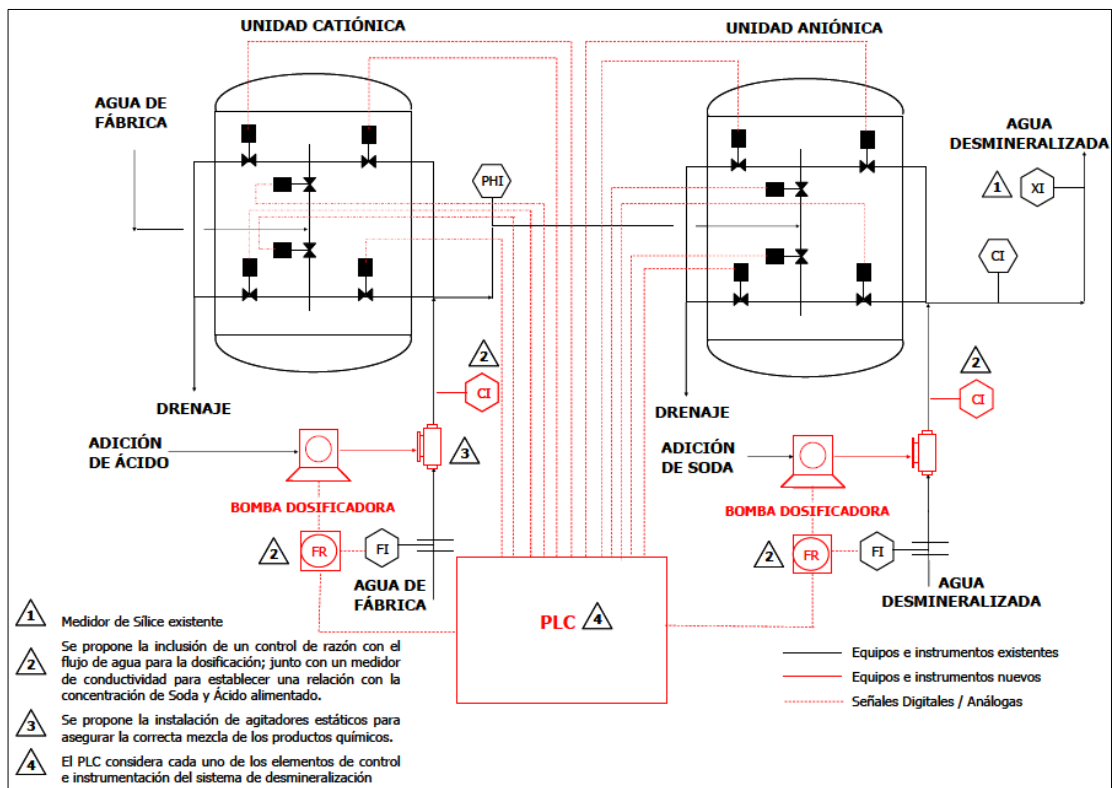


FIGURA 1- 11: Diagrama de flujo Automatización del sistema de Desmineralización.

1.9 AUTOMATIZACIÓN

Para la automatización del sistema, se integrará cada una de las variables de proceso, junto con el accionamiento de cada uno de los elementos de control, para lo cual se plantea la implementación de un PLC (Controlador Lógico Programable).

El PLC permitirá accionar de forma eficiente el control sobre el proceso de desmineralización y de regeneración de las unidades catiónicas y aniónica, a través de la programación de variables tales como: tiempo de lavado, dosificación de ácido y soda, a través de la acción automática de las válvulas de control on-off e interacción de la instrumentación existente en los tres trenes catión-anión.

Las ventajas técnicas al implementar un PLC son:

- Elaborar y configurar acciones de control en el sistema de desmineralización.
- Lectura de las señales de instrumentación con otros elementos de control e información.
- Reducción del tiempo empleado por los operadores durante la regeneración de unidades.
- Implementar sistemas de supervisión hacia el DCS

1.9.1 ESPECIFICACIÓN CONCEPTUAL DEL PLC

Para la especificación del PLC, se considera el total de válvulas de control, instrumentación y los nuevos sistemas de dosificación de reactivos de regeneración, cuyo detalle son:

- 84 señales digitales de entrada y 84 señales digitales de salida (36 válvulas de control On-Off, 3 bombas de acción On-Off y 4 señales de respaldo)
- 17 señales análogas (Estados de funcionamiento de equipos, instrumentación y señales de respaldo)

De acuerdo a la información anteriormente descrita y los requerimientos señalados por planta, se cotizó un PLC marca Allen-Bradley, para un voltaje de 220Vac con protección IP55.

Por otra parte, este tiene la opción para establecer comunicación al DCS, además de contar protocolos profibus DP.

1.9.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

Para el sistema de dosificación se evaluaron tres alternativas con los siguientes proveedores:

- SI-HI Chile.
- Alfa&Delta.

Para el sistema de dosificación se consideró el reemplazo del sistema de inyección de químicos existentes por bombas dosificadoras con diferentes opciones de bombas dependiendo del flujo y del tipo de fluido:

- Bomba de embolo y membrana
- Bomba centrífuga con acoplamiento magnético, junto con un variador de frecuencia.
- Bomba de desplazamiento positivo.

1.9.3 ALTERNATIVA SI-HI CHILE

Si-Hi Chile para la dosificación de ácido sulfúrico y soda propone bomba de desplazamiento positivo con tornillo excéntrico

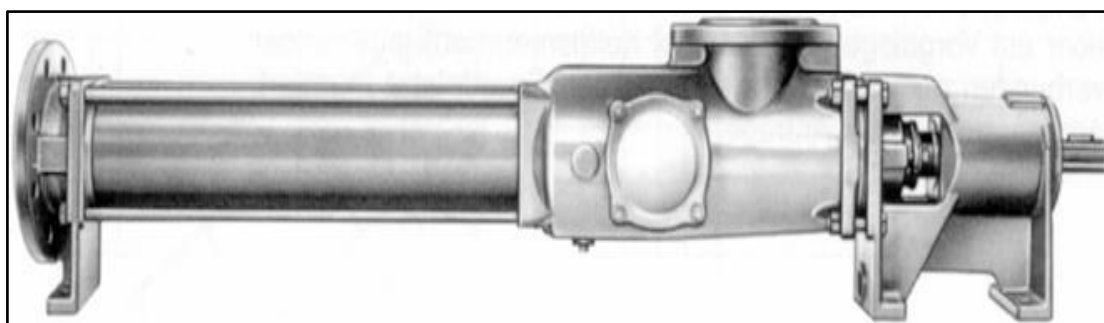


FIGURA 1- 12: Bomba Dosificación de tornillo excéntrico SI-HI

Las características de las bombas para cada uno de los sistemas se presentan en tabla 1-1.

Tabla 1-1: Característica Sistema de Dosificación SI-HI Chile

Ítem	Sistema de Dosificación de Ácido Sulfúrico (Unidad Catiónica)	Sistema Dosificación de Soda (Unidad Aniónica)
Marca/Modelo	Allweler, Alemania AE1E 100 IE/ 111 GOK 444 VV 5FV	Allweiler, Alemania
Tipo	Desplazamiento Positivo; Tornillo Excéntrico	Desplazamiento Positivo; Tornillo Excentrico.
Flujo Máximo por Bomba	30 lpm	144 lpm
Presión Máxima	5 Bar	1,5 Bar
Acoplamiento	Motoreductor Sew	Motoreductor Sew
Potencia	2,2 KW	3,0 KW
Materiales	Carcasa : Inox. AISI 316 Eje : Inox. AISI 316 Rotor : Inox. AISI 316	Carcasa : Inox. AISI 316 Eje : Inox. AISI 316 Rotor : Inox. AISI 316

Para el control de flujo se puede ajustar la carrera del pistón, con el objetivo de fijar en forma manual el flujo de dosificación o bien de forma automática mediante un variador de frecuencia, junto con un control de razón de flujo. Este último resulta el más conveniente, ya que el control se realizará de forma completamente automática al poder integrarlo al PLC con la alternativa que en caso de falla se tiene la opción manual.

1.9.4 ALTERNATIVA ALFA&DELTA

Para el sistema de dosificación Alfa&Delta propone lo siguiente:

A. Sistema de Dosificación de ácido Sulfúrico.

Para el sistema de regeneración de la unidad catiónica se contempla la instalación de una bomba de embolo y membrana, cuya características se presentan en la tabla 1-2.



FIGURA 1- 13: Bomba Dosificación de embolo membrana Alfa&Delta.

Las bombas pueden equiparse con servoaccionamiento eléctricos o neumáticos, variador de frecuencia junto con un control de razón de flujo, control de número de carreras, señalización de rotura de membrana y cabezal dosificador termoregurable.

Para este caso específico la bomba incluye: doble diafragma, sistema de detención de rotura de membrana mediante manómetro y motor.

B. Sistema de dosificación de soda

Para el sistema de regeneración de la unidad aniónica se contempla la instalación de una bomba centrífuga con acoplamiento magnético, cuyas características se presentan en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Característica Sistema de Dosificación Alfa & Delta.

Item	Sistema Dosificación de Ácido Sulfúrico(Unidad Catiónica)	Sistema Dosificación de Soda (Unidad Aniónica)
Marca/Modelo	Milton Roy/ MaxRoy RB 144 K7H/C5 HS	HMD Kontro/ GTI
Tipo	Embolo membrana	Centrífuga acoplamiento magnético
Flujo Máximo de Dosificación	18 LPM	147 LPM
Presión Máxima	10 bar	2,15 bar
N° de Bombas	1	1
Exactitud Flujo de Dosificación	<+- 1,0%	
Potencia	1,1 kW	2,2kW
Materiales	Carcasa :316L Asientos : 904L Membrana :PTFE Bolas :Hastelloy	Carcasa :316L Rodete :316L

Para el control de flujo se realizara mediante un variador de frecuencia con un control de razón de flujo.

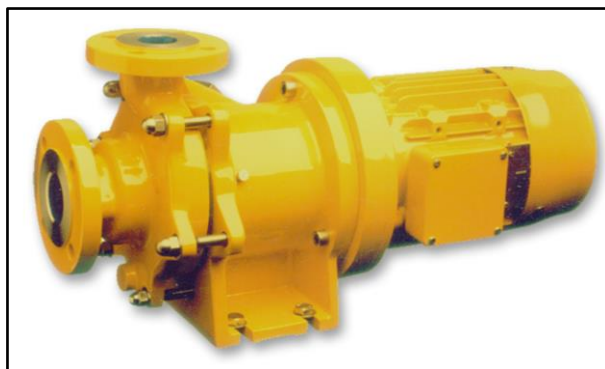


FIGURA 1- 14: Bomba Centrífuga Acoplamiento magnético; Alfa & Delta.

C. Agitadores estáticos.

Con el objetivo de incluir mejoras de bajo costo, se evaluó en conjunto con el proveedor la inclusión de agitadores estáticos, con el fin de asegurar una mezcla totalmente homogénea de los agentes químicos a dosificar durante el proceso de regeneración de las unidades.

En el caso específico de la dosificación de ácido sulfúrico, al incluir este equipo se evita la dosificación intermedia que se realiza en la actualidad, lo cual permitirá en el futuro una disminución en el caudal de dosificación y operar con una concentración de ácidos al 98%, esto conlleva beneficios de seguridad operacional.

El monto de inversión de un agitador estático en acero inoxidable 316L, para una línea de 2 a 3 pulgadas no supera los \$2.500 USD.

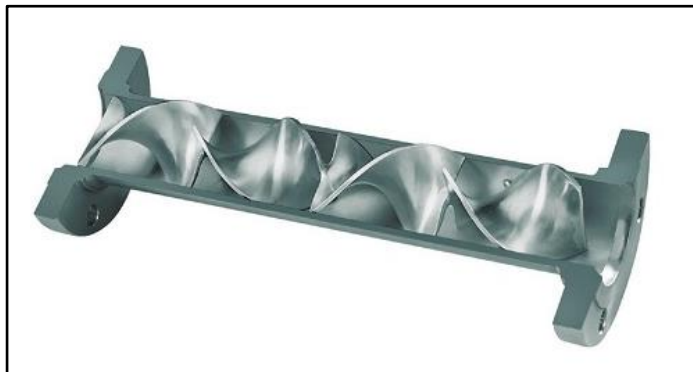


FIGURA 1- 15: Agitador estático; Alfa & Delta.

1.9.5 ALTERNATIVAS RECOMENDADA.

Para la automatización del sistema se recomienda la inclusión de un PLC de la firma Allen-Bradley, el cual permitirá integrar cada una de las señales de instrumentación y control para programar el proceso de regeneración de las unidades. De acuerdo a las consultas realizadas al jefe de electrocontrol del área, se seleccionó esta firma por razones de mantención, repuestos y compatibilidad con el sistema actual y futuro de la planta, junto con contar con la opción de comunicación con el DCS.

Para los sistemas de dosificación se recomienda lo siguiente:

- Sistema de dosificación de ácido sulfúrico (Unidad Catiónica): Para este sistema se recomienda la opción propuesta por la firma Alfa&Delta, al asegurar una exactitud en el flujo menor a un 1%. Además, cuenta con la opción de regular el flujo de forma manual desde la bomba, sistema de detección de rotura de membrana y menor consumo de energía.

- Sistema de dosificación de soda (Unidad Aniónica): para este sistema se recomienda la opción propuesta por la firma Si-Hi, con una bomba de desplazamiento positivo con tornillo excéntrico. Esta cuenta con la opción de regular el flujo desde la bomba variando la carrera de la

bomba o bien de forma automática través de un variador de frecuencia, otorgando mayor flexibilidad de control a diferencia de la otra alternativa, dado que debe contar con un variador de frecuencia para para la regulación del flujo de soda.

- **Agitadores Estáticos:** Se recomienda la instalación de agitadores estáticos para asegurar la homogenización de los reactivos de dosificación. Esto tendrá como beneficio reducir el consumo de aditivos de regeneración.

1.9.6 ANÁLISIS ECONOMICO

Para realizar el análisis económico, en primer lugar se presentan los costos para cada una de las alternativas propuestas y se determina la inversión total por proyecto. Por otra parte, se determina los costos actuales de los insumos de regeneración (ácido sulfúrico, soda y resinas) y los beneficios asociados por ahorros de estos, respecto al consumo teórico y vida útil de las resinas.

1.9.7 ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN

Para la estimación de la inversión se cotizó el costo de compra de cada uno de los equipos principales, PLC, y sistema de dosificación. Para este último se evaluaron dos propuestas.

En la tabla 1-3, se puede observar la inversión estimada para cada una de las alternativas. La diferencia radica en el sistema de dosificación, dado que para cada una de las alternativas presentadas emplean PLC Allen-Bradley.

Tabla 1-3: Inversión Estimada, Automatización del Sistema de Agua Desmineralizada.

ITEM	SI-HI	Alfa&Delta	Recomendada (1)
	USD	USD	USD
Compra Equipos-Materiales	55.000	48.000	53.000
Instalación (Mecánica, Civil, Eléctrica y PLC/DCS)	46.000	43.000	50.000
Repuestos	3.000	2.000	3.000
Ingeniería e Inspección	18.000	18.000	18.000
Flete- Aduana	5.000	4.000	5.000
Sub-Total	127.000	115.000	129.000
Contingencias (15%)	18.000	17.000	18.000
Total Proyecto	145.000	132.000	147.000

(1) La alternativa recomendada considera una bomba de embolo membrana de la firma Alfa&Delta para la dosificación de ácido sulfúrico y una bomba de desplazamiento positivo de la firma SI-HI para la dosificación de soda.

Para cada una de las alternativas, se consideró la inclusión de un agitador estático y un conductivímetro por sistema de dosificación, lo cual representa un 7% de la inversión total estimada del proyecto.

El costo de la instalación considera el montaje mecánico, civil y eléctrico, junto con el conexionado y programación del PLC e integración al DCS.

1.9.9 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS

Para la estimación de los beneficios económicos se consideraron los siguientes valores unitarios de insumos y consumos teóricos de regeneración por planta:

➤ Resina de intercambio Iónico

- Vida útil : 5 Años
- Costo Resina Catiónica :1,72 USD/Lt
- Costo Resina Aniónica :4,02 USD/Lt

➤ Insumos de regeneración

- Consumo teórico de ácido sulfúrico al 98% :320 Kg/rege.
- Consumo teórico de soda al 33% :800 Kg/rege.

- Costo ácido sulfúrico al 98% :285 USD/Ton
- Costo soda al 33% :678 USD/Ton

De acuerdo a los antecedentes operacionales proporcionados por planta, la regeneración de unidades se realiza cada 2 días, pero al depender del flujo procesado, esta cantidad puede variar reduciendo a una regeneración por día.

Respecto a la vida útil real de las resinas, la duración se aproxima a los 4 años en condiciones normal, pero por contaminación de estas se ha debido reponer con mayor frecuencia.

Para efectos de la estimación de los beneficios se consideraron las siguientes variables operacionales, con el fin de desarrollar el escenario más desfavorable del punto de vista económico:

- Frecuencia de regeneración por unida : Cada 2 días
- Número total de regeneración :533reg/año
- Vida útil de las resinas :4 años

Para el caso de los insumos de regeneración, ante la incertidumbre en el consumo real de ellos, se consideraron dos escenarios para realizar la estimación de los beneficios:

- Escenario 1 : Variación porcentual en el consumo de insumos de regeneración respecto al consumo teórico.
- Escenario 2 : Tiempo adicional de regeneración por unidad.

El beneficio total estimado por escenarios se pueden observar en la tabla 1-4 y tabla 1-5 respectivamente.

Tabla 1-4: Estimación de beneficios respecto a la variación en el consumo de insumos (escenario 1).

Variación %	Ácido Sulfúrico USD/año	Soda USD/año	Resinas USD/año	Beneficio USD/año
5%	2.428	14.441	3.873	20.742
10%	4.856	28.883	3.873	37.612
15%	7.285	43.324	3.873	54.482
20%	9.713	57.766	3.873	71.352
25%	12.141	72.207	3.873	88.221
30%	14.569	86.648	3.873	105.090
35%	16.997	101.090	3.873	121.960
40%	19.426	115.531	3.873	138.830
45%	21.854	129.973	3.873	155.700
50%	24.282	144.414	3.873	172.569

Tabla 1-5: Estimación de beneficios respecto a la variación de regeneración (escenario 2).

Tiempo min	Ácido Sulfúrico		Soda		Resinas USD/AÑO	Beneficio USD/año
	% Exceso Equivalente	USD/año	% Exceso Equivalente	USD/año		
1	2.2%	1.068	5,0%	14.441	3.873	19.382
2	4.4%	2.137	10,0%	28.883	3.873	34.893
3	6.6%	3.205	15,0%	43.324	3.873	50.402
4	8.8%	4.274	20,0%	57.766	3.873	65.913
5	11.0%	5.342	25,0%	72.207	3.873	81.422
6	13.2%	6.410	30,0%	86.648	3.873	96.931
7	15.4%	7.479	35,0%	101.090	3.873	112.442
8	17.6%	8.547	40,0%	115.531	3.873	127.951
9	19.8%	9.616	45,0%	129.973	3.873	143.462
10	22.0%	10.684	50,0%	144.414	3.873	158.971

Al generar ambos cuadros de beneficios se podrá realizar una evaluación económica por escenario, con el fin de sensibilizar y analizar la rentabilidad del proyecto ante variaciones en el consumo de insumos y tiempo de regeneración respectivamente.

1.9.10 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Para realizar la evaluación económica se define los siguientes parámetros:

- Tasa de descuento :15%
- Vida útil proyecto :15 años
- Tasa de Cambio :637 \$/USD

Además, como beneficios del proyecto se considera el ahorro por los conceptos citados en la sección.

Se analizaron las alternativas de inversión recomendada para los dos escenarios definidos para la estimación de beneficios.

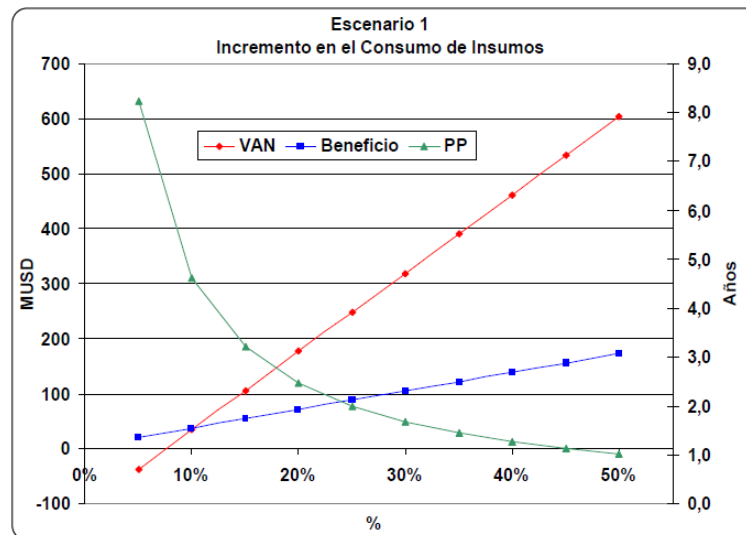


FIGURA 1- 16: Evaluación económica respecto a la variación en el consumo de insumos.

En la figura 16 se puede observar los índices económicos obtenidos para el escenario 1, a partir de los cuales se concluye que invertir en el proyecto de automatización resulta atractivo cuando el sistema de desmineralización incurre en consumos superior al 10% respecto al consumo teórico de aditivos de regeneración. Se obtiene un VAN superior a los 34.000 USD y un TIR de 20,3% cuando el sistema incurre en consumos por sobre el porcentaje indicado. Esto se ve fuertemente influenciado por el alto valor que tiene el precio de la soda (608USD/ton).

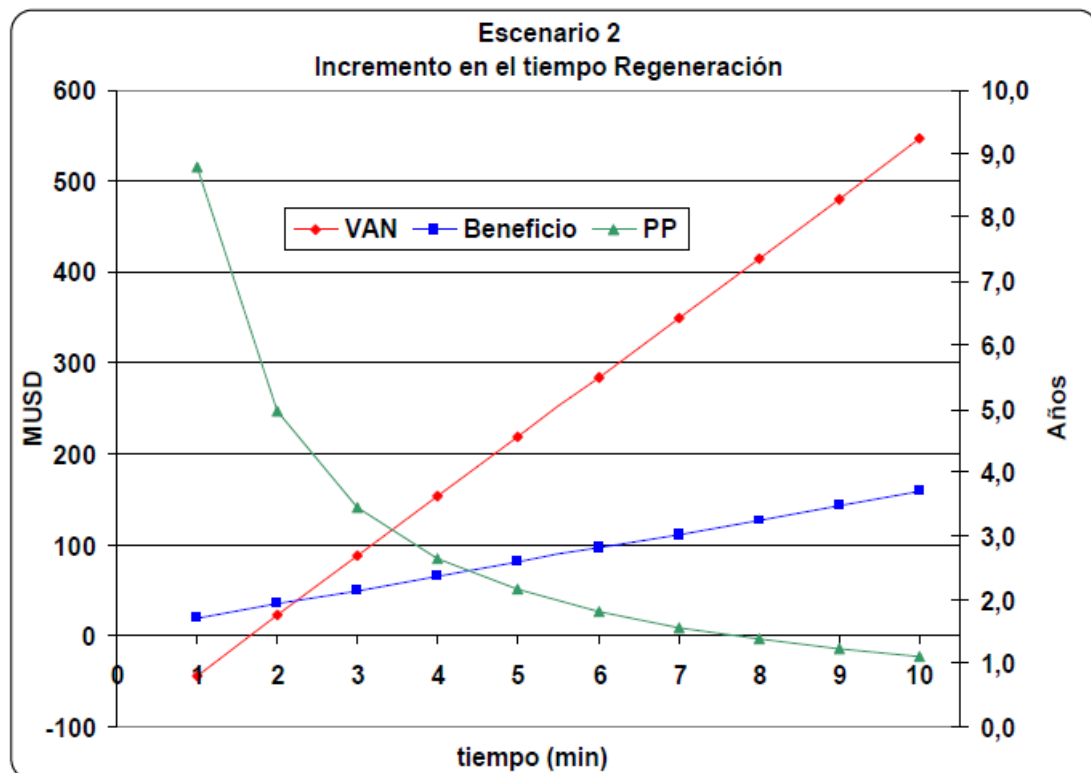


FIGURA 1- 17: Evaluación económica respecto al tiempo de regeneración.

En la figura 1-17 se puede observar los índices económicos obtenidos para el escenario 2, a partir de los cuales se concluye que invertir en el proyecto de automatización resulta atractivo cuando el sistema de desmineralización incurre en tiempo de regeneración superior a los 2,5 min al tiempo definido para la regeneración de las resinas. Este tiempo es equivalente a incurrir en un exceso de dosificación superior a un 5,5% Para el ácido sulfúrico y de un 12,5% para la soda. Se obtiene un VAN superior a los 42.000 USD y un TIR de 23,5% cuando el sistema incurre en consumos por sobre el tiempo anteriormente indicado.

Las posibles causas que pueden generar incrementos en el tiempo de regeneración son: demoras en la regulación de la densidad de alimentación de aditivos, imprecisión o descalibración de equipos y/o instrumentos, y/o descuido humano, entre otros.

1.9.11 IMPACTOS AMBIENTALES

Con respecto a los impactos ambientales de este proyecto, los principales se ocasionarían en la etapa de construcción (residuos sólidos, generación de ruido, vibraciones, emisiones de polvo, entre otros).

Por otra parte, la implementación del sistema de dosificación, conlleva una serie de operaciones en las que existen manejo de ácido sulfúrico concentrado y soda, lo cual tiene riesgos asociados. Por lo tanto, es importante que en este aspecto se mantengan los resguardos de seguridad ambiental y de la salud de las personas, junto con mantener las condiciones adecuadas de almacenamiento y manejo de cada uno los agentes químicos para la regeneración de resinas.

Todas las precauciones y medidas asociadas al manejo de ácido sulfúrico y de la soda deben realizarse según lo indicado por procedimientos específicos de planta Arauco.

Por último, cabe señalar que la implementación del proyecto tendrá un impacto ambiental positivo, ya que al automatizar el sistema permitirá reducir el flujo de dosificación de ácido sulfúrico y soda, disminuyendo la carga de efluente; ya que durante el proceso de regeneración y lavado de las unidades, estas corrientes se descargan al efluente general de la planta.

1.9.13 COTIZACIONES DE PROVEEDORES.

- Cotización PLC Allen Bradley.



1. Descripción de Productos:

1.1 Sistema de Control ControlLogix. ALLEN BRADLEY.

Item	Cant.	Código	Descripción	P. Unit	P. Total
1	1	1756-A17	CHASIS DE 17 RANURAS PARA CONTROLLOGIX	629,00	629,00
2	1	1756-PA75	FUENTE ALIMENTACION 240VAC 13A CONTROLLOGIX	816,00	816,00
3	1	1756-L61	PROCESADOR LOGIX5561 2 MBYTES DE MEMORIA	4.131,00	4.131,00
4	1	MVI56-PDPS	MODULO PARA CLX - PROFIBUS DP SLAVE	2.592,36	2.592,36
5	6	1756-IM16I	MODULO 16 ENTRADAS AISLADAS 240VCA CONTROLLOGIX	433,50	2.601,00
6	6	1756-OA16I	MODULO 16 SALIDAS AISLADAS 120/240VCA CONTROLLOGIX	590,75	3.544,50
7	2	1756-OF8	MODULO 8 SALIDAS ANALOGAS V/I CONTROLLOGIX	1.453,50	2.907,00
8	12	1756-TBCH	B LOQUE TERMINALES EXTRAIBLE 36 PINES CONTROLLOGIX	59,50	714,00
9	2	1756-TBNH	B LOQUE TERMINALES EXTRAIBLE 20 PINES CONTROLLOGIX	46,75	93,50
10	1	1756-N2	CUBIERTA PROTECCION RANURA CHASIS CONTROLLOGIX	21,25	21,25
11	1	9324-RLD300ENE	RSLOGIX 5000 STANDARD INGLES CD	2.760,00	2.760,00
12	1	1756-CP3	CABLE SERIAL PARA PROGRAMACION CONTROLLOGIX	63,75	63,75
TOTAL NETO				US\$	20.873,36

1.2 Gabinete Autosoportado TS8 2100x1000x500 mm, IP 55, RAL 7035. RITTAL.

Item	Cant.	Código	Descripción	P. Unit	P. Total
1	1	8005500	GABINETE 2000 X 1000 X 500 MM	850,26	850,26
2	1	8105235	TAPA LATERAL 2000 X 500 MM	134,95	134,95
3	1	8601000	ZOCALO FRONTAL-POSTERIOR 1000 X 500MM	46,79	46,79
4	1	8601050	ZOCALO LATERAL 500 X 100 MM	21,36	21,36
5	1	2514000	PORTAPLANOS PLASTICO RAL7035 (DIN A4)	7,51	7,51
6	1	4139180	FLUORESCENTE INTERIOR PANEL 18 WATT, 100-240VCA	139,73	139,73
7	1	4315100	CABLE CONEXION C/ENCHUFE LUZ INTERIOR, 3MT	33,11	33,11
8	1	4315500	INTERRUPTOR PUERTA PANEL (LIMIT SWITCH)	34,74	34,74
9	1	3326107	VENTILADOR / CELOSIAS 220VAC 500M3H	175,64	175,64
TOTAL NETO				US\$	1.444,09

1.3 Embalaje y traslado a Concepción (Opcional para el Gabinete)

Item	Cant.	Código	Descripción	P. Unit	P. Total
1	1	JABA1CUERPO	JABA DE MADERA PARA GAB 2100X1000X500	180,00	180,00
2	1	TRANSPSUR1CUERPO	TRANSPORTE TERRESTRE 1 CUERPO	230,00	230,00
TOTAL NETO				US\$	410,00

1.4 Productos complementarios. ALLEN BRADLEY.

Item	Cant.	Código	Descripción	P. Unit	P. Total
1	900	1492-L4	BORNE LIBRE MANTENCION 32A 800V GRIS PASO 6.1mm	0,42	378,00
2	5	1492-EBL4	TAPA DE CIERRE GRIS, PARA BORNE 1492-L4	0,23	1,15
3	10	1492-ERL35	TOPE FINAL PARA BORNE IEC , GRIS	0,32	3,20
4	8	1492-M6X10	MARCA VIRGEN BORNE 1492-L4 PASO 6MM 120 UNIDADES	3,20	25,60
5	4	199-DR1	RIEL DIN #3 1MT MONTAJE DE BORNERAS	3,15	12,60
TOTAL NETO				US\$	420,55

1.5 Resumen de Precios.

SUBTOTAL NETO Sistema de Control	US\$	20.873,38
SUBTOTAL NETO Gabinete IP55	US\$	1.444,09
SUBTOTAL NETO Embalaje y Traslado	US\$	410
SUBTOTAL NETO Otros Materiales	US\$	420,55
TOTAL NETO	US\$	23.148,00

1.6 Plataforma ControlLogix



Power supply: 1756-PA75
 Slot 0 : Module 1756-L61
 Slot 1 : Module MVI56-PDPS
 Slot 2 : Module 1756-N2
 Slot 3 : Module 1756-IM16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 4 : Module 1756-IM16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 5 : Module 1756-IM16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 6 : Module 1756-IM16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 7 : Module 1756-IM16I, RTB:1756-TBCH

Slot 8 : Module 1756-IM16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 9 : Module 1756-OA16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 10 : Module 1756-OA16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 11 : Module 1756-OA16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 12 : Module 1756-OA16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 13 : Module 1756-OA16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 14 : Module 1756-OA16I, RTB:1756-TBCH
 Slot 15 : Module 1756-OF8, RTB:1756-TBNH
 Slot 16 : Module 1756-OF8, RTB:1756-TBNH

➤ Cotización sistema de Dosificación Si-Hi Chile.

Item	Cant.	Descripción
1	1	Bomba de tornillo excéntrico marca Allweiler, modelo AE1E 100 IE/111 GOK 444 VV 5FV acoplada a en con motoreductor SEW 3/400/50 Hz, 2.2 Kw, 155 rpm, IP 55 y montada sobre base metálica. Condiciones de operación Fluido : Acido Sulfúrico al 98 % Temperatura : 20 °C Caudal : 1.8 m3/h Presión : 5 bar Velocidad : 191 rpm Potencia req. : 1.1 Kw Potencia instalar : 2.2 Kw Combinación de materiales Carcasa : Acero Inoxidable 1.4408 AISI 316 Eje : Acero Inoxidable AISI 316 Rotor : Acero inoxidable AISI 316 Estator : Vitón Obturación del eje : Sello mecánico SiC-SiC-Vitón Precio venta unitario : US 7.370 .- + IVA
	1	Control de Marcha en seco ATLS

Bombas Centrífugas - Bombas de Vaco - Bombas de Tornillo - Válvulas - Plantas de Cloración y Dosificación - Sopladores - Trasvase



		Precio venta unitario : US 510 .- + IVA
Item	Cant.	Descripción
2	1	Bomba de tornillo excéntrico marca Allweiler, modelo AE1E 380 IE/111 GOK 444 YY 5FP acoplada a en con motoreductor SEW 3/400/50 Hz, 3.0 Kw, 154 rpm, IP 55 y montada sobre base metálica. Condiciones de operación Fluido : Soda Caústica al 59 % Temperatura : 20 °C Caudal : 8.4 m3/h Presión : 1.5 bar Velocidad : 175 rpm Potencia req. : 1.2 Kw Potencia instalar : 3.0 Kw Combinación de materiales Carcasa : Acero Inoxidable 1.4408 AISI 316 Eje : Acero Inoxidable AISI 316 Rotor : Acero inoxidable AISI 316 Estator : Hypalón Obturación del eje : Sello mecánico SiC-SiC-Buna Precio venta unitario : US 9.700.- + IVA
	1	Control de Marcha en seco ATLS Precio venta unitario : US 510 .- + IVA

➤ Cotización sistema de Dosificación Alfa&Delta.

It.	Cant. (QTY.)	Descripción (DESCRIPTION)	Unitario EUR\$	Total EUR\$
1	1	<u>Bomba dosificadora de ácido sulfúrico 98%</u> Bomba marca MILTON ROY EUROPA serie MaxRoy con control manual de capacidad y cabezal construido para dosificación de ácido sulfúrico concentrado (Cuerpo de cabezal y guías de bola contruidos en 316L, asientos de 904L y bolas de Hastelloy C). Código RB 144 K7H/C5 HS Caudal: 900 LPH @ 50 Hz Presión: 10 Bar Carrera: 144 @ 50 Hz Incluye: a) Conexiones: ANSI 1500# Welding Neck. b) Doble diafragma y sistema de detección de ruptura mediante manómetro. c) Motor de 1.10 kW; 1500 RPM, 3 fases, 50 Hz, 230/400 V, IP55, IEC, aluminium frame.		5.189,00

Total Ex-Fábrica, c/embalaje doméstico	TOTAL EX-WORKS, DOMESTIC PACKED	EUR	5.189,00
Embalaje exportación	EXPORT PACKING	EUR	N/A
Total Ex-Fábrica, c/embalaje exportación	TOTAL EX-WORKS, EXPORT PACKED	EUR	5.189,00

It.	Cant. (QTY.)	Descripción (DESCRIPTION)	Unitario US\$	Total US\$
1	1	<u>Bomba centrifuga de acoplamiento magnético para soda cáustica 30%</u> Bomba marca HMD Kontro modelo GTI 25 X 25 X 160 C-A1, en 316SS, Close Coupled , con flanges ANSI 150 Lb. RF. Incluye a) Sub base motor. b) Motor WEG 2.2 kW, IP55 , TEFV, Cast Iron Frame, 380-415 V, 90 L, IEC.		4.945,00

Total Ex-Fábrica, c/embalaje doméstico	TOTAL EX-WORKS, DOMESTIC PACKED	US\$	4.945,00
Embalaje exportación	EXPORT PACKING	US\$	165,00
Total Ex-Fábrica, c/embalaje exportación	TOTAL EX-WORKS, EXPORT PACKED	US\$	5.110,00

Item	Cant. (QTY.)	Descripción (DESCRIPTION)	Unitario US\$	Total US\$
1	1	Sistema Inyección de ácido Sulfúrico al 98% Mezclador estático KENICS modelo 2 KMS-2 construido en Acero Inoxidable 316L, conexión Flange 2" CL-150 RFSO, con pérdida de presión de 5,0 kPa y largo de 419 mm, según especificaciones adjuntas. Incluye inyección de ácido por parte superior, al centro del mezclador.		1.628,00
2	1	Sistema Inyección de soda cáustica al 30% Mezclador estático KENICS modelo 3 KMS-2 construido en Acero Inoxidable 316, conexión Flange 2" CL-150 RFSO, con pérdida de presión de 5,0 kPa y largo de 498 mm, según especificaciones adjuntas. Incluye inyección de soda por parte superior, al centro del mezclador.		2.044,00
SUB TOTAL EX FABRICA, C/EMBALAJE DOMESTICO (SUBTOTAL EX-WORKS, WITH DOMESTIC PACKING)			US\$	3.672,00
10% descuento (10% DISCOUNT)			US\$	367,20
SUB TOTAL EX FABRICA, C/EMBALAJE DOMESTICO (SUBTOTAL EX-WORKS, WITH DOMESTIC PACKING)			US\$	3.304,80

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 SENSOR TRANSMISOR DE FLUJO DE AGUA A LA UNIDAD.

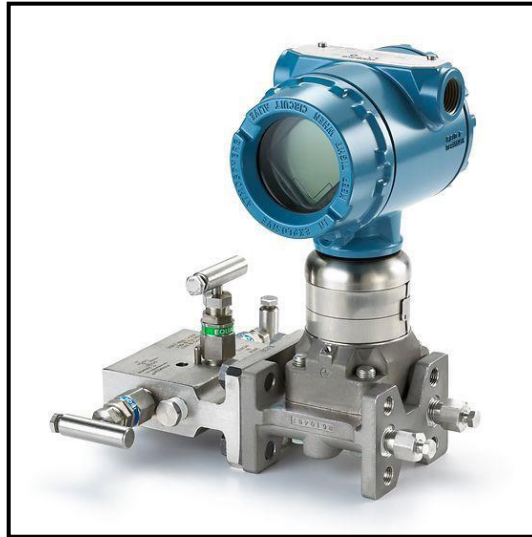


FIGURA 2- 1 Transmisor Indicador de Flujo

Propósito: Indicar el flujo de entrada de la unidad.

Función: Mediante un Sensor tipo placa orificio instalado en la línea principal de la entrada de agua a la unidad y un transmisor de presión diferencial con protocolo Hart e indicación local se obtiene la indicación de flujo.

Composición: placa de 316 ss y transmisor de presión diferencial Rosemount.

Condiciones de trabajo: Placa calculada para flujo máximo de 250 m³/h con una presión diferencial de 200 inch-H₂O (Pulgadas de Aguas), diámetro de la línea 6", instalación Radio tap (d y d/2) calculada para presión nominal de 150 lb. Transmisor calibrado de 0 a 200 inch-H₂O e indicación de 0 a 250 m³/h, con salida de 4-20 mA y configurable con protocolo HART.

Descripción de la operación: De la diferencial generada en la placa orificio se determina el flujo por medio de la relación:

$$F=K \times \sqrt{(\Delta P)}$$

En que:

ΔP : Presión diferencial generada en la tomas de la Placa Orificio, ubicadas a un diámetro antes y el medio diámetro después de la placa.

La señal de flujo generada por el Transmisor es de (4- 20 mA) es enviada al PLC donde se totaliza para determinar el período de funcionamiento de la unidad y ésta entra a etapa de regeneración.

2.2 VÁLVULAS NEUMÁTICAS TIPO MARIPOSA PARA LOS DISTINTOS CICLOS DE LA UNIDAD.



FIGURA 2- 2 Válvula de Control On-Off

Propósito: Dependiendo del ciclo en que se encuentre la unidad, estas unidades, las válvulas, se encuentran abiertas o cerradas para habilitar o bloquear el paso de fluido.

Función: Un comando de salida desde la unidad de control principal (PLC) da la posición de la v/v También tienen un sistema de comando local accionada por solenoide con accionamiento manual.

Composición: Válvula mariposa , marca watts, modelo de la serie BF, cuerpo de fierro dúctil, asiento de EPDM, disco de material 316 SS, eje 316 SS, tipo WAFER, accionada por actuador neumático de doble acción , indicación de posición y algunos con regulación de carrera apertura y cierre.

Condiciones de trabajo: Válvulas para trabajar en líneas de hasta 150 libras.

Descripción de la operación: Dependiendo del ciclo en que se encuentre la unidad estas v/v estarán cerradas o abiertas; son accionadas y controladas por la unidad central de control (PLC) por medio de válvulas solenoides, las cuales están ubicadas en un panel local junto a la unidad. Las válvulas solenoides son accionadas por bobinas o manualmente. Las válvulas de ácido (tipo vertedero) permanecen cerradas excepto las de drenaje de ácido que están abiertas.

2.3 SENSOR TRANSMISOR DE PH UNIDAD CATIÓNICAS



FIGURA 2- 3 Transmisor indicador de PH

Propósito: Indicar el PH de salida unidad CATIÓNICA.

Función: Mediante un Sensor tipo electrodo de vidrio instalado en la línea principal de salida de agua de la unidad Catiónica y un transmisor de PH con indicación local y a PLC se obtiene la medición.

Composición: Electrodo de PH en vidrio, Sensor de poliéster, cuerpo de 316 ss y transmisor de PH modelo 5081P-HT Rosemount.

Condiciones de trabajo: Sensor y transmisor calculado para la medición de PH entre los rangos 6,5 a 7 PH, calibrado de 0 a 14 PH, con salida de 4-20 mA y configurable con protocolo HART.

Descripción de la operación: Durante el proceso normal de operación de las unidades, el Sensor y Transmisor deben ser capaces de medir el PH, manteniendo los parámetros fijados en la medición de PH y a la vez detectar el incremento en el PH a la salida del Catión para detectar el desgaste.

2.4 SENSOR TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD UNIDAD ANIÓNICA



FIGURA 2- 4 Transmisor Indicador de Conductividad.

Propósito: Indicar la CONDUCTIVIDAD de salida unidad ANIÓNICA.

Función: Mediante un Sensor tipo contacto de 0 a 10 uS/cm instalado en la línea principal de la salida de agua de la unidad aniónica y un transmisor de conductividad con protocolo Hart con indicación local y a PLC se obtiene la medición de Conductividad.

Composición: Electrodo de 316 ss y rango de temperatura entre 0 a 150°C y transmisor de Conductividad modelo 1066 Rosemount.

Condiciones de trabajo: Sensor y transmisor calculado para la medición de 0,055 uS/cm para agua ultra pura, calibrado de 0 a 10 uS/cm, con salida de 4-20 mA y configurable con protocolo HART.

Descripción de la operación: Durante el proceso normal de operación de las unidades, el Sensor y Transmisor deben ser capaces de medir la conductividad, manteniendo los parámetros fijados en la medición de agua ultra pura y a la vez detectar el incremento en la conductividad a la salida del Anión para detectar el desgaste.

2.5 SWITCH DE PRESIÓN DIFERENCIAL ENTRADA/SALIDA AGUA DE LA UNIDAD.



FIGURA 2- 5 Switch de presión Diferencial.

Propósito: Medir presión diferencial entre la entrada y salida de la unidad.

Función: Sus tomas están entre la entrada y la salida de la unidad y genera una salida hacia el PLC e indicación local cuando la presión supera los 100 Kpa(d).

Composición: Switch de presión diferencial de rango de 0.21 a 20.7 bar, conexión a proceso de ½" , partes húmedas de 316 ss, 1 contacto 10A, 125/220 volt ac.

Descripción de la operación: Si la presión entre la entrada y la salida de la unidad supera los 100 Kpa (d) esto indica que la unidad se encuentra obstruida con lo cual se debe tomar alguna acción desde el punto de vista operativo.

Sistemas auxiliares: Válvulas solenoides con accionamiento desde PLC y Manual (marca MAC) ubicadas en paneles locales (existe un panel local por cada unidad).



FIGURA 2- 6 Electroválvula

Regulador y filtro de aire a la entrada de la unidad de control local



FIGURA 2- 7 Filtro Regulador.

2.6 MANÓMETROS PRESIÓN DE ENTRADA Y DESCARGA DE LA UNIDAD.



FIGURA 2- 8 Indicador de Presión.

Propósito: Indicar presión a la entrada y descarga de la unidad.

Función: Instalado directamente en la entrada y salida de la unidad a la unidad.

Composición: Indicador de presión ASHCROFT, tamaño del dial 4.5", fenólico, conexión inferior (142), y trasera (141) de 0.5", partes húmedas 316 ss, rango de 0 a 1000 Kpa.

Condiciones de trabajo: Presión normalizada de la línea 150 libras.

Descripción de la operación: indicador de presión a la entrada y salida de la unidad con esto se tiene las presiones individuales en cada punto lo que ayuda a determinar parámetros y condición de operación en la que se encuentra la unidad.

CAPITULO 3
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS.

3.1 SISTEMAS AUTOMATIZADOS.

Un sistema automatizado se define como una secuencia programada de procesos, es el funcionamiento automático de máquinas y plantas de fabricación.

Los primeros sistemas automatizados eran simples dispositivos mecánicos. Posteriormente estos sistemas se convirtieron en sistemas electromagnéticos con el empleo de relés. Era el origen de la tecnología de la automatización. En las últimas décadas se han ido substituyendo los elementos electromagnéticos por una tecnología programada, y especialmente, por autómatas programables, también llamados PLC. Los primeros autómatas programables no podían comunicarse entre ellos. Se trataba de autómatas programables aislados que controlaban un proceso totalmente aislado del resto de procesos que formaban el sistema.

Hasta hace algunos años se empezó a conectar PLC entre sí, intercambiando información y controlando procesos relacionados entre ellos. Las entradas y salidas son la expresión física de un control de procesos, son la frontera entre el mundo lógico (el programa desarrollado en los controladores) y el mundo real (motores, válvulas, conectores, etc.).

Los PLC realizan tareas de control, para realizar esta labor necesitan de las señales de entrada, salida y de la comunicación con otros controladores que forman parte del proceso. Es entonces cuando nace el concepto de red

industrial. Se llama red porque enlaza diferentes elementos e industrial porque está fundamentalmente pensada para ambientes industriales.

Con la aparición de las redes industriales, se creó un modelo de comunicación donde se definían unos niveles o capas. La mayoría de los fabricantes hablaban de cinco niveles, y casi todos coincidían en los nombres. Estos eran nivel de dispositivos, estación, célula, centro y planta. Es lo que se conoce como modelo piramidal.

Actualmente únicamente se definen tres niveles de comunicación. Nivel de información, control y dispositivos.

3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES.

Para adaptarse a los diferentes requisitos de automatización, se ofrecen distintas redes de comunicación, como se mencionan a continuación:

- Industrial Ethernet
- PROFIBUS
- AS-Interface
- DeviceNet

Existen cuatro niveles de automatización claramente descritos en la figura 3-

1

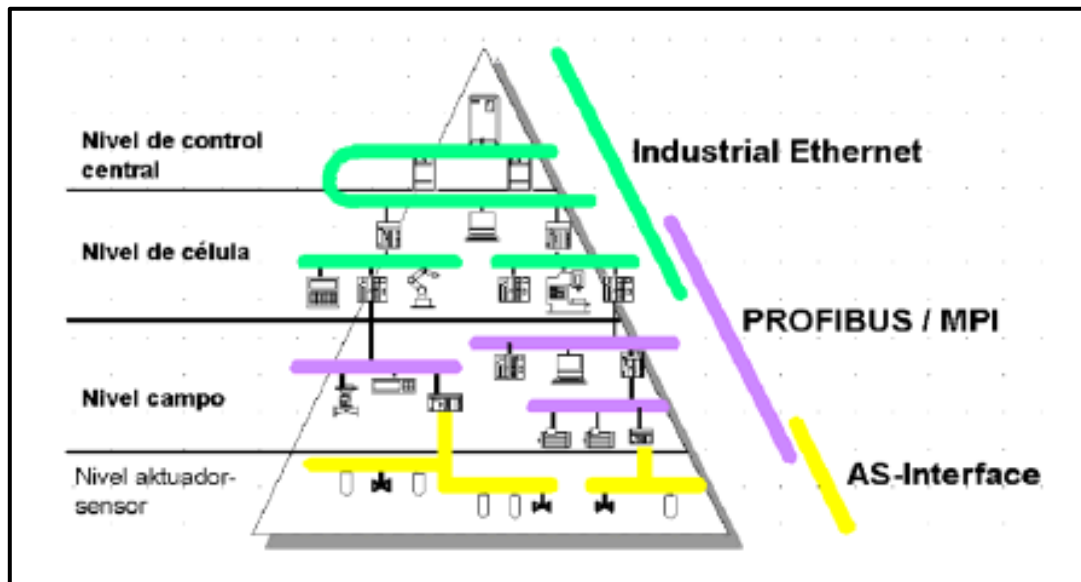


FIGURA 3-1 Niveles de Automatización.

3.2.1 NIVEL DE CONTROL CENTRAL

En este nivel se procesan tareas generales que pertenecen a toda la empresa (funciones de gestión). Entre ellas figuran la memorización de valores del proceso y funciones de procesamiento para optimizar y como analizador, así como su presentación en forma de listados. Los datos necesarios se recolectan y procesan para toda la empresa, con independencia del lugar de emplazamiento. Desde el nivel de control central puede accederse igualmente a otros niveles.

3.2.2 NIVEL DE CÉLULA

En el nivel de célula se procesan autónomamente todas las tareas de automatización y optimización. En este nivel están interconectados los autómatas, PCs y los equipos para el funcionamiento y la observación.

3.2.3 NIVEL DE CAMPO

El nivel de campo es el nexo entre las instalaciones y los autómatas programables. Los dispositivos de campo miden, señalizan y retransmiten a las instalaciones las órdenes recibidas del nivel de célula. En general se transmiten pequeñas cantidades de datos. En este caso es típica una comunicación jerarquizada, es decir varios dispositivos de campo se comunican con un maestro.

3.2.4 NIVEL DE ACTUADORES-SENSORES.

En este nivel, un maestro se comunica con los actuadores y sensores conectados a su subred.

3.3 TENDENCIAS EN LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.

La tendencia más importante en la automatización industrial durante los últimos años ha sido la introducción de redes abiertas de comunicación para enlazar dispositivos de diferentes fabricantes (FIGURA 3-2). Otra tendencia es el reducir el cableado y el costo de la conexión a la red de cualquier dispositivo. El rápido desarrollo de los semiconductores y los grandes volúmenes de fabricación permiten que el costo del interfaz sea cada vez menor. La tendencia actual del mercado es hacia el control distribuido, es decir hacia una clara conexión de los dispositivos directamente a la red, ya que estos incorporan cada vez más inteligencia, ofreciendo más diagnósticos y reduciendo considerablemente los costos de automatización.

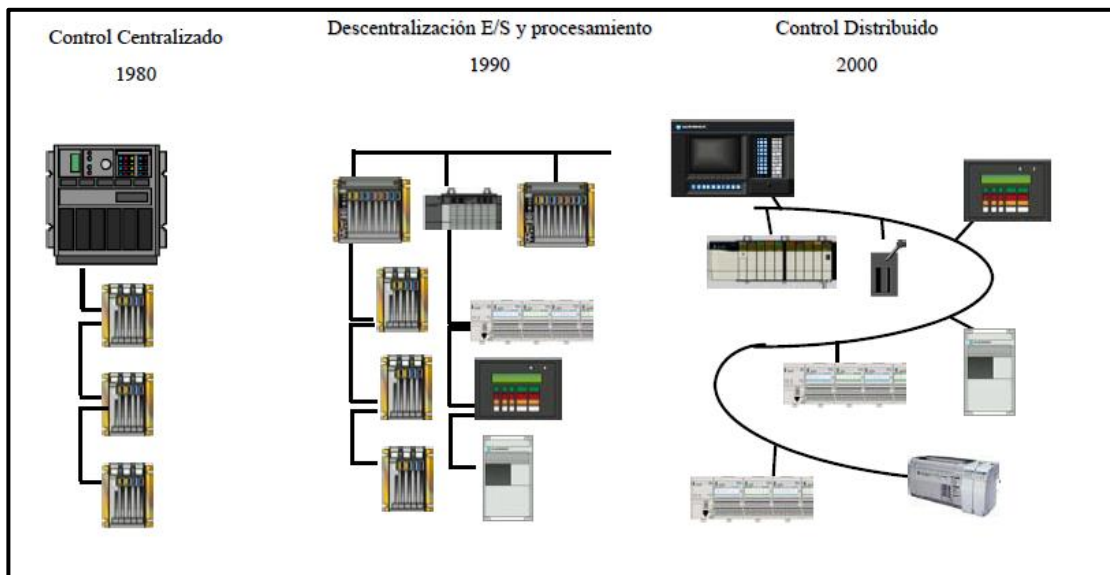


FIGURA 3- 2 Tendencia de la Automatización Industrial.

3.4 MODELO DE COMUNICACIÓN DE ACCESO A LA RED.

El acceso a una red se puede realizar mediante el modelo Cliente/Servidor (FIGURA 3-3) o por Productor/Consumidor (FIGURA 3-4).

3.4.1 MODELO CLIENTE/SERVIDOR (ORIGEN/DESTINO).

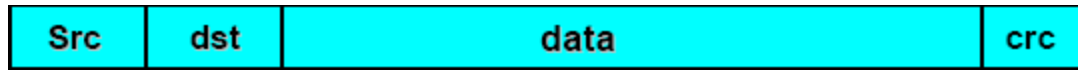


FIGURA 3- 3 Modelo Cliente/Servidor.

El nodo Originador envía los datos individualmente a cada nodo *Destinatario*. Para enviar la misma información varias veces a diferentes destinos hay que enviar el paquete de datos cada vez. La sincronización entre los nodos es compleja ya que los datos llegan a cada nodo en instantes diferentes.

- Por ejemplo, si se quiere comunicar la fecha y la hora actual en una sala con 20 personas mediante el modelo Origen/Destino:
- Una persona (Originador) informa a cada persona individualmente (Destinatarios) en la sala, de la fecha y la hora actual.
- Algunas personas pueden estar predispuestas a escuchar, otras pueden ignorar el mensaje.
- El tiempo transcurre mientras el *Originador* comunica los datos uno a uno.
- Los datos comunicados habrán perdido validez (precisión) después de completada la transferencia a la primera persona, los datos estarán obsoletos.

- Serán necesarios reajustes por parte del *Originador* ó por parte de cada *Destinatario* para conseguir la sincronización entre las 20 personas.
- Los tiempos de entrega variarán en función del número de personas en la sala.

3.4.2 MODELO PRODUCTOR/CONSUMIDOR (MULTICAST).



FIGURA 3- 4 Modelo Productor/Consumidor

El modelo productor/consumidor, este modelo pone la información accesible a todos los componentes de la red simultáneamente. Esto provoca que múltiples nodos puedan consumir información simultáneamente y que la sincronización de nodos sea fácil.

Siguiendo con el ejemplo anterior para comunicar la fecha y hora actual a una sala con 20 personas mediante el modelo Productor/Consumidor:

- Una persona establece (Produce) la fecha y hora (Datos) una sola vez.

- Las 20 personas oyen los datos simultáneamente, algunas personas pueden escoger escuchar (Consumir) los datos y otras pueden escoger ignorar (no consumir) los datos.
- Muy eficiente, datos producidos una sola vez, no son necesarios los reajustes de los datos ni por parte del productor ni de los consumidores.
- Altamente determinístico, el tiempo de entrega se mantendrá constante aun cuando entrasen en la sala 30 personas más, o saliesen 5.

3.5 MODOS DE TRABAJO.

3.5.1 MULTIMAESTRO:

Más de un maestro en el mismo sistema, cada maestro tiene su grupo de esclavos. Los dispositivos esclavos únicamente intercambian información con sus maestros (FIGURA 3-5).

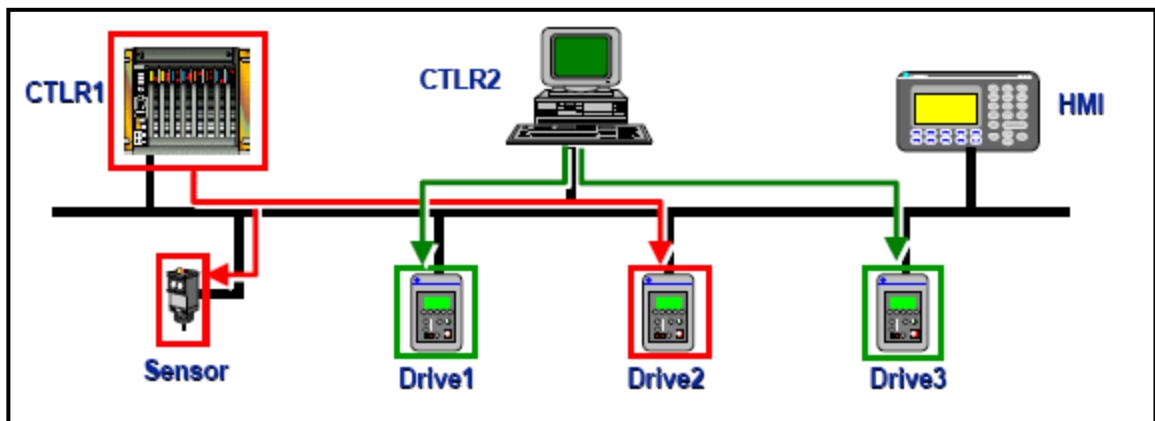


FIGURA 3- 5 Modo Multimaestro.

3.5.2 MAESTRO/ESCLAVO:

Un maestro, múltiples esclavos. Los dispositivos esclavos únicamente intercambian información con el dispositivo maestro (FIGURA 3-6).

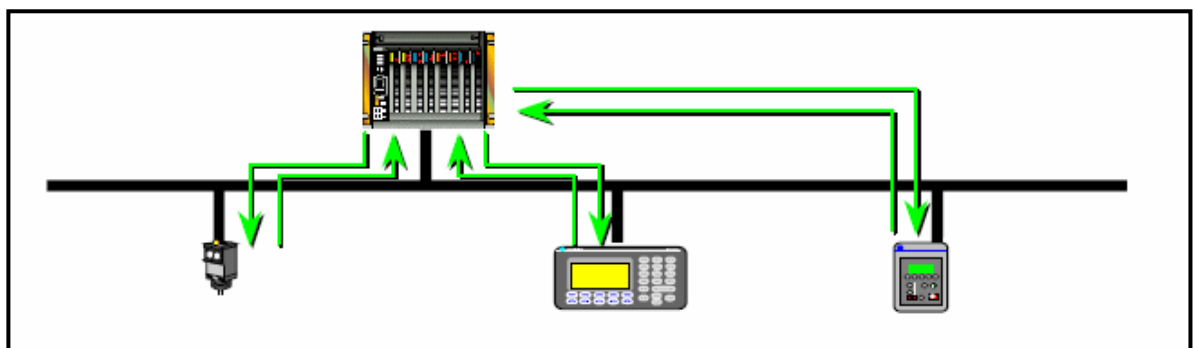


FIGURA 3- 6 Modo Maestro/Esclavo

Cuando se habla de conexiones Maestro/Esclavo se está haciendo referencia a aquel conjunto de conexiones, donde los nodos que intervienen no son libres para escoger el tipo de conexión, simplemente quiere decir que la conexión está predefinida.

El modelo Maestro/Esclavo permite trabajar con los siguientes modelos:

- Modo Poll: Cuando el dispositivo recibe información (normalmente las salidas), responde inmediatamente enviando su información (normalmente las entradas).

Envío de un mensaje Poll: el mensaje se dirige hacia un dispositivo esclavo únicamente, el dispositivo master debe transmitir para cada uno de los dispositivos esclavos.

Respuesta de un mensaje Poll: El dispositivo esclavo enviará los datos de entrada.

- Modo Strobe (FIGURA 3-7): En un mismo ciclo se envía/recibe todos los datos de Entrada/Salida de todos los dispositivos de la red.

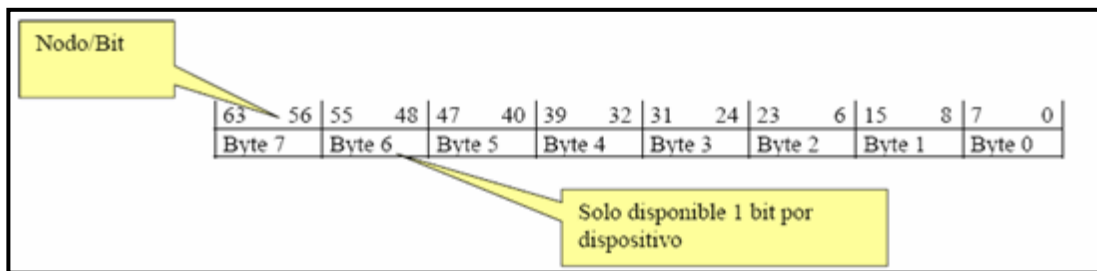


FIGURA 3- 7 Formato de transmisión Strobe

Importante: En Strobe, los mensajes son enviados con el inicio de un ciclo de scan, mientras que en poll no es necesario.

Cambio de estado: Los dispositivos producen información únicamente cuando cambia su estado (FIGURA3-8).

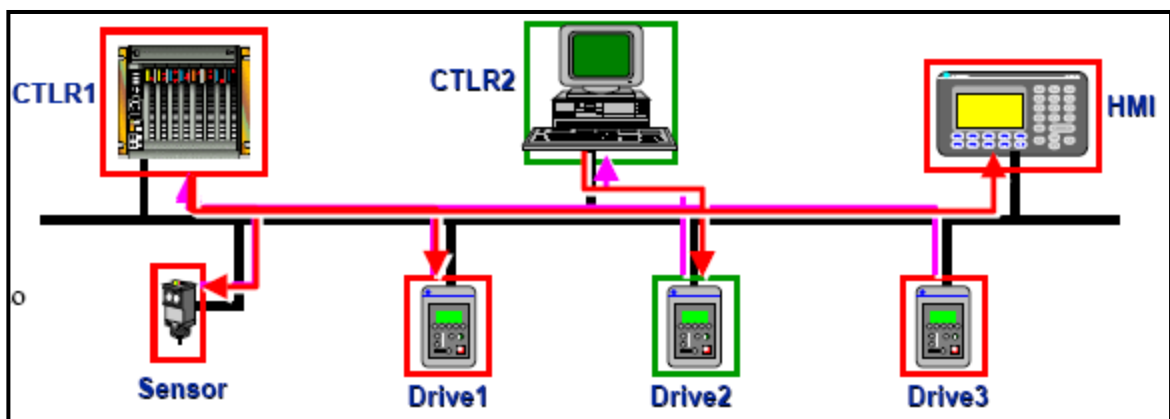


FIGURA 3- 8 Modo Change of State

El método de trabajo es eficiente porque reduce considerablemente el tráfico en la red, los dispositivos no desperdician recursos procesando información antigua.

Cíclico: Los dispositivos producen información a frecuencia determinada por el usuario (FIGURA 3-9). La producción cíclica es eficiente porque la información se actualiza a la frecuencia apropiada para dispositivo y aplicación.

Se reserva ancho de banda para dispositivos con cambios muy rápidos y la información muestreada a intervalos fijos proporciona un mejor determinismo.

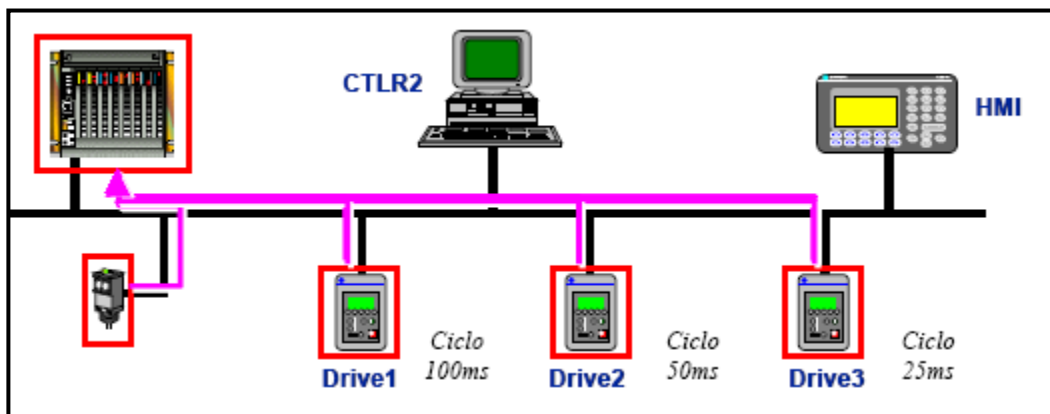


FIGURA 3- 9 Modo Cyclic.

- Peer-to-Peer (entre iguales): Los dispositivos se tratan como iguales, libres de intercambiar información con cualquier dispositivo cuando lo necesiten (FIGURA 3-10). Mayoritariamente utilizada con la mensajería explícita.

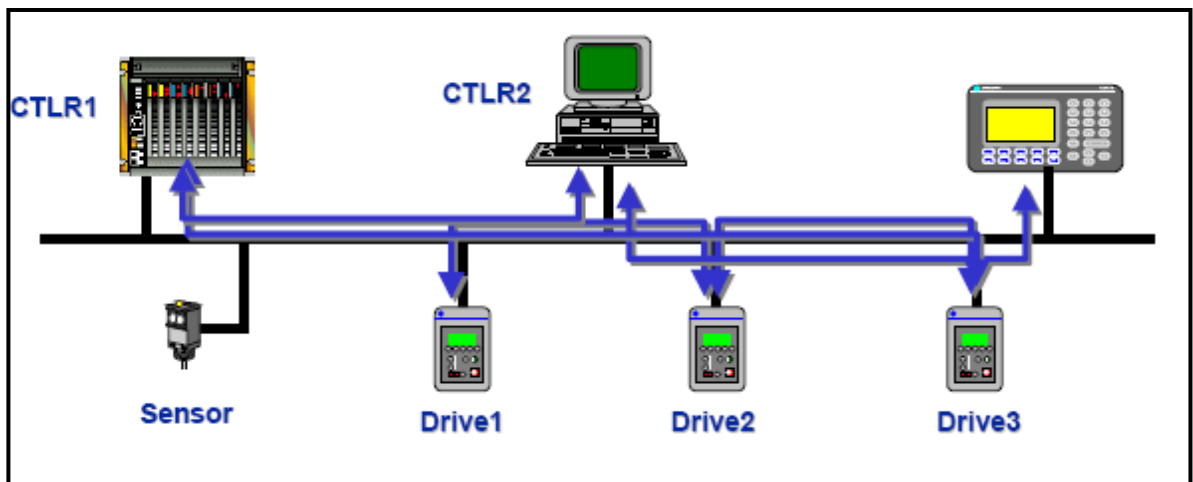


FIGURA 3- 10 Modo Peer -to- Peer

3.6 MODELO OSI ESTÁNDAR DE REFERENCIA PARA COMUNICACIONES DE DATOS.

A continuación, en la FIGURA 3-11, se muestra un esquema de todas las capas de modelo OSI

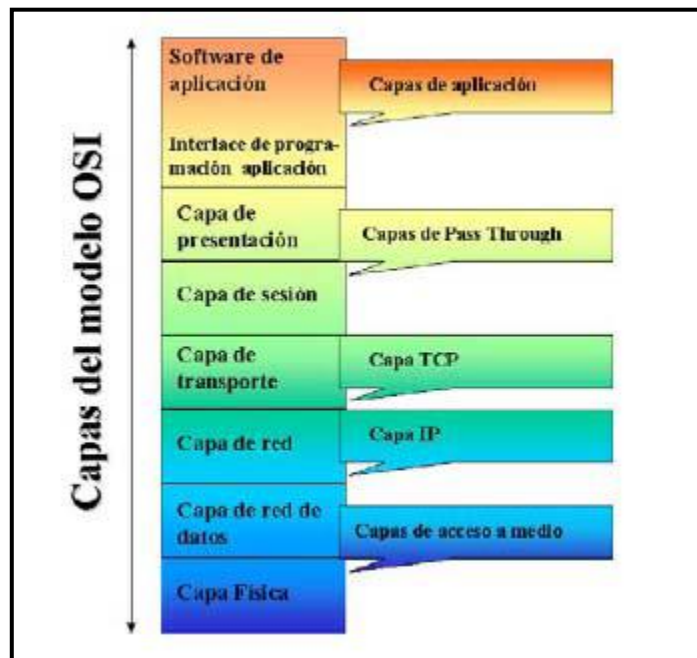


FIGURA 3- 11 Capas de modelo OSI

3.6.1 CAPA FÍSICA.

Se encarga del transporte de los bits de un extremo al otro del medio de comunicación.

- Debe asegurarse de que cuando un extremo envía un “0” el otro extremo distante reciba efectivamente un “0”.
- Se especifican cosas tales como:
- Medio de transmisión
- Voltajes o potencias
- Codificación

3.6.2 CAPA DE ENLACE

Se encarga de brindar una comunicación adecuada entre los extremos de un canal de comunicación

Principales funciones

- Armado y separación en tramas
- Detección de errores
- Control de flujo
- Adecuación para acceso al medio

3.6.3 CAPA DE RED.

Se encarga que la información llegue a destino

Para esto puede ser necesario pasar por varias máquinas intermedias.

Se clasifican en:

- Orientadas a conexión: la capa de red establece circuitos virtuales en el proceso de conexión.
- No orientada a conexión: los paquetes enviados se llaman normalmente “datagramas”.

3.6.4 CAPA DE TRANSPORTE.

Su función principales proporcionar un transporte de datos confiable y económico de la máquina de origen a la máquina de destino, independientemente de la red o redes físicas en uso.

Es la primera capa en la que los correspondientes son directamente los extremos

Debe corregir o simular las limitaciones, defectos y problemas de la capa de red.

Se clasifican en:

- Orientadas a conexión (TCP): proporciona flujos de información seguros y confiables
- No orientados a conexión (UDP): muy sencillo (básicamente el paquete más un encabezado), y no seguro.

3.6.5 CAPA DE SESIÓN.

Recibe el servicio virtual de mensajes extremo a extremo de la capa de transporte. Se encarga de la gestión de directorios, los derechos de acceso, las funciones de registros, etc.

3.6.6 CAPA DE PRESENTACIÓN

Realiza la conversión del código de caracteres, la encriptación, compresión de datos, etc.

3.6.6 CAPA DE APLICACIÓN.

Es donde se encuentran las aplicaciones de los usuarios. Las capas por debajo de la aplicación existen únicamente para brindar un transporte confiable a las aplicaciones residentes en la capa de aplicación.

En la capa de aplicación se implementan los temas de seguridad, presentación de la información y cualquier aplicación útil para los usuarios (correo electrónico, world wide web, etc.)

3.7 CONEXIÓN A RED.

El Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet (TCP/IP) es un protocolo de capa de transporte (TCP) y un protocolo de capa de red (IP) generalmente usado para comunicarse al interior de las redes y entre redes. BOOTP es un protocolo de nivel bajo que proporciona información de configuración (tal como dirección IP) a otros nodos en una red TCP/IP. Para poder configurar un cliente BOOTP debe existir un servidor BOOTP en la red Ethernet. El servidor es una computadora (una computadora personal, sistema VAX, o UNIX)) con el software de servidor BOOTP instalado.

El Protocolo de Administración de Red Simple (SNMP) es estándar para la administración de redes dentro de entornos TCP/IP. Se ha implementado el agente SNMP en los procesadores Ethernet PLC-5 y el Gateway Ethernet. Esto permite que las aplicaciones del cliente monitoricen y manejen información de la red en computadoras principales y gateways. Los administradores de red ejecutan programas que usan SNMP para manejar sus redes.

3.7.1 COMPONENTES

El sistema básico Ethernet TCP/IP está formado por unidades de conexión de media (MAU), también llamadas transceivers, interfaces de unidades de conexión de media (AUI), también llamados cables de derivación de transceivers. La siguiente figura (FIGURA 3-12) muestra los componentes tradicionales de la red Ethernet y sus conexiones.

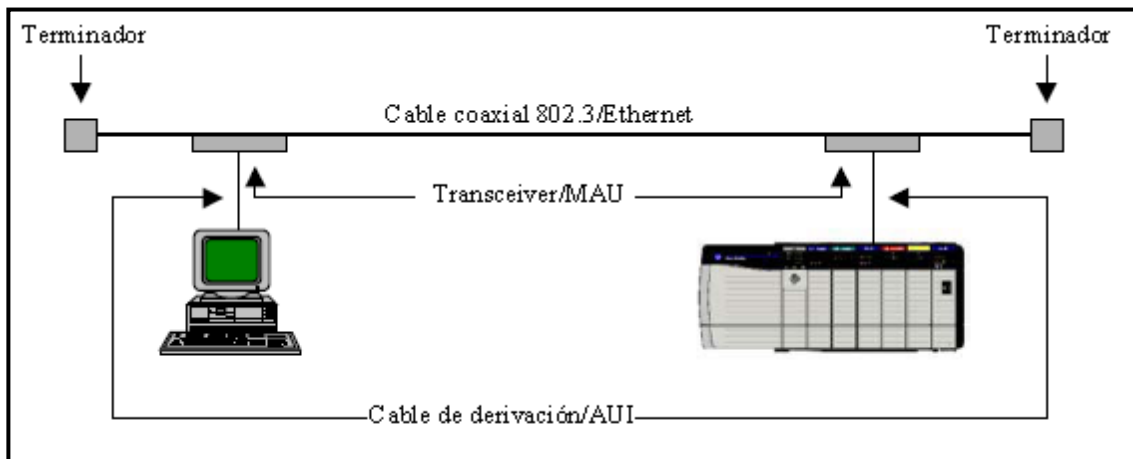


FIGURA 3- 12 Red Ethernet y sus conexiones

3.7.2 REDES DE CONTROL.

El nivel de control se encuentra dentro de las plantas, a diferencia con el nivel de información que tiene que enlazar las plantas de producción con las oficinas.

En el nivel de control las necesidades que se tienen que cubrir son:

- Tiempo de respuesta rápido.
- Conectividad de E/S, PCs, PLCs, etc.
- Determinismo.
- Repetibilidad.
- Enclavamiento entre procesadores.
- Diagnósticos.
- Tecnología Abierta.

Dentro del nivel de control hay básicamente tres tipos de redes:

Tabla N°2: Descripción redes DH+, RIO y ControlNet

RED	DESCRIPCIÓN
Data-Highway Plus	Permiten comunicaciones entre iguales (MSG), comunicaciones con ordenadores de gestión de planta, comunicaciones con ordenadores de mantenimiento, programación remota.
Remote I/O	Interlocks o enclavamiento entre iguales
ControlNet	Red de comunicaciones que integra la funcionalidad de las anteriores ofreciendo además unas elevadas prestaciones frente a ellas.

3.7.3 DATA-HIGHWAY.

Los sistemas DH y DH+ son redes de área local (LAN). Mediante estas redes se conectan controladores programables, ordenadores y otros dispositivos para que puedan comunicarse e intercambiar datos entre ellos.

3.7.4 COMUNICACIÓN EN DH.

Una red DH usa comunicación entre dispositivos semejantes a través de un esquema de paso del testigo llamado maestro flotante. El maestro controla el acceso a la red y puede iniciar mensajes en cualquier momento. Con este modo de operar, los nodos tienen la maestría temporal en base a su necesidad de enviar información. De esta forma, cada nodo tiene el mismo acceso para convertirse en el maestro.

A diferencia de una relación de maestro/esclavo, una relación de maestro flotante no requiere que el maestro actual llame a cada nodo para otorgar permiso para transmitir la información. El resultado es menos espacio por transacción y una red más eficiente. En el sistema DH, los módulos interfaces controlan el acceso a la red localmente. Esto significa que si un módulo tiene un fallo, los otros módulos continúan comunicándose en la red.

3.7.5 COMUNICACIÓN EN DH+.

La red DH+ usa el protocolo de paso del testigo para permitir que los nodos en la red transmitan mensajes por el cable. Con el protocolo de paso del testigo, sólo el nodo que posee el testigo puede transmitir mensajes. Un nodo es el maestro durante todo el tiempo que posee el testigo. Así es como rotan los nodos para tener la maestría de la red. Cuando un nodo ha enviado todos sus mensajes o usado todo su tiempo de mantención del testigo, pasa el testigo al nodo con la siguiente dirección más alta. El paso del testigo continúa de esta manera hasta que el testigo es pasado al nodo con la dirección más baja. Cuando el nodo con la dirección más baja ha terminado con el testigo, el ciclo vuelve a empezar.

3.7.6 COMPONENTES DE UNA RED DH.

Si se tiene una red DH, se ha de construir usando conectores de estación y cables de derivación. Si se tiene una red DH+, se tiene que usar conectores de estación y cables de derivación, o cadenas de margaritas para conectar los dispositivos a la red como se describe en la FIGURA 3-13.

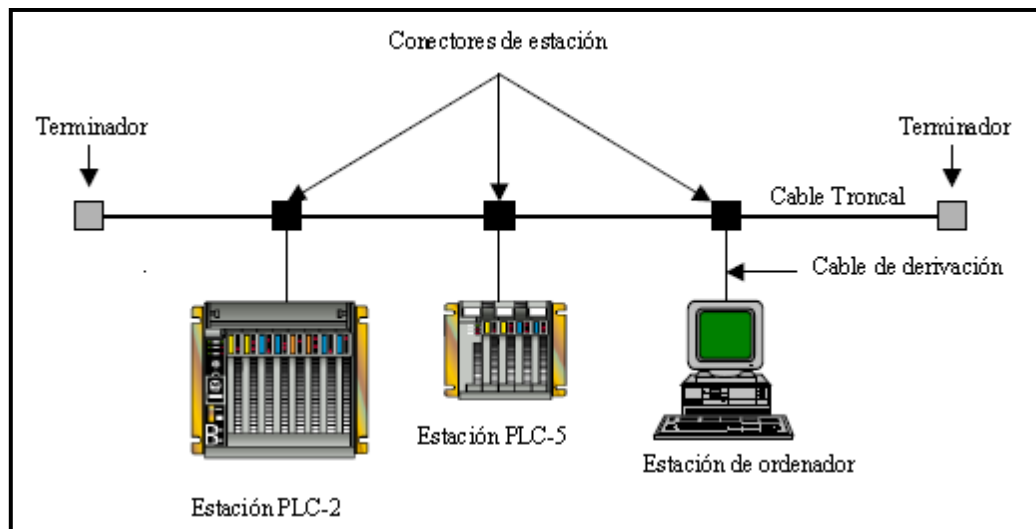


FIGURA 3- 13 Conexión de dispositivos DH+

Tabla N°3: Tipos de Cable utilizados en una red DH

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Cable Troncal	El cable troncal es el bus, o la parte central del sistema de cables de la red. La longitud del cable troncal depende de la ubicación de los nodos en su red, sin embargo, la longitud máxima para el cable troncal es 3050 metros.
Cable de derivación	Los cable de derivación conectan los nodos al cable de derivación depende de las necesidades específicas de la red, sin embargo, cada cable de derivación no debe tener más de 30.5 metros de largo. Si es posible, mantener los cables de derivación a una longitud mayor de 3.0 metros
Conectores de estación	Los conectores de estación conectan los cables de derivación al cable troncal y también unen a los segmentos del cable troncal. Una red DH o DH+ no puede tener más de 64 nodos. Cada conector de estación en el cable troncal cuenta como uno de esos nodos, aunque no haya un cable de derivación o dispositivo conectado a ese conector de estación.

3.8 INTRODUCCIÓN A LOS BUSES DE CAMPO

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus. El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos y mejorar la eficiencia. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico. De esta forma, cada nodo de la red puede

informar en caso de fallo del dispositivo asociado, y en general sobre cualquier anomalía asociada al dispositivo. Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias.

3.8.1 VENTAJAS DE LOS BUSES DE CAMPO.

La principal ventaja que ofrecen los buses de campo, y la que los hace más atractivos a los usuarios finales, es la reducción de costos. El ahorro proviene fundamentalmente de tres fuentes: ahorro en costo de instalación, ahorro en el costo de mantenimiento y ahorros derivados de la mejora del funcionamiento del sistema. Una de las principales características de los buses de campo es su significativa reducción en el cableado necesario para el control de una instalación.

Cada componente sólo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos. Se estima que puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado. En comparación con otros tipos de redes, dispone de herramientas de administración del bus que permiten la reducción del número de horas necesarias para la instalación y puesta en marcha.

El hecho de que los buses de campo sean más sencillos que otras redes de uso industrial como por ejemplo MAP, hace que las necesidades de mantenimiento de la red sean menores, de modo que la fiabilidad del sistema a largo plazo aumenta. Además, los buses de campo permiten a los operadores monitorizar todos los dispositivos que integran el sistema e interpretar fácilmente las interacciones entre ellos. De esta forma, la detección de las fuentes de problemas en la planta y su corrección resulta mucho más sencilla, reduciendo los costos de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta. Los buses de campo ofrecen mayor flexibilidad al usuario en el diseño del sistema.

Algunos algoritmos y procedimientos de control que con sistemas de comunicación tradicionales debían incluirse en los propios algoritmos de control, radican ahora en los propios dispositivos de campo, simplificando el sistema de control y sus posibles ampliaciones. También hay que tener en cuenta que las prestaciones del sistema mejoran con el uso de la tecnología de los buses de campo debido a la simplificación en la forma de obtener información de la planta desde los distintos sensores. Las mediciones de los distintos elementos de la red están disponibles para todos los demás dispositivos. La simplificación en la obtención de datos permitirá el diseño de sistemas de control más eficientes. Con la tecnología de los buses de campo, se permite la comunicación bidireccional entre los dispositivos de campo y los sistemas de control, pero también entre los propios dispositivos de campo.

Otra ventaja de los buses de campo es que sólo incluyen 3 capas (Física, Enlace y Aplicación), y un conjunto de servicios de administración. El usuario no tiene que preocuparse de las capas de enlace o de aplicación. Sólo necesita saber cuál es funcionalidad. Al usuario sólo se le exige tener un conocimiento mínimo de los servicios de administración de la red, ya que parte de la información generada por dichos servicios puede ser necesaria para la reparación de averías en el sistema. De hecho, prácticamente, el usuario sólo debe preocuparse de la capa física y la capa de usuario.

3.8.2 BUSES DE CAMPO EXISTENTES.

Debido a la falta de estándares, diferentes compañías han desarrollado diferentes soluciones, cada una de ellas con diferentes prestaciones y campos de aplicación. En una primera clasificación se tienen los siguientes grupos:

3.8.3 BUSES DE ALTA VELOCIDAD Y BAJA FUNCIONALIDAD.

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Básicamente comprenden las capas física y de enlace del modelo OSI, es decir, señales físicas y patrones de bits de las tramas.

Algunos ejemplos son:

- CAN: Diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.
- SDS: Bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN
- ASI: Bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

3.8.4 BUSES DE ALTA VELOCIDAD Y FUNCIONALIDAD MEDIA.

Se basan en el diseño de una capa de enlace para el envío eficiente de bloques de datos de tamaño medio. Estos mensajes permiten que el dispositivo tenga mayor funcionalidad de modo que permite incluir aspectos

como la configuración, calibración o programación del dispositivo. Son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Normalmente incluyen la especificación completa de la capa de aplicación, lo que significa que se dispone de funciones utilizables desde programas basados en PCs para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos (perfiles) que facilitan la interoperabilidad de dispositivos de distintos fabricantes. Algunos ejemplos son:

- DeviceNet: Desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.
- LONWorks: Red desarrollada por Echelon.
- InterBus-S: Bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

3.9 PROFIBUS

¿Qué es Profibus?

PROFIBUS es un bus de campo estándar que acoge un amplio rango de aplicaciones en fabricación, procesamiento y automatización. La independencia de los vendedores está garantizada por la norma EN 50170. Con PROFIBUS los componentes de distintos fabricantes pueden comunicarse sin necesidad de ajustes especiales de interfaces. PROFIBUS puede ser usado para

transmisión crítica en el tiempo de datos a alta velocidad y para tareas de comunicación extensas y complejas. Esta versatilidad viene dada por las tres versiones compatibles que componen la familia PROFIBUS, detalladas esquemáticamente en la FIGURA 3-14.

➤ **Profibus PA:**

- Diseñado para automatización de procesos.
- Permite la conexión de sensores y actuadores a una línea de bus común incluso en áreas especialmente protegidas.

➤ **Profibus DP:**

- Optimizado para alta velocidad.
- Conexiones sencillas y baratas.
- Diseñada especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/salidas distribuidas.

➤ **Profibus FMS:**

- Solución general para tareas de comunicación a nivel de célula.
- Gran rango de aplicaciones y flexibilidad.
- Posibilidad de uso en tareas de comunicaciones complejas y extensas.

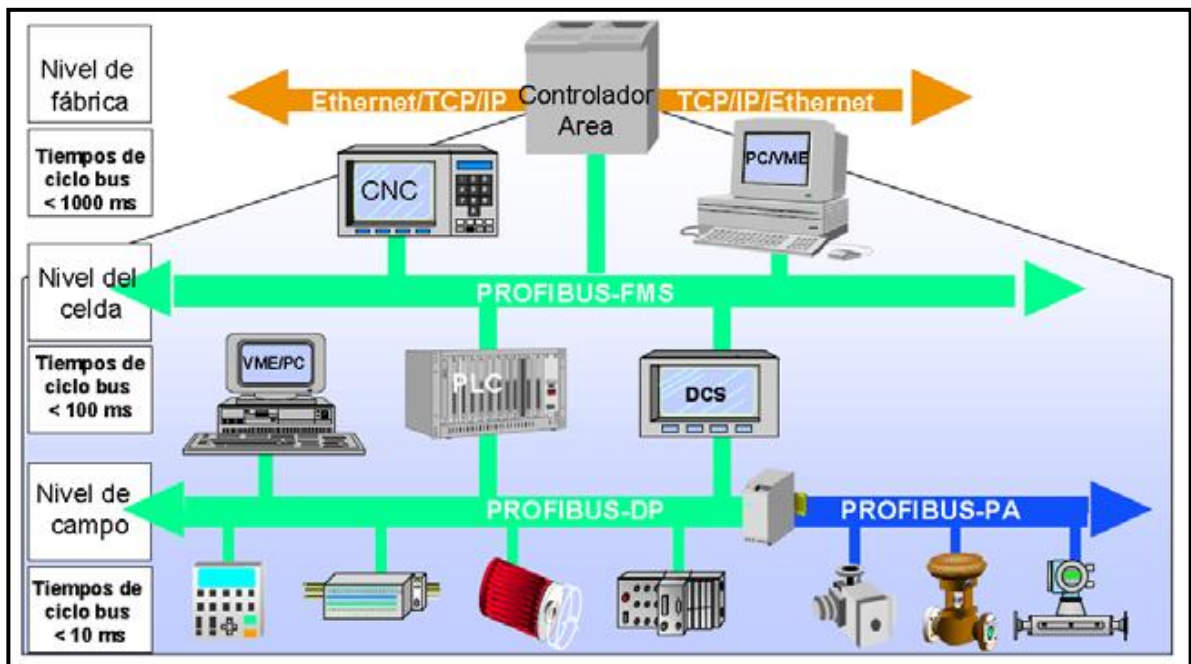


FIGURA 3- 14 Diagrama esquemático familia Profibus

3.9.1 VENTAJAS DE PROFIBUS.

- Reducción de costos

Reducción al mínimo del Total Cost of Ownership (costo total de propiedad) a través de la comunicación homogénea por bus de campo:

- Para todos los sectores de la industria de producción, la industria de procesos y la industria híbrida.
- En todos los ámbitos del proceso de producción.

- Cubriendo todo el ciclo de vida de la instalación.
 - Menores gastos de planificación y de ingeniería, así como gastos de puesta en marcha más reducidos en comparación con la transmisión convencional de señales a través de conexiones punto a punto en paralelo.
 - La conexión directa de dispositivos de proceso, especialmente en la zona exteriores, permite ahorrar en cableado y componentes mecánicos para la interconexión, la distribución, la alimentación y el montaje.
 - Sistema de seguridad integrado con comunicación de seguridad vía PROFIBUS como alternativa económica a los sistemas de seguridad separados.
 - Gestión eficiente de activos con previsión de vidas residuales y planificación del mantenimiento preventivo.
- Disponibilidad y rendimiento aumentados.
- Redundancia y amplio diagnóstico online
 - Parametrización central y mantenimiento proactivo con sistemas / herramientas de gestión eficientes sin necesidad de realizar una calibración regular de los dispositivos de campo
 - Comunicación rápida y segura, así como precisión de medición elevada

- Protección de personas y máquinas.
 - Integración continuada de la comunicación de seguridad con PROFIsafe en lugar de un bus de seguridad separado
 - Alto contenido informativo y comunicación bidireccional para funciones avanzadas de diagnóstico para la detección y la eliminación más rápida y precisa de fallos
-
- Instalación sencilla.
 - Los dispositivos con certificación FISCO permiten la conexión "Plug and Play" en la zona Exterior, no es necesario realizar cálculos complicados para determinar la seguridad intrínseca.

3.9.2 ESTRUCTURA DE RED.

- Medio físico.

La tecnología de transmisión más usada es la RS 485, conocida habitualmente como H2. Su área de aplicación comprende aquellas aplicaciones donde prima su simplicidad, la velocidad de transmisión y lo barato de la instalación. Se usa un par diferencial con cable trenzado, previsto para comunicación semi-duplex, aunque también puede

implementarse con fibra óptica y enlaces con estaciones remotas vía módem o vía radio. La velocidad de transmisión varía entre 9.6Kbits/s y 12Mbits/s, dependiendo del medio físico.

3.9.3 ELEMENTOS DEL BUS.

El elemento esencial del bus es el nodo. PROFIBUS prevé la existencia de dos tipos de nodos:

- Activos: son nodos que pueden actuar como maestro del bus, tomando enteramente el control del bus.
- Pasivos: son nodos que únicamente pueden actuar como esclavos y, por tanto, no tienen capacidad para controlar el bus. Estos nodos pueden dialogar con los nodos activos mediante un simple mecanismo de pregunta-respuesta, pero no pueden dialogar directamente entre sí.

Aparte de estos dos tipos de nodos, existen otros dos bloques esenciales en la arquitectura del bus:

- Expansiones Entrada/Salida: este tipo de bloques constituyen la interfaz con las señales de proceso y pueden estar integrados tanto en un nodo activo como en un nodo pasivo.

- Repetidores: los repetidores ejecutan el papel de simples transceptores bidireccionales para regenerar la señal. Su diferencia esencial con los estudiados en el caso del BITBUS es que no se requieren señales de control (RTS+, RTS-) para conmutar el sentido de la línea de datos, ya que el sistema de codificación en PROFIBUS es del tipo NRZ (por niveles) y las velocidades son más bajas.

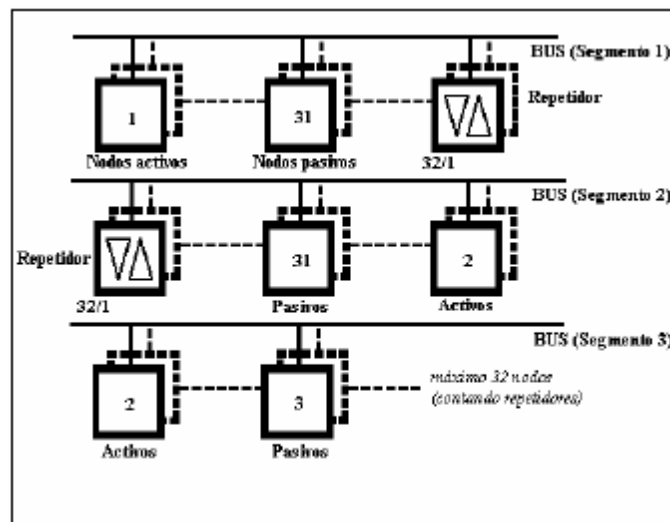


FIGURA 3- 15 Topología de bus lineal

En este caso, la estructura en árbol es puramente una impresión de dibujo, ya que, como se verá, el PROFIBUS admite una estructura lógica de maestro flotante y una estación activa, ejerciendo el papel de maestro, que puede

estar físicamente conectada a lo que se pudiera considerar una expansión del bus. Por tanto, incluso en caso de ramificaciones debe considerarse como un bus único.

El número máximo de nodos conectables a cada tramo del bus, sin necesidad de repetidores son 32. A efectos de esta limitación los propios repetidores cuentan como un nodo. El número máximo de nodos del bus es de 127, de los cuales un máximo de 32 pueden ser nodos activos.

No existe ninguna limitación en cuanto a poder configurar una estructura con buses anidados (un esclavo puede ser, a su vez, maestro de otro bus de nivel inferior), aunque deben considerarse como buses independientes, dado que el protocolo no permite direccionar desde arriba las estaciones de niveles inferiores.

3.9.4 CARACTERÍSTICAS Y NORMAS GENERALES

➤ Clasificación y características

En la industria de procesos la transmisión convencional de señales entre los sensores/actuadores instalados en el campo y los módulos de Entrada/Salida del sistema de control se realiza mediante conexiones de cable de cobre punto a punto en paralelo. Por regla general las señales analógicas se transmiten con un nivel de 4 a 20 mA.

En contraposición, los sistemas de bus de campo como PROFIBUS permiten establecer la comunicación entre el sistema de automatización (controlador) y los dispositivos instalados en campo a través de un único cable con comunicación serie. Esta comunicación se caracteriza por regla general por la transferencia cíclica de datos de proceso y la transmisión acíclica de alarmas, parámetros y datos de diagnóstico. La reducción de gastos en cuanto al cableado y al hardware de Entrada/Salida representa un potencial enorme de ahorro. La transmisión digital de datos ofrece un contenido informativo considerablemente mayor que redundante en ventajas significativas de costos tanto en el servicio como en el mantenimiento de las plantas:

- Comunicación direccional (especificación de consignas y respuesta de la posición actual de una válvula)
- Información amplia de diagnóstico para la gestión de activos
- Alta precisión (resolución de 32 bits)

El PROFIBUS presenta una estructura simple, robusta y fiable, puede ampliarse online y es aplicable tanto en entornos no críticos como en zonas con atmósferas explosivas.

Además de estas propiedades, para la automatización del proceso son importantes las siguientes funciones PROFIBUS:

- Integración de dispositivos HART ya instalados
- Redundancia
- Comunicación de seguridad con PROFIsafe

- Sincronización horaria
- Etiquetado con fecha/hora

El PROFIBUS es un bus de campo abierto y universal que permite:

La comunicación rápida con los dispositivos periféricos descentralizados inteligentes

- (PROFIBUS con física DP)
- La comunicación y alimentación simultánea de transmisores y actuadores (PROFIBUS PA)

Gracias a su concepción modular con tecnologías de transmisión complementarias, un protocolo de comunicación unificado y múltiples perfiles de aplicación (por ejemplo: PA Devices, PROFIsafe, PROFIdrive, E/S remotas para PA, sistemas de identificación o dosificación/pesaje), PROFIBUS es el único bus de campo que puede aplicarse tanto en la industria manufacturera como en la industria de procesos.

Hay dos métodos de acceso a la red, según si se quiere acceder a estaciones activas (método de paso de testigo), o a estaciones pasivas (método maestro-esclavo).

3.9.5 PASO DE TESTIGO (TOKEN BUS).

Las estaciones activas del bus conectadas a PROFIBUS constituyen un anillo lógico de paso de testigo en orden numérico ascendente según su dirección de PROFIBUS (FIGURA 3-16). Este orden lógico es independiente de la disposición física de las estaciones. Por anillo paso de testigo se entiende una organización de estaciones (maestros) en la que se pasa un testigo siempre de una estación a la próxima.

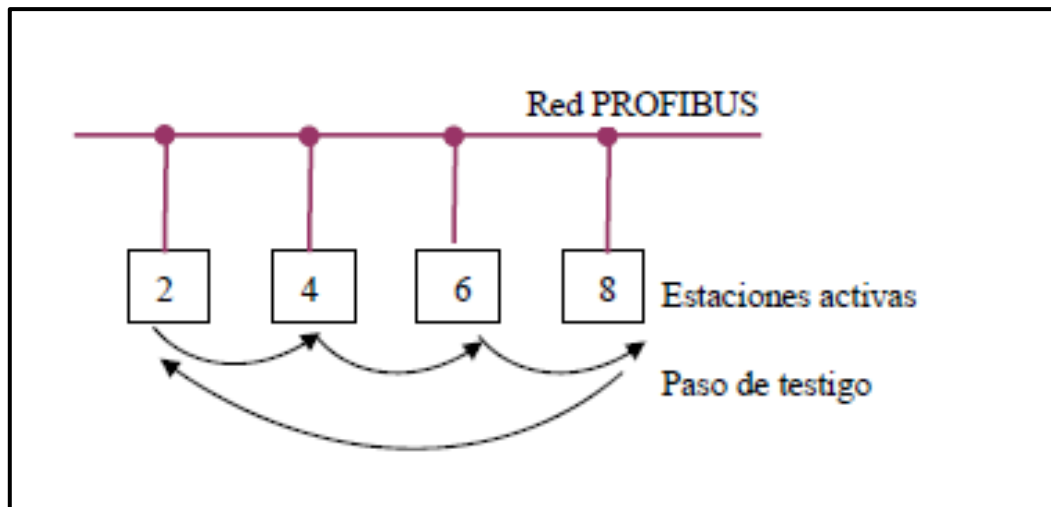


FIGURA 3- 16 Sistema de transmisión de datos Token Bus

3.9.6 MAESTRO-ESCLAVO.

Si un anillo lógico consta de una sola estación activa y en el bus hay varias estaciones pasivas, esto es un sistema Maestro-Esclavo.

El método maestro-esclavo permite al maestro (estación activa) que posee entonces el derecho de emisión (tiene el testigo) tener acceso a los esclavos (estaciones pasivas) que tiene asignados, como se muestra en la Figura 3-17.

Entonces, el maestro tiene la posibilidad de enviar mensajes a los esclavos o de recibir los procedentes de éstos. La configuración de PROFIBUS-DP estándar se basa en este método de acceso al bus. Una estación activa (maestro DP) intercambia datos de forma cíclica con las estaciones pasivas (esclavos DP).

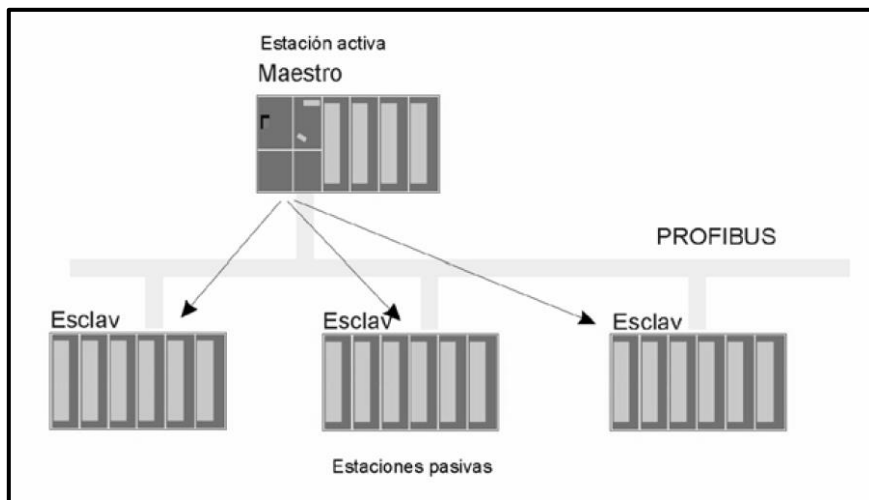


FIGURA 3- 17 Sistema de transmisión de datos Maestro/Esclavo

3.9.7 PROTOCOLO.

PROFIBUS especifica las características técnicas y funcionales de un sistema de buses de campo serie con el cual controladores digitales descentralizados pueden trabajar juntos en red desde el nivel de campo hasta el nivel de célula. Esto lo hace distinguiendo entre elementos Maestro y elementos Esclavo.

Los dispositivos Maestro determinan la comunicación de datos en el bus. Un Maestro puede enviar mensajes sin una petición externa cuando mantiene el derecho de acceso al bus (llamado de forma común “testigo”).

Los dispositivos Esclavo son dispositivos periféricos. Algunos de ellos son las entradas y salidas, las válvulas y los transmisores de medida. No tienen derecho de acceso al bus y sólo pueden reconocer mensajes recibidos o enviar mensajes al Maestro cuando este se lo ordena (por lo que se les llama estaciones pasivas). Su implementación es especialmente económica ya que sólo requieren una pequeña parte del bus.

3.9.8 ARQUITECTURA PROTOCOLAR.

PROFIBUS está basado en normas internacionalmente reconocidas. La arquitectura protocolar está orientada al sistema OSI (Open System Interconnection), modelo de referencia de acuerdo con la norma internacional ISO 7498. En este modelo cada capa de la transmisión realiza tareas definidas de forma precisa descrita en la siguiente Figura 3-18.

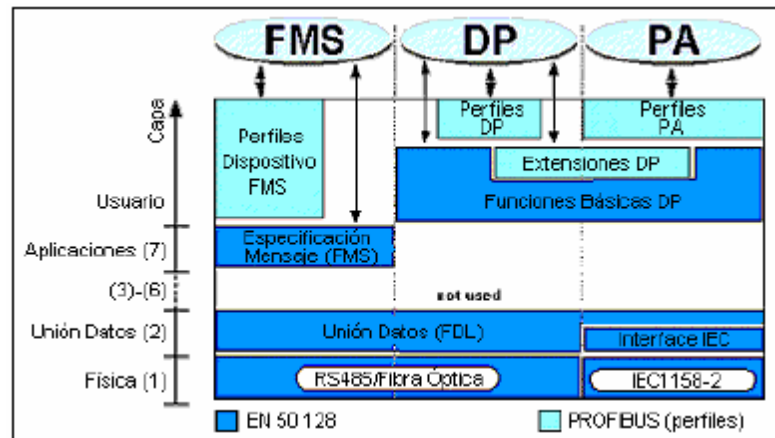


FIGURA 3- 18 Modelo de capas de transmisión Profibus

- La *Capa 1 o Capa física* define las características de la transmisión.
- La *Capa 2 o Capa de Enlace (FDL – Fieldbus Data Link)* define el protocolo de acceso al bus y se encarga de establecer el orden de circulación del testigo una vez inicializado el bus, adjudicando el testigo en el arranque, en caso de pérdida del mismo, o en caso de adición o eliminación de estaciones activas.
- La *Capa 7 o Capa de aplicación* define las funciones de aplicación.

3.9.9 PROFIBUS DP:

- Usa las capas 1 y 2 y el interfaz de usuario, mientras que no define de las capas 3 a 7.
- Asegura una transmisión de datos rápida y eficiente.
- El *DDL*M (*Direct Data Link Mapper*) proporciona al interfaz de usuario un fácil acceso a la capa 2.
- Las funciones de aplicación disponibles por el usuario así como el comportamiento del sistema se especifican en el interfaz de usuario.
- Se permite una comunicación RS-485 o por fibra óptica.

3.9.10 PROFIBUS FMS:

Define las capas 1, 2 y 7.

- La capa de aplicación está formada por las subcapas *FMS* (*Fieldbus Message Specification*) y *LLI* (*Lower Layer Interface*).
- FMS contiene el protocolo de aplicación y proporciona al usuario una amplia selección de potentes servicios de comunicación.
- LLI implementa varias relaciones de comunicación y proporciona a FMS un acceso independiente a la capa 2.

- La capa 2 (capa de unión de datos) ofrece el control de acceso al bus y garantiza la seguridad de los datos.

3.9.11 PROFIBUS PA:

- Utiliza el protocolo DP extendido para la transmisión de datos.
- Usa un indicador que define el comportamiento de los dispositivos de campo.
- La tecnología de transmisión permite un alto grado de seguridad y deja que los elementos de campo sean conectados al bus.
- Pueden ser integrados de una forma fácil en redes de trabajo PROFIBUS DP.

Nota:

PROFIBUS DP y PROFIBUS FMS utilizan la misma tecnología de transmisión y un protocolo de acceso al bus uniforme. Por tanto, ambos pueden operar simultáneamente en un mismo cable.

El protocolo PROFIBUS establece las reglas de comunicación desde el nivel de enlace hasta el nivel de aplicación. En una estructura de bus basada sólo en tres niveles (1, 2 y 7 del modelo OSI, como se muestra en la figura 3-9) y que desea integrar en redes de rango superior que utilizan el modelo OSI

completo, se precisa una adaptación entre los niveles 2 y 7. Esta adaptación se hace mediante la anteriormente citada subcapa LLI (subcapa del nivel 7), mediante el enlace con los servicios de los niveles inferiores mediante una interfaz de protocolo conocida como *FMA (Fieldbus Management)*

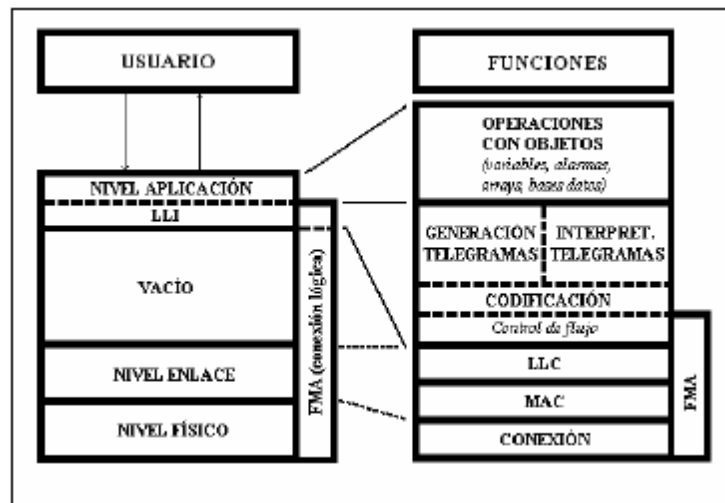


FIGURA 3- 19 Organización del protocolo basado en una estructura de 3 niveles

3.10 VERSIONES DE LA FAMILIA PROFIBUS.

PROFIBUS-PA.

PROFIBUS-PA es la solución PROFIBUS a los procesos de automatización. PA conecta los sistemas de automatización y los sistemas de control de procesos con los dispositivos de campo, como son los transmisores de presión, temperatura y nivel. PA puede ser usado como sustituto para la tecnología analógica de 4 a 20 mA. Los logros del PROFIBUS-PA producen un ahorro del 40% en proyecto, cableado y mantenimiento, y ofrece un incremento significativo en funcionalidad y seguridad.

Cuando se usa el método convencional de cableado (Figura 3-20), cada línea individual de señal debe estar conectada al módulo I/O del sistema de control del proceso. Para cada aparato se requiere una fuente de energía distinta.

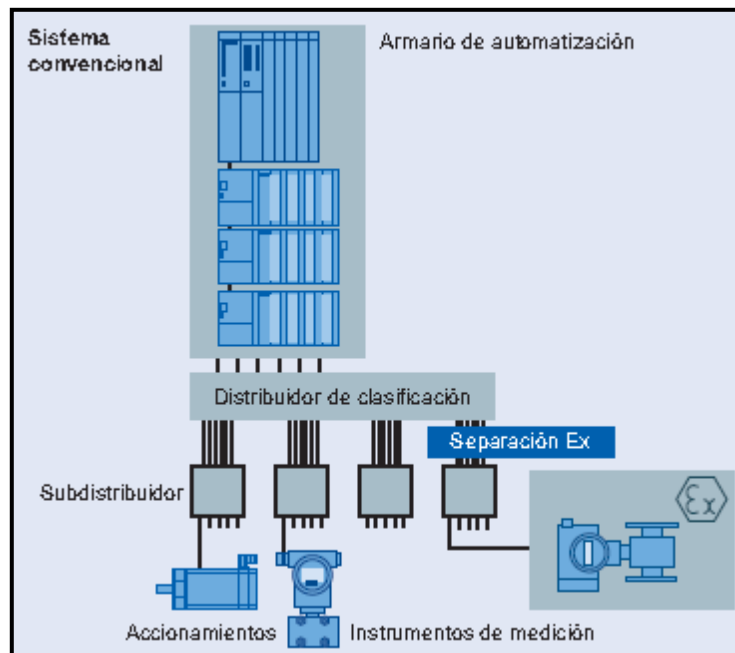


FIGURA 3- 20 Sistema Convencional de control de proceso

Como contraste, cuando se usa PROFIBUS-PA, sólo se necesita una línea de dos cables para transmitir toda la información y la energía a los dispositivos de campo (Fig. N°39). Esto no solo produce ahorro en el cableado, sino que reduce el número de módulos I/O requeridos en los sistemas de control de procesos.

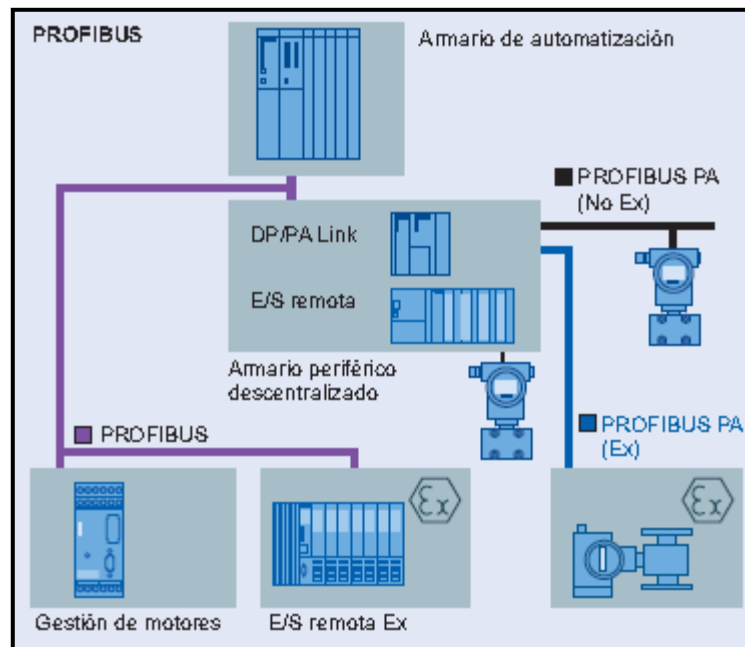


FIGURA 3- 21 Sistema Profibus PA

PROFIBUS-PA permite medir, controlar y regular mediante una línea simple de dos cables. También permite la alimentación de los dispositivos de campo incluso en áreas intrínsecas de seguridad. Permite el mantenimiento y la conexión/desconexión de los aparatos durante la operación sin afectar a otras estaciones, incluso en áreas potenciales de explosión. PROFIBUS-PA ha desarrollado los requisitos especiales de esta área de aplicación en estrecha cooperación con los usuarios en el proceso industrial (NAMUR):

- Perfiles de aplicación únicos para el proceso de automatización y la capacidad de cambio de los dispositivos de campo para diferentes proveedores.
- La adición o sustracción de estaciones del bus incluso en áreas intrínsecas de seguridad sin influencia en otras estaciones.
- Comunicación transparente por medio de parejas de segmentos entre los segmentos del PROFIBUS-PA en procesos de automatización de la fabricación.
- Alimentación a distancia y transmisión de datos a lo largo de los mismos dos cables basándose en la tecnología IEC 1158-2.
- Uso en áreas potenciales de explosión con protección a explosión tipo “intrínseca de seguridad” o “no intrínseca de seguridad”.

3.10.1 PROFIBUS DP.

PROFIBUS-DP está diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo Figura 3-22. Los controladores centrales (PLCs/PCs) se comunican con los dispositivos de campo distribuidos por medio de un enlace serie de alta velocidad. La mayoría de las comunicaciones de datos con estos dispositivos periféricos es realizada de una forma cíclica según la

norma EN 50 170. Además de las funciones cíclicas, se requieren otras de tipo acíclico para dispositivos de campo inteligentes para permitir la configuración, diagnóstico y manejo de alarmas.

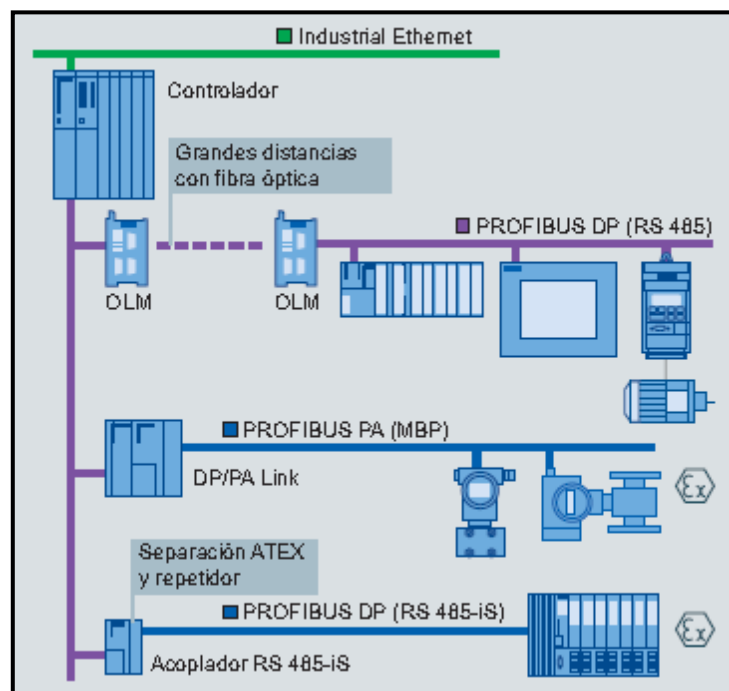


FIGURA 3- 22 Sistema Profibus PA

3.10.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE PROFIBUS DP.

El controlador central (maestro) lee de forma cíclica la información procedente de los esclavos y escribe la información de salida en los esclavos. El tiempo de ciclo del bus debe ser más pequeño que el tiempo de ciclo del programa del PLC central (para la mayoría de aplicaciones es de 10 mseg.). Además PROFIBUS DP proporciona funciones poderosas para diagnósticos y configuración en las transmisiones de datos de usuario cíclicas. La comunicación de datos es monitorizada mediante la monitorización de las funciones tanto en el maestro como en el esclavo.

➤ Tecnología de transmisión

- RS-485, par trenzado, dos líneas de cable o fibra óptica.
- Velocidad en baudios: de 9.6 Kbit/seg. a 12 Mbit/seg.

➤ Acceso al bus

- El procedimiento entre maestros se realiza mediante el paso del testigo y entre esclavos mediante la jerarquía maestro-esclavo.
- Posibilidad de sistemas monomaestro y multimaestro.
- Máximo de 126 estaciones en un bus (entre maestros y esclavos).

➤ **Comunicación**

- Peer to peer (transmisión de datos de usuario) o Multicast (comandos de control).
- Transmisión cíclica de datos entre maestro-esclavo y transmisión acíclica entre maestros.

➤ **Modos de operación**

- Opera en: Transmisión cíclica de datos de entrada y salida.
- Clear: Se leen las entradas manteniendo las salidas en estado de seguridad.
- Stop: Sólo se permite la transmisión de datos entre maestros.

➤ **Velocidad**

- Se necesita sólo 1 mseg. para transmitir 512 bits de datos de entrada y 512 bits de datos de salida distribuidos en 32 estaciones a una velocidad de 12 Mbit/seg.

➤ **Sincronización**

- Los comandos de control permiten la sincronización de entradas y salidas.
- Modo Sync: Sincroniza salidas.

- Modo Freeze: Sincroniza entradas.

➤ **Funcionalidad**

- Transmisión de datos de usuario cíclica entre el maestro y el(los) esclavo(s).
- Activación o desactivación dinámica de DP esclavos de forma individual.
- Chequeo de la configuración del DP esclavo.
- Poderosas funciones de diagnóstico, con 3 niveles jerárquicos de mensajes.
- Sincronización de las entradas y/o salidas.
- Asignación de direcciones sobre el bus de los DP esclavos.
- Configuración del DP maestro (clase 1) sobre el bus.
- Máximo de 244 bytes de entradas y salidas de datos por DP esclavo.

➤ **Funciones de diagnóstico**

- Permiten una rápida localización de los errores.
- Los mensajes de diagnóstico se transmiten por el bus y se recogen en el maestro, dividiéndose en tres niveles jerarquizados de menor a mayor especialización: relativos a *estaciones* (se refieren al estado general del dispositivo), relativos a módulos (se refieren a

errores en rangos específicos de entrada/salida) y relativos a *canales* (se refieren a errores en bits individuales de entrada/salida).

➤ **Funciones de seguridad y protección**

- Todos los mensajes se transmiten con una distancia Hamming $HD=4$
- Temporizador guardián en DP esclavo.
- Protección de acceso para las entradas/salidas de los DP esclavos.
- Monitorización de los datos de usuario con un temporizador configurable en el maestro.

➤ **Tipos de dispositivos**

- DP maestro clase 2(DPM2): dispositivos de diagnóstico/programación/configuración.
- DP maestro clase 1(DPM1): controladores programables centrales como PLCs y PCs.
- DP esclavo: dispositivos con entradas/salidas binarias o analógicas, esclavos, etc.

CAPITULO N°4
DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

4.1. PROCESO VINCULADO AL TRABAJO DE TITULO.

La problemática planteada en Planta Desmineralizadora Línea 1, se ira abordando los temas por etapa, donde en inicio se pretende de buena forma aprovechar los elementos de terreno involucrados en esta área tanto eléctricos como de instrumentación, de tal forma de integrarlos a un nuevo PLC de la familia Control Logix 5000.

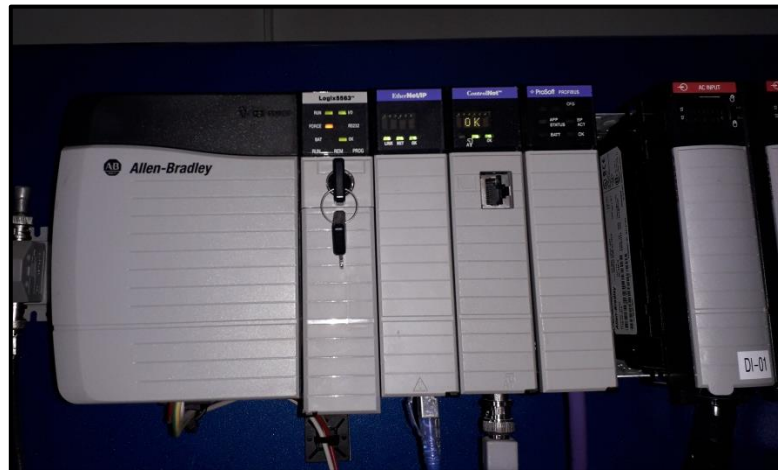


FIGURA 4- 1 Controlador lógico programable Controllogix 5000.

Este nuevo PLC a integrar será de la familia Allen Bradley de procesador 5561 el cual cumple con las características técnicas que se requieren para el proceso.

Este nuevo PLC (Control Logix 5000) quedara inserto en Sala rack del área de Caldera Recuperadora Línea 1 lado Planta desmineralizadora, donde este nuevo equipo considera además todos los atributos de la conectividad Ethernet TCP/IP.

Además se incluirá adicional un equipo switch de prestaciones industriales, no siendo esto parte del PLC sino que un complemento, considerando lo importante que es poder aprovechar este protocolo Ethernet específicamente en lo que respecta a la conectividad con el resto de los equipos que serán involucrados en un comienzo y a futuro.

Para lo anterior se considera un switch Ethernet administrado industrial de la marca Prolink.

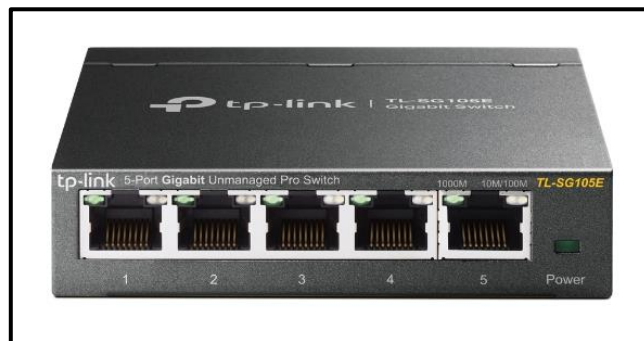


FIGURA 4- 2 Switch Ethernet

De lo anterior, el siguiente elemento a agregar en esta conectividad es un Gateway o puerta de enlace, es el dispositivo que actúa de interfaz de conexión entre aparatos o dispositivos, y también posibilita compartir recursos entre dos o más dispositivos, en este caso sirven para establecer comunicación entre el nuevo PLC a instalar y el DCS, según la arquitectura de red Planta celulosa Arauco y Constitución S.A.



FIGURA 4- 3 Ethernet ip to profibus dp slave gateway

4.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.

La arquitectura general del sistema de control de Planta de agua desmineralizada se muestra en la figura. Consta de un controlador Allen Bradley Control Logix (nuevo) y una estación HMI localizada en sala de control. Además se dispone de una estación de Programación de PLC localizada en la sala de rack de Caldera Recuperadora Línea 1.

El Controlador Control Logix maneja el área de Planta de Desmineralizadora de Línea 1, las estaciones de control poseerán una interfaz HMI y registro histórico de datos, con capacidad de monitorear la línea de proceso.

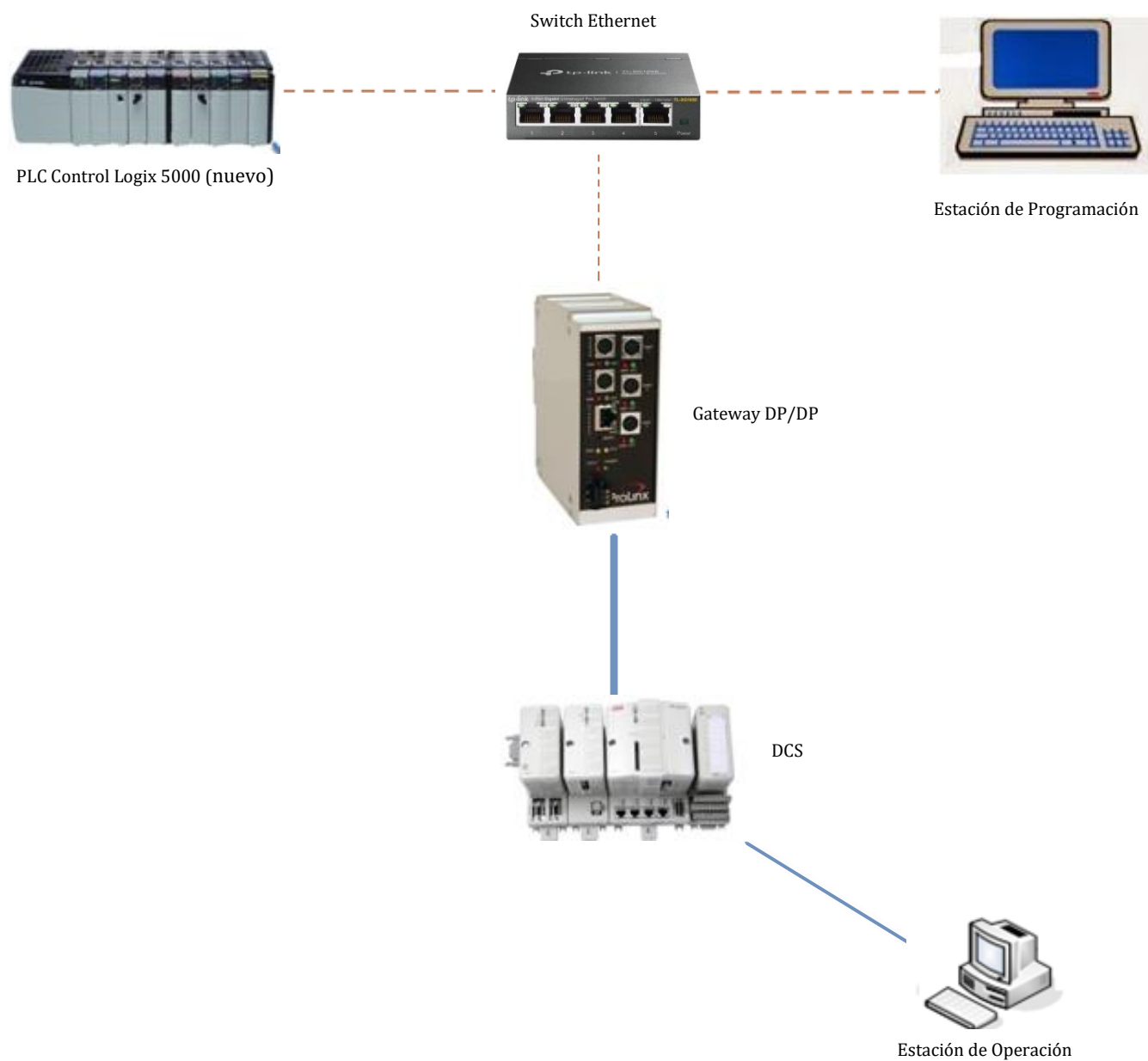


FIGURA 4- 4 Arquitectura de red planta desmineralizadora celulosa Arauco y Constitución S.A.

4.3 DESARROLLO FILOSOFIA DE CONTROL.

Antes de poder realizar la Lógica de Control, que en definitiva pasara a formar parte del código o programa inscrito dentro de la memoria de programa en el procesador del PLC, debemos desarrollar el concepto asociado a la Lógica escrita.

Esta Lógica, también llamada filosofía de control, apunta en detalle a todas las condiciones, eventos, tiempos, distancias, valores de algunas variables de medición, que sostendrá la Lógica de Control final para el desarrollo definitivo del programa.

La Lógica de Control que describiremos a continuación es el producto de un sistema que por años ha trabajado en modo manual, no permitiendo tener un sistema de control automático.

Para esta Lógica de Control que estableceremos en esta etapa de proceso el planteamiento estará basado en el siguiente esquema y sistema de Operación:

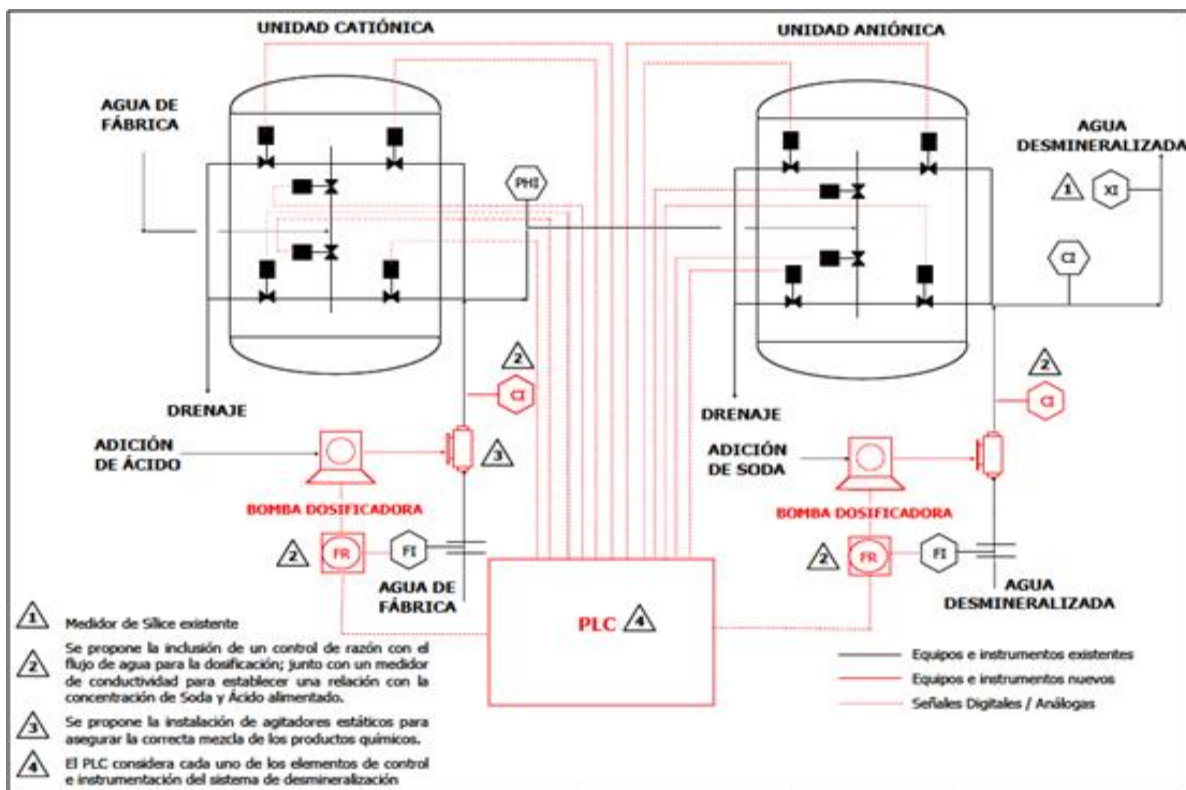


FIGURA 4- 5 Esquema vinculado a la lógica de control

4.4 SISTEMA DE OPERACIÓN UNIDADES.

La regeneración de las unidades aniónicas y catiónicas se efectúa cuando el agua se ha deteriorado más allá del límite de 0,01 ppm de sílice a la salida del anión. Antes de dejar fuera de servicio una unidad, Se le hace un enjuague por 10 minutos, a la unidad regenerada que entrará en

servicio,(abrir válvula N°1 y 2 del catión y válvulas 1 y 6 del Anión) y luego se pone en servicio la unidad (abrir válvula 1 y 2 catión 1 y 2 anión), dejando fuera de servicio la unidad desgastada.

4.3 REGENERACIÓN DE LA UNIDAD CATIÓICA.

- Retro lavado: Abrir las válvulas N° 3 y 4 de la unidad a regenerar y hacer circular el agua a la unidad en forma ascendente durante 1 hora, o cuando deje de salir agua con lodo a drenaje , el flujo de agua que pasa por la unidad debe ser aproximadamente de 40 m³, para soltar el lodo de la resina.-
- Inyección ácida: Antes de inyectar el ácido se debe ventear la unidad, para que no se canalice la resina. Cerrar las válvulas N° 3 y 4 y abrir las válvulas N° 5 y 6 , ajustar la válvula manual de drenaje después de la válvula N°6, para evitar que succione aire al muestrear la solución de ácido inyectar a la unidad y Controlar una solución de ácido sulfúrico con 0,7°Be de densidad en forma descendente por el lecho de resina durante 20 minutos aproximadamente y después subir a 2,6°Be, hasta que se tenga en el drenaje 2,6 °Be Esta operación desprende todos los cationes de la resina y los reemplaza por iones de hidrógeno.

- Desplazamiento: Cortar la inyección de ácido y enjuagar la unidad lentamente por aproximadamente 30 minutos o hasta que a la salida de la unidad exista una concentración de 0°Be. Se usa la misma agua que uso para inyectar el ácido
- Enjuague: Cerrar la válvula N° 5, abrir la válvula N°1 y enjuagar lentamente la unidad con agua fábrica y con un flujo de 1000 a 1100 l/min. Esta operación dura aproximadamente 40 minutos, o sea, doble enjuague y debe hacerse inmediatamente después de la inyección ácida para prevenir la precipitación de sulfato de calcio.

4.4 REGENERACIÓN DE LA UNIDAD ANIÓNICA.

- Retro lavado N°1: Abrir válvula N°1 y 2 del Cation y las válvulas 3 y 4 del Anión, durante aproximadamente 10 minutos.
- Inyección cáustica: Ventear la unidad antes de inyectar soda , cerrando válvulas 3 y 4, y abriendo las válvula de agua tratada para inyectar soda y las N° 5 y 6, controlando la válvula manual de drenaje, de manera que la unidad que levemente presurizada, poner en servicio la bomba de afluentes para mantener un flujo constante de agua (LCV-089) de 280 l/min y controlando una temperatura entre 30 y 35 °C, sobre 40 °C se cerrará la válvula N° 5, para evitar que se

quemien los filtros y dañe la resina.-. Inyectar a la unidad una solución de soda a 6,25 °Be de densidad durante aproximadamente 60 minutos.-

- Desplazamiento: Cortar la inyección de soda y enjuagar lentamente la unidad con agua desmineralizada durante aproximadamente 45 minutos, manteniendo un flujo de agua de 200 l/min. Si la densidad en el drenaje es mayor a 0°Be, seguir lavado hasta obtener 0°Be.
- Retro lavado N°2: Abrir las válvulas N°1 y 2 del catión y N° 3 y 4 del anión para hacer circular agua tratada en forma ascendente por la unidad durante aproximadamente 10 minutos.
- Enjuague final: Cerrar las válvulas N°3 y 4 del anión; abrir las válvulas N° 1 y 6 del anión y hacer circular agua en forma descendente por la unidad durante aproximadamente 45 minutos tomado muestras para analizar la existencia de sílice enjuagando hasta valores aceptables (sílice=0 ppm, conductividad = < 2.0 mhos/cm y pH = 7,8-8.5)
- Finalmente, cerrar la válvula N°6 del anión.

4.5 IMPLEMENTACION Y DESARROLLO LOGICA DE CONTROL.

Para la implementación de estos equipos para el nuevo PLC se debe desarrollar una lógica principalmente apoyada en la descripción mencionada en la filosofía de control, para lo cual también se debe sumar y considerar:

El tipo de PLC “Control Logix 5000 con su procesador más los accesorios vinculados (módulos de entradas y salidas), considerando el rack, fuentes de alimentación, etc.

El listado de elementos de campo, definido y ordenado en entradas y salidas análogas, entradas y salidas discretas.

En este desarrollo abarcaremos aspectos de importancia que deben ser considerados no tan solo en este proyecto, sino que en cualquier proyecto en donde uno tenga la posibilidad del desarrollo de alguna aplicación en cualquier tipo de proceso y cualquier PLC involucrado.

Para ello, se considera lo que tiene directa relación con el software, con los distintos programas y aplicaciones a desarrollar:

Computador tipo “Estación de ingeniería o Estación de Programación”.

Instalación de programas en estación de ingeniería.

Desarrollo de aplicación para generación de lógica en PLC.

Configuración inicial PLC y LAN proyecto.

Creación de Programa en Control Logix 5000.

Creación de TAGs en Control Logix 5000.

Ejemplo en programa Control Logix 5000.

4.6 COMPUTADOR TIPO “ESTACIÓN DE PROGRAMACIÓN”.

Se debe considerar una estación, la cual será un computador con capacidades de hardware que van en un procesador Intel Core i3-3320 CPU, 3.30GHz, Memoria interna 4.00 GB, sistema operativo de 32 bits, edición de Windows 7, con lo cual se pueden instalar los programas y realizar el desarrollo de las aplicaciones para este proyecto.

4.7 INSTALACIÓN PROGRAMAS EN ESTACIÓN DE INGENIERIA.

Para el desarrollo del programa que va a correr en el PLC, se debe contar con una versión de la aplicación “RS Logix 5000” la que nos permitirá generar la aplicación que va a correr en la memoria del PLC.

Sobre el enlace de la comunicación entre el computador y el PLC, debemos contar con una versión de la aplicación “RS Linx” la que permitirá establecer la comunicación entre el computador y el PLC a la hora de poder realizar

pruebas con la lógica desarrollada en la aplicación en RS Logix 5000 cargada en el PLC.

4.8 DESARROLLO APLICACIÓN GENERACIÓN LOGICA EN PLC.

Se debe considerar el poder generar subrutinas, dejando la subrutina principal solo con las instrucciones a cada una de las subrutinas, de tal forma que en cada subrutina se realice la lógica asociada a un equipo en particular, para nuestro caso:

4.9 CONFIGURACION INICIAL PLC EN RSLINK.

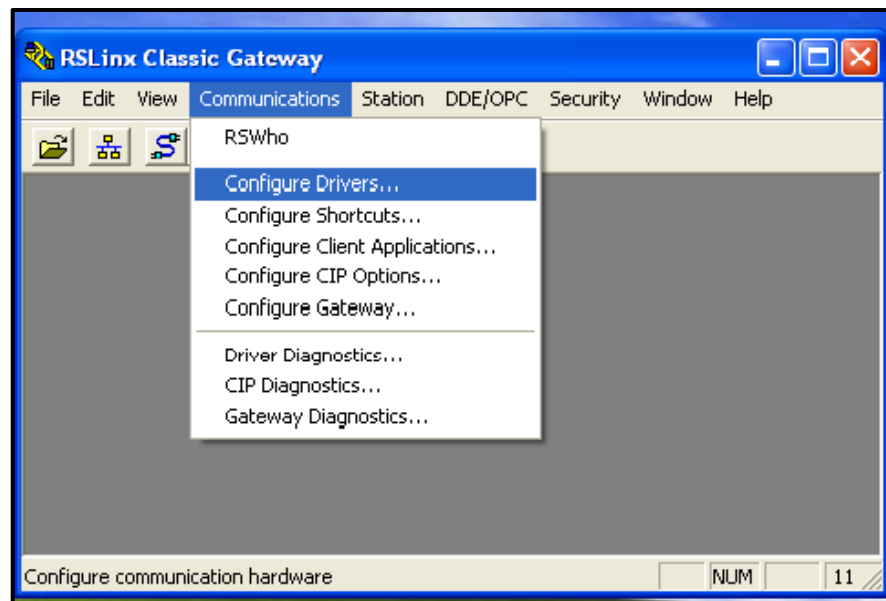
Configurando un Driver de Comunicación en RsLinx

Configurando un Driver de comunicación en RS link

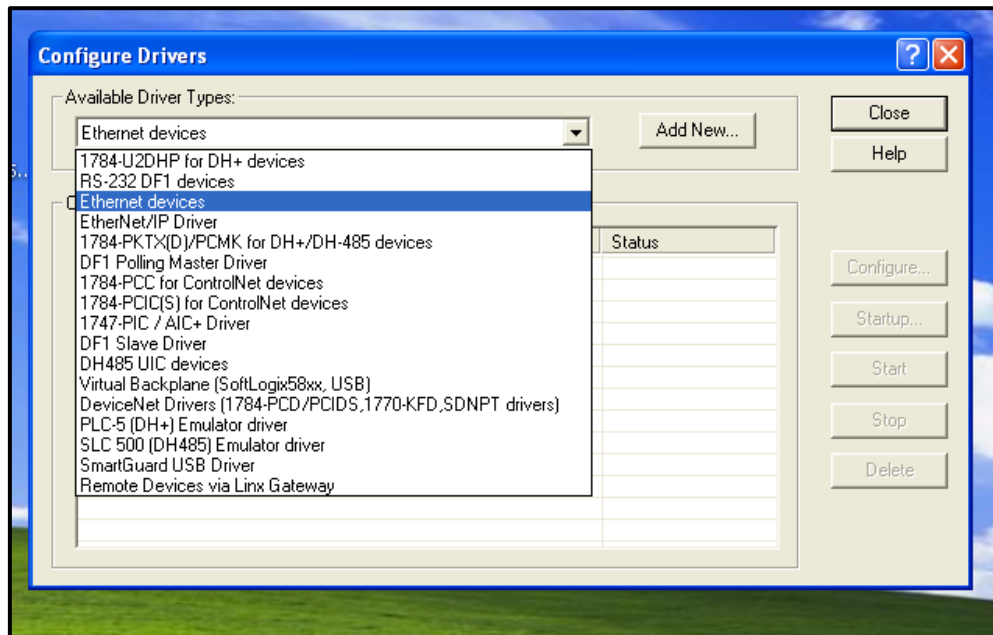


En el PC haga doble click en el icono RS link

Una vez abierto RS Linx, haga click en el menú communications (comunicaciones) y seleccione “configure Drivers”. (Configurar Drivers).

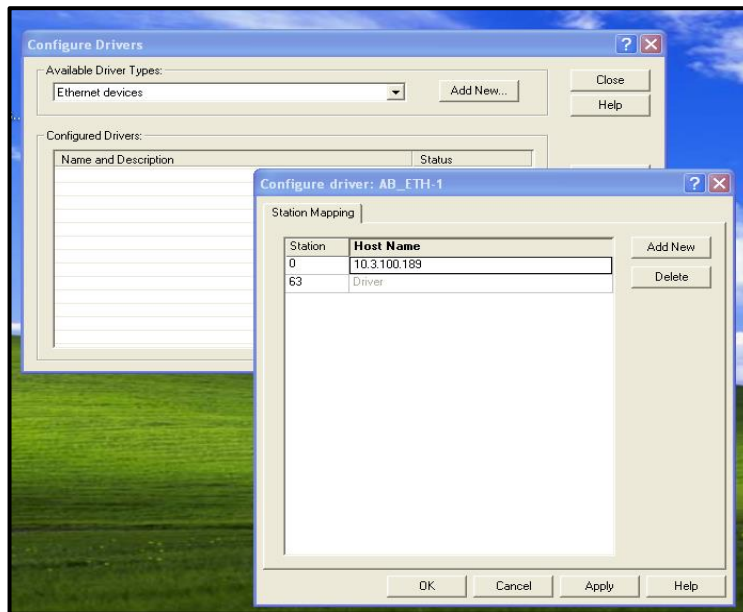


En Configure Drivers seleccione el driver que utilizara para la comunicación, como por ejemplo “Ethernet devices” (dispositivo Ethernet) de la ventana con despliegue hacia abajo “available Driver Types” (Tipos disponibles de Driver) y presione el botón “Add New” (Agregar Nuevo).



El nombre por default de “AB_ETH-1” es aceptado para este driver, así presione el botón “OK”.

En Station Mapping (Mapeo de Estación) tecle la dirección de TCP/IP de la tarjeta a la cual se conectara “xxx..xxx.xxx.xxx” en host Name (Nombre de Anfitrión), presione Return y luego haga click en el botón “apply” (Aplicar) y luego el botón “OK”.



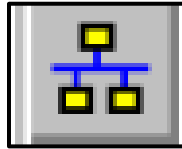
El estado #Running” aparece en la pantalla después que usted Ha seleccionado “OK”.

Asegurarse de que el estado del driver sea “Running” (ejecutando), sino actívela pasando el Driver a estado run.

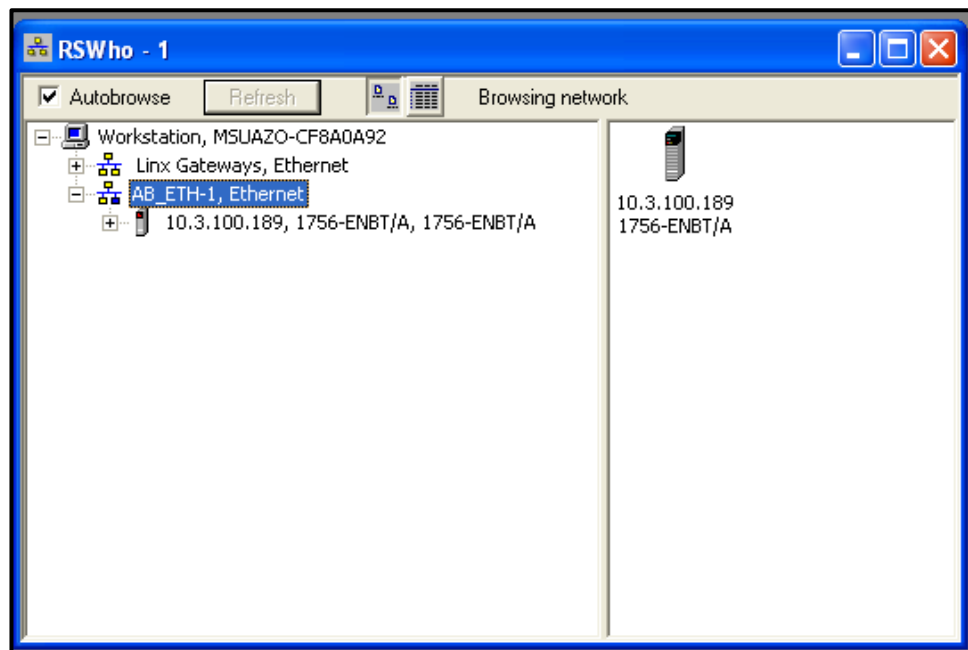
Usted puede siempre revisar el estado de todos sus drivers RSlinx seleccionando “Communications” y luego “Configure Drivers”(configurar Drivers).

Haga click en el botón “Close” (cerrar) en la ventana Configure Drivers (Configurar Drivers).

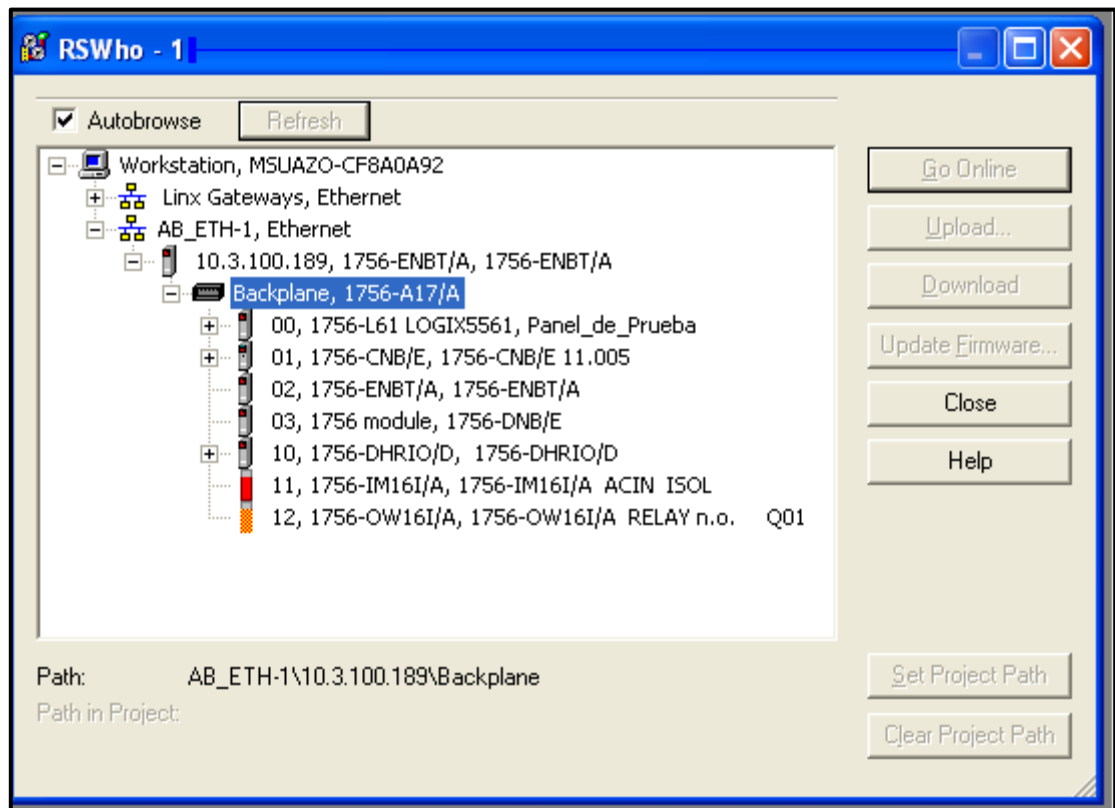
Seleccione RSWHo” en “Communications” o haga click en el icono “RSWho” localizado debajo de los menús.



Su pantalla deberá verse similar a la siguiente después de haber expandido su visualizador haciendo click en el símbolo “+” que se encuentra junto a AB_ETH-1, Ethernet. Sea paciente, puede tomarle un momento a RSlinx para establecer la comunicación.



Lo que sucede es que RSlinx está enviando y recibiendo mensajes a través de la tarjeta Ethernet de la computadora al módulo 1756-ENBT. El único dispositivo Ethernet que RSlinx ve es la tarjeta 1756-ENBT. Ahora expanda su visualizador nuevamente haciendo click en el símbolo “+” Que esta junto a “Backplane” (tablero al que se conectan dispositivos), 1756-A4/A. usted vera ahora todos los módulos en el mismo Backplane que la tarjeta 1756ENBT.



Posterior a ello nos dedicaremos a realizar la tabla de tags de acuerdo al listado de señales propuesto para ello.

4.10 CREACIÓN DE TAGS EN LOGIX 5000.

La creación de TAGs permite crear elementos dentro de la lógica interna del PLC que serán llamados y utilizados en ella.

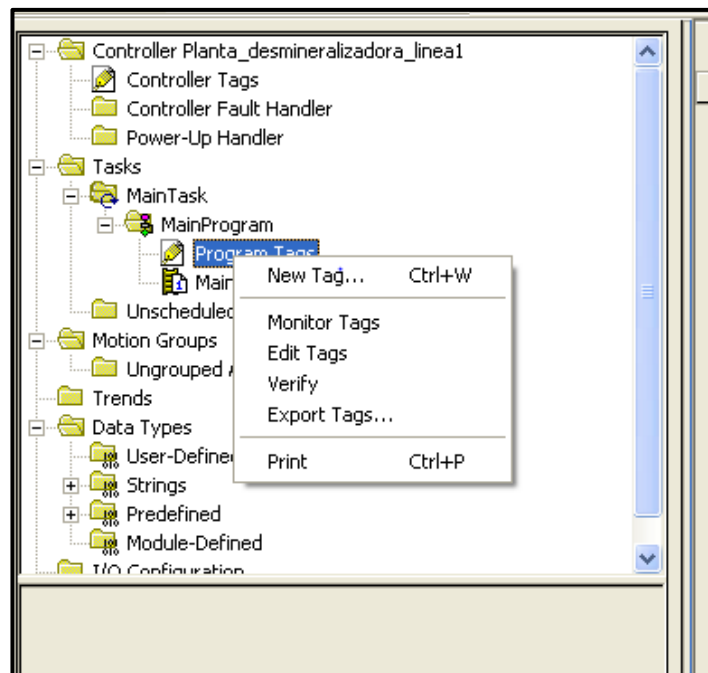


FIGURA 4- 6 Creación de TAG en RSLogix 5000

Para ello nos vamos al explorador de RSlogix 5000 seleccionando “program Tags”, haciendo click “New tag” (Nuevo Tag) dentro de la carpeta ya creada “Planta_desmineralizadora_linea1” y creamos un nuevo tag.

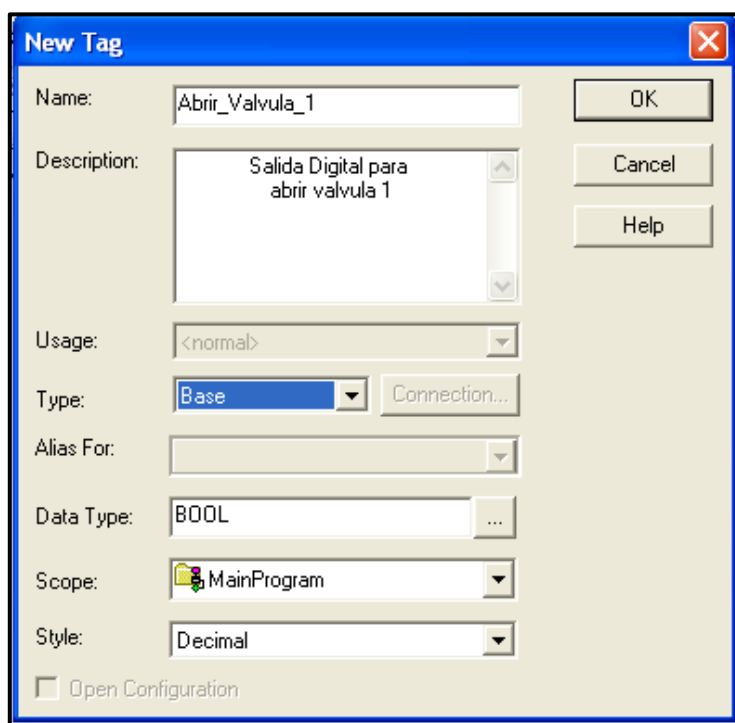


FIGURA 4- 7 Opciones en la creación de un TAG

Se considera el nombre con el cual vamos a llamarlo dentro de la lógica de control, una descripción para tener mayor claridad a que nos referimos principalmente cuando el nombre tiende a ser algo no claro, su vinculación en el caso que sea necesario vincularlo a otro equipo (HMI u otro PLC) y por último, el tipo de dato, en este caso si es dato de tipo análogo o digital.

Name	Value	Force Mask	Style	Data Type	Description
Local1:C	{...}	{...}		AB:1756_DI:C:0	
+ Local1:C.Fill...	1		Decimal	SINT	
+ Local1:C.Fill...	9		Decimal	SINT	
+ Local1:C.Fill...	1		Decimal	SINT	
+ Local1:C.Fill...	9		Decimal	SINT	
+ Local1:C.Fill...	0		Decimal	SINT	
+ Local1:C.Fill...	0		Decimal	SINT	
+ Local1:C.Fill...	0		Decimal	SINT	
+ Local1:C.C...	2#0000_000...		Binary	DINT	
+ Local1:C.C...	2#0000_000...		Binary	DINT	
- Local1:I	{...}	{...}		AB:1756_DI:I:0	
+ Local1:I.Fault	2#0000_000...		Binary	DINT	
+ Local1:I.Data	2#0000_000...		Binary	DINT	
+ Local2:C	{...}	{...}		AB:1756_DO:C:0	
+ Local2:I	{...}	{...}		AB:1756_DO:I:0	
+ Local2:O	{...}	{...}		AB:1756_DO:O:0	
+ Local3:C	{...}	{...}		AB:1756_OF8_Flo...	
+ Local3:I	{...}	{...}		AB:1756_OF8_Flo...	

FIGURA 4- 8 Listado de TAG en RSLogix 5000

Una vez creado los TAGs se podrá dar inicio a las lógicas de control de acuerdo a lo planteado en la filosofía de Control descrita.

4.11 CREACIÓN DE PROGRAMA EN CONTROL LOGIX 5000.

La creación del programa permite generar, en definitiva, la Lógica de Control sobre la cual el PLC va a operar, obedeciendo esta de forma fiel a la filosofía de control descrita, por ello, nos vamos al explorador de RSLogix 5000 “Controller Organizer” o bien (alt+O), en la carpeta ya creada “Planta_desmineralizadora_linea1” en la opción “Logica_Planta_Desmineralizadora_linea1” dando doble click y crearemos nuestro nuevo diagrama Ladder.

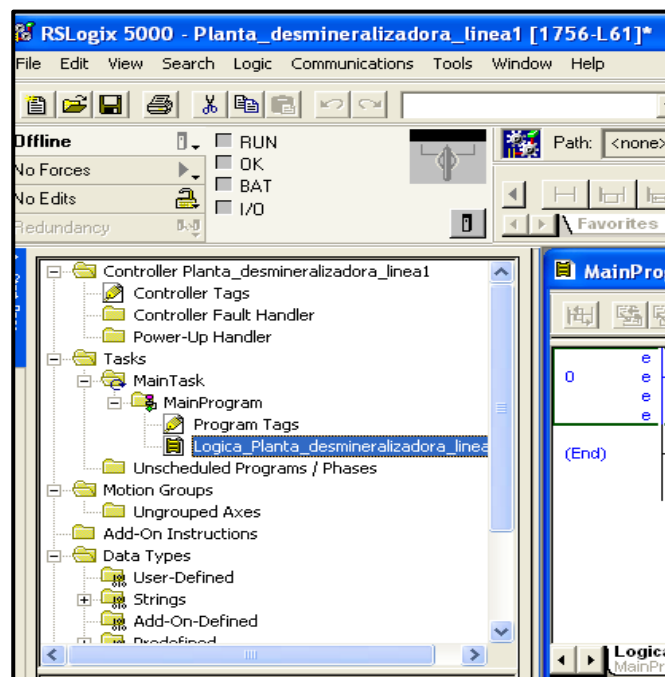


FIGURA 4- 9 Creación lógica en RSLogix 5000

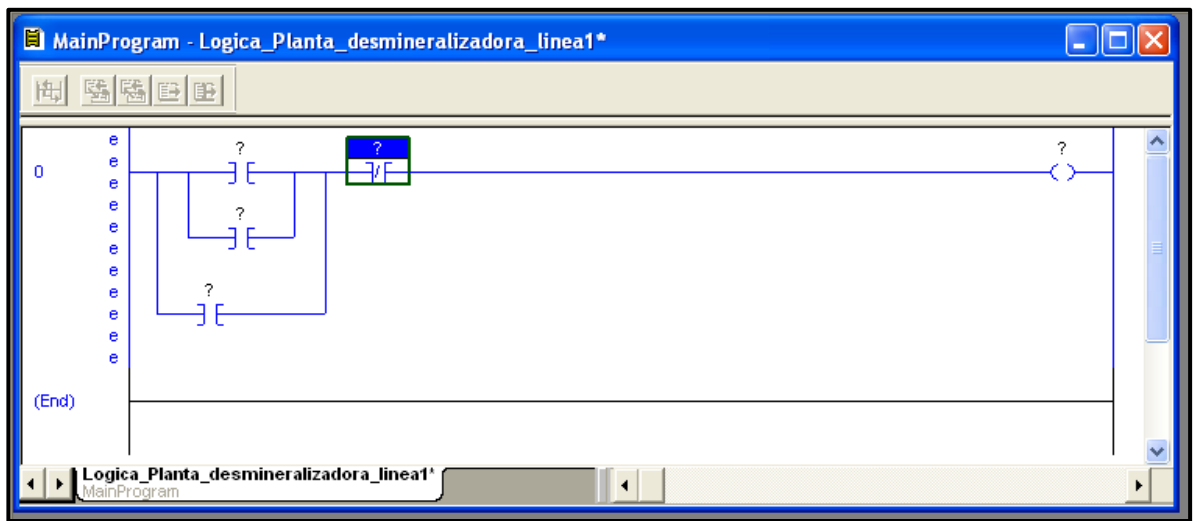


FIGURA 4- 10 Creación de Ladder en RSLogix 5000

En este programa de Ladder insertaremos un bit, por ejemplo, y para asignarle nombre bastara con solicitar el TAG creado desde una ventana mostrando una lista de ellos.

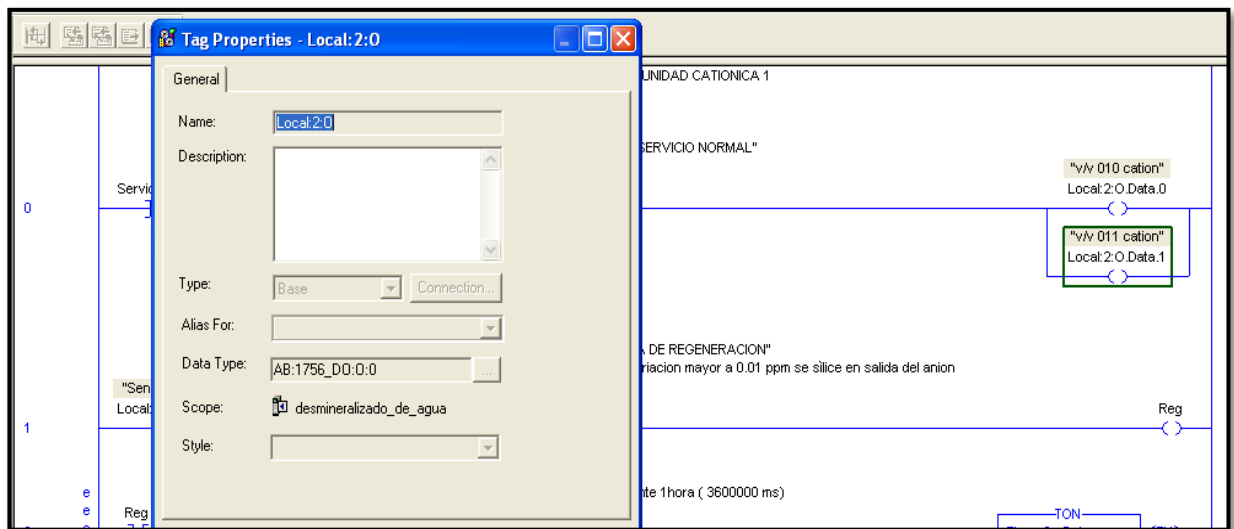
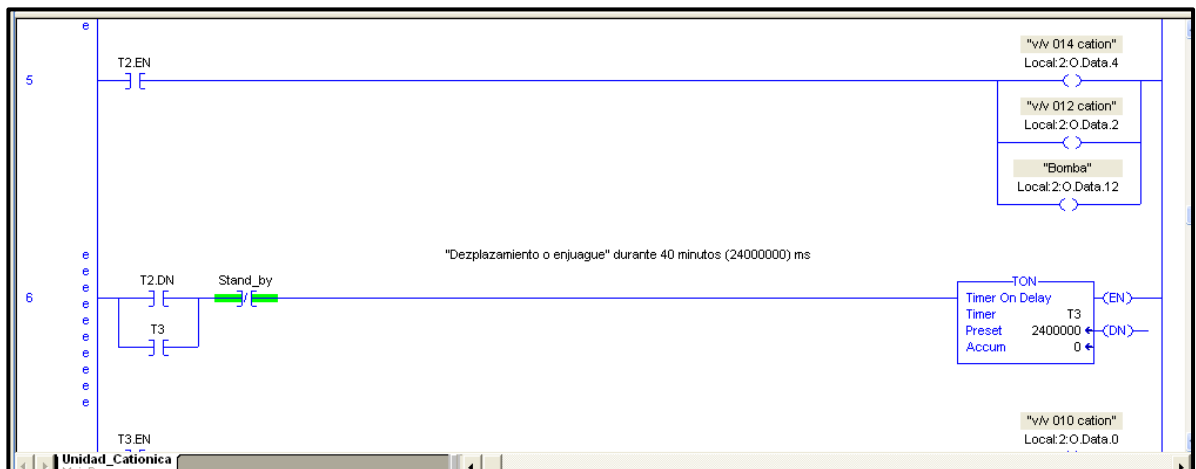
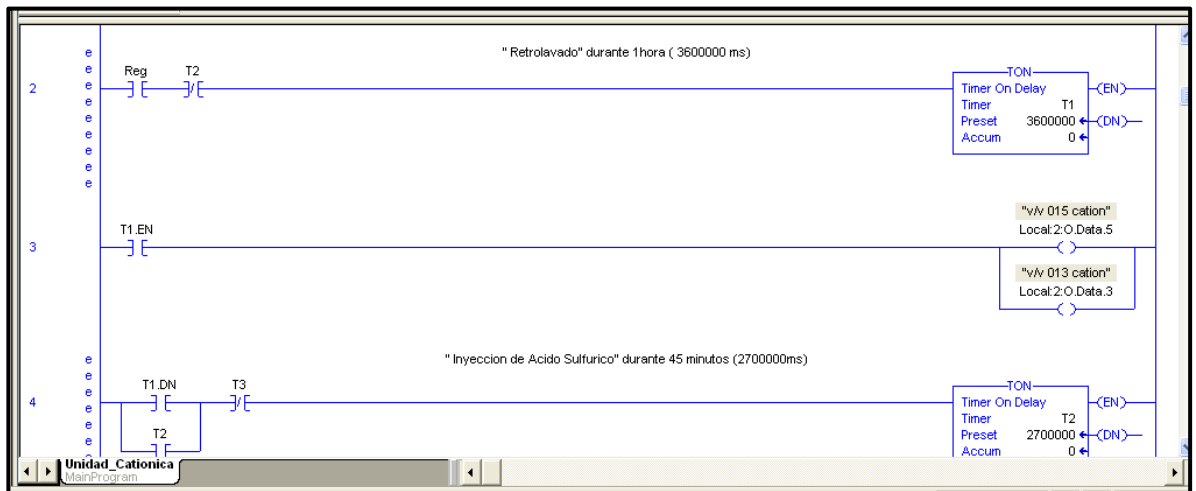
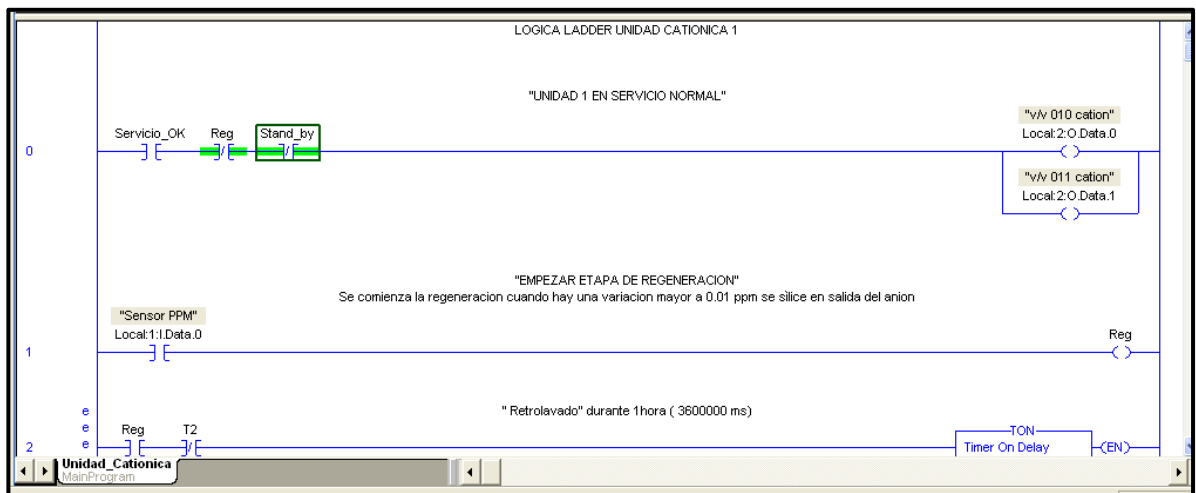


FIGURA 4- 11 Inserción de TAG en Ladder

4.12 EJEMPLO PROGRAMACIÓN EN CONTROL LOGIX 5000.

Sobre el diagrama en escalera o ladder, se observa una lógica vinculada a una de



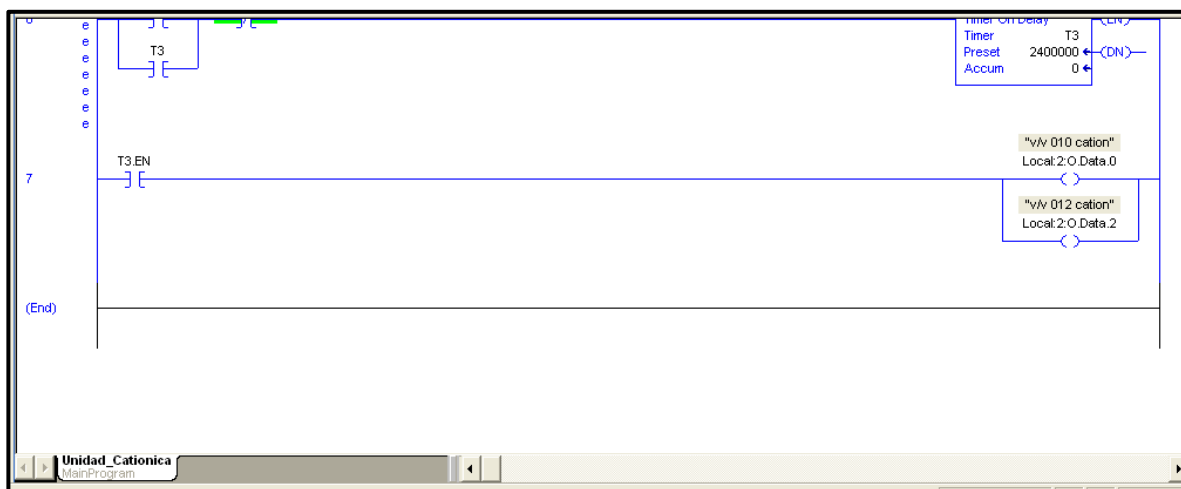
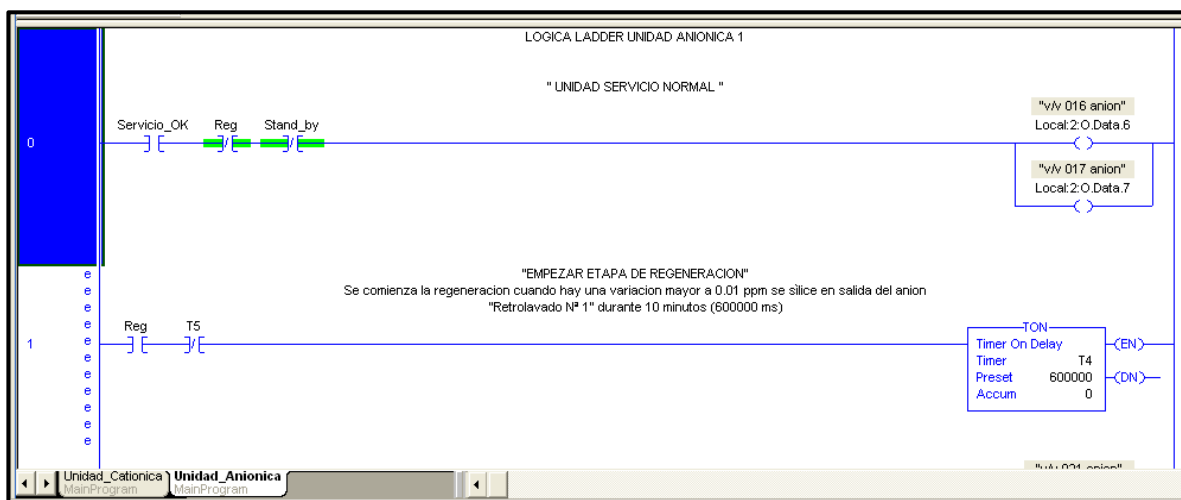
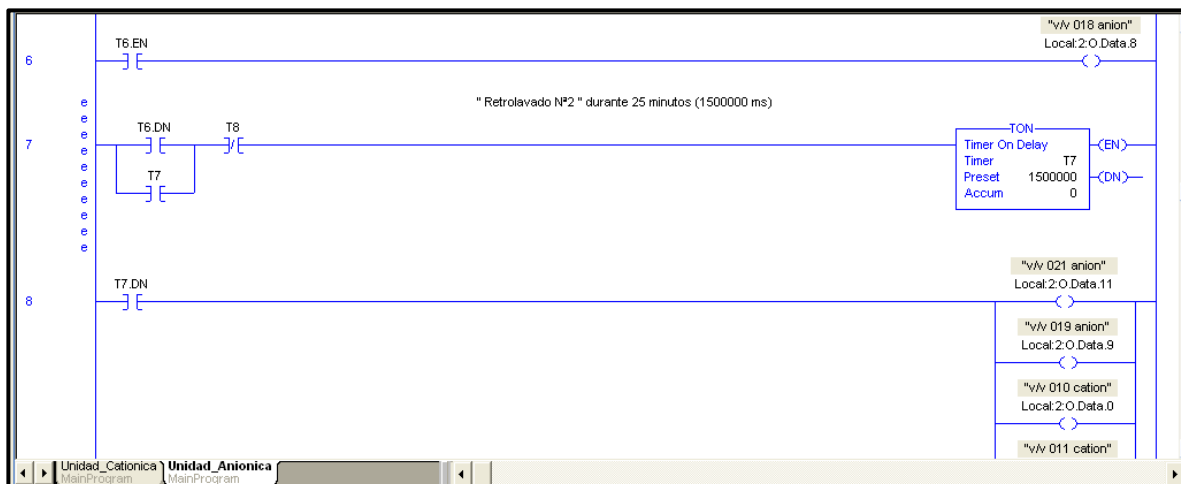
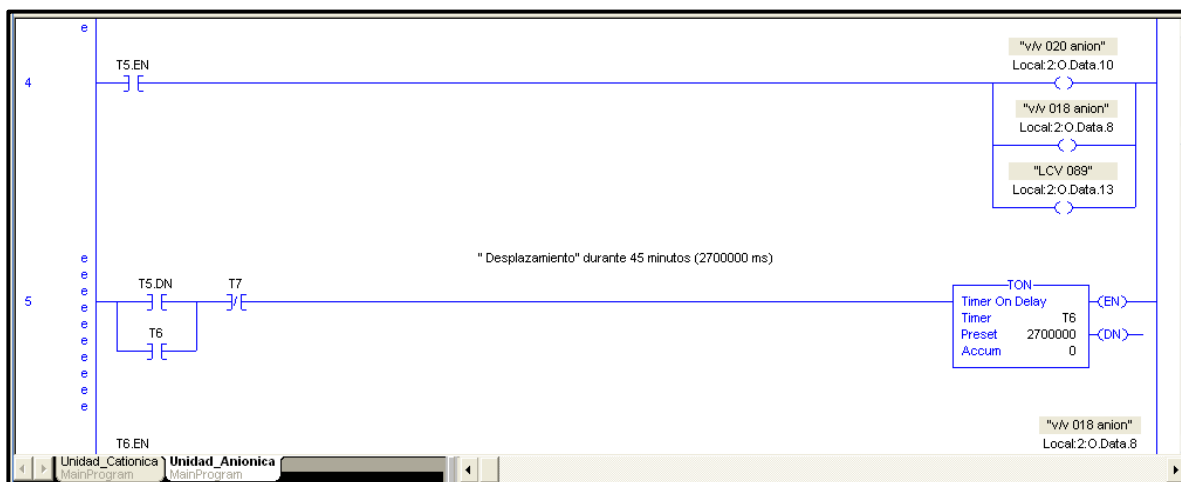
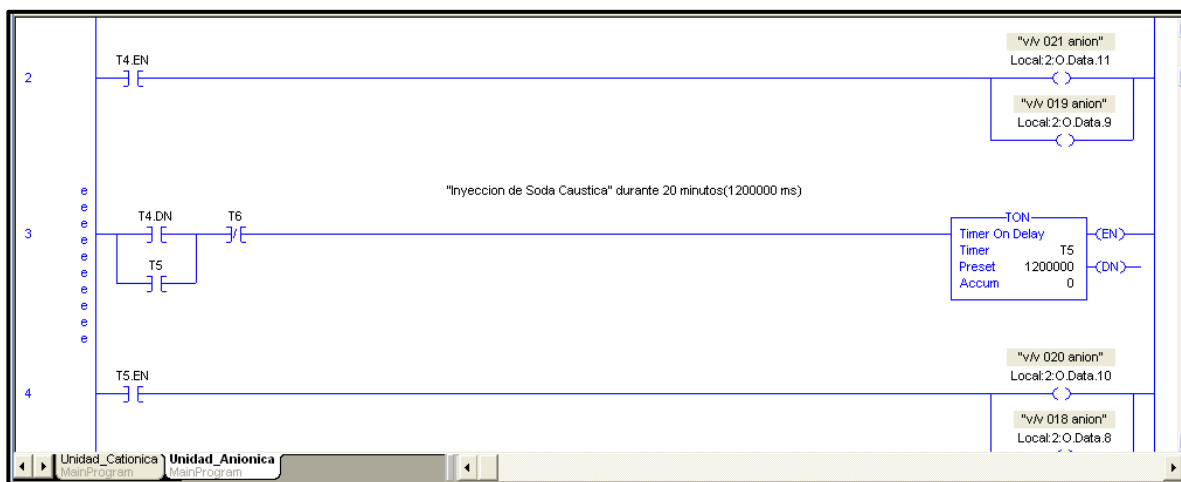


FIGURA 4- 12 Secuencia trabajo unidad Catiónica





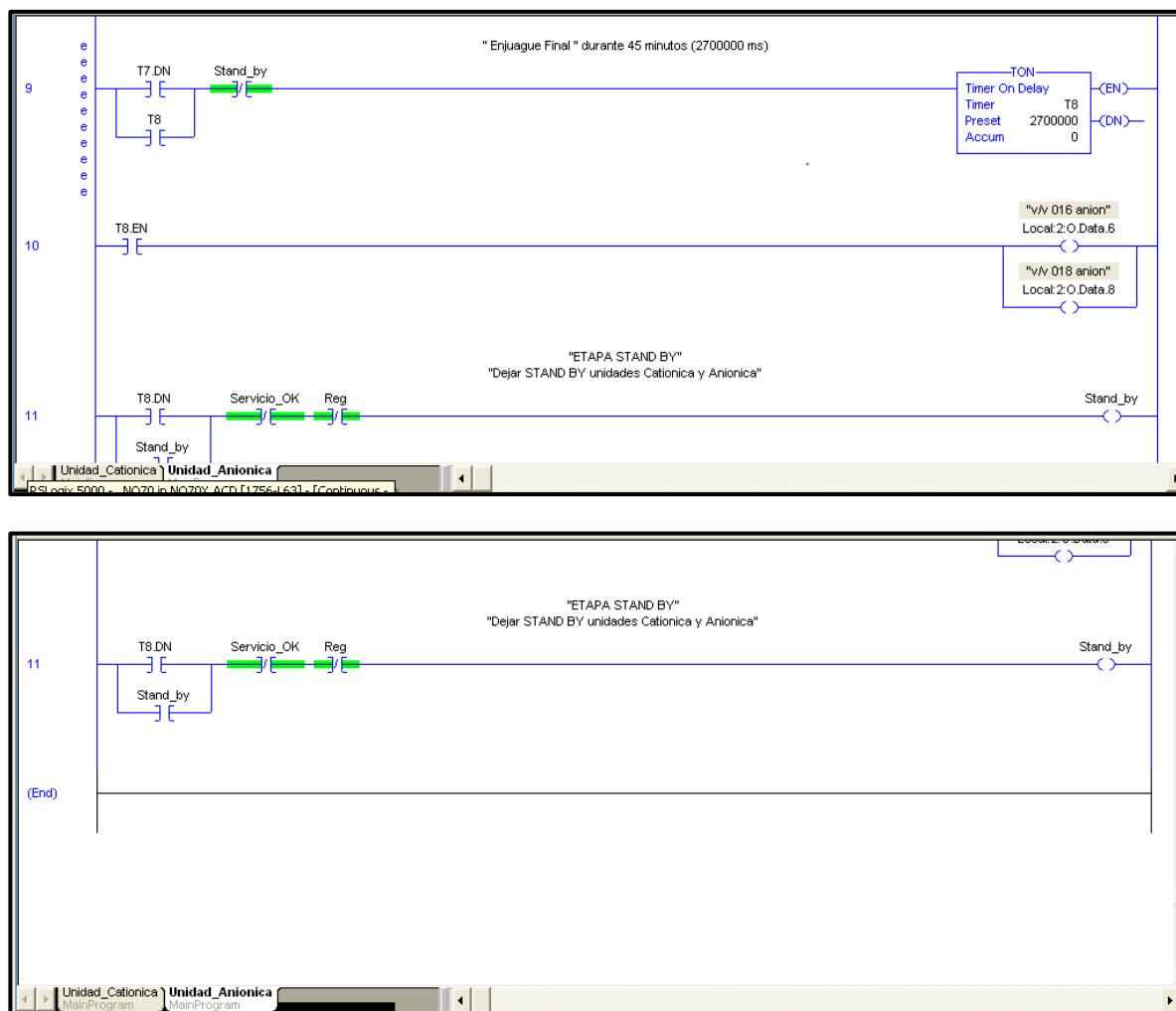
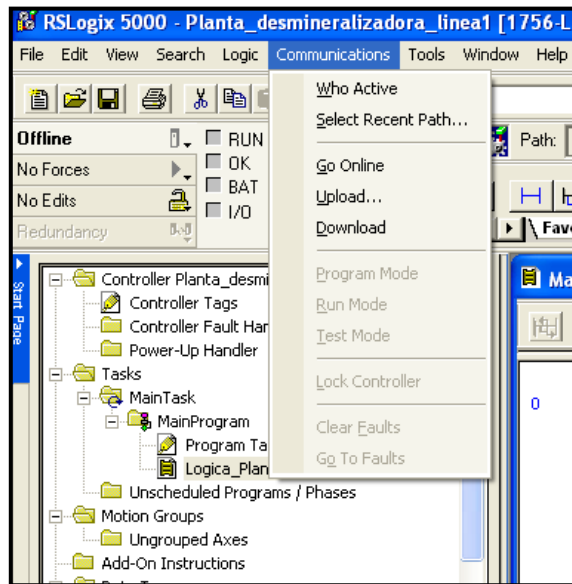


FIGURA 4- 13 Secuencia de trabajo unidad Aniónica

4.13 DESCARGA APLICACIÓN LADDER FINAL EN PLC.

Para esto, solo se debe seleccionar la opción “download” (descargar), en el programa RSlogix 5000.



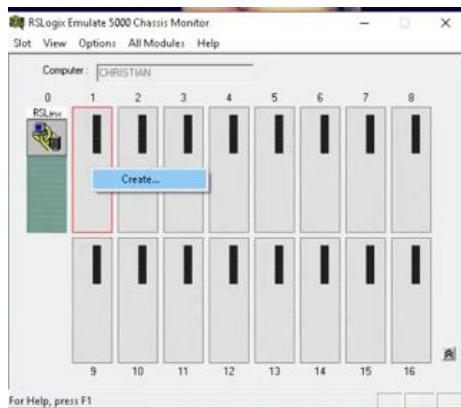
Con lo anterior mencionado, en el caso de continuar con modificaciones menores, a menos que sean cambios de mayor envergadura, solo será necesaria la opción “Go Online”, en donde solo se realizarán modificaciones en línea a la lógica funcionando sin perjuicio de esta.

4.14 CONFIGURACIÓN Y CREACIÓN PANTALLA HMI EN RSVIEW32.

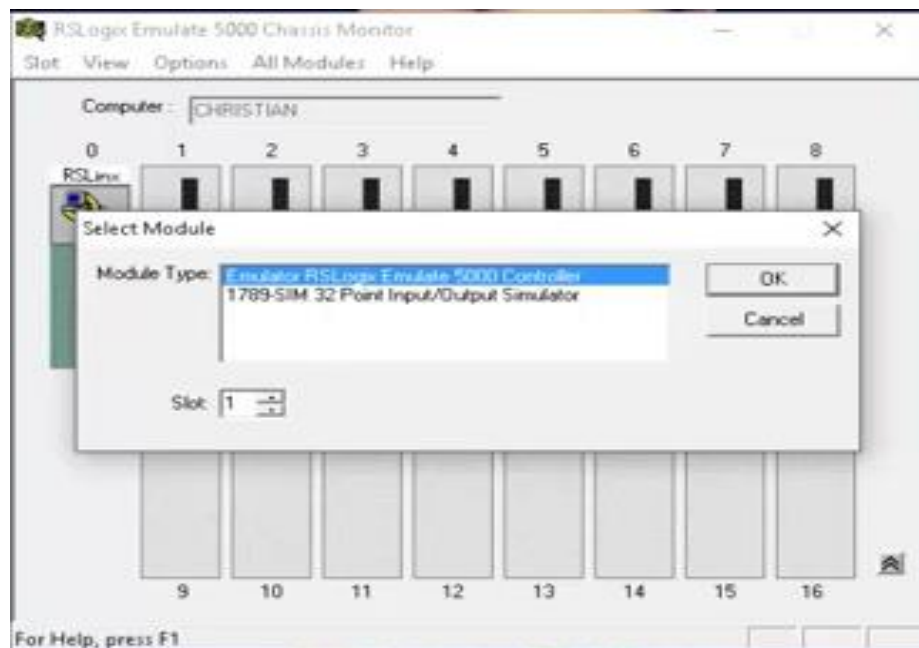
La creación de la pantalla HMI nos permitirá en un principio generar interacción entre ella y el proceso en los diferentes comandos y visualización de los equipos, la pantalla se ha realizado en RS Logix 5000 emulate, RS Linx Classic y RSView 32 work con el fin de poder chequear los dispositivos en la configuración Ladder en RS Logix 5000, como se describe en la filosofía de control, procederemos a generar pantalla HMI.

4.14.1 CONFIGURACIÓN INICIAL RS LOGIX EMULATE 5000

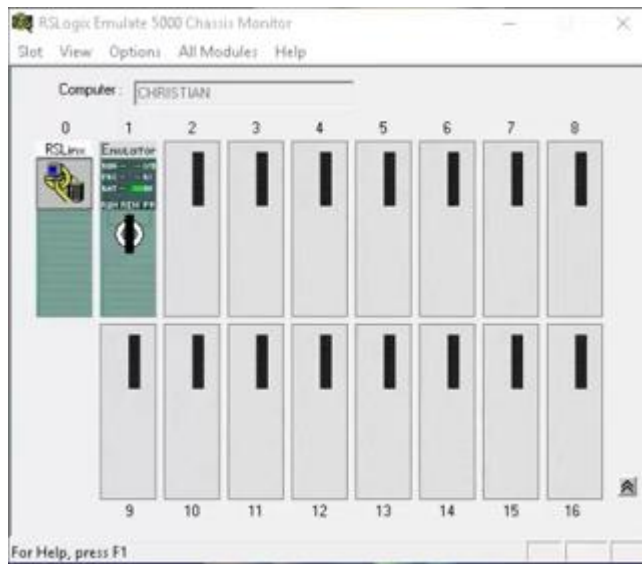
- En el PC haga doble click en RS Logix Emulate 5000.
- Una vez abierto RS Logix Emulate 5000.
- En el slot 1 haga click derecho y seleccionar "Create"



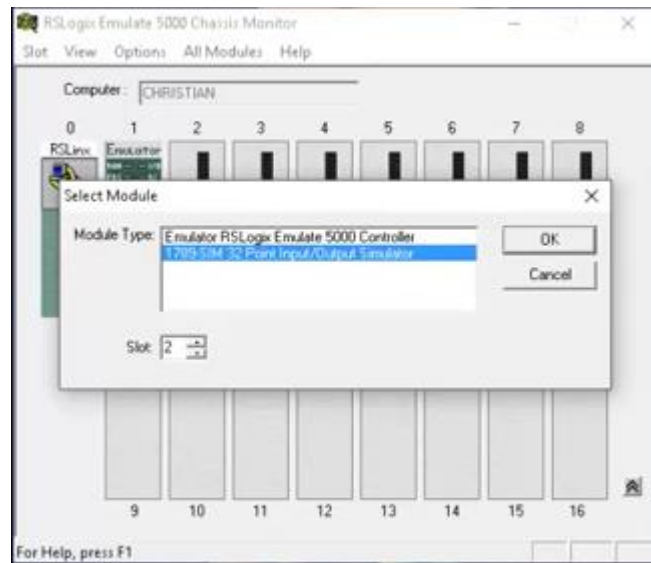
- Aparece una ventana “Select Module” donde seleccionaremos la primera opción “EmulateRSLogix 5000 Controller”, donde se debe seleccionar la versión en este caso la v.16 y las demás ventanas dejar las que entrega el programa por defecto.



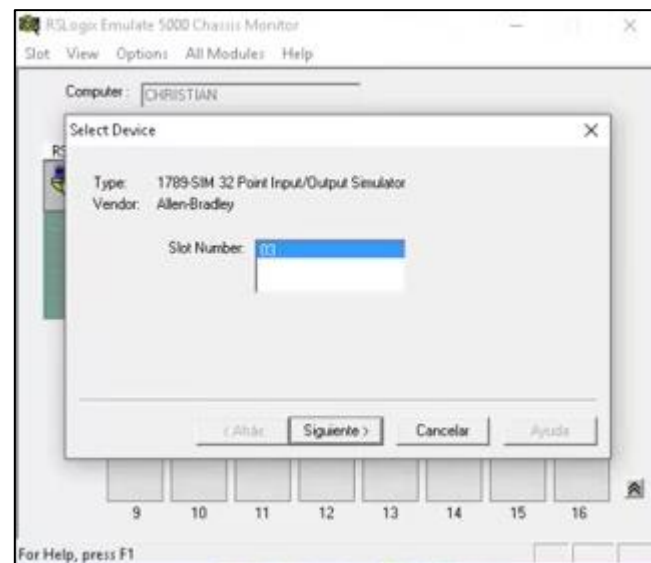
- El Slot 1 se ha creado el Emulador.



- Seguidamente se crearan los Slot 2 y 3 las que corresponden a las entradas y salidas discretas.
- En Slot 2 clic derecho y seleccionar "Create" y aparecerá una ventana "Select Module" donde seleccionaremos la segunda opción "1789 SIM 32 Point Input/Output" seleccionar "OK".
- Repetir el procedimiento anterior para crear Slot 3.



- Seleccionar el número de Slot “ Slot Number” a ocupar y los designamos como entrada o salida discretas.

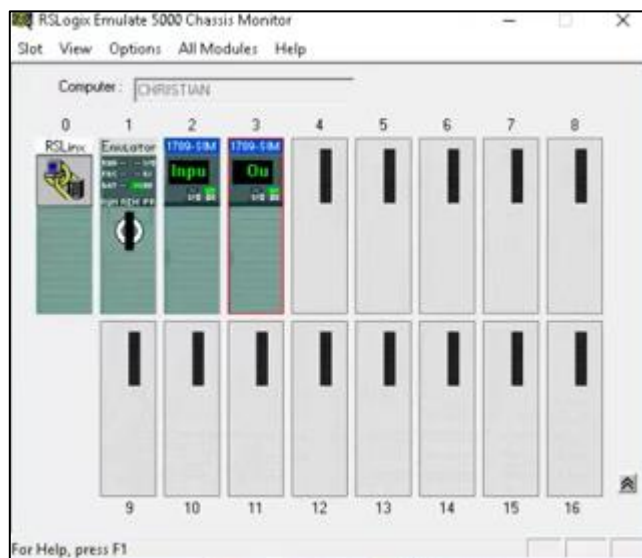


Ya se tiene configurado el RS Logix Emulate 5000.

Slot 1: Emulador “Simulando el controlador del PLC”

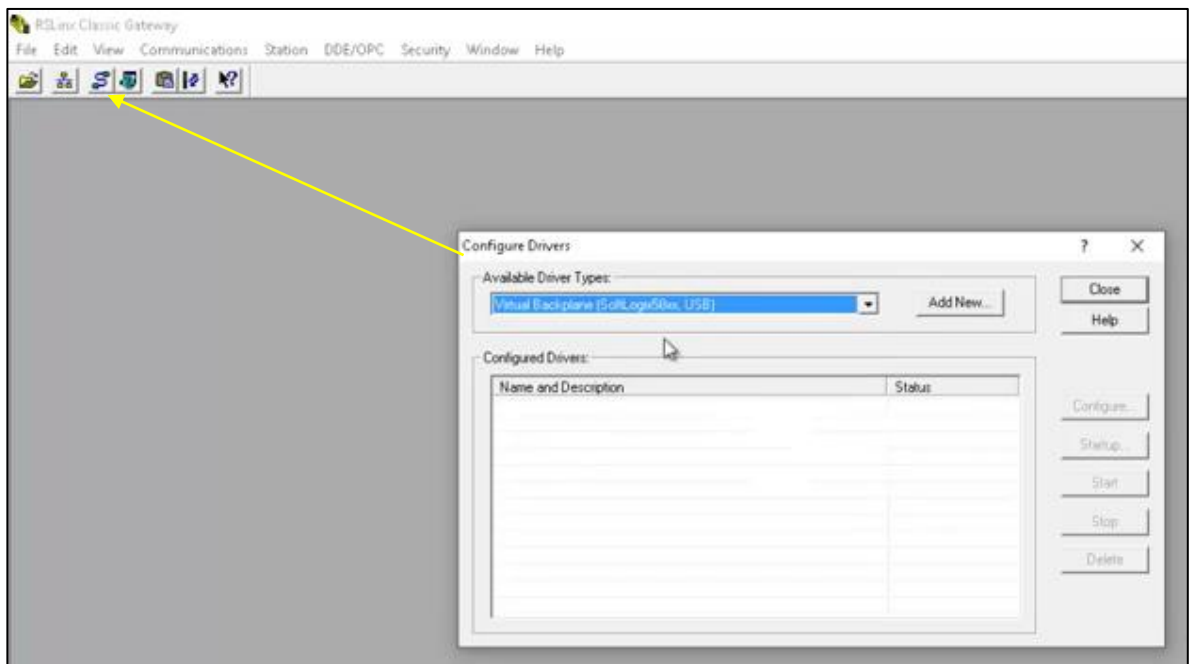
Slot 2: Entradas Digitales

Slot 3: Salidas Digitales

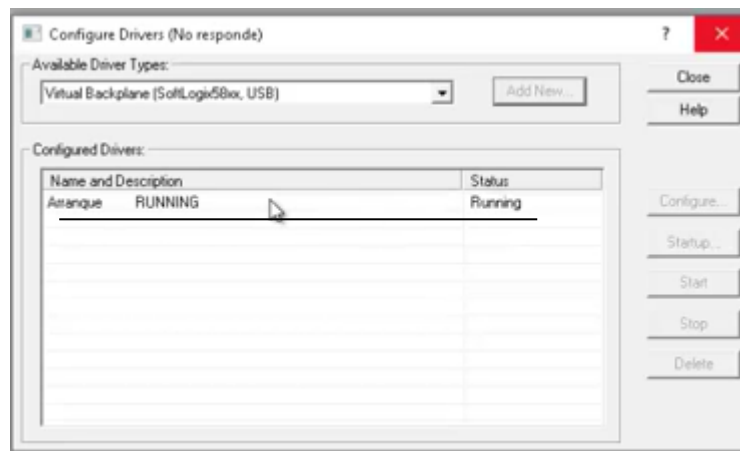


4.14.2 CONFIGURACIÓN RS LINX CLASSIC

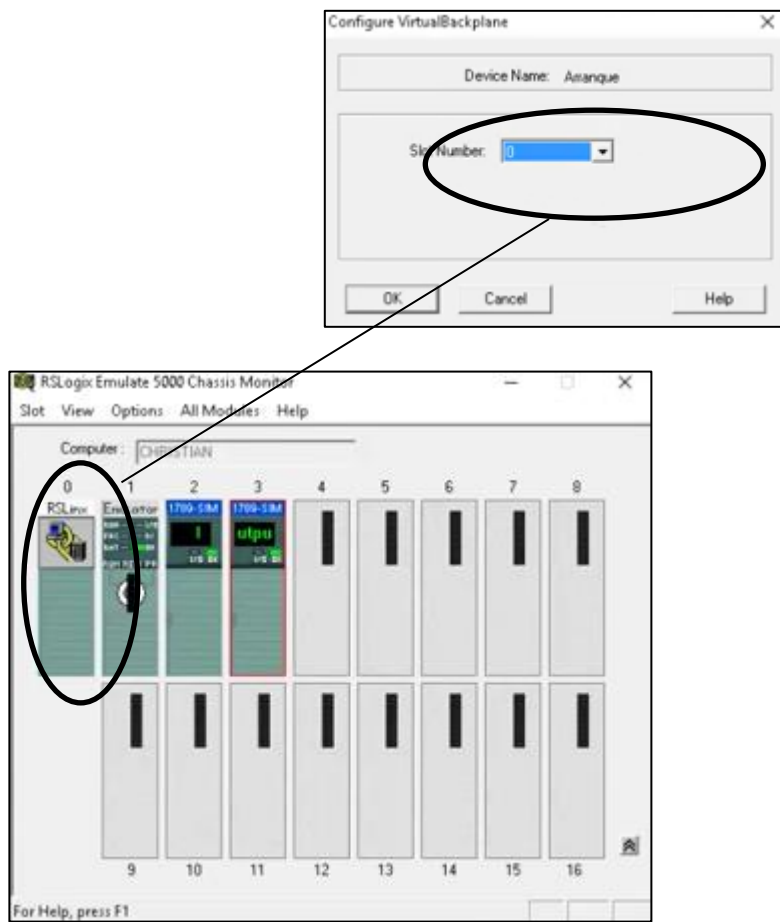
- Abrir RS LinxClassic
- Seleccionamos en “Configure Drivers”
- En “ Available Driver Types” seleccionamos “Virtual Backplane”
- Seleccionamos “ Add new”



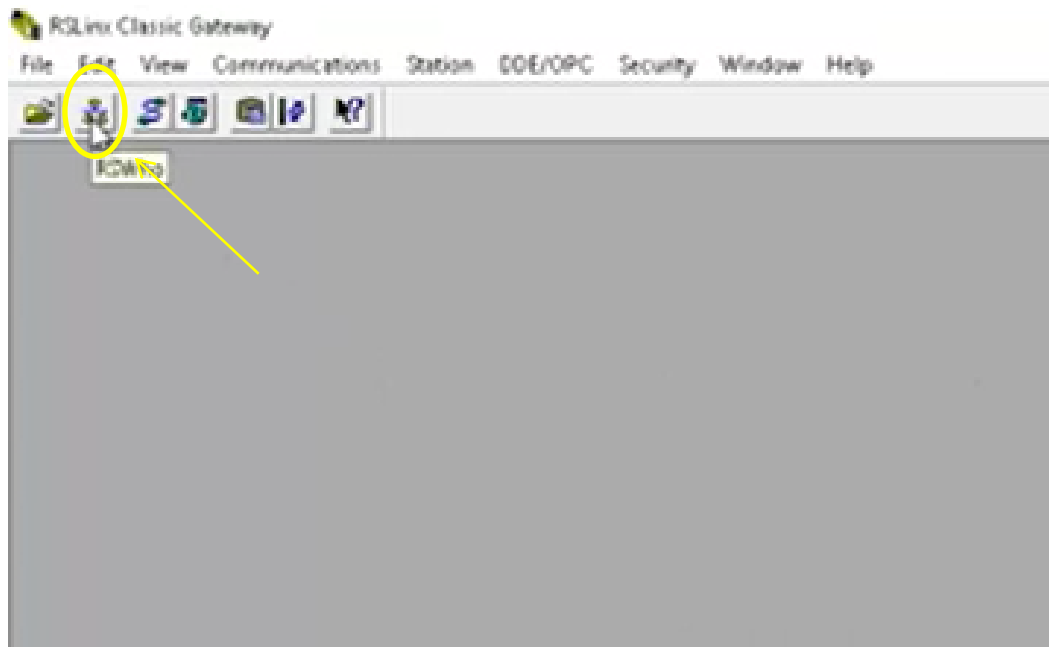
- En la siguiente ventana generar el nombre en este caso “Arranque” para que pueda correr el programa, seleccionar “OK”.



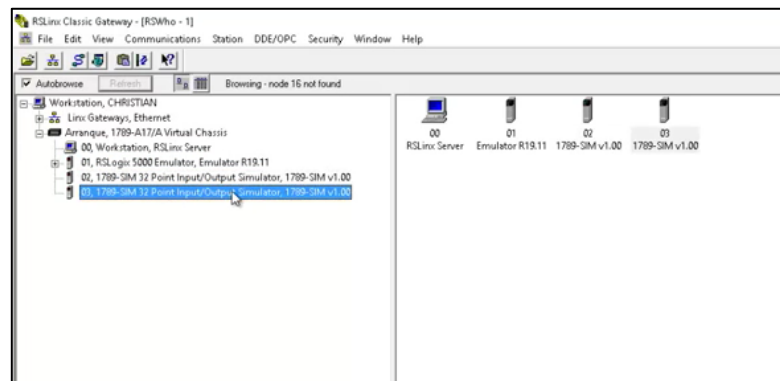
- Chequear en el Emulate 5000 el Slot 0 y por defecto el RS Linx se encuentra vinculado, seleccionar “OK” en “Configure Virtual Backplane”.



- Seleccionar el icono RSWWho

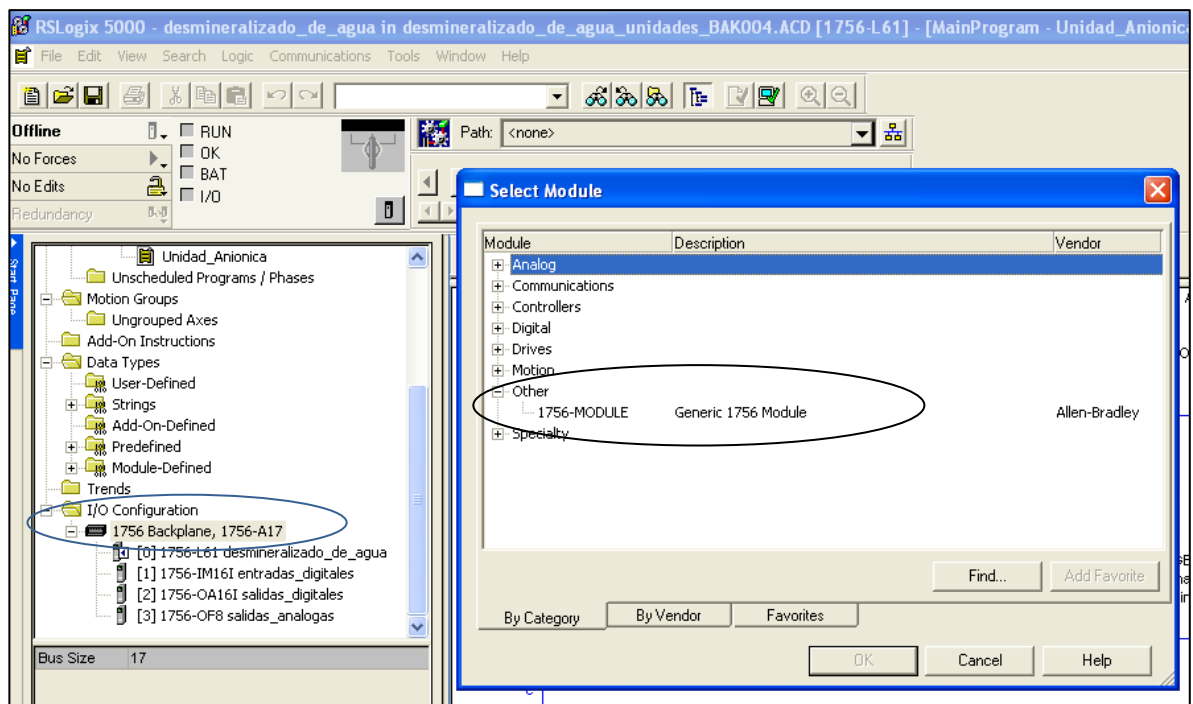


- Se tendrá la siguiente pantalla para revisar los equipos creados en el Emulate 5000.

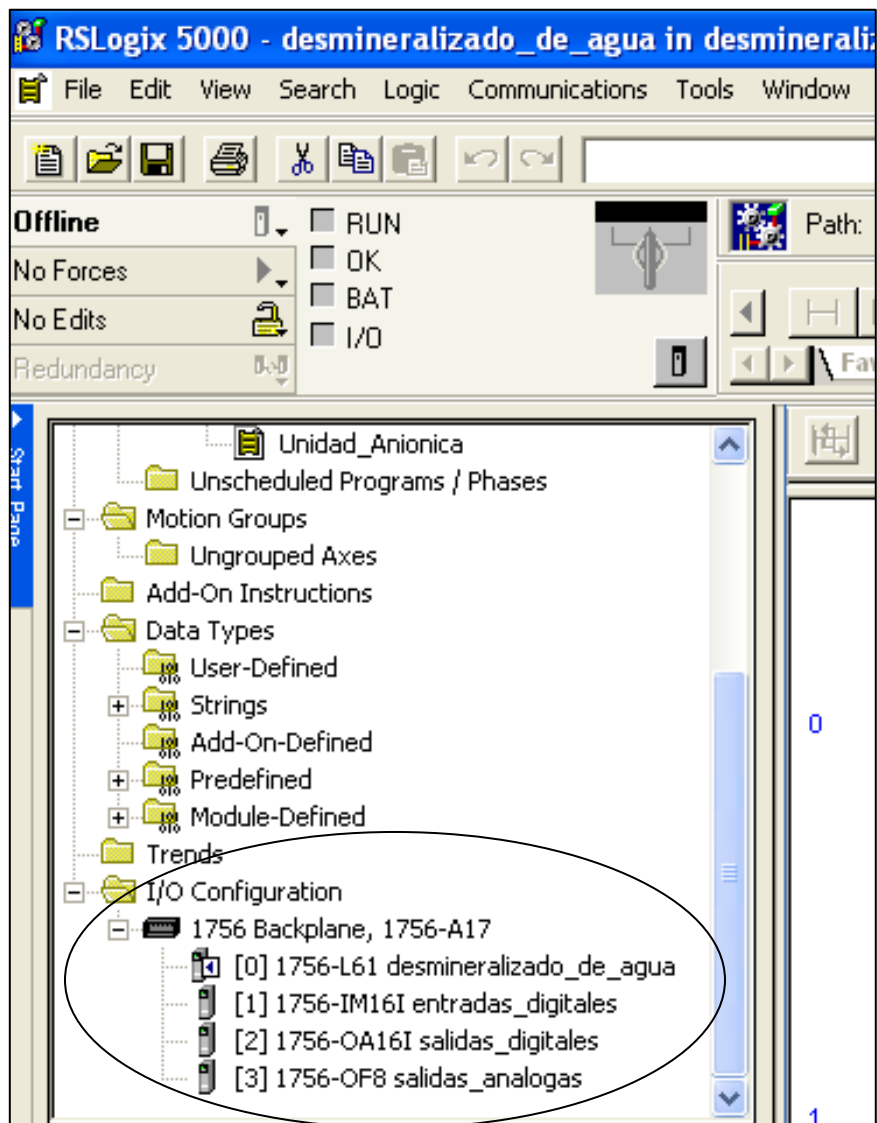


4.14.3 CONFIGURACIÓN INICIAL RS LOGIX 5000

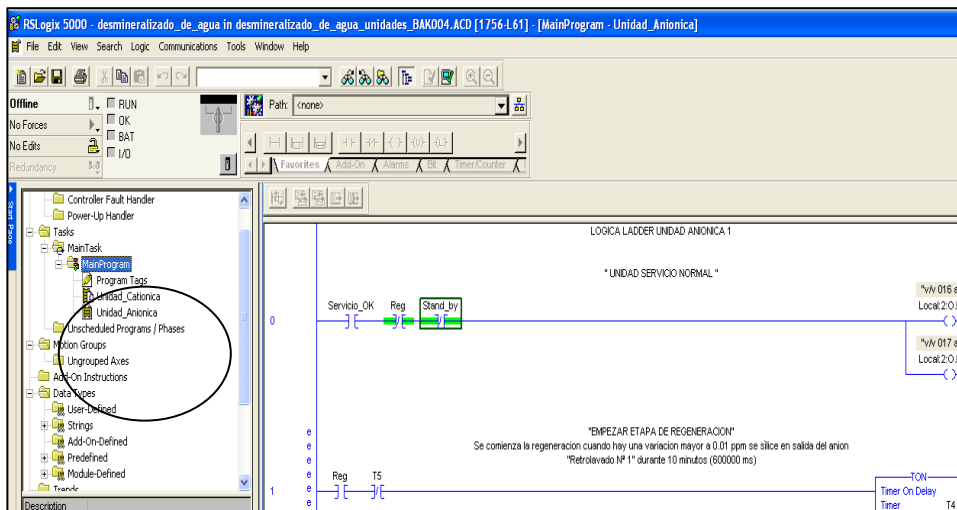
- En el PC haga doble click en RS Logix 5000.
- Una vez abierto RS Logix 5000, haga click en la carpeta “I/O Configuration”.
- En el Backplane click derecho y seleccionar “New Module”.
- En la carpeta “Select Module” seleccionar “Other” y crear módulos de entradas y salidas.



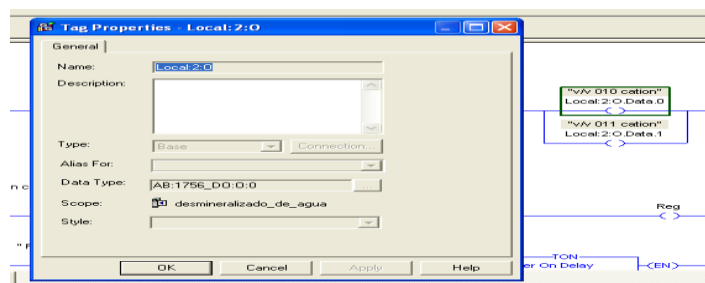
- Una vez creados los módulos de entradas y salidas se mostraran como la imagen siguiente.



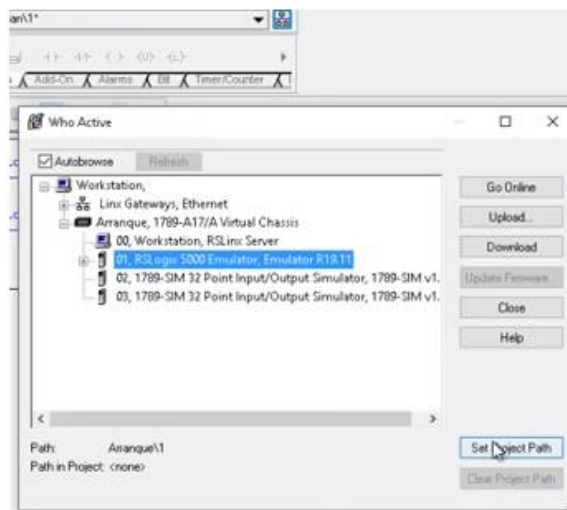
- En la carpeta “MainProgram” crear lógica Ladder



- Ya generada la lógica ingresar Tag como se muestra la imagen.

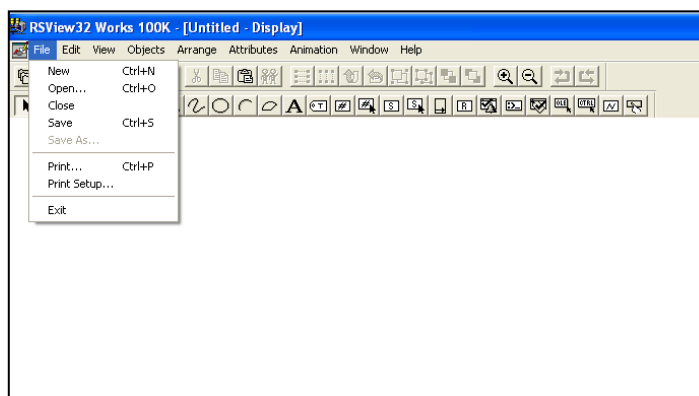


- Una vez realizado los pasos anteriormente mencionados seleccionar “Who Active”
- Seleccionar “Set Project Path” y Luego seleccionar “Download” para cargar el programa al RS Logix 5000 Emulator.

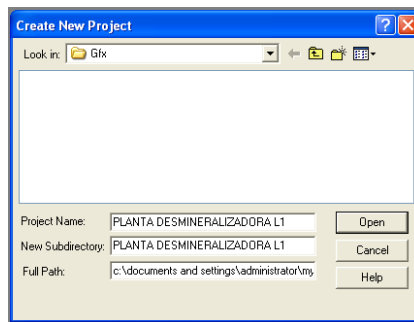


4.14.4 CONFIGURACIÓN INICIAL RSVIEW 32

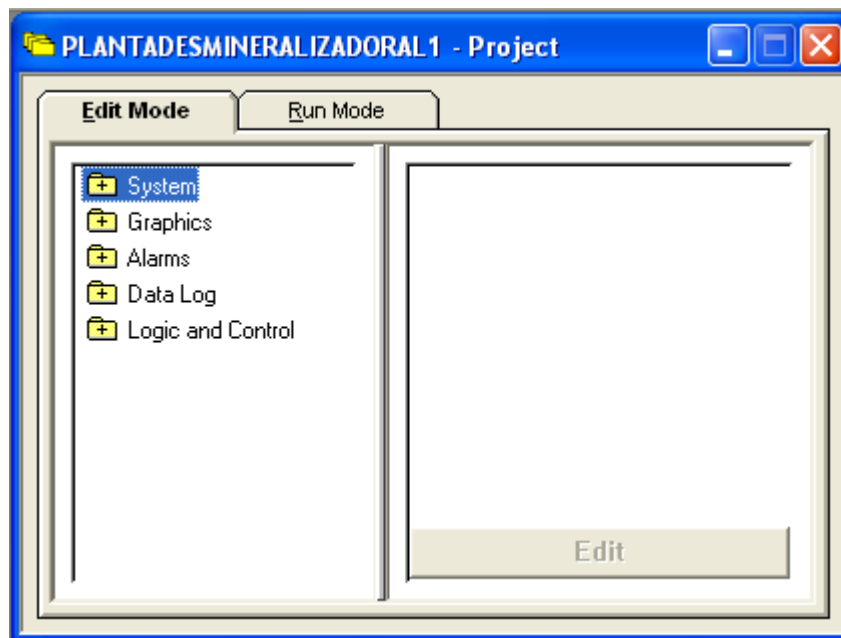
- En el PC haga doble click en RSVIEW32
- Una vez abierto RS view32, haga click en el menú “File” y seleccione “New”.



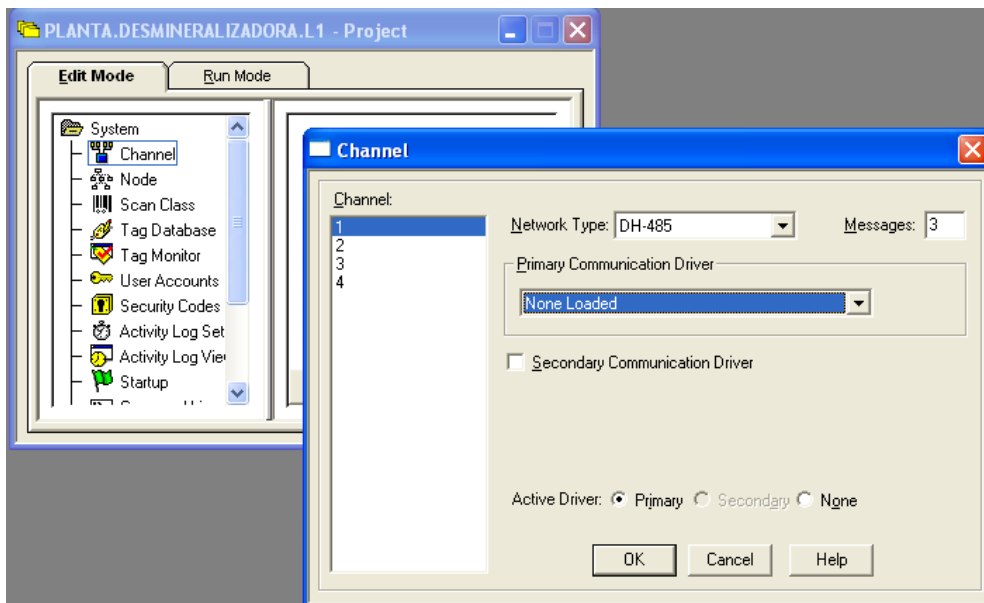
- Una vez seleccionado “New” se debe crear nuevo Proyecto en este caso “PLANTA DESMINERALIZADORA L1” y seleccionar “Open”.



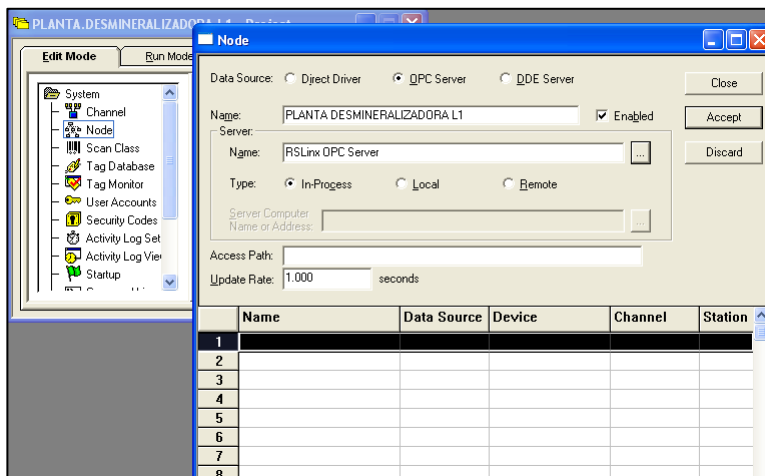
- Ya creado el proyecto aparecerán cinco ventanas las cuales (System, Graphics, Alarms, Data Log, Logic and Control) se trabajaran con dos. (System,Graphics).



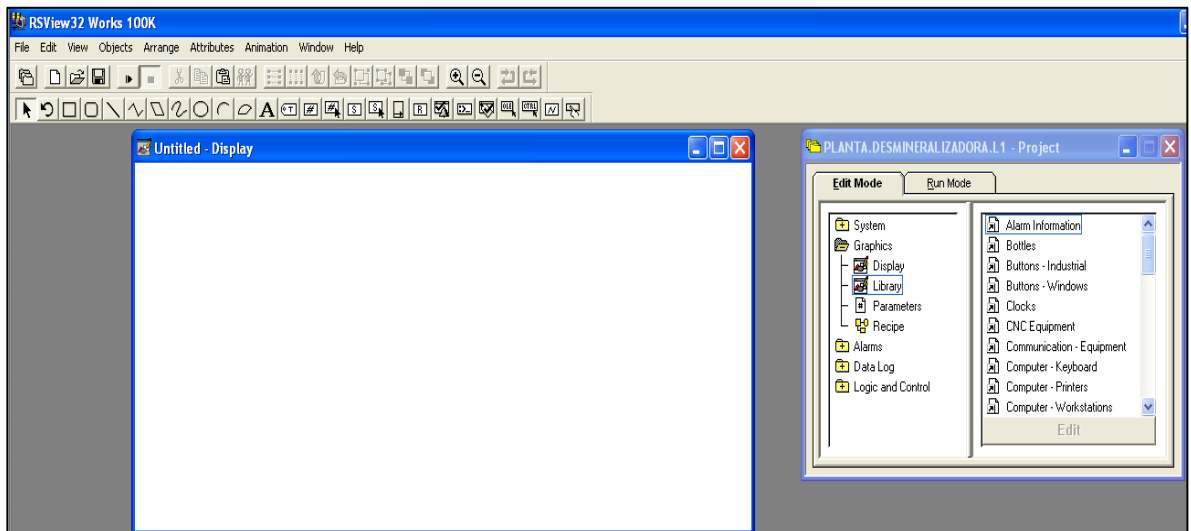
- Seleccionar la ventana “System”
- Abrir “Channel” y en “Network Type” seleccionar en este caso “DH-485” y en “PrimaryCommunication Driver” la carpeta de Arranque, para vincular con RS LogixEmulate nombre del proyecto creado.



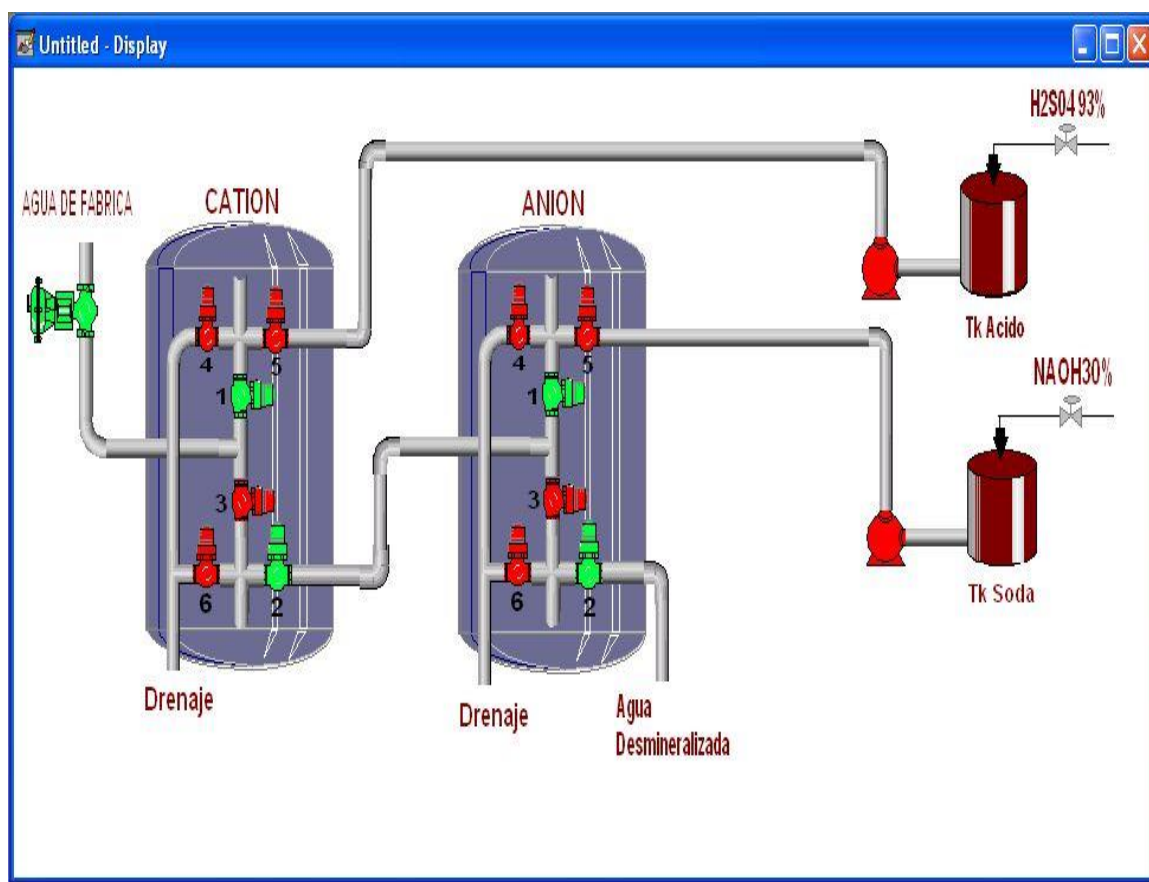
- Seleccionar “Node” y hacer click en “OPC server”, dar nombre “Name” en este caso PLANTA DESMINERALIZADORA L1 y “accept”.



- Seleccionar “Graphics” y crearemos nuestro proyecto mediante la “Librería”



- Creado nuestro proyecto se realiza pruebas de funcionamiento mediante el RSView y RS Logix 5000.



CONCLUSIÓN.

El actual sistema de desmineralización de agua de L1, presenta una serie de deficiencias, tales como la falta de automatización durante las etapas de regeneración de resinas, la dosificación manual de agentes químicos de regeneración, y la presencia de corrosión en ciertos elementos del sistema. Esto impacta directamente en la flexibilidad operativa, obligando a una dedicación permanente del cuerpo de operadores, para mantener la calidad del agua alimentada hacia las calderas y atemperador.

Para la automatización del sistema de desmineralización de agua, se evaluó la incorporación de un Controlador Lógico Programable (PLC) y un sistema de dosificación de ácido y soda. Esto permitirá una acción eficiente sobre el control de cada una de las etapas del proceso de regeneración, gracias a la programación en el PLC de las diferentes variables de proceso, con la posibilidad de regular la dosificación de los agentes químicos de regeneración.

De acuerdo al análisis económico, se concluye que invertir en la automatización del sistema de desmineralización resulta atractivo, cuando se obtienen consumo por sobre el 10% en aditivos de regeneración (Soda, Ácido Sulfúrico y Resinas). Por otra parte, también resulta atractiva la inversión cuando el tiempo de regeneración demora más de 2,5 min a los definidos, este tiempo es equivalente a incurrir en un exceso de dosificación superior a un 5,5% para el ácido sulfúrico y de un 12,5% para la soda.

BIBLIOGRAFÍA.

Lo siguiente corresponde a la bibliografía, obtenida tanto de documentación escrita desde información de empresa y de páginas de internet como también documentación encontrada directamente desde enlaces en páginas de internet.

Internet

- <http://ab.rockwellautomation.com>.
- <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/CompactLogix-1769-Controllers>.
- <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/CompactLogix-5370-Controllers>.
- <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/ControlLogix/5561-Controllers>.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable.
- <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/SLC-5000-Controllers>.
- <http://ab.rockwellautomation.com/es/Programmable-Controllers/ControlLogix/5570-Controllers>.
- <https://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>.
- <https://www.copadata.com/es/soluciones-hmi-SCADA/interfaz-hombre-maquina-hmi>.

- <http://www.indusoft.com/blog/2013/05/31/cual-es-la-diferencia-entre-SCADA-y-hmi>.
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1783-um004_-es-p.pdf.
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1783-td001_-en-p.pdf.

Documentación

- Manual de operación – Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- EtherNet/IP – Enric Fábregas Zaragoza.
- Software para Aplicaciones Industriales – Capitulo 5. Redes Industriales.
- Controladores programables Control Logix 5561 – Allen-Bradley.
- Switches administrados Ethernet ProLink – Allen-Bradley.
- Estructura básica sistema de control Empresa Celulosa Arauco.