UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL



FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Tesis previa a la obtención del Título de: INGENIERO ELECTRÓNICO MENCIÓN SISTEMAS INDUSTRIALES

TEMA:

"AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN TECNOVA S.A."

AUTOR (s):

Fernando Villacís Chimborazo William Zambrano Vélez

DIRECTOR:

Ing. Nino Vega

GUAYAQUIL - 2013

Declaratoria de responsabilidad

Nosotros, Fernando Villacís Chimborazo y William Zambrano Vélez declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestro derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del (los/las) autor(as)

Guayaquil, Enero 23 del 2013.

(f)	(f)	
Fernando Villacís Chimborazo		William Zambrano Vélez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos ante todo a Dios por la sabiduría brindada a lo largo de nuestra carrera como estudiantes, a nuestra familia que ha sido el pilar fundamental para nuestra superación día a día.

También agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por habernos abierto las puertas de sus aulas, a los Srs. Profesores ingenieros por haber compartido con nosotros sus conocimientos académicos y profesionales, a nuestro director de tesis por la ayuda desinteresada brindada en este proyecto, a nuestro director de carrera por la guía impartida para la mejora del proyecto.

A la fábrica de baterías TECNOVA S.A. por habernos dado la oportunidad de demostrar nuestros conocimientos y a la vez colaborar con este proyecto, a todos quienes de una u otra manera intervinieron en la realización y culminación de este proyecto de tesis.

3

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres y familiares Quienes han sabido guiarnos y enseñarnos lo correcto También dedicamos este trabajo a todas aquellas personas Que creyeron en nosotros y siempre nos brindaron su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

INTR	ODUCCIÓN	24
Capítulo I		25
EL P	ROBLEMA	25
1.1	Planteamiento del Problema	25
1.2	Delimitación del Problema	25
1.3	Objetivos	26
1.3.1	Objetivos generales	26
1.3.2	Objetivos específicos	26
1.4	Justificación del proyecto	27
1.5	Hipótesis.	28
1.6	Variables e indicadores.	28
1.7	Metodología.	28
<u>Capít</u>	ulo II	29
	 CO TEÓRICO	29
2.1	Antecedentes.	29
2.2	PLC S7-1200	30
2.3	CPU 1214C AC/DC/RLY	32
2.4	Módulo de I/O Digitales SM 1223	33
2.5	HMI KTP 600 Basic PN	34
2.6	Switch con puertos Ethernet.	36
2.7	Fuente de 24 VDC.	36
2.8	Controlador de PH (PHCN-37)	37
2.9	Breaker.	39
2.10	Guardamotor.	40
2.11	Contactor.	41
2.12	Relé.	41
2.13	Electroválvula neumática.	43
2.14	Boya de Nivel.	45
2.15	Presostato.	47
2.16	Válvula Neumática.	48

2.17	Software STEP 7 Basic V11.	48
2.18	Unidad de Mantenimiento.	49
2.19	CPU 1212C AC/DC/RLY	50
2.20	Transductor de presión.	51
2.21	HMI KP300 Basic PN	53
<u>Capít</u>	culo III	54
ESTU	JDIO DEL PROYECTO	54
3.1	Tratamiento de Aguas Residuales.	54
3.1.1	PRAR (Pozo recolector de aguas residuales).	55
3.1.2	Soda Cáustica.	56
3.1.3	Sulfato de Aluminio.	57
3.1.4	Piscina de Pre-sedimentación.	58
3.1.5	Piscina de Sedimentación.	59
3.1.6	Clarificadores.	60
3.1.7	Piscina de Zeolita.	61
3.1.8	Cisternas de almacenamiento de Agua Tratada.	63
3.1.9	Filtro Prensa.	64
3.2	Almacenamiento y Distribución del Agua.	65
3.2.1	Agua Tratada.	65
3.2.2	Agua Potable.	66
3.2.3	Agua Potable.	67
Capít	zulo IV	68
IMPI	LEMENTACIÓN Y DESARROLLO.	68
4.1	Montaje y desmontaje de CPU's y Módulos de señales.	68
4.1.1	CPU's.	68
4.1.2	Módulos de señales.	69
4.2	Configuración de un proyecto completo.	71
4.2.1	Configurar un dispositivo.	73
4.2.2	Crear programa PLC.	80
4.2.3	Configurar una imagen HMI.	83

4.3	Comunicación entre PLC's S7-1200.	89
4.3.1	Instrucción TSEND_C.	92
4.3.2	Instrucción TRCV_C.	94
4.4	Elaboración del nuevo Tablero Eléctrico.	98
4.5	Montaje del nuevo Tablero Eléctrico.	108
4.5.1	Tratamiento de Aguas Residuales.	120
4.5.1.	1 PRAR.	120
4.5.1.	2 Soda Cáustica.	123
4.5.1.	3 Sulfato de Aluminio.	124
4.5.1.	4 Filtro Prensa.	125
4.5.2	Almacenamiento y Distribución del Agua.	129
4.5.2.	1 Agua Tratada.	129
4.5.2.	2 Agua Potable.	130
4.5.2.	3 Agua Desmineralizada.	133
4.5.3	Bomba de Diesel y Alumbrado.	134
4.5.3.	1 Bomba de Diesel.	134
4.5.3.	2 Alumbrado.	135
4.6	Diseño e Implementación de la Red Ethernet.	138
<u>Capít</u>	tulo V	139
DISE	ÑO Y CÁLCULOS DEL PROYECTO	139
5.1	Tratamiento de Aguas Residuales.	139
5.1.1	PRAR.	139
5.1.2	Soda Cáustica.	141
5.1.3	Sulfato de Aluminio.	142
5.1.4	Piscina de Sedimentación.	143
5.1.5	Clarificadores.	144
5.1.6	Piscina de Zeolita.	145
5.1.7	Filtro Prensa.	146
5.1.7.	1Transductor de Presión.	148
5.2	Almacenamiento y Distribución del Agua.	148
5.2.1	Agua Tratada.	148
5.2.2	Agua Potable.	149

5.2.3	Agua Desmineralizada.	151
5.3	Bomba de Diesel y Alumbrado.	152
5.3.1	Bomba de Diesel.	152
5.3.2	Alumbrado.	153
<u>Capít</u>	ulo VI	155
ANÁI	LISIS Y MEJORAS DEL PROYECTO.	155
6.1	Tratamiento de Aguas Residuales.	155
6.1.1	PRAR.	155
6.1.2	Soda Cáustica.	156
6.1.3	Sulfato de Aluminio.	157
6.1.4	Piscina de Sedimentación.	158
6.1.5	Clarificadores.	159
6.1.6	Piscina de Zeolita.	159
6.1.7	Filtro Prensa.	159
6.2	Almacenamiento y Distribución del Agua.	160
6.2.1	Agua Tratada.	160
6.2.2	Agua Potable.	161
6.2.3	Agua Desmineralizada.	162
6.3	Bomba de Diesel y Alumbrado.	162
6.3.1	Bomba de Diesel.	162
6.3.2	Alumbrado.	163
6.4	Presupuesto.	164
CON	CLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	166
BIBLIOGRAFÍA.		167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2.1 Partes de un CPU 1211C.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	30
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	
Figure 6.2.2. Times y comentaries de CDII's	
Figura 6.2.2 Tipos y características de CPU's.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	31
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	
Eigure 2.2.2 Tings y correctorísticos do módulos nora CDII/s	
Figura 2.2.3 Tipos y características de módulos para CPU's.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	32
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	
Eigura 2 2 1 CDL 1214C	
Figura 2.3.1 CPU 1214C.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	32
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	
Figura 2.4.1 Partes de un módulo de señales.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	33
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	
Figura 2.4.2 Características del CPU 1214C.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	2.4
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	34
ion and the pocuments of the pocuments o	
Figura 2.5.1 HMI KTP 600 Basic PN.	
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizac	34
ion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	34
ion and the pocuments of the pocument of the pocuments of	
Figura 2.6.1 Switch de 5 puertos 10/100Mbps.	
Fuente: http://home.cisco.com/es-latam/products/switches/SE1500	36
Figura 2.7.1 Fuente de 24 VDC.	
Fuente: http://www.automation.siemens.com/mcms/power-supply-	
sitop/es/m%C3%B3dulos-adicionales/redundancy-	36
module/Pages/Default.aspx	
Figura 2.8.1 PHCN-37.	
Fuente: http://www.omega.com/pptst/PHCN37.html	37
Figura 2.9.1 Tipos de breakers según su amperaje y # de polos.	
Fuente: http://spanish.alibaba.com/products/SCHNEIDER-ID-	39
BREAKER.html	
Figura 2.10.1 Guardamotor.	
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Guardamotor	40

Figura 2.11.1 Fuente: http://e	Contactor. s.wikipedia.org/wiki/Contactor	41
Figura 2.12.1 Fuente: http://e	Relé. s.wikipedia.org/wiki/relay	42
_	Electroválvula neumática. www.festo.com/cms/es-co_co/9753.htm	43
_	Bloque de electroválvulas neumáticas. Autores	44
·	Boya de nivel. www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto- l-con-flotador-ATMI-28643.html	45
80&bih=679&	www.google.com.ec/imgres?num=10&um=1&hl=es&biw=12 tbm=isch&tbnid=4j5adlOI8vMYMM:&imgrefurl=http://ww ica.com.co/2008/09/12/presostatos/&docid=CHevelnoXLyj	47
	Tipos de válvulas neumáticas. spanish.alibaba.com/product-free/pneumatic-actuators- nl	48
	Unidad de Mantenimiento. www.festo.com/cms/es-co_co/9753.htm	49
Fuente: http://il	CPU 1212C AC/DC/RLY. l.rsdelivers.com/product/siemens/6es7212-1bd30- 7-1200-cpu-1212c-ac-dc-rly/6683058.aspx	50
_	Transductor de presión. www.flexilatina.com/transmisores-de-presion.html	51
•	HMI KP300 BASIC PN. Autores	53
_	Etapas del tratamiento de aguas residuales. Autores	54
_	Diagrama de constitución del PRAR. Autores	55
_	Interconexión de las 2 cisternas del PRAR. Autores	56
_	Tanque de Soda Cáustica. Autores	57

_	Tanque de Sulfato de Aluminio. Autores	58
Figura 3.1.4.1 Presedimentac Fuente:	Condición de circulación de agua del PRAR- ción. Autores	59
	Piscina de Presedimentación. Autores	59
Figura 3.1.5.1 Fuente:	Piscina de sedimentación. Autores	60
Figura 3.1.6.1 Fuente:	Clarificadores. Autores	60
Figura 3.1.6.2 Fuente:	Filtros de los clarificadores. Autores	61
Figura 3.1.7.1 Fuente:	Piscina de zeolita. Autores	61
Figura 3.1.7.2 Fuente:	Piscina de zeolita 1. Autores	62
Figura 3.1.7.3 Fuente:	Última caída. Autores	63
Figura 3.1.8.1 Fuente:	Ingreso de agua hacia las cisternas de agua tratada. Autores	63
Figura 3.1.9.1 Fuente:	Vista frontal del filtro prensa. Autores	64
Figura 3.1.9.2 Fuente:	Vista posterior del filtro prensa. Autores	64
Figura 3.2.1.1 Fuente:	Distribución del Agua tratada. Autores	65
Figura 3.2.2.1 Fuente:	Distribución del Agua Potable. Autores	66
Figura 3.2.3.1 Fuente:	Distribución del Agua Desmineralizada. Autores	67
Fuente: http://v	Montaje de CPU en riel DIN. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ments/S71200ManualSistema.pdf	68

Figura 4.1.1.2 Desmontaje de CPU de riel DIN. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	69
Figura 4.1.2.1 Montaje de módulo de señal en riel DIN. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	69
Figura 4.1.2.2 Conexión de bus entre CPU y Módulo de señal. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	70
Figura 4.1.2.3 Desmontaje de módulo de señal en riel DIN. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf	71
Figura 4.2.1 Ejecutar aplicación. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	71
Figura 4.2.2 Crear proyecto nuevo. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	72
Figura 4.2.3 Información del proyecto. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	72
Figura 4.2.1.1 Configurar un dispositivo. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	73
Figura 4.2.1.2 Seleccionar CPU. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	74
Figura 4.2.1.3 Configuración de hardware. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	75
Figura 4.2.1.4 Insertar módulos. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	76
Figura 4.2.1.5 Poner dirección IP al PC. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	76

Figura 4.2.1.6 Poner dirección IP al PLC. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	77
Figura 4.2.1.7 Ver estaciones accesibles. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	77
Figura 4.2.1.8 Ver estaciones accesibles desde nuestro PC. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	78
Figura 4.2.1.9 Acceso online del equipo. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	78
Figura 4.2.1.10Transferir configuración. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	79
Figura 4.2.1.11 Ventana de aceptación. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	79
Figura 4.2.2.1 Bloques de programa. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	80
Figura 7.2.2.2 Editor de Bloques. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	80
Figura 7.2.2.3 Insertar instrucciones. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	81
Figura 4.2.2.4 Transferir el programa. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	81
Figura 4.2.2.5 Ventana de aceptación. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	82
Figura 4.2.2.6 Visualización online. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion /aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	82

Figura 4.2.2.7 Tabla de observación. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	83
Figura 4.2.3.1 Insertar pantalla HMI. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	83
Figura 4.2.3.2 Seleccionando nuestra pantalla HMI. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	84
Figura 4.2.3.3 Seleccionar la CPU con la que se comunica. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	84
Figura 4.2.3.4 Seleccionar propiedades de las pantallas. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	85
Figura 4.2.3.5 Seleccionar pantalla de alarmas. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	85
Figura 4.2.3.6 Indicar número de pantallas de usuario. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	86
Figura 4.2.3.7 Seleccionar pantallas de sistema. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	86
Figura 4.2.3.8 Seleccionar los botones por defecto. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	87
Figura 4.2.3.9 Editar pantallas de usuario. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	87
Figura 4.2.3.10 Seleccionar variables del PLC. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	88
Figura 4.2.3.11 Configurar el acceso online de la pantalla. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut.simatic/Documents/S71200Paso.a.Paso.V10.0.ndf	88

Fuente: http://	2 Cargar proyecto a la pantalla. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ocuments/S71200Paso a Paso V10.0.pdf	89
Fuente: http://	Comunicación entre PLC"s S7-1200. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ments/S71200ManualSistema.pdf	90
Fuente: http://	Configurar las conexiones de red entre dos CPU's. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ments/S71200ManualSistema.pdf	91
Fuente: http://	Instrucción TSEND_C. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ments/S71200ManualSistema.pdf	92
Fuente: http://	Posiciones de memoria en la instrucción TSEND_C. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ments/S71200ManualSistema.pdf	93
Fuente: http://	Configuración de parámetros en la instrucción TSEND_C. www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion ments/S71200ManualSistema.pdf	94
_	Definición de parámetros de protocolo ISO on TCP. http://goo.gl/YwL9j	94
_	Instrucción TRCV_C. http://goo.gl/YwL9j	95
_	Posiciones de memoria en la instrucción TRCV_C. http://goo.gl/YwL9j	96
_	Configuración de parámetros en la instrucción TRCV_C. http://goo.gl/YwL9j	97
_	Definición de parámetros de protocolo ISO on TCP. http://goo.gl/YwL9j	97
Figura 4.4.1 Fuente:	Distribución del nuevo tablero eléctrico. Autores	98
Figura 4.4.2 Fuente:	Instalación y cableado de los primeros elementos del tablero. Autores	99
Figura 4.4.3 borneras.	Primer bloque de cableado de motores y entradas digitales a	100

Figura 4.4.4 Fuente:	Primer bloque de cableado de motores (fuerza y control). Autores	100
Figura 4.4.5 Fuente:	CPU y dos módulos de señales digitales. Autores	101
Figura 4.4.6 Fuente:	Cableado a borneras del segundo módulo de señales. Autores	101
Figura 4.4.7 Fuente:	Cableado de segundo bloque de motores. Autores	102
Figura 4.4.8 Fuente:	Bloque de borneras y bloque de electroválvulas. Autores	102
Figura 4.4.9 Fuente:	Terminando el segundo bloque de motores. Autores	103
Figura 4.4.10 Fuente:	Organizado del cableado 1. Autores	104
Figura 4.4.11 Fuente:	Organizado del cableado 2. Autores	104
Figura 4.4.12 Fuente:	Cableado de bases de relés. Autores	105
Figura 4.4.13 Fuente:	Doble fondo en la puerta del tablero. Autores	106
Figura 4.4.14 Fuente:	Tablero eléctrico listo para su respectivo montaje. Autores	107
Figura 4.5.1 Fuente:	Antiguo tablero eléctrico. Autores	108
Figura 4.5.2 Fuente:	Interior del antiguo tablero eléctrico. Autores	109
Figura 4.5.3 Fuente:	Antiguo tablero #1 del cuarto de bombas. Autores	110
Figura 4.5.4 Fuente:	Interior del antiguo tablero #1 del cuarto de bombas. Autores	111
Figura 4.5.5 Fuente:	Instalaciones antiguas del cuarto de bombas. Autores	112
Figura 4.5.6 Fuente:	Interior del antiguo tablero #2 del cuarto de bombas. Autores	113

Figura 4.5.7 Fuente:	Desinstalación 1 del antiguo tablero eléctrico. Autores	114
Figura 4.5.8 Fuente:	Desinstalación 2 del antiguo tablero eléctrico. Autores	114
Figura 4.5.9 Fuente:	Desmontaje del antiguo tablero eléctrico. Autores	115
Figura 4.5.10 Fuente:	Montaje del nuevo tablero eléctrico. Autores	116
Figura 4.5.11 Fuente:	Instalación de bloque de electroválvulas. Autores	117
Figura 4.5.12 Fuente:	Unidad de mantenimiento y bloque de electroválvulas. Autores	118
Figura 4.5.13 Fuente:	Unidad de mantenimiento. Autores	118
Figura 4.5.14 Fuente:	HMI en cuarto de bombas. Autores	119
Figura 4.5.1.1 Fuente:	.1 PRAR (antes y después). Autores	120
Figura 4.5.1.1 Fuente:	.2 Reinstalación de sensores de nivel y de PH. Autores	121
Figura 4.5.1.1 Fuente:	.3 Bomba PRAR (antes y después). Autores	122
Figura 4.5.1.2 Fuente:	.1 Soda Cáustica. Autores	123
Figura 4.5.1.3 Fuente:	.1 Sulfato de aluminio. (antes y después). Autores	124
Figura 4.5.1.4 Fuente:	.1 Tablero Filtro Prensa. Autores	125
Figura 4.5.1.4 Fuente:	.2 Filtro Prensa nuevo. Autores	126
Figura 4.5.1.4 Fuente:	 .3 Transductor de presión y manómetro. Autores 	127
Figura 4.5.1.4 Fuente:	.4 Silos. Autores	128

Figura 4.5.2.1.1 Fuente:	Bomba Agua Tratada. Autores	129
Figura 4.5.2.2.1 Fuente:	Cuarto de bombas (antes y después). Autores	130
Figura 4.5.2.2.2 Fuente:	Tanques de Presión del cuarto de bombas. Autores	131
Figura 4.5.2.2.3 Fuente:	Acometida bomba eléctrica (sistema contra-incendio). Autores	132
Figura 4.5.2.3.1 Fuente:	Agua Desmineralizada. Autores	133
Figura 4.5.3.1.1. Fuente:	Bomba de Diesel. Autores	134
Figura 4.5.3.2.1 Residuales. Fuente:	Alumbrado de Planta de Tratamiento de Aguas Autores	135
Figura 4.5.15 Fuente:	Marquillaje de todo el tablero eléctrico. Autores	136
Figura 4.5.16 Fuente:	Marquillaje 1 de todo el tablero eléctrico. Autores	137
Figura 4.6.1 Fuente:	Dispositivos y Redes del Proyecto. Autores	138
_	Condiciones eléctricas inseguras en el PRAR. Autores	156
•	Condiciones eléctricas inseguras en Soda Cáustica. Autores	157
_	Bomba de apoyo (piscina de sedimentación). Autores	158
-	omunicación entre PLC"s S7-1200. ttp://goo.gl/YwL9j	160
_	Mejoras en la distribución de agua potable. Autores	161
•	Sistema de Diesel.	162

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.1 Fuente:	Partes de CPU 1211C Autores	31
Tabla 2.3.1 Fuente:	Características del CPU 1214C Autores	32
Tabla 2.19.1 Fuente:	Características del CPU 1212C Autores	50
Tabla 5.1.1.1 Fuente:	Entradas y Salidas del PRAR Autores	139
Tabla 5.1.1.2 Fuente:	Características de motores del PRAR Autores	140
Tabla 5.1.1.3 Fuente:	Protección de motores del PRAR Autores	140
Tabla 5.1.2.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Soda Cáustica Autores	141
Tabla 5.1.2.2 Fuente:	Características de motor Soda Cáustica Autores	141
Tabla 5.1.2.3 Fuente:	Protección de motor Soda Cáustica Autores	141
Tabla 5.1.3.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Sulfato de Aluminio Autores	142
Tabla 5.1.3.2 Fuente:	Características de motor Sulfato de Aluminio Autores	142
Tabla 5.1.3.3 Fuente:	Protección motor Sulfato de Aluminio Autores	142
Tabla 5.1.4.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Piscina de Sedimentación Autores	143
Tabla 5.1.4.2 Fuente:	Características de motor Piscina de Sedimentación Autores	143
Tabla 5.1.4.3 Fuente:	Protección de motor Piscina de Sedimentación Autores	143
Tabla 5.1.5.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Clarificadores Autores	144
Tabla 5.1.5.2 Fuente:	Características de motores de Clarificadores Autores	144

Tabla 5.1.5.3 Fuente:	Protección de motores de Clarificadores Autores	144
Tabla 5.1.6.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Piscina de Zeolita Autores	145
Tabla 5.1.6.2 Fuente:	Características de motor piscina de Zeolita Autores	145
Tabla 5.1.6.3 Fuente:	Protección de motor Piscina de Zeolita Autores	146
Tabla 5.1.7.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Filtro Prensa Autores	146
Tabla 5.1.7.2 Fuente:	Características de motores de Filtro Prensa Autores	146
Tabla 5.1.7.3 Fuente:	Protección de motores Filtro Prensa Autores	147
Tabla 5.2.1.1 Fuente:	Entrada y Salidas de Agua Tratada Autores	148
Tabla 5.2.1.2 Fuente:	Características de motor Agua Tratada Autores	149
Tabla 5.2.1.3 Fuente:	Protección de motor Agua Tratada Autores	149
Tabla 5.2.2.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Agua Potable Autores	149
Tabla 5.2.2.2 Fuente:	Características de motores de Agua Potable Autores	150
Tabla 5.2.2.3 Fuente:	Protección de motores Agua Potable Autores	151
Tabla 5.2.3.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Agua Desmineralizada Autores	151
Tabla 5.2.3.2 Fuente:	Características de motor Agua Desmineralizada Autores	151
Tabla 5.2.3.3 Fuente:	Protección de motor Agua Desmineralizada Autores	152
Tabla 5.3.1.1 Fuente:	Entradas y Salidas de Bomba de Diesel Autores	152

Tabla 5.3.1.2 Fuente:	Características de motor bomba de diesel. Autores	152
Tabla 5.3.1.3 Fuente:	Protección de motor bomba de diesel. Autores	153
Tabla 5.3.2.1 Fuente:	Análisis del Alumbrado. Autores	153
Tabla 5.3.2.2 Fuente:	Cálculo de Entradas y Salidas digitales del proyecto. Autores	154

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Planos eléctricos del proyecto.	169
2. Variables aguas residuales.	199
3. Programación PLC aguas residuales.	208
4. Programación HMI aguas residuales.	240
5. Variables filtro prensa.	329
6. Programación HMI filtro prensa.	331
7. Programación PLC filtro prensa.	354

ABSTRACT

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE	TEMA TESIS
		TESIS	
	LUIS FERNANDO		"AUTOMATIZACIÓN
	VILLACIS		DEL PROCESO DE
2013	CHIMBORAZO	ING. NINO	TRATAMIENTO DE
		VEGA	AGUAS
	WILLIAM MIGUEL		RESIDUALES EN
	ZAMBRANO VÉLEZ		TECNOVA S.A."

La presente tesis: "AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN TECNOVA S.A.", se basa en aplicaciones específicas de control. Las variables a controlar son: nivel, presión, PH.

El objetivo fue desarrollar un sistema automatizado para el tratamiento de aguas residuales que genere eficacia y seguridad para la empresa y los operadores.

Para este proyecto se utilizó el software STEP 7 V 11., con el cual se programó los PLC's y las pantallas HMI.

Al proyecto lo complementa un análisis, diseño e implementación para el control del almacenamiento y distribución tanto de agua potable, agua desmineralizada y agua tratada. También el proyecto se encarga del control y supervisión del alumbrado de toda la planta de tratamiento de aguas residuales.

PALABRAS CLAVES

Análisis, diseño e implementación de un sistema automatizado/ tratamiento de aguas residuales/ almacenamiento y distribución de agua/ software STEP 7 V11./ Control. Nivel. Presión. PH.

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se da a conocer una solución para mejorar un proceso de tratamiento de aguas residuales, el cual consta de varias etapas para su realización. Para cada etapa se han hecho los respectivos análisis para poder realizar las mejoras del proceso.

Una de las mejores soluciones para que un proceso sea eficaz es que trabaje de manera automática, por esta razón se procedió a automatizar el tratamiento de aguas residuales, la distribución de agua tratada y potable, logrando así reducir el consumo de agua potable manteniendo el correcto abastecimiento en las zonas que intervienen en el proyecto.

Este proyecto puede ser aplicado en cualquier industria donde el consumo de agua sea un factor importante y la reutilización de la misma sea de mucha importancia.

En el capítulo 1 se analiza las razones, lugar, en el cual surge la problemática del proyecto, hipótesis, variables, metodología del proyecto así como los objetivos que se plantean.

Los antecedentes y elementos a utilizarse en el proyecto están descritos dentro del marco teórico que es desarrollado en el capítulo 2.

El capítulo 3 consta del estudio de cada una de las etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales junto con el almacenamiento y distribución tanto del agua tratada, agua potable y agua desmineralizada.

El capítulo 4 describe el montaje de los elementos en el tablero eléctrico, la configuración y programación de los PLC's y las pantallas HMI

El diseño del proyecto y los cálculos de todos los elementos y actuadores a utilizar según los requerimientos de cada etapa están desarrollados en el capítulo 5.

En el capítulo 6 se analizó cada una de las etapas del proyecto detalladas en el capítulo 3, se nota deficiencia en el alumbrado de la planta, se analiza sus mejoras, además al finalizar el capítulo se encuentra el detalle económico del proyecto.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Debido a varios problemas tales como: riesgo físico provocado por material derramado, riesgo eléctrico por tableros en malas condiciones, pérdida de tiempo en producción por falta de abastecimiento constante de agua para su proceso, motores dañados y desperdicio del agua potable, la automatización de la planta de aguas residuales, distribución de agua tratada y potable era la mejor solución para los problemas anteriormente mencionados.

En el 2011 las autoridades correspondientes a seguridad industrial y producción de TECNOVA S.A. determinaron que el proyecto era viable por lo que conversaron con el departamento de Mantenimiento para su respectiva ejecución.

La automatización de máquinas o procesos tiene mucho campo de aplicación en todas las industrias que necesitan progresar y con ello hacer sus sistemas mucho más eficientes y seguros teniendo con ello un control automático de las variables a tener en cuenta en sus distintos procesos de producción.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

Automatización del proceso de tratamiento de aguas residuales en las instalaciones de la fábrica TECNOVA. S.A. ubicada en el Km 12.5 vía Daule, de la ciudad de Guayaquil en el transcurso del año 2011, debido a las falencias que existían en el proceso de tratamiento de aguas residuales se evidenció la necesidad de hacer mejoras en dicho proceso para lo cual se determinó que los procesos dejen de ser manuales y que brinden la mayor seguridad posible tanto para la planta como para los operadores.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema automatizado para el tratamiento de aguas residuales que genere eficacia y seguridad para la empresa y con ello se demostrará a los alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana que los conocimientos adquiridos en automatismos y sensores durante toda la carrera de ingeniería electrónica industrial se ven aplicados en una industria tan grande e importante como es la fabricación de baterías.

1.3.2 Objetivos Específicos

Analizar y comprender cada una de las etapas del tratamiento de aguas residuales junto con sus procesos químicos que intervienen en su desarrollo.

Verificar el funcionamiento del tratamiento de aguas residuales este acorde a las necesidades y requerimientos de la fábrica en beneficio del medio ambiente.

Diseñar y desarrollar un programa que sea capaz de controlar todo el proceso automáticamente teniendo en cuenta todas las variables presentes en dicho sistema.

Calibrar y configurar los sensores utilizados en el proceso según los requerimientos de la planta.

Unificar los paneles de control eléctricos existentes.

Cambiar la acometida de todos los motores que vamos a incluir en nuestro nuevo panel eléctrico de control.

Sincronizar correctamente todo el proceso en cada una de sus etapas para así no generar fallas en el sistema.

Identificar cada uno de los elementos de control y fuerza que existirán en el proyecto.

Dimensionar correctamente la protección de cada uno de los motores utilizados en el proceso.

Diseñar y desarrollar un HMI para control y monitoreo del proceso por parte del operador.

Diseñar y desarrollar una comunicación entre 2 PLC"s para mejorar la eficiencia y eficacia del proceso.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La automatización de máquinas o procesos tiene mucho campo de aplicación en todas las industrias que necesitan progresar y con ello hacer sus sistemas mucho más eficientes y seguros teniendo con ello un control automático de las variables a tener en cuenta en sus distintos procesos de producción.

- El tratamiento de aguas residuales es un proceso que demanda mucho control y supervisión en cada una de sus etapas y por esta razón desarrollando su automatización se genera mayor eficiencia y seguridad en todo el proceso.
- Este modelo puede ser aplicado en cualquier industria donde se consuma gran cantidad de agua y se necesite reutilizarla, sirve de mucha ayuda al medio ambiente ya que se consume y contamina menos, genera beneficio económico para la fábrica y disminuye los riesgos físicos en la manipulación de los agentes químicos por parte del operador.
- Con este proyecto se logra mejorar los tiempos de producción debido a que a que ya no existen tiempos de paras por falta de abastecimiento de agua para dichos procesos.

1.5 HIPÓTESIS.

Con la automatización de este proyecto se conseguirá un correcto almacenamiento, distribución de agua tratada y agua potable disminuyendo el consumo de agua que generará un ahorro económico para la fábrica.

La mejor manera de disminuir el consumo de agua y tener un control total del proceso es teniendo un sistema totalmente automatizado, el cual se encargará de monitorear constantemente las etapas del proceso generando alarmas que nos indiquen el malfuncionamiento de ciertos elementos para así tomar una acción correctiva en el menor tiempo posible.

1.6 VARIABLES E INDICADORES.

Para el proyecto se ha identificado las siguientes variables:

- <u>Tratamiento de aguas residuales</u>; es la base del proyecto ya que con la automatización se optimizarán todos sus procesos.
- <u>Almacenamiento y distribución de agua tratada;</u> luego de haberse tratado el agua es almacenada y distribuida correctamente hacia los respectivos procesos.
- <u>Almacenamiento y distribución de agua potable</u>; teniendo un correcto almacenamiento y control de las cisternas se puede asegurar el constante abastecimiento para no sufrir escasez de agua.

1.7 METODOLOGÍA.

La investigación previa al desarrollo del proyecto se la realizó plenamente en la fábrica obteniendo datos reales de los procesos que intervienen en el proyecto.

Se obtiene más información de las experiencias vividas por los operadores de dicha planta y se toman sugerencias para las posibles mejoras.

Además de los datos de campo se hicieron consultas en libros y páginas de internet para complementar su análisis.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describirá las características más relevantes de los elementos a utilizarse en nuestro proyecto en cada una de sus etapas.

2.1 ANTECEDENTES.

Un proceso de tratamiento de aguas residuales es muy importante en toda empresa que se preocupe por la contaminación ambiental, sin embargo no todas cuentan con una planta para el tratamiento de aguas residuales.

Por visitas realizadas a varias empresas por motivos profesionales se ha podido observar que la mayoría de las fábricas no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización sino simplemente hacen una purificación para luego desecharlas.

También se puede decir que existen empresas que utilizan el agua potable simplemente para enfriar máquinas y sin sufrir algún tipo de contaminación son desechadas, pudiendo hacer una correcta recirculación y reutilización de la misma generando con esto ahorro para la empresa.

Dado esto podemos decir que este sistema serviría como ejemplo a implantarse en otras empresas que quieran disminuir su consumo de agua potable.

Con este proyecto se dará aplicación a las materias de automatismos y sensores que son impartidas en la Universidad y se podrá observar que existe su aplicación real dentro de una industria grande como es la de fabricación de baterías.

El desarrollo del proceso de automatización abarca mucha ingeniería desde el análisis, la programación, así como la calibración de distintos tipos de sensores involucrados en este proceso.

La programación del software y el desarrollo total del proceso para hacer que haya una buena sincronización en cada una de sus etapas será uno de los mayores retos dentro de este trabajo.

2.2 PLC S7-1200

El PLC S7-1200 es un controlador lógico programable que ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC, ver figura 2.2.1 (página 30).

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

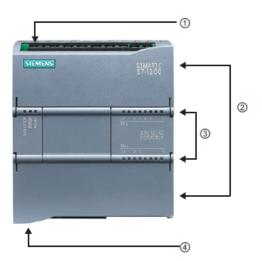


Figura 2.2.1 Partes de un CPU 1211C, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf

#	Descripción
1.	Conector de corriente.
2.	Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
2.	Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior).
3.	LEDs de estado para las E/S integradas
4.	Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

Tabla 2.2.1 Partes de CPU 1211C Fuente: Autores

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232, ver tabla 2.2.1 (página 31).

Los diferentes modelos de CPU's ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones, ver figura 2.2.2 (página 31).

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario Memoria de trabajo Memoria de carga Memoria remanente	• 25 KB • 1 MB • 2 KB		• 50 KB • 2 MB • 2 KB
E/S integradas locales	6 entradas/4 salidas 2 entradas 1024 bytes para entrada	8 entradas/6 salidas 2 entradas (I) y 1024 bytes para salid	14 entradas/10 salidas 2 entradas las (Q)
proceso Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1	2	·
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos Fase simple Fase en cuadratura	3 3 a 100 kHz 3 a 80 kHZ	4 • 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz • 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	6 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		I.
Memory Card	SIMATIC Memory Card	(opcional)	
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo:	: 6 días a 40 °C	
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 μs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

 $Figura~2.2.2~Tipos~y~características~de~CPU's,~2012.\\ Fuente: \underline{http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120}\\ \underline{OManualSistema.pdf}$

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar

módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación, ver figura 2.2.3 (página 32).

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
(SB)	Analógico	-	1 salida analógica	-

Módulo de comunicación (CM)

- RS485
- RS232

Figura 2.2.3 Tipos y características de módulos para CPUs, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120

0ManualSistema.pdf

2.3 CPU 1214C AC/DC/RLY

CARACTERÍSTICAS			
Dimensiones	(100 x 110 x 75)mm		
Entradas 14 entradas digitales / 2 entradas analógicas			
Salidas 10 salidas digitales			
Serie	S7-1200		
Tipo	CPU 1214C AC/DC/RLY		

Tabla 2.3.1Características del CPU 1214C Fuente: Autores

Aquí se muestran ciertas características en la tabla 2.3.1 (página 32). También se muestra el CPU en la figura 2.3.1 (página 32).



Figura 2.3.1 CPU 1214C, 2012.

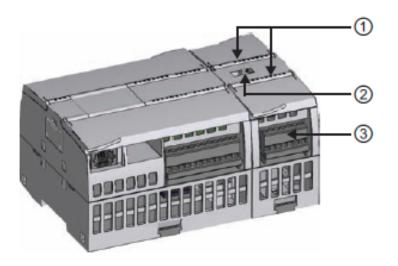
 $Fuente: \underline{http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120} \\ \underline{0ManualSistema.pdf}$

Especificaciones

- Alimentación 112/220 VAC.
- Incluye 14 DI a 24 VDC.
- Incluye 10 DO tipo relé.
- Memoria de 50 KB.
- 0,1 ms/ 1000 instrucciones
- 6 contadores rápidos
- Con puerto de comunicación Profinet/Industrial Ethernet RJ45 10/100 Mbps.
- Conexión PROFINET para programación, HMI y comunicación PLC-PLC
- Capacidad de ampliación hasta 1 signal board (SB), 8 módulos de señal(SM)
 y 3 módulos de comunicación(CM).
- Montaje sobre riel Din.

2.4 MÓDULO DE I/O DIGITALES SM 1223

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU, ver figura 2.4.1 (página 33).



- LEDs de estado para las E/S del módulo de señales
- ② Conector de bus
- Conector extraíble para el cableado de usuario

Figura 2.4.1 Partes de un módulo de señales, 2012.



Módulo de Señal SM 1223

- DC/RLY.
- Incluye 16 DI a 24 VDC.
- Incluye 16 DO tipo relé.
- Montaje sobre riel Din. Ver figura 2.4.2 (página 34).

Figura 2.4.2 Características del CPU 1214C, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf

2.5 HMI (interface hombre-máquina) KTP 600 BASIC PN

Puesto que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los Basic Panels SIMATIC HMI ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión. Todos los paneles tienen el tipo de protección IP65 y certificación CE, UL, cULus y NEMA 4x.



Figura 2.5.1 HMI KTP 600 Basic PN, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
OManualSistema.pdf

Especificaciones, ver figura 2.5.1 (página 34).

- Color (TFT, 256 colores) o monocromo (STN, escala de grises)
- Pantalla táctil de 6 pulgadas con 6 teclas táctiles
- Vertical u horizontal
- Tamaño: 5.7"
- Resolución: 320 x 240
- 128 variables
- 50 pantallas de proceso
- 200 alarmas
- 25 curvas
- 32 KB memoria de recetas
- 5 recetas, 20 registros, 20 entradas

- Rentable la operación y el monitoreo

Esta gama ofrece paneles con 3 ", 4", 6 "y 10", controles del teclado o el tacto, y un 15 "dispositivo táctil Cada panel SIMATIC HMI Basic está diseñado con la clase de protección IP65 y es ideal para tareas de visualización simple incluso en entornos difíciles.

Las ventajas adicionales incluyen funciones integradas de software, tales como un sistema de información, gestión de recetas, o funciones de gráficas.

SIMATIC BASIC PANEL KTP600 PN, pantalla STN 256 colores, de 5.7", táctil y con 6 teclas de función. Con interfaz Profinet/Industrial Ethernet. Panel para funciones básicas en aplicaciones simples y de máquina. Configurable con software TIA Portal STEP 7 Basic VII o TIA Portal Wince Basic VII.

2.6 SWITCH DE 5 PUERTOS



Figura 2.6.1 Switch de 5 puertos 10/100Mbps, 2012. Fuente: http://home.cisco.com/es-latam/products/switches/SE1500

Lo utilizaremos para tener conexión de red entre el PLC, el HMI, conectarnos con la PC así como para tener una comunicación Ethernet con otro tablero y desde luego este enlazado a la para q pueda ser monitoreado desde las oficinas de producción ver figura 2.6.1 (página 36).

2.7| FUENTE DE 24 VDC



Figura 2.7.1 Fuente de 24 VDC, 2012

Fuente: http://www.automation.siemens.com/mcms/power-supply-sitop/es/m%C3%B3dulos-adicionales/redundancy-module/Pages/Default.aspx

24 V ininterrumpida, con cada fuente

Gracias a su elevada fiabilidad, la fuente de alimentación SITOP está establecida en todo el mundo y afronta incluso condiciones de red críticas. Nuestra oferta completa de fuentes ofrece tensiones reguladas de 24 voltios, así como otras tensiones de salida. La gama de módulos UPS de continua y módulos de ampliación, única en su género, amplía la alimentación: De esta forma se protege la tensión de 24 V contra fallos en la red y en la tensión continua.

Utilizaremos esta fuente para para alimentación de los módulos, dos HMI y polarización de entradas al PLC y módulos, ver figura 2.7.1 (página 36).

2.8 CONTROLADOR DE PH (PHCN-37)



Figura 2.8.1 PHCN-37, 2012
Fuente: http://www.omega.com/pptst/PHCN37.html

Está basado en un microprocesador nueva familia de pH, ORP y pH / ORP en panel controlador está diseñado para una amplia variedad de aplicaciones de monitoreo ambiental. Las unidades de las características de compensación de temperatura automática o manual de pH, dos de 5 amp relés mecánicos y una selección de una solución escalable 4 a 20 mA o 0-20 mA, o salida de grabación o una salida de 0 V a 10. Para facilitar la operación de todos los puntos de ajuste de calibración y los través del parámetros se pueden seleccionar a teclado frontal. E1PHCN/ORCN/OPCN-37 puede interactuar con una variedad de electrodos de pH y ORP, ver figura 2.8.1 (página 37).

ESPECIFICACIONES

ORP Rango: ORCN-37 \pm 2 <u>Vdc</u>; OPCN-37 \pm 620 mV

Resolución: 0,1, 1 mV

Precisión: 0,1 mV a 25 ° C

<u>Decimal</u> Punto: 2 autos posición que van

Rango de pH: de 0 a 14.00 pH; 0 a 100 ° C.

Resolución: 0,01 pH, 0,1 ° C

Calibración de pH: 2 o 3 puntos

Precisión: \pm 0,01 pH, \pm 0,5 ° C

Display: 4 dígitos, LED, 13,7 mm (0,54 ")

Relés: SPDT dual (formulario C) 5 A a 240 Vac relé mecánico. Programable banda

muerta histéresis alrededor de puntos de ajuste.

Salida: 4 a 20 mA, 0 a 20 mA o de 0 a 10 V (escalable) seleccionable por software.

Impedancia de entrada :> 10 12 ohms

Compensación de temperatura: manual o automático, de 0 a 100 ° C con Pt 100 o

PT1K ohm IDT

Conectores: pH/ORP-BNC; Temp.-miniatura, clavija de auriculares (MPP) o

regleta de terminales

Potencia: 115 Vac, 230 Vac, 50/60 Hz, 10 a 32 Vdc, 26 a 56 Vdc

Recorte del panel: 1 / 8 DIN, 45 x 92 mm W (1.772 "x 3.622")

Dimensiones: 48 x 96 W x 177 mm D (1,89 "x 3,78" x 7,00 ")

Peso: 580 g (1,27 lb)

2.9 BREAKERS





Figura 2.9.1 Tipos de breakers según su amperaje y número de polos, 2012 Fuente: http://spanish.alibaba.com/products/SCHNEIDER-ID-BREAKER.html

Un interruptor es un accionamiento automático <u>eléctrico</u> <u>interruptor</u> diseñado para proteger un <u>circuito eléctrico</u> de los daños causados por <u>sobrecarga</u> o <u>cortocircuito</u>. Su función básica es la detección de una condición de falla y, mediante la interrupción de la continuidad, a suspender inmediatamente el flujo eléctrico. A diferencia de un <u>fusible</u>, que opera una vez y luego tiene que ser sustituido, un interruptor de circuito se puede reiniciar (ya sea manual o automáticamente) para reanudar el funcionamiento normal, ver figura 2.9.1 (página 39).

Interruptores de circuito se realizan en diferentes tamaños, desde pequeños dispositivos que protegen a un electrodoméstico individuales hasta grandes conmutadores diseñados para proteger los circuitos de alta tensión de alimentación de toda una ciudad.

Dependiendo a nuestras exigencias lo utilizaremos en alimentar a nuestras entradas al PLC, polarizar e individualizar cada uno de los bloques de salidas del PLC y demás elementos a utilizar.

2.10 GUARDAMOTORES



Figura 2.10.1 Guardamotor, 2012 Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Guardamotor

Un guardamotor es un <u>disyuntor magneto-térmico</u>, especialmente diseñado para la protección de <u>motores eléctricos</u>. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobreintensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores, ver figura 2.10.1 (página 40).

Las características principales de los guardamotores, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

Los utilizaremos de distintos rangos de corrientes dependiendo de las características de cada motor.

2.11 CONTACTOR



Figura 2.11.1 Contactor, 2012. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.

Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Su activación es por A1 y en el proyecto lo realizaran las salidas del PLC y módulos utilizados según la lógica de nuestro programa, ver figura 2.11.1 (página 41).

2.12 RELÉ

El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una <u>bobina</u> y un <u>electroimán</u>, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por <u>Joseph Henry</u> en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea.

Estructura y Funcionamiento

El electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.A ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado). Si se le aplica un voltaje a la bobina un campo magnético es generado haciendo que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permiten que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito, ver figura 2.12.1 (página 42).





Figura 2.12.1 Relé, 2012. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/relay

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la <u>corriente</u> de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos <u>voltajes</u> o elevadas <u>potencias</u> con pequeñas tensiones de control.

2.13. ELECTROVÁLVULA NEUMÁTICA



Figura 2.13.1 Electroválvula neumática, 2012. Fuente: http://www.festo.com/cms/es-co co/9753.htm

Características

Función de las válvulas.3/2 cerrada monoestable.

Tipo de accionamiento eléctrico

Caudal nominal normal.800 l/min

Presión de funcionamiento.1,5 ... 8 bar

Construcción. Asiento de plato

Tipo de reposición. Muelle mecánico

Tipo de protección.IP65

Diámetro nominal. 7 mm

Patrón.32 mm

Función de escape. Extrangulable

Principio de hermetización blando

Posición de montaje indistinto

Accionamiento manual auxiliar con enclavamiento

Tipo de control prepilotado

Sentido del flujo no reversible

Desconexión del tiempo de conmutación.29 ms

Conexión del tiempo de conmutación. 10 ms

Fluido. Aire comprimido filtrado, grado de filtración 40 Ám, con o sin lubricación

Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando. Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)

Temperatura del medio. -10 ... 60°C

Temperatura ambiente. -5 ... 40°C

Peso del producto 320 g

Conexión eléctrica a través de bobina F, pedir por separado

Tipo de fijación a elegir:

Sobre regleta de bornes

con taladro pasante

Conexión del aire de escape de pilotaje 82 M5

Conexión neumática 1 G1/4



Figura 2.13.2 Bloque de electroválvulas neumáticas, 2012. Fuente: Autores

Bloque de 5 electroválvulas neumáticas marca FESTO modelo MFH-3-1/4 de 3 vías de ½ con bobinas de 120 VAC.

Las utilizaremos para activación de las válvulas neumáticas, ver figura 2.13.1 (página 43) y figura 2.13.2 (página 44).

2.14 BOYA DE NIVEL



Figura 2.14.1 Boya de nivel, 2012.
Fuente: http://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto-Boyas-de-nivel-con-flotador-ATMI-28643.html

El interruptor de boya oscilante de Madison Company es un detector de nivel económico, eficaz y muy fiable para cubas abiertas, sumideros y estanques.

La boya de goma moldeada incorpora un cable de tres conductores y actúa sobre un dispositivo de microinterruptor situado dentro de la boya, en un soporte antivibratorio.

La boya de goma es de EPDM (etilén-propiléndieno), una goma sintética rígida y duradera que ofrece gran duración y resistencia a calor, oxidación, ozono y envejecimiento climático. Como elastómero no polar, el EPDM tiene buena resistividad eléctrica, así como resistencia a los disolventes polares como agua, ácidos, álcalis, ésteres de fosfato y muchos alcoholes y cetonas.

El principio operativo básico es que a medida que sube el nivel de líquido también subirá la boya, provocando la oscilación del microinterruptor que generará una señal que puede usarse para detener una bomba, abrir o cerrar una válvula o accionar alarmas indicadoras según sea necesario, ver figura 2.14.1 (página 45).

Características:

- Bajo coste.
- Fácil instalación.
- Versatilidad de aplicación.

Especificaciones:

- Capacidad de los contactos: 16(8) A 250V – 16 (4) A 380V

- Temperatura máxima: 70°C (158°F)

- Longitud estándar del cable: 2m (6,5pies)

Max profundidad inmersión: 20m (65pies)

- Presión máxima de trabajo: 1bar

- Materiales impregnados: Boya: Goma EPDM

- Cable: Funda de polipropileno

- Peso: Carcasa sellada de polipropileno

Montaje e instalación:

No hay ningún requisito especial de instalación. No obstante, el cable conductor debe apoyarse en un depósito cerrado. Además, en el caso de depósitos abiertos, sumideros o estanques, es aconsejable pinzar el cable al lateral, especialmente si hay muchas turbulencias (se incluye una mordaza de nailon para cables).

Para reducir los efectos de unas condiciones de conmutación rápida, si se prevén turbulencias, se recomienda utilizar un circuito de mantenimiento, tanto para proteger el microinterruptor como para detener las posibles perturbaciones de arranque de los equipos asociados, como bombas.

El interruptor de boya M4189 incluye un peso estabilizador opcional. Se pueden instalar en cualquier punto del cable conductor.

2.15 PRESOSTATO



Figura 2.15.1 Presostato, 2012.
Fuente: <a href="http://www.google.com.ec/imgres?num=10&um=1&hl=es&biw=1280&bih=679&tbm=isch&tbnid=4j5adlOI8vMYMM:&imgrefurl=http://www.ferroneumatica.com.co/2008/09/12/presostatos/&docid=CHevelnoXLvjWM&imgurl=

El presostato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un <u>circuito eléctrico</u> dependiendo de la lectura de <u>presión</u> de un <u>fluido</u>.

Operación

El fluido ejerce una presión sobre un <u>pistón</u> interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos, ver figura 2.15.1 (página 47).

Cuando la presión baja un <u>resorte</u> empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan.

Un <u>tornillo</u> permite ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado.

No deben ser confundidos con los <u>transductores de presión</u> (medidores de presión), mientras estos últimos entregan una señal variable en base al rango de presión, los presostatos entregan una señal apagado/encendido únicamente.

2.16 VÁLVULA NEUMÁTICA



Figura 2.16.1 Tipos de válvulas neumáticas, 2012. Fuente: http://spanish.alibaba.com/product-free/pneumatic-actuators-103825805.html

Los actuadores neumáticos Serie 79 de Asahi/America para válvulas de bola de un cuarto de vuelta y válvulas de mariposa proporcionan un control preciso y fiable, especialmente en aplicaciones corrosivas.

EN el suministro de aire se requiere un acercamiento conservador. Si un actuador se encuentra adyacente al compresor, probablemente recibirá las 80 psi íntegras. Pero si el actuador se ubica a 100 yardas de distancia con conexiones neumáticas en fuga, entonces el actuador puede recibir una parte de las 80 psi que el compresor esté produciendo. Así que si un actuador está dimensionado para un suministro de 80 psi, y el actuador recibe 60 psi debido a conexiones con fugas, no habrá suficiente par de salida desde el actuador para accionar la válvula, ver figura 2.16.1 (página 48).

2.17 SOFTWARE STEP 7 BASIC V11.

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLC's y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto.

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

2.18 UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Unidades de mantenimiento del tipo serie D

Serie metálica robusta y versátil en 4 tamaños y 10 tamaños de conexión. Dos márgenes de presión: 7 y 12 bar. Componentes individuales o más de 400 combinaciones listas para utilizar con las funciones de preparación de aire comprimido más frecuentemente utilizadas. Modelos de cobre y teflón. Variedad de funciones: unidades individuales o combinaciones montadas y verificadas en fábrica.



Figura 2.18.1 Unidad de Mantenimiento, 2012. Fuente: http://www.festo.com/cms/es-co co/9753.htm

La unidad de mantenimiento será utilizada para retener las moléculas de agua provenientes con el aire que viene de los compresores y con ello no afectar al correcto funcionamiento de las electroválvulas neumáticas. Llevará a su costado un dosificador de aceite para las electroválvulas neumáticas ayudándolas en su lubricación, ver figura 2.18.1 (página 49).

2.19 CPU 1212C AC/DC/RLY

CARACTERÍSTICAS	
Dimensiones	(100 x 90 x 75)mm
Entradas	8 entradas digitales / 2 entradas analógicas
Salidas	6 salidas digitales tipo relé
Serie	S7-1200
Tipo	CPU 1212C AC/DC/RLY

Tabla 2.19.1 Características del CPU 1212C Fuente: Autores



 $Figura~2.19.1~CPU~1212C~AC/DC/RLY,~2012.\\ Fuente: \underline{http://il.rsdelivers.com/product/siemens/6es7212-1bd30-0xb0/simatic-s7-1200-cpu-1212c-ac-\underline{dc-rly/6683058.aspx}$

Especificaciones

- Alimentación 112/220 VAC.
- Incluye 8 DI a 24 VDC.
- Incluye 6 DO tipo relé.
- Con puerto de comunicación Profinet/Industrial Ethernet RJ45 10/100 Mbps.
- Conexión PROFINET para programación, HMI y comunicación PLC-PLC
- Capacidad de ampliación hasta 1 signal board(SB), 2 módulos de señal(SM) y
 3 módulos de comunicación(CM).
- Montaje sobre riel Din.

Ver figura 2.19.1 (página 50) y la tabla 2.19.1 (página 50).

2.20 TRANSDUCTOR DE PRESIÓN



Figura 2.20.1 Transductor de presión, 2012. Fuente: http://www.flexilatina.com/transmisores-de-presion.html

Todos los **transductores** y **transmisores de presión**, convierten una **presión** aplicada en una señal eléctrica. Esta señal se envía a las computadoras, grabadoras de cuadros, medidores digitales de panel u otros dispositivos del PLC (controladores programables lógicos) que interpretan esta señal eléctrica y la utilizan para mostrar, registrar y/o cambiar la presión en el sistema que se está monitoreando.

La señal más común utilizada en aplicaciones industriales es un circuito de corriente de 2 alambres y 4-20 miliamperios (mA). Otras señales utilizadas incluyen 1-5 voltios, 0.5 voltios, 0-10 voltios (sistema de 3 alambres) y 0-100 milivoltios (sistema de 4 alambres). En muchos casos, el dispositivo de visualización, que está en el transmisor, puede aceptar más de un tipo de salida; por ejemplo, 4-20 mA o 0-5 voltios. Debido a su popularidad, WIKA fabrica una gran variedad de transmisores de presión de 4-20 mA de salida; inclusive, a desarrollado **transmisores de presión** especiales para la industria alimenticia, petroquímica, química y tratamiento de aguas. Otra característica de los transmisores de presión wika es que pueden ser suminstrados para ser utilizados en áreas peligrosas, es decir con aprobación FM ó SA, ver figura 2.20.1 (página 51).

Lo que hace que estos transductores de presión sean muy utilizados, es que la salida siempre es lineal. La salida es directamente proporcional a la presión aplicada, los transmisores de presión son dispositivos de rango fijo y se describen en parte por el rango de presión y el tipo de salida; por ejemplo, un transmisor con un rango de 0-100 PSI y 4-20 mA de salida, debe producir una salida de 4 mA a presión 0 y 20 mA a 100 PSI.

Como la salida del transmisor es lineal, directamente se relaciona con la presión aplicada. En 25 PSI la salida será 8 mA, en 50 PSI, 12 mA, y en 75 PSI, 16 mA. Si el dispositivo que lee esta señal mA es un medidor de tablero programable, puede convertir la señal de 4-20 mA a 0-100 PSI y mostrar la presión en la lectura digital.

Los transductores de presión están diseñados para funcionamiento confiable y por largo tiempo en medios industriales difíciles o agresivos. La mayoría de los modelos están construidos en acero inoxidable y un circuito, que siempre está protegido contra la humedad y la vibración, todos son calibrados y ensayados antes de su entrega. Existe variedad de opciones en la mayoría de los modelos para cumplir necesidades específicas.

2.21 HMI (interface hombre-máquina) KP300 BASIC PN.



Figura 2.21.1 HMI KP300 BASIC PN Fuente: Autores

SIMATIC Basic Panel KP300 PN monocromático, pantalla de 3.6", con 10 teclas de función e interfaz PROFINET / Industrial Ethernet, ver figura 2.21.1 (página 53).

Panel para funciones básicas en aplicaciones simples y de máquina. Configurable con software TIA PORTAL STEP7 Basic V11 o TIA PORTAL WinCC Basic V11.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DEL PROYECTO

En este capítulo se estudiará cada una de las etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales junto con el almacenamiento y distribución tanto del agua tratada, agua potable y agua desmineralizada.

3.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

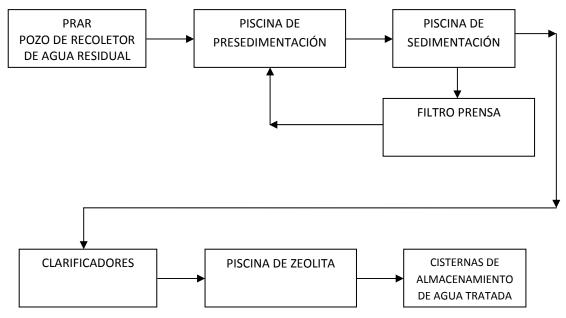


Figura 3.1.1 Etapas del tratamiento de aguas residuales. Fuente: Autores

Dentro de todo el proceso existen las siguientes etapas:

- PRAR.
- Piscina de Pre-Sedimentación.
- Piscina de Sedimentación.
- Clarificadores.
- Piscinas de Zeolita.
- Cisternas de almacenamiento de agua tratada.
- Filtro Prensa.

En la figura 3.1.1 (página 54) se muestra los procesos que atraviesa el agua antes de su reutilización.

3.1.1 PRAR (pozo recolector de aguas residuales)

En esta etapa es donde se concentra el mayor estudio del proyecto ya que consta de sensores de nivel, sensores de PH, agitador, dosificación de soda cáustica y sulfato de aluminio, este detalle se lo puede apreciar mejor en la figura 3.1.1.1 (página 55).

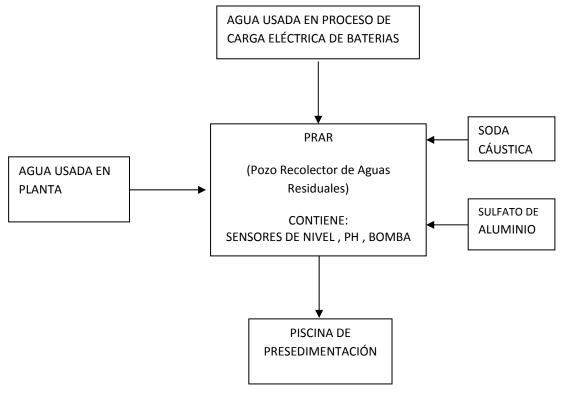


Figura 3.1.1.1 Diagrama de constitución del PRAR. Fuente: Autores

Esta etapa se constituye de dos cisternas paralelas, a la primera le llega toda el agua proveniente de las cañerías de la planta industrial; agua con la que se lavan las máquinas o por algún motivo se riega dentro de la planta, dicha agua viene contaminada con plomo y ácido sulfúrico así como tapas de *celdas* (divisiones internas que tienen las baterías) y otros sólidos. Esta cisterna se empieza a llenar y por saturación pasará solo el líquido por unos tubos hacia la cisterna contigua tal como se muestra en la figura 3.1.1.2 (página 56).



Figura 3.1.1.2 Interconexión de las 2 cisternas del PRAR Fuente: Autores

En esta cisterna se agregarán dos sustancias: soda cáustica y sulfato de aluminio.

3.1.2 Soda Cáustica.

Sirve para quitarle acidez al agua y aumentar su nivel de PH ya que inicialmente ingresa con un nivel de promedio 3 y se recomienda que llegue a nivel 7 aproximadamente, utiliza un controlador de PH con el cual sensa el nivel y mediante configuración de parámetros decide si añadir o no soda cáustica al proceso mandando a cerrar un contacto de relay, el cual es utilizado para el control del sistema para abertura y cierre de válvulas neumáticas.

Esta soda cáustica debe ingresar al proceso con un 10% de su densidad y TECNOVA la compra a un 50%, esta rebaja de densidad se la hacía de forma manual; el operador adicionaba un tanque de soda cáustica al 50% y por cálculo de nivel visual más su experiencia decidía que cantidad de agua tratada adicional agregarle en base a pruebas hechas anteriormente, este método no presentaba mucha fiabilidad además de que han ocurrido problemas de rebose del tanque ya que se le adiciona abriendo una válvula manual la misma que a veces por descuido se les olvida cerrar ocasionando derrame de la mezcla, cabe señalar que dicha válvula manual se

encuentra ubicada a una distancia aproximada de 15 metros. Todo esto lo podemos observar en la figura 3.1.2.1 (página 57).



Figura 3.1.2.1 Tanque de Soda Cáustica. Fuente: Autores

3.1.3 Sulfato de Aluminio.

Sirve para el proceso de floculación del agua, es decir, juntar las pequeñas moléculas entre sí y con ello hacerlas más grandes para que adquieran más volumen y peso para que se *sedimenten*(es cuando el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un <u>río</u>, <u>embalse</u> o <u>canal artificial</u>) de mejor manera en las respectivas piscinas.

El proceso de mezcla era totalmente manual, se ingresaba un saco de 50 kg de sulfato de aluminio a este tanque y se abre una llave mecánica que permite el ingreso de agua potable hasta cierto nivel estimado por el operador y se procedía a cerrar de nuevo dicha llave, se enciende el agitador rebajando su densidad original al 10%, ver figura 3.1.3.1 (página 58).

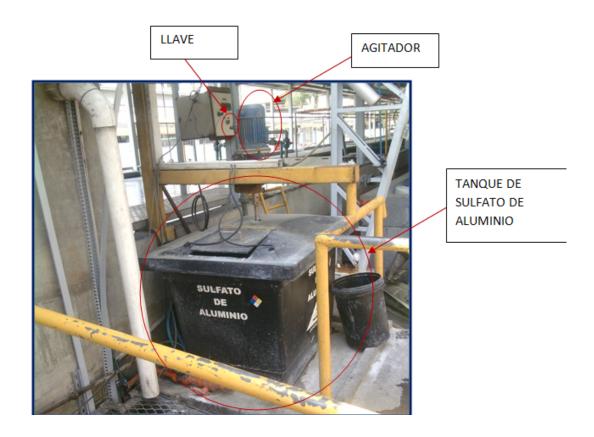


Figura 3.1.3.1 Tanque de Sulfato de Aluminio. Fuente: Autores

3.1.4 Piscina de Pre-sedimentación.

El agua llega acá mediante una bomba la cual saca el agua del PRAR y dependiendo del nivel de PH hace un juego de cierre y apertura de válvulas neumáticas para que llegue a la piscina o se recircule; es decir si al momento de activarse la bomba el nivel de PH es menor a 6.2 se recirculara en el PRAR mismo y si el nivel es mayor de 6.2 subirá hacia la piscina de pre-sedimentación, ver figura 3.1.4.1 (página 59).

Estos procesos de tratamientos de agua se lo realizan de manera lenta, de aquí se irá llenando esta piscina hasta que alcance un nivel donde habrá una tubería llena de orificios donde por gravedad el agua caerá para que siga el recorrido hacia la piscina de sedimentación, ver figura 3.1.4.2 (página 59).

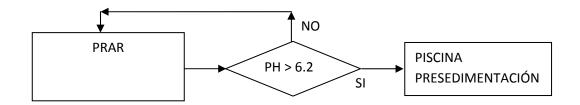


Figura 3.1.4.1Condición de circulación de agua del PRAR-Presedimentación.

Fuente: Autores

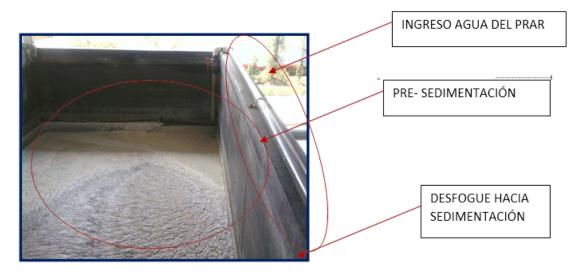


Figura 3.1.4.2 Piscina de Pre-sedimentación. Fuente: Autores

3.1.5 Piscina de Sedimentación.

En esta etapa el agua cae por gravedad desde la piscina de pre-sedimentación, consta casi al final de la piscina de una tubería sobre la superficie que impide el mayor paso de espumas que se generan en el proceso y dar paso al líquido, el agua aquí es donde más se sedimenta y al fondo tiene una caída hacia una tubería que permite la extracción de lodo que allí se asienta hacia los silos de filtro prensa.

Al final de la piscina consta de unos filtros que ayudan al proceso de tratamiento de estas aguas reteniendo la mayor cantidad de impurezas. Estos filtros sirven como medio de transporte hacia la otra etapa llamada clarificadores, el proceso normal es por gravedad pero consta de una bomba de apoyo cuando por algún motivo quieren hacer más rápido el proceso o vaciar la piscina por mantenimiento, todo lo mencionado anteriormente se muestra en la figura 3.1.5.1 (página 60).



Figura 3.1.5.1 Piscina de sedimentación. Fuente: Autores

3.1.6 Clarificadores.

A partir de esta etapa se forman dos piscinas paralelas sirven para cuando se hace mantenimiento a una línea y poder trabajar en la otra pero realizan exactamente el mismo procedimiento, ver figura 3.1.6.1 (página 60).

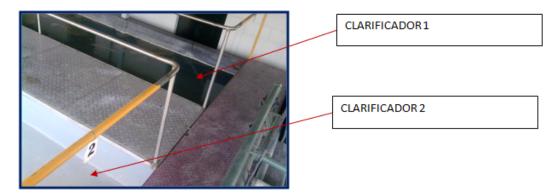


Figura 3.1.6.1 Clarificadores. Fuente: Autores

De la misma manera el agua llega por gravedad de su etapa anterior, como se lo ha dicho anteriormente su proceso es lento lo cual ayuda a sedimentar de la mejor manera el agua como podemos observar en la figura 3.1.6.2 (página 61).



Figura 3.1.6.2 Filtros de los clarificadores (paso de agua por saturación). Fuente: Autores

3.1.7 Piscinas de Zeolita.

En estas piscinas el agua realiza un intercambio de moléculas ya que la composición de la zeolita es porosa y en ellas se atrapa las moléculas de plomo que aún existen en el agua.

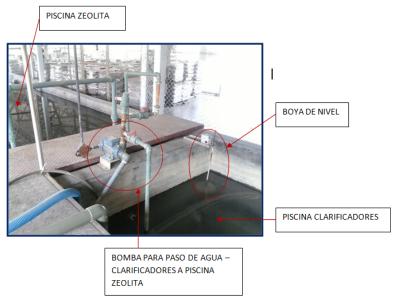


Figura 3.1.7.1 Piscina de zeolita. Fuente: Autores

El paso hacia estas piscinas de la etapa anterior es mediante unas bombas que se activan ayudadas de sensores de nivel como se observa en la figura 3.1.7.1 (página 61), su tubería llega a la parte inferior de la piscina justo debajo de unas mesas que es donde se almacena la zeolita, normalmente debe existir unas 8 toneladas de zeolita en la piscina pero con el uso se va desgastando y toca hacerle una constante limpieza a la zeolita.

Cabe señalar que la zeolita se la debe ir limpiando constantemente ya que llegan a un punto donde ya están saturadas sus moléculas y no permite el intercambio entre ellas.

Existe una bomba la cual sacara agua de aquí dependiendo de la necesidad se enviará a las cisternas de almacenamiento para agilitar su proceso, a la cisterna del PRAR o recirculará allí mismo haciendo un juego de válvulas mecánicas, véase figura 3.1.7.2 (página 62).

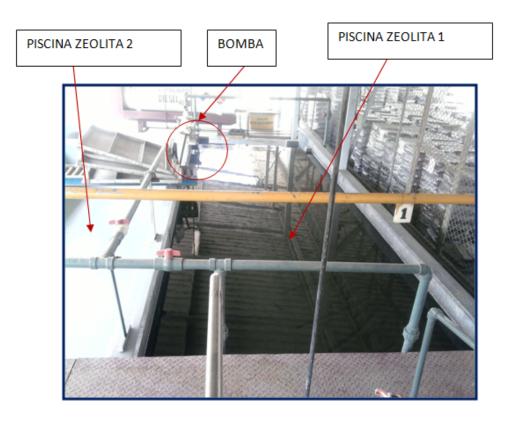


Figura 3.1.7.2 Piscina de zeolita 1. Fuente: Autores



Figura 3.1.7.3 Última caída. Fuente: Autores

En la parte final de esta etapa tiene una especie de cascada que llamaremos última caída. De aquí pasará por saturación hacia las cisternas de agua tratada, ver figura 3.1.7.3 (página 63).

3.1.8 Cisternas de almacenamiento de agua tratada.

Desde la anterior piscina llamada última caída el agua cae por saturación de esta hacia un canal que consta de unas tuberías tal como lo ven en la figura 3.1.8.1 (página 63) que desembocarán en la primera de las dos cisternas de almacenamiento de agua tratada, cada una con una capacidad de 70m3.



Figura 3.1.8.1 Ingreso de agua hacia las cisternas de agua tratada. Fuente: Autores

3.1.9 Filtro Prensa

Filtro Prensa es un sistema de filtrado por presión, consiste en una serie de placas y marcos alternados con una tela filtrante a cada lado de las placas.

A esta etapa llega el lodo proveniente de la piscina de sedimentación mediante unas tuberías, cuando está totalmente lleno este filtro el operador procede a girar una palanca manualmente y con ello se va ejerciendo presión sobre el filtro sacando el líquido solamente para que quede la pura masa, esta se recoge en sacos y se envía a una institución para que la procese, lo vemos en la figura 3.1.9.1 (página 64) y 3.1.9.2 (página 65).

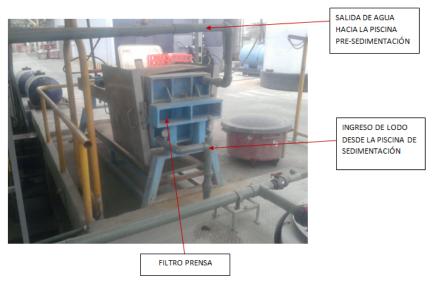


Figura 3.1.9.1 Vista frontal del filtro prensa (antiguo). Fuente: Autores



Figura 3.1.9.2 Vista posterior del filtro prensa (antiguo). Fuente: Autores

3.2 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.

3.2.1 Agua Tratada

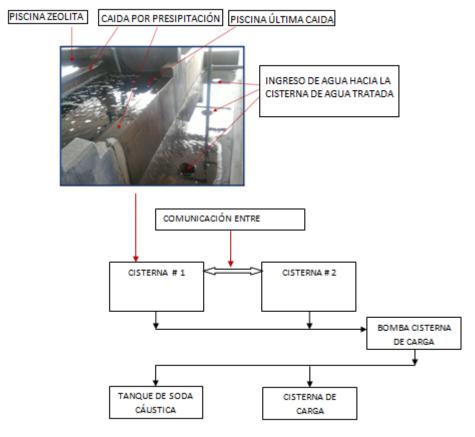


Figura 3.2.1.1 Distribución del Agua tratada. Fuente: Autores

El agua tratada se almacena en dos cisternas de 70 metros cúbicos cada una, primero se llena la cisterna #1 y por saturación de esta se llenará la cisterna #2 mediante una tubería en la parte superior.

La salida de agua de estas dos cisternas se encuentran conectadas en paralelo y van a la entrada de la bomba que suministra agua hacia la cisterna de carga y el tanque de soda cáustica tal como se observa en la figura.3.2.1.1 (página 65).

Cabe señalar que las cisternas no tenían boyas de nivel para protección de la bomba.

3.2.2 Agua Potable

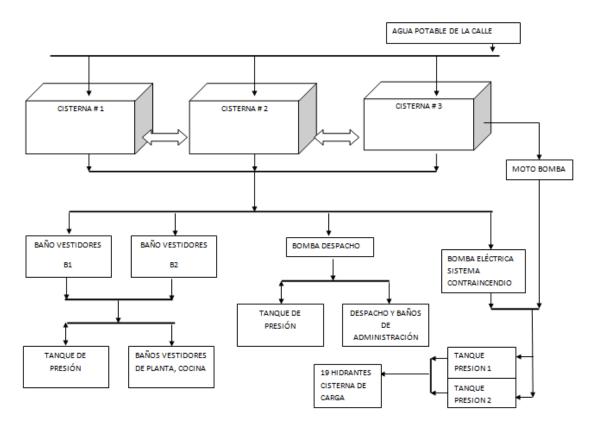


Figura 3.2.2.1 Distribución del Agua Potable.

Fuente: Autores

El agua potable se almacena en 3 cisternas de 70 metros cúbicos cada una, esta agua llega directamente de la calle e ingresa por una tubería en paralelo por la parte superior de cada una de las cisternas, están interconectadas por la parte inferior y con esto conseguimos tener un mismo nivel para las 3 cisternas.

En el ingreso de agua hacia cada una de estas cisternas tienen boyas mecánicas de nivel.

Se puede ver de mejor manera en la figura 3.2.2.1 (página 66)

De aquí el agua se distribuye hacia 3 zonas distintas que son:

- 1.- Baños y vestidores de planta, cocina.
- 2.- Baños y vestidores de administración, despacho.
- 3.- Sistema contra incendios que está conformado por 19 hidrantes y también hay una tubería que llega hacia la cisterna de carga.

La primera la zona es suministrada por un tanque de presión, el cual a su vez es alimentado por 2 bombas conectadas sus salidas en paralelo, estas bombas están controladas por un presostato.

La segunda zona es suministrada por otro tanque de presión, el cual a su vez es alimentado por 1 bomba, esta bomba también es controlada por un presostato.

La tercera zona es suministrada por dos tanques de presión conectados en paralelo sus entradas y salidas, los cuales son alimentados por dos bombas: una eléctrica y otra mecánica, estas bombas también están controladas por un presostato.

Cabe señalar que las cisternas no contienen boyas de nivel para protección de las bombas y los tanques de presión no tienen manómetros para regular su presión de activación y desactivación del presostato.

3.2.3 Agua Desmineralizada

Se distribuye agua desmineralizada hacia el laboratorio; hay un tanque que tiene una boya mecánica de ingreso de agua y una boya de nivel para protección de la bomba, esta bomba alimenta un tanque de presión que tiene su respectivo presostato, de aquí el agua se distribuye hacia el laboratorio como se puede ver en la figura 3.2.3.1 (página 67).

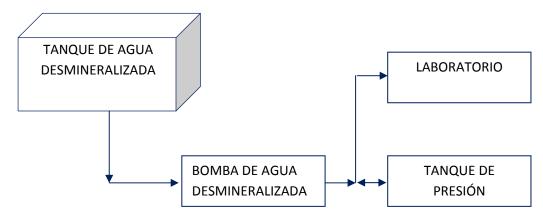


Figura 3.2.3.1 Distribución del Agua Desmineralizada. Fuente: Autores

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

En este capítulo se describe el montaje de los elementos en el tablero eléctrico, la configuración y programación de los PLC's y las pantallas HMI.

4.1 MONTAJE Y DESMONTAJE DE CPU'S Y MÓDULOS DE SEÑALES 4.1.1 CPU'S

Para montar la CPU en un perfil DIN, proceda del siguiente modo:

- 1. Monte el perfil DIN. Atornille el perfil al panel de montaje dejando un espacio de 75 mm entre tornillo y tornillo.
- 2. Enganche la CPU por el lado superior del perfil.
- 3. Extraiga el clip de fijación en el lado inferior de la CPU de manera que asome por encima del perfil.
- 4. Gire la CPU hacia abajo para posicionarla correctamente en el perfil.
- 5. Oprima los clips hasta que la CPU encaje en el perfil, ver figura 4.1.1.1 (página 68).





Figura 4.1.1.1 Montaje de CPU en riel DIN, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
<a href="http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion

Desmontaje

Para preparar la CPU para el desmontaje, desconecte la alimentación eléctrica y los conectores de E/S y retire el cableado y demás cables de la CPU. Desmonte la CPU y los módulos de comunicación conectados en forma de conjunto. Todos los módulos de señales deben permanecer montados.







Figura 4.1.1.2 Desmontaje de CPU de riel DIN, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
<a href="http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/spain/web/es/industry/automatizac

Si un módulo de señales está conectado a la CPU, retraiga el conector de bus:

- 1. Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del módulo de señales.
- 2. Oprima hacia abajo para desenclavar el conector de la CPU.
- 3. Desplace la lengüeta por completo hacia la derecha.

Desmonte la CPU:

- 1. Extraiga el clip de fijación para desenclavar la CPU del perfil DIN.
- 2. Gire la CPU hacia arriba, extráigala del perfil y retírela del sistema, ver figura
- 4.1.1.2 (página 69).

4.1.2 Módulos de Señales

El SM se monta una vez montada la CPU, ver figura 4.1.2.1 (página 69).





Figura 4.1.2.1 Montaje de módulo de señal en riel DIN, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120

Retire la tapa del conector en el lado derecho de la CPU.

Inserte un destornillador en la ranura arriba de la tapa.

Haga palanca suavemente en el lado superior de la tapa y retírela. Guarde la tapa para poder reutilizarla.

Coloque el SM junto a la CPU.

- 1. Enganche el SM por el lado superior del perfil DIN.
- 2. Extraiga el clip de fijación inferior para colocar el SM sobre el perfil.
- 3. Gire el SM hacia abajo hasta su posición junto a la CPU y oprima el clip de fijación inferior para enclavar el SM en el perfil.

Extienda el conector de bus.

- 1. Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del SM.
- 2. Desplace la lengüeta por completo hacia la izquierda para extender el conector de bus hacia la CPU.

Al extender el conector de bus se crean las conexiones mecánicas y eléctricas para el SM, ver figura 4.1.2.2 (página 70).



Figura 4.1.2.2 Conexión de bus entre CPU y Módulo de señal, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120 OManualSistema.pdf

Desmontaje

Cualquier SM se puede desmontar sin necesidad de desmontar la CPU u otros SMs. Para preparar el SM para el desmontaje, desconecte la alimentación eléctrica de la CPU y los conectores de E/S y retire el cableado del SM.

Retraiga el conector de bus.

- 1. Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del SM.
- 2. Oprima hacia abajo para desenclavar el conector de la CPU.
- 3. Desplace la lengüeta por completo hacia la derecha.

Si hay otro SM en el lado derecho, repita este procedimiento para ese SM.

Desmonte el SM:

- 1. Extraiga el clip de fijación inferior para desenclavar el SM del perfil DIN.
- 2. Gire el SM hacia arriba y extráigalo del perfil. Retire el SM del sistema.
- 3. En caso necesario, cubra el conector de bus de la CPU para impedir que se ensucie. Siga el mismo procedimiento para desmontar un módulo de señales de otro módulo de señales, ver figura 4.1.2.3 (página 71).



Figura 4.1.2.3 Desmontaje de módulo de señal en riel DIN, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120

4.2 CONFIGURACIÓN DE UN PROYECTO COMPLETO.

Se realizará un proyecto completo paso a paso como se demuestra a continuación:

1.-"Abrir Aplicación" Se ejecuta la aplicación de Step 7 Basic v11, ver figura 4.2.1 (página 71).

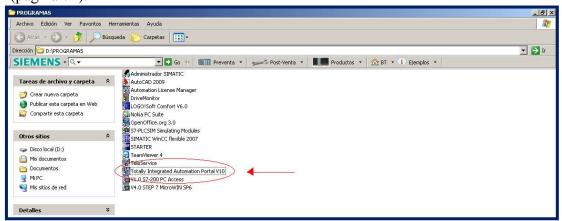


Figura 4.2.1 Ejecutar aplicación, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

2.-"Crear Proyecto Nuevo" Dentro de la pantalla de inicio aparece seleccionado por defecto la opción de "Abrir proyecto existente". En la tabla aparecerán los proyectos que se tienen guardados en la PC. Se comenzará un proyecto desde cero, por lo que se selecciona "Crear proyecto", ver figura 4.2.2 (página 72).

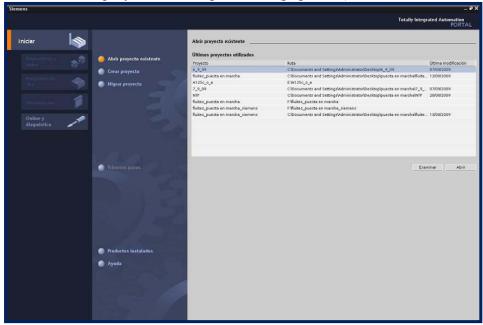


Figura 4.2.2 Crear proyecto nuevo, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

3.- "Información del Proyecto" Al seleccionar esta opción se le da el nombre al proyecto, quien es el autor y demás, y hacer click al botón de "Crear" ver figura 4.2.3 (página 72).



Figura 4.2.3 Información del proyecto, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

- 4.- "Primeros Pasos" Cuando se da crear aparece la "vista portal" y selecciona por defecto "Primeros pasos". Desde aquí se tienen las siguientes opciones para:
 - a.- Configurar un dispositivo.
 - b.- Crear programa PLC.
 - c.- Configurar una imagen HMI.

4.2.1 Configurar un dispositivo.

Se empieza por lo básico configurando el hardware de nuestro equipo por lo que se le dará click a "configurar un dispositivo", ver figura 4.2.1.1 (página 73).

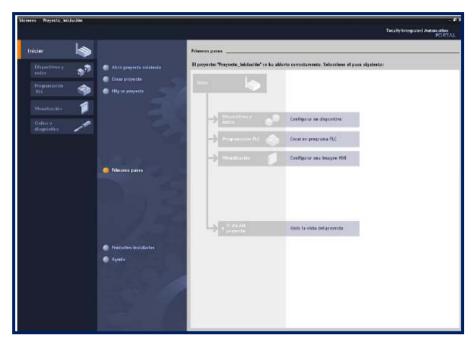


Figura 4.2.1.1 Configurar un dispositivo, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

5.- "Seleccionar CPU" Al darle a "Agregar dispositivo" salen dos opciones: PLC o el panel HMI, se comenzará por el PLC. Hacer click al botón del PLC y aparecerá en la ventana de la derecha todas las CPU de donde se tendrá que seleccionar la que se tiene y se le dará agregar, ver figura 4.2.1.2 (página 74).

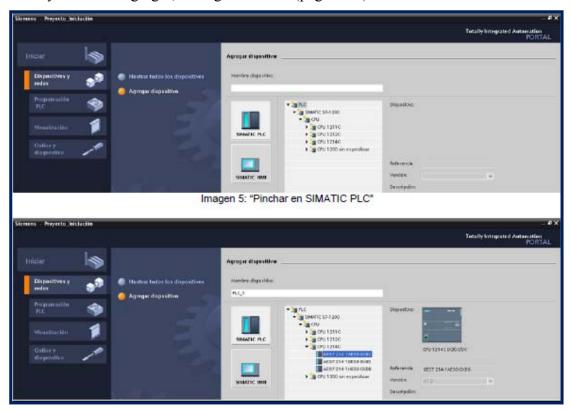


Figura 4.2.1.2 Seleccionar CPU, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

6.- "Configuración de Hardware" Aparece la ventana de configuración del equipo. Lo que se tiene que hacer ahora es meter los módulos que se tienen en el equipo físicamente: módulos de I/O, módulos de comunicación, etc... Para ello se seleccionará del catálogo de la derecha los módulos correspondientes y se irán arrastrando y soltando en su posición correcta. En el SIMATIC S7-1200 los módulos de comunicación se insertan a la izquierda de la CPU y los módulos de I/O se meten a la derecha. Como máximo puede haber 3 módulos de comunicación y 8 de I/O, ver fígura 4.2.1.3 (página 75).

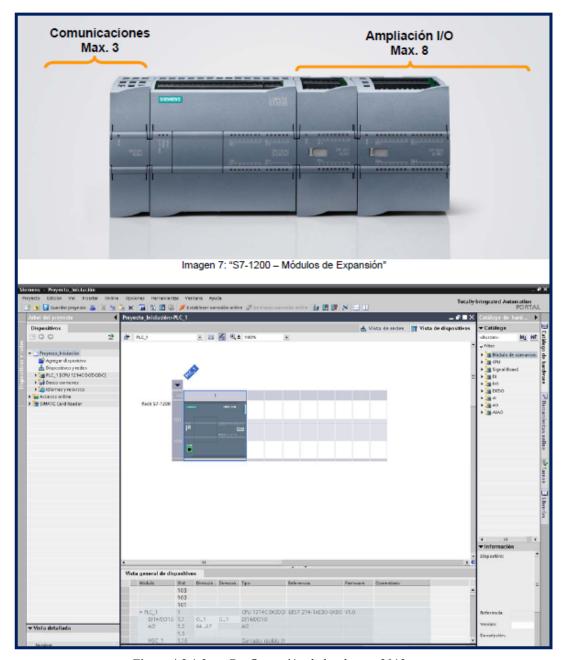


Figura 4.2.1.3 Configuración de hardware, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Pinchando en la flecha de la parte superior izquierda de la CPU saca los slots para meter los módulos de comunicación. En la parte inferior de la pantalla según se van insertando los módulos se pueden meter en las propiedades del módulo y ver sus propiedades, el direccionamiento, etc..., ver figura 4.2.1.4 (página 76)

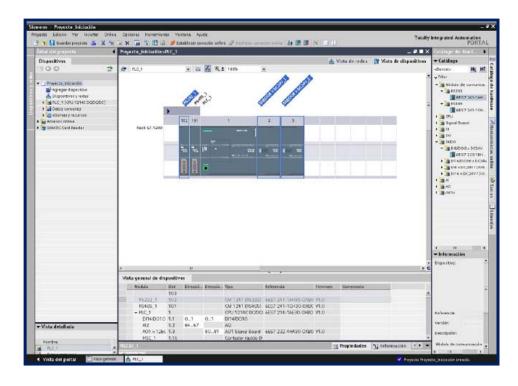


Figura 4.2.1.4 Insertar módulos, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

7.- "Transferir Configuración" Para transferir la configuración se selecciona la CPU y se habilita el icono que es para transferir pero antes de esto se comprueba la dirección IP del PC y del PLC.

Primero la IP del PC, se ingresa la 192.168.0.25 o la que sea del rango que no coincida ni con el PLC ni con la pantalla. (Por defecto, el rango suele ser "192.168.0.XXX"), ver figura 4.2.1.5 (página 76).

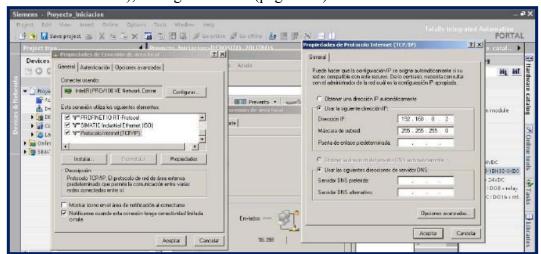


Figura 4.2.1.5 Poner dirección IP al PC, 2012.

En el PLC la dirección IP se le da pinchando sobre la CPU y en la ventana de propiedades en la parte inferior dentro de la opción Profinet interface ahí es donde se le ingresa la dirección IP y la máscara de subred que se quiere al PLC, ver figura 4.2.1.6 (página 77).

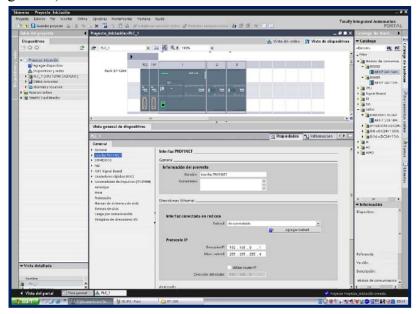


Figura 4.2.1.6 Poner dirección IP al PLC, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Un truco es comprobar que estaciones son accesibles. Simplemente en el menú de online en la opción de "dispositivos accesibles", ver figura 4.2.1.7 (página 77).

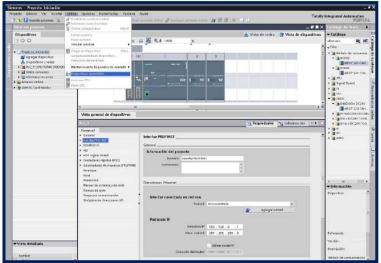


Figura 4.2.1.7 Ver estaciones accesibles, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Aparecerá la siguiente pantalla donde sí no encuentra dispositivos aparecerán listados en la tabla con el tipo de dispositivo, su dirección IP y la MAC. En este caso ha encontrado tanto la pantalla como el PLC por lo que se puede estar seguro de que se podrá comunicar contra el PLC. Seleccionar siempre el interface correcto del PG/PC, la tarjeta de Ethernet que se esté utilizando (te la detecta automáticamente), ver figura 4.2.1.8 (página 78).

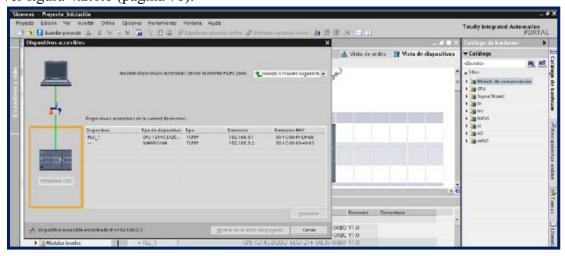


Figura 4.2.1.8 Ver estaciones accesibles desde nuestro PC, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Al hacer esto en la ventana de jerarquía, en la carpeta de "online access" de la parte izquierda aparece el PLC y la pantalla con su IP.



Figura 4.2.1.9 Acceso online del equipo, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Una vez comprobado que se comunica correctamente con el PLC se puede disponer transferir la configuración del hardware, ver figura 4.2.1.9 (página 78).

Hacer click al botón de transferir (siempre seleccionando la CPU sino aparecerá este icono deshabilitado) y aparecerá la siguiente pantalla donde se deberá seleccionar la interface de comunicación de la PG/PC y por TCP/IP. Después en la ventana que aparece se le da al botón de "cargar", ver figura 4.2.1.10 (página 79).

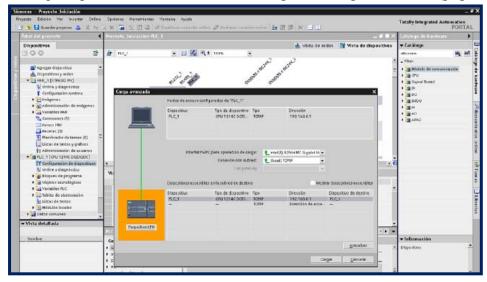


Figura 4.2.1.10 Transferir configuración, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Cuando se le da click al botón de cargar el programa realiza una compilación del proyecto para ver que todo está correcto, si está todo bien se le da click de nuevo a cargar y si está todo bien saldrá una nueva ventana de que todo ha salido bien, ver figura 4.2.1.11 (página 79).

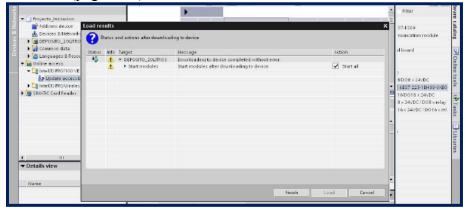


Figura 4.2.1.11 Ventana de aceptación, 2012.

4.2.2 Crear programa PLC

8.- "Editor de Bloques" Una vez hecha la parte del hardware se ingresará a la parte de programación. Para ello se hará un pequeño programa para comprobar que funciona todo correctamente. Se va a la ventana de árbol de la izquierda dentro del equipo en la carpeta de bloques de programa. Dentro de esta carpeta ya se tiene creado un bloque por defecto que es el Main (OB1), se picha dos veces sobre este para editarlo, si se quisiera editar/crear otro bloque se le daría a "agregar nuevo bloque", ver figura 4.2.2.1 y 4.2.2.2 (página 80).

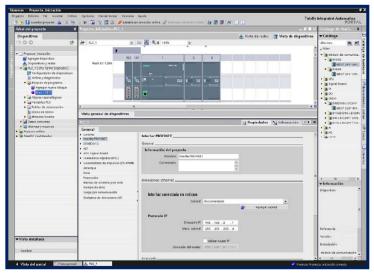


Figura 4.2.2.1 Bloques de programa, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

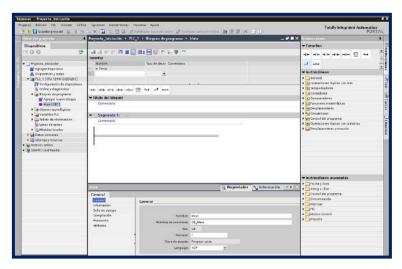


Figura 4.2.2.2 Editor de Bloques, 2012.

En la parte de la derecha se tiene el catalogo donde se irán insertando los distintos elementos para programar. Se puede definir cuáles son los elementos que más se necesitan en la parte de favoritos que está en la parte superior derecha. Las propiedades del bloque y de los elementos que se inserten estarán en la ventana de propiedades, ver figura 4.2.2.3 (página 81).

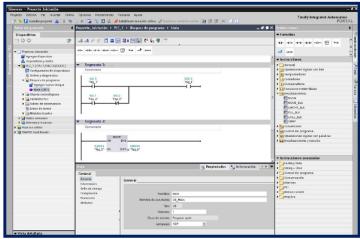


Figura 4.2.2.3 Insertar instrucciones, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

9.- "Transferir Programa" Una vez hecho el programa de prueba se le dará click al botón de transferir y en las ventanas que salgan se dará click en "cargar". Cuando se transfiere se puede transferir solo el bloque que se está editando o si se selecciona en la ventana del proyecto "bloques de programa" transferirá todos los bloques, y si se selecciona el PLC transferirá tanto el hardware como el programa completo, ver figura 4.2.2.4 (página 81).

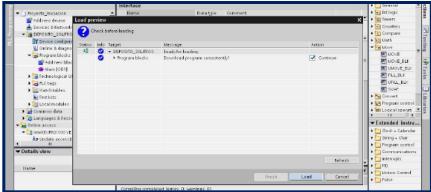


Figura 4.2.2.4 Transferir el programa, 2012.

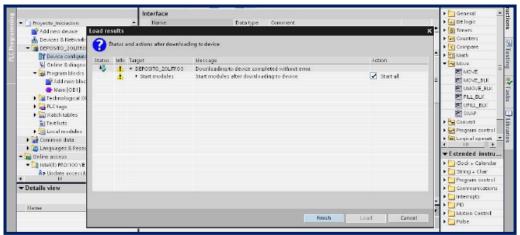


Figura 4.2.2.5 Ventana de aceptación, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Y con esto se habrá realizado el primer proyecto completo para la parte del PLC. Para comprobar que el programa funciona correctamente se pueden poner en online y ver el estado que tienen las variables en todo momento, ver figura 4.2.2.5 (página 82).

10.- "Visualización online" Para ponerse en online y visualizar el estado de las variables, simplemente se le da click al botón de "establecer conexión online" y pondrá en online donde se pondrá la pantalla de color naranja y si todavía no se vé el estado que tienen las variables se hará click a las gafas una vez más, esto es porque necesita estar en online para poder visualizar el estado de las variables, ver figura 4.2.2.6 (página 82).

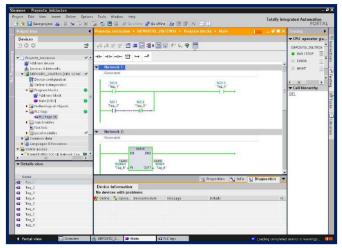


Figura 4.2.2.6 Visualización online, 2012.

Otra manera de ver el estado de las variables como se hace en el Step 7, es creando una tabla de variables. En el Step 7 Basic v11 se llaman "Watch Tables" o "Tabla de Observación" y están en la ventana de árbol con este nombre. Se le da a crear una nueva y aquí se pueden ir ingresando todas las variables del proyecto que se quiera visualizar. Si se está Off-line se le da a las gafas para poder visualizar el estado de las variables como se hacía en el editor de bloques. En la columna "Formato de Visualización" se puede cambiar el formato con el que se representan las distintas variables, ver figura 4.2.2.7 (página 83).

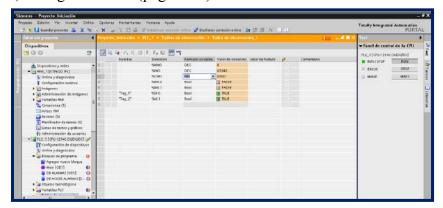


Figura 4.2.2.7 Tabla de observación, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

4.2.3 Configurar una imagen HMI.

11.-"Insertar Pantalla" Una vez acabado con el PLC se irá a la parte de la pantalla HMI. Para ello, lo primero de todo, lo que se tendrá que hacer es insertar la pantalla que se tenga. En la ventana de árbol se hará click a insertar nuevo equipo y cuando salga la siguiente ventana se dará a SIMATIC HMI teniendo que seleccionar el modelo HMI, ver figura 4.2.3.1 (página 83).



Figura 4.2.3.1 Insertar pantalla HMI, 2012.

12.- "Configuración del Proyecto" Se seleccionará el modelo de pantalla que se tenga y se dirá a que PLC está conectado. Para ello se dará click al botón de seleccionar y se pinchará en el PLC que se ha configurado previamente apareciendo el esquema de conexión entre ambos equipos, después se dará click a siguiente, ver figuras 4.2.3.2 y 4.2.3.3 (página 84).

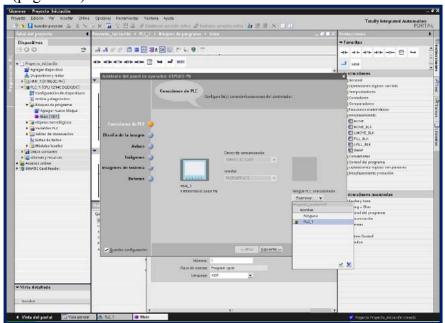


Figura 4.2.3.2 Seleccionando nuestra pantalla HMI, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

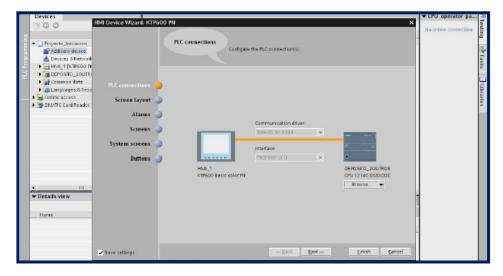


Figura 4.2.3.3 Seleccionar la CPU con la que se comunica, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Al darle click a siguiente aparece el siguiente paso que son las propiedades de las pantallas que se van a visualizar, el color de fondo, si se quiere que muestre la fecha, el logo etc..., ver figuras 4.2.3.4 y 4.2.3.5 (página 85).

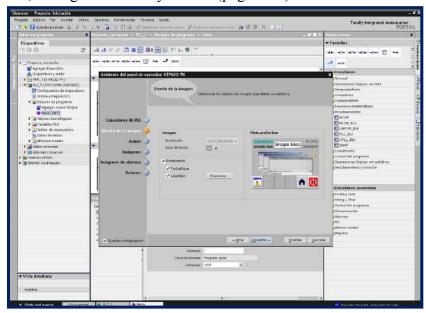


Figura 4.2.3.4 Seleccionar propiedades de las pantallas, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Al darle click a siguiente se asigna si se quiere que genere la pantalla de alarmas.

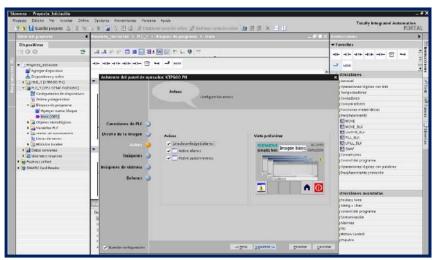


Figura 4.2.3.5 Seleccionar pantalla de alarmas, 2012.

El paso siguiente es ingresar el número de pantallas de usuario se necesita crear, luego se pueden añadir o eliminar, ver figura 4.2.3.6 (página 86).

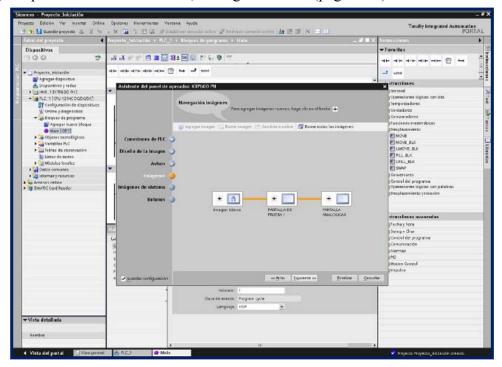


Figura 4.2.3.6 Indicar número de pantallas de usuario, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

En la siguiente ventana dice que pantallas de sistemas se quiere que se cree automáticamente y con que opciones, ver figura 4.2.3.7 (página 86).

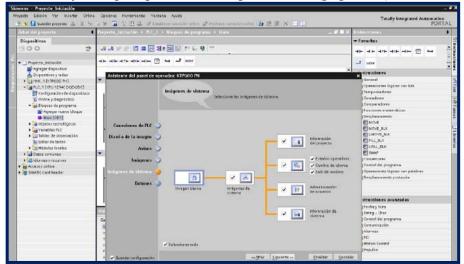


Figura 4.2.3.7 Seleccionar pantallas de sistema, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Y por último los botones que se quiere se coloque en todas las pantallas por defecto, después se dará click a finalizar para comenzar a editar desde el editor de HMI, ver figura 4.2.3.8 (página 87).

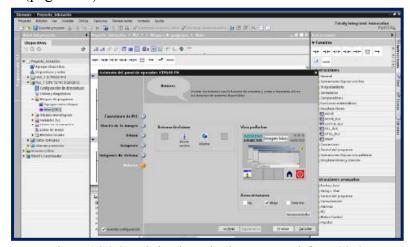


Figura 4.2.3.8 Seleccionar los botones por defecto 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

13.- "Editar Pantallas" Una vez finalizado el asistente pasamos a hacer las propias pantallas. Para empezar, como que se seleccionó se creara dos pantallas se va a la pantalla de árbol y se selecciona dentro de la carpeta de "imágenes" la que se quiera para que la muestre, si no se le había dicho q creara ninguna pantalla de usuario se le dará click a "agregar imagen". Una vez que se está en la imagen deseada se comienza a editarla insertando objetos de la barra de herramientas arrastrando y soltando, ver figura 4.2.3.9 (página 87).

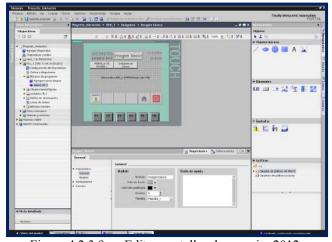


Figura 4.2.3.9 Editar pantallas de usuario, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut
simatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Es muy parecido al actual WinCC Flexible donde se van insertando los distintos elementos y después se van ingresando en su ventana de propiedades para ir asignándoles eventos, cambiándoles de colores y demás, ver figura 4.2.3.10 (página

| Notice | Property |

Figura 4.2.3.10 Seleccionar variables del PLC, 2012.

Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

14.- "Transferir Proyecto" Una vez que se tiene creado el proyecto se lo transfiere a la pantalla, para que no se tengan problemas de acceso hay que asegurarse que en la ventana de árbol de la izquierda dentro del panel HMI en "Online y Diagnostico" se tenga seleccionado correctamente el interface, ver figura 4.2.3.11 (página 88).

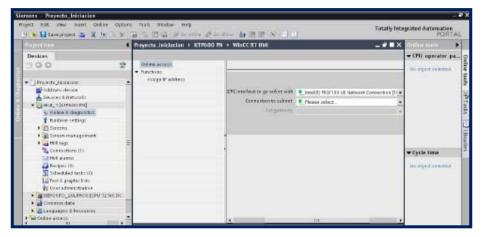


Figura 4.2.3.11 Configurar el acceso online de la pantalla, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Por último se selecciona la pantalla y se le da click al botón de transferir. En la ventana que aparece se le da click a "cargar" y ya se habrá realizado el primer proyecto completo con el Step 7 Basic V11, ver figura 4.2.3.12 (página 89).

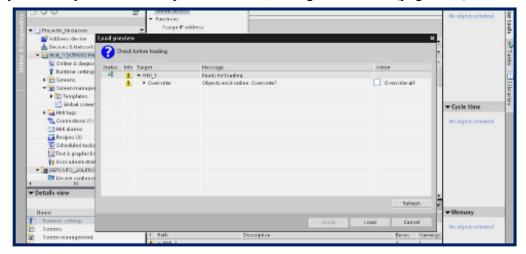


Figura 4.2.3.12 Cargar proyecto a la pantalla, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

Y con esto se habrá terminado el proyecto con el entorno Step 7 Basic V11.

4.3 COMUNICACIÓN ENTRE PLC's S7-1200

Se describirá paso a paso como establecer una comunicación entre PLC's S7-1200:

Una CPU puede comunicarse con otra CPU utilizando las instrucciones TSEND_C y TRCV C.

Considere lo siguiente al configurar la comunicación entre dos CPUs:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware.
- Funciones soportadas: Leer/escribir datos en una CPU interlocutora
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos, ver figura 4.3.1 (página 90).

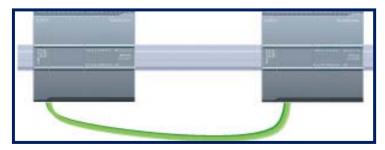


Figura 4.3.1 Comunicación entre PLC"s S7-1200, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120 OManual Sistema.pdf

Pasos necesarios para configurar la comunicación entre dos CPU's

1.- Establecer la conexión de hardware.

Una interfaz PROFINET establece la conexión física entre dos CPU's. Puesto que la función "auto-crossover" está integrada en la CPU, es posible utilizar un cable Ethernet estándar o cruzado ("crossover") para la interfaz. Para conectar dos CPU's no se requiere un switch Ethernet.

2.-Configurar los dispositivos.

Es preciso configurar dos proyectos. Cada uno de ellos debe contener una CPU.

- 3.- Configurar las conexiones de red lógicas entre dos CPU's.
- 4.- Configurar una dirección IP en el proyecto.

Utilice el mismo proceso de configuración. No obstante, es preciso configurar direcciones IP para dos CPU's (p. ej. PLC 1 y PLC 2).

5.- Configurar los parámetros de transmisión y recepción

Las instrucciones TSEND_C y TRCV_C deben configurarse en ambas CPU's para habilitar la comunicación entre ellas.

6.- Comprobar la red PROFINET.

La configuración debe cargarse en cada una de las CPU's.

Configurar las conexiones de red lógicas entre dos CPU's.

Tras configurar el rack con la CPU podrá configurar las conexiones de red.

En el portal "Dispositivos y redes", utilice la "Vista de red" para crear las conexiones de red entre los dispositivos del proyecto. Para crear la conexión PROFINET, seleccione la casilla (PROFINET) verde en el primer PLC. Arrastre una línea hasta la casilla PROFINET del segundo PLC. Suelte el botón del ratón para crear la conexión PROFINET, ver figura 4.3.2 (página 91).

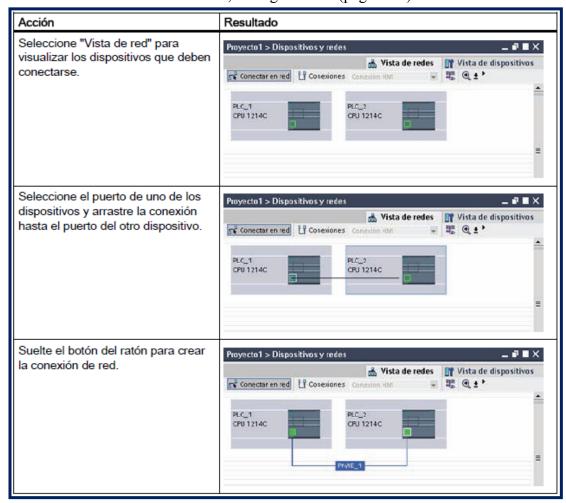


Figura 4.3.2 Configurar las conexiones de red lógicas entre dos CPU's, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
0.500
<a href="mailto:0.500"

Configurar los parámetros de transmisión y recepción

Las comunicaciones vía el bloque de transferencia (bloque T) sirven para establecer conexiones entre dos CPU's. Para que las CPU's puedan intervenir en la comunicación

PROFINET es preciso configurar parámetros para transmitir y recibir mensajes. Estos parámetros determinan cómo deben funcionar las comunicaciones al transmitir o recibir mensajes a/de un dispositivo de destino.

4.3.1 Instrucción TSEND_C

Configurar los parámetros de transmisión de la instrucción TSEND_C

La instrucción TSEND_C crea una conexión con un interlocutor. La conexión se configura, establece y vigila automáticamente hasta que la instrucción ordene que sea desconectada. La instrucción TSEND_C combina las funciones de las instrucciones TCON, TDISCON y TSEND.

Para comenzar, inserte la instrucción en el programa desde la carpeta "Comunicación" en las "Instrucciones avanzadas". La instrucción se visualizará junto con el diálogo "Opciones de llamada" en el que se asigna un DB para almacenar los parámetros de la instrucción TSEND C, ver figura 4.3.1.1 (página 92).

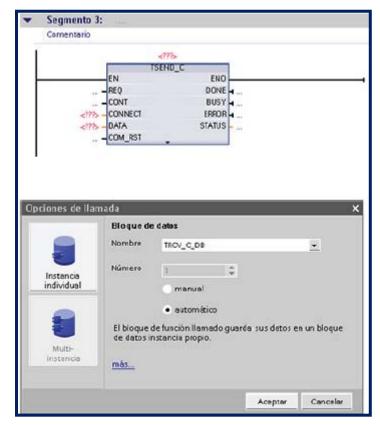


Figura 4.3.1.1 Instrucción TSEND_C, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
<a href="http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/spain/

Como muestra la figura siguiente, es posible asignar posiciones de memoria a las entradas y salidas en la memoria de variables, ver figura 4.3.1.2 (página 93).

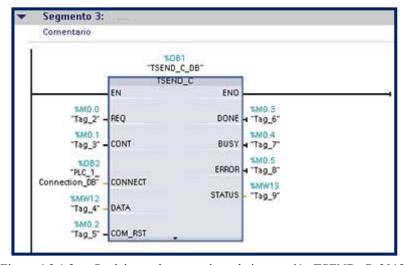


Figura 4.3.1.2 Posiciones de memoria en la instrucción TSEND_C, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120

Configurar los parámetros generales

Los parámetros de comunicación se configuran en el diálogo "Propiedades" de la instrucción TSEND_C. Este diálogo aparece en el lado inferior de la página cuando se ha seleccionado alguna parte de la instrucción TSEND C.

Configurar los parámetros de conexión

Toda CPU incorpora un puerto PROFINET que soporta la comunicación PROFINET estándar. Los protocolos Ethernet soportados se describen en los dos tipos de conexión siguientes:

Nombre del protocolo	Uso
ISO on TCP	Fragmentación y reensamblado de mensajes
Transport Control Protocol	Transporte de tramas

ISO on TCP (RFC 1006)

ISO on TCP es un mecanismo que permite portar aplicaciones ISO a la red TCP/IP. Este protocolo tiene las características siguientes:

- Protocolo de comunicación eficiente vinculado estrechamente al hardware
- Adecuado para cantidades de datos medianas y grandes (hasta 8192 bytes)
- A diferencia de TCP, los mensajes tienen un indicador de fin y están orientados a los mensajes.
- Apto para routing; puede utilizarse en WAN

- Las longitudes de datos dinámicas son posibles.
- Es necesario programar la gestión de datos debido a la interfaz de programación SEND /RECEIVE. Puesto que utiliza Transport Service Access Points (TSAPs), el protocolo TCP permite establecer varias conexiones con una sola dirección IP (hasta 64K conexiones). Gracias a RFC 1006, los TSAPs identifican unívocamente estas conexiones de puntos finales de comunicación a una dirección IP.

En el área "Detalles de dirección" del diálogo "Parámetros de la conexión" se definen los TSAPs que deben utilizarse. El TSAP de una conexión en la CPU se introduce en el campo "TSAP local". El TSAP asignado a la conexión en la CPU interlocutora se introduce en el campo "TSAP del interlocutor", ver figura 4.3.1.3 (página 94).

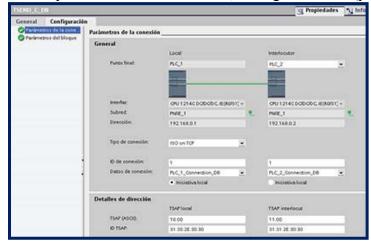


Figura 4.3.1.3 Configuración de parámetros en la instrucción TSEND_C, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
<a href="http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/spain/web

Parámetro	Definición
General	
Punto final: Interlocutor	Nombre asignado a la CPU interlocutora (receptora)
Interfaz	Nombre asignado a las interfaces
Subred	Nombre asignado a las subredes
Dirección	Direcciones IP asignadas
Tipo de conexión	Tipo de protocolo Ethernet
ID de conexión	Número de ID
Datos de conexión	Ubicación de almacenamiento de datos de las CPUs local e interlocutora
Establecimiento de conexión activo	Botón de opción para seleccionar la CPU local o interlocutora como conexión activa
Detalles de dirección	
TSAP1 (ASCII)	TSAPs de las CPUs local e interlocutora en formato ASCII
ID TSAP	TSAPs de las CPUs local e interlocutora en formato hexadecimal

Figura 4.3.1.4 Definición de parámetros de protocolo ISO on TCP, 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
<a href="http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/spain/web/es/i

Al configurar una conexión con una CPU S7-1200 para ISO on TCP, utilice sólo caracteres ASCII en la extensión TSAP para los interlocutores pasivos, ver figura 4.3.1.4 (página 94).

4.3.2 Instrucción TRCV C

Configurar los parámetros de recepción de la instrucción TRCV_C

La instrucción TRCV_C crea una conexión con un interlocutor. La conexión se configura, establece y vigila automáticamente hasta que la instrucción ordene que sea desconectada. La instrucción TRCV_C combina las funciones de las instrucciones TCON, TDISCON y TRCV.

Desde la configuración de la CPU en STEP 7 Basic es posible configurar cómo la Instrucción TRCV_C debe recibir los datos. Para comenzar, inserte la instrucción en el programa desde la carpeta "Comunicación" en las "Instrucciones avanzadas". La instrucción se visualizará junto con el diálogo "Opciones de llamada" en el que se asigna un DB para almacenar los parámetros de la instrucción TRCV_C, ver figura 4.3.2.1 (página 95).

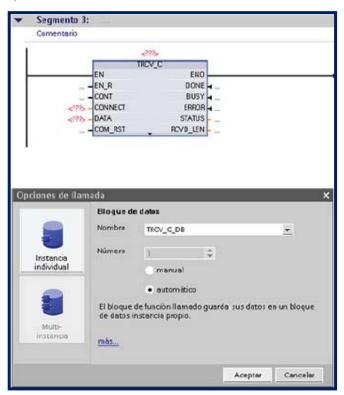


Figura 4.3.2.1 Instrucción TRCV_C. 2012.
Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120
<a href="http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/spain/w

Como muestra la figura siguiente, es posible asignar posiciones de memoria a las entradas y salidas en la memoria de variables, ver figura 4.3.2.2 (página 96).

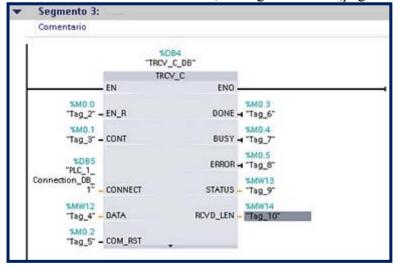


Figura 4.3.2.2 Posiciones de memoria en la instrucción TRCV_C. 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120 OManualSistema.pdf

Configurar los parámetros generales

Los parámetros de comunicación se configuran en el diálogo "Propiedades" de la instrucción TRCV_C. Este diálogo aparece en el lado inferior de la página cuando se ha seleccionado alguna parte de la instrucción TRCV C.

Configurar los parámetros de conexión

Toda CPU incorpora un puerto PROFINET que soporta la comunicación PROFINET estándar. Los protocolos Ethernet soportados se describen en los dos tipos de conexión siguientes:

Nombre del protocolo	Uso
ISO on TCP	Fragmentación y reensamblado de mensajes
Transport Control Protocol	Transporte de tramas
ISO on TCP (RFC 1006)	

ISO on TCP es un mecanismo que permite portar aplicaciones ISO a la red TCP/IP. Este protocolo tiene las características siguientes:

- Protocolo de comunicación eficiente vinculado estrechamente al hardware
- Adecuado para cantidades de datos medianas y grandes (hasta 8192 bytes)
- A diferencia de TCP, los mensajes tienen un indicador de fin y están orientados a los mensajes.

- Apto para routing; puede utilizarse en WAN
- Las longitudes de datos dinámicas son posibles.
- Es necesario programar la gestión de datos debido a la interfaz de programación SEND / RECEIVE. Puesto que utiliza Transport Service Access Points (TSAPs), el protocolo TCP permite establecer varias conexiones con una sola dirección IP (hasta 64K conexiones). Gracias a RFC 1006, los TSAPs identifican unívocamente estas conexiones de puntos finales de comunicación a una dirección IP.

En el área "Detalles de dirección" del diálogo "Parámetros de la conexión" se definen los TSAPs que deben utilizarse. El TSAP de una conexión en la CPU se introduce en el campo "TSAP local". El TSAP asignado a la conexión en la CPU interlocutora se introduce en el campo "TSAP del interlocutor", ver figura 4.3.2.3 (página 97) y figura 4.3.2.4 (página 97).



Figura 4.3.2.3 Configuración de parámetros en la instrucción TRCV_C. 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120 OManual Sistema.pdf

Parámetro	Definición	
General		
Punto final: Interlocutor	Nombre asignado a la CPU interlocutora (receptora)	
Interfaz	Nombre asignado a las interfaces	
Subred	Nombre asignado a las subredes	
Dirección	Direcciones IP asignadas	
Tipo de conexión	Tipo de protocolo Ethernet	
ID de conexión	Número de ID	
Datos de conexión	Ubicación de almacenamiento de datos de las CPUs local e interlocutora	
Establecimiento de conexión activo	Botón de opción para seleccionar la CPU local o interlocutora como conexión activa	
Detalles de dirección		
TSAP1 (ASCII)	TSAPs de las CPUs local e interlocutora en formato ASCII	
ID TSAP	TSAPs de las CPUs local e interlocutora en formato hexadecimal	

Figura 4.3.2.4 Definición de parámetros de protocolo ISO on TCP. 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7120 OManualSistema.pdf

4.4 ELABORACIÓN DEL NUEVO TABLERO ELÉCTRICO.

El tablero eléctrico nuevo tiene de medidas exteriores (200x120x42) cm de largo, ancho y profundo respectivamente.

El tablero se lo pidió con breaker principal y barras de alimentación, por lo tanto nuestra área neta de trabajo será de (159x86x40) cm de largo, ancho y profundo respectivamente. A continuación podemos observar cómo quedará distribuido el tablero eléctrico según los elementos a utilizar analizados anteriormente, figura 4.4.1 (página 98).

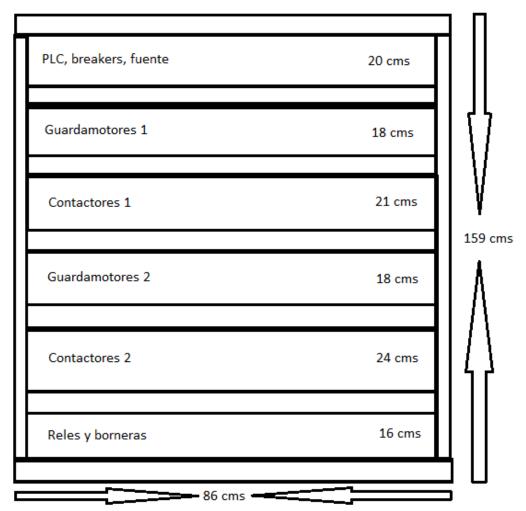


Figura 4.4.1 Distribución del nuevo tablero eléctrico. Fuente: Autores

Se empezó haciendo el marco del área a trabajar colocando las canaletas y riel din, a continuación se coloca la CPU, breaker, fuente, primeros guardamotores y contactores como se muestra en la figura 4.4.2 (página 99).

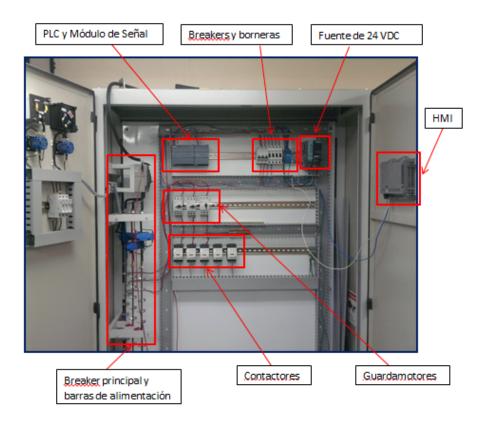


Figura 4.4.2 Instalación y cableado de los primeros elementos del tablero. Fuente: Autores

Se hizo orificios ubicados estratégicamente en las barras de alimentación para la conexión de los guardamotores y breakers a instalar.

Existe un breaker principal de un polo para lo que será la alimentación individual de PLC, fuente de alimentación y demás control del proyecto mediante otros breakers de un polo.

Dado que las entradas digitales del CPU y módulo de señales son a 24 VDC se utilizará una fuente siemens Sitop para la polarización de las boyas, presostatos y demás entradas del proyecto así como la alimentación del HMI.

Debido a la cantidad de motores a utilizarse en el proyecto se han hecho dos segmentos de fuerza dentro del tablero, a continuación se muestra el primer segmento de cableado de fuerza de los motores.

Cabe señalar q todas las entradas digitales del proyecto han sido cableadas a borneras en la parte inferior del tablero junto a un bloque de alimentación de 24VDC beneficiando a la conexión de los respectivos sensores, todo esto se observa en la figura 4.4.3 y 4.4.4 (página 100)



Figura 4.4.3 Primer bloque de cableado de motores y entradas digitales a borneras. Fuente: Autores

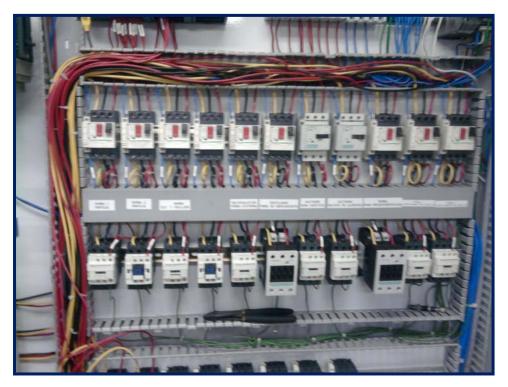


Figura 4.4.4 Primer bloque de cableado de motores(fuerza y control).

Fuente: Autores

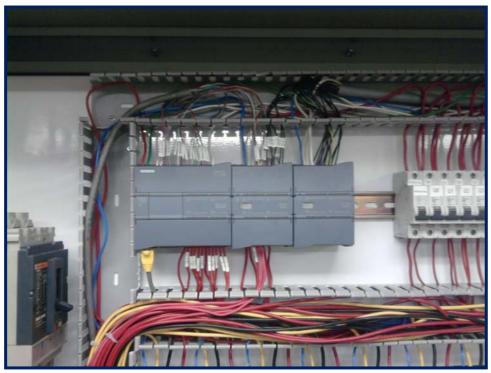


Figura 4.4.5 CPU y dos módulos de señales digitales. Fuente: Autores

Debido a la cantidad de motores en el proyecto se utilizaron dos módulos de entradas y salidas digitales, aquí se nota el cableado y marquillaje respectivo de los mismos, ver figura 4.4.5 (página 101) y 4.4.6 (página 101).



Figura 4.4.6 Cableado a borneras del segundo módulo de señales. Fuente: Autores



Figura 4.4.7 Cableado de segundo bloque de motores. Fuente: Autores

Se continúa con el cableado del segundo bloque de motores (fuerza y control), cabe señalar que hay que analizar muy bien el camino del cableado ya que debido a la gran cantidad de cables podría haber inconvenientes.

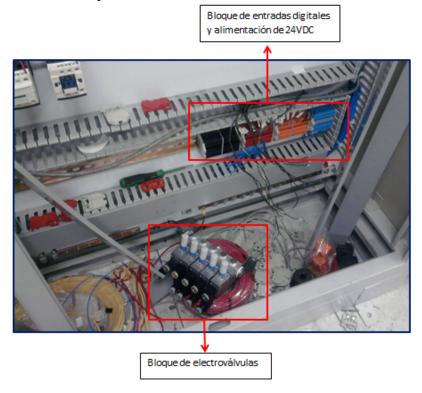


Figura 4.4.8 Bloque de borneras y bloque de electroválvulas Fuente: Autores

Aquí vemos el bloque de electroválvulas que se utilizarán para la activación de las válvulas neumáticas en el proyecto, así como las borneras de las entradas digitales, ver figura 4.4.7 (página 102) y 4.4.8 (página 102).



Figura 4.4.9 Terminando el segundo bloque de motores. Fuente: Autores

Como se muestra el segundo bloque de motores está casi terminado, solo falta los relés para las electroválvulas, si se dan cuenta algunos contactores del segundo bloque de motores son de mayor tamaño es debido a la mayor intensidad de corriente que circulará por ellos, se colocan bien los cables dentro de las canaletas para evitar el abultamiento de los mismo, se puede utilizar amarras plásticas, ver figura 4.4.9 (página 103) y 4.4.10 (página 104).

Hay que ser prudente en la longitud del cable a colocar ya que no se debe dejar mucho cable de sobra pero a la misma vez tampoco dejarlos tan corto para preveer un pequeño cambio de posición, ver figura 4.4.11 (página 104).



Figura 4.4.10 Organizado del cableado 1. Fuente: Autores



Figura 4.4.11 Organizado del cableado 2. Fuente: Autores

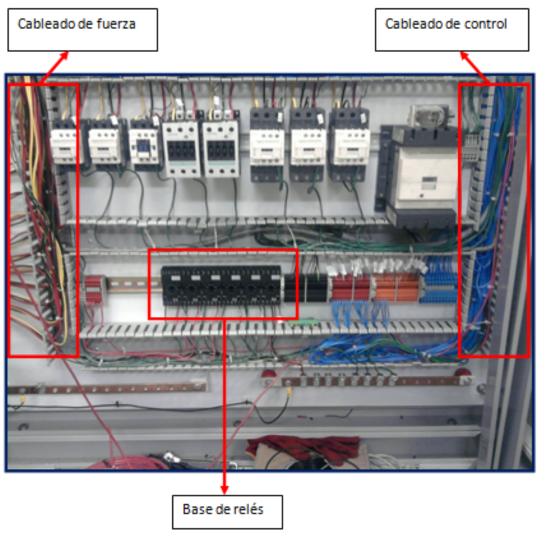


Figura 4.4.12 Cableado de bases de relés. Fuente: Autores

Como observamos en la figura 4.4.12 (página 105) están cableadas las bases para los relés que activaran las electroválvulas a utilizarse en el proyecto.

Se nota en el gráfico que se ha separado el cableado de fuerza con el de control, esto es lo más recomendable al momento de realizar un tablero eléctrico.

A la derecha tenemos el cableado de control y alimentación de 24VDC que lo tenemos como norma con cable de color celeste en este proyecto.

A la izquierda tenemos el cableado de fuerza para los guardamotores y los tenemos en color amarillo negro y rojo que vienen de las barras de alimentación.

En la parte inferior del gráfico también observamos dos barras, la de la derecha es la barra de neutro y la de la izquierda es de la barra de tierra para los motores.

En el desarrollo del proyecto fue aumentando su alcance y esto obligó a incrementar los motores y el tablero quedó pequeño así que se utilizó las puertas del tablero y se hizo otros doble fondo donde se colocarán las activaciones del alumbrado del proyecto además de distintos breaker para tomas de 120 y 220 VAC así como un toma de 220 VAC para conectar una máquina de soldadura, ver figura 4.4.13 (página 106).



Figura 4.4.13 Doble fondo en puerta de tablero. Fuente: Autores

Este doble fondo se lo colocará en la puerta por dentro debajo de donde está el HMI y básicamente será utilizado para la automatización del alumbrado de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Es así como dejamos listo el tablero para su respectivo montaje, lo demás se lo hizo sobre la marcha ya que el proyecto demandaba ser instalado lo más pronto posible, ver figura 4.4.14 (página 107).



Figura 4.4.14 Tablero eléctrico listo para su respectivo montaje. Fuente: Autores

4.5 MONTAJE DEL NUEVO TABLERO ELÉCTRICO.

El antiguo tablero eléctrico tenía demasiados controles manuales además de que algunos de ellos estaban por fuera del tablero, la acometida del mismo estaba sin ningún tipo de resguardo, todo esto podemos observarlo en la figura 4.5.1 (página 107).

También se puede observar en el gráfico que algunos de los controles de mando no están debidamente identificados, dado todas estas circunstancias es necesario la presencia constante del operador debido a algún inconveniente en el proceso.

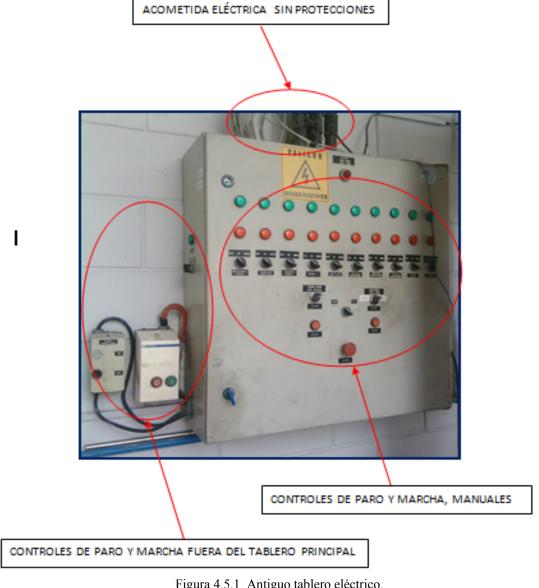


Figura 4.5.1 Antiguo tablero eléctrico. Fuente: Autores

Se puede observar que el cableado del antiguo tablero no tiene ningún tipo de marquillaje lo que dificulta los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.

También se observa la mala ubicación de ciertos equipos (UPS) lo que obstruye la visualización de ciertos elementos de control para cualquier tipo de mantenimiento.

Los cables están sin un correcto orden, falta de canaletas que nos demuestra poco nivel de profesionalismo al momento de realizar tableros eléctricos, ver figura 4.5.2 (página 109).

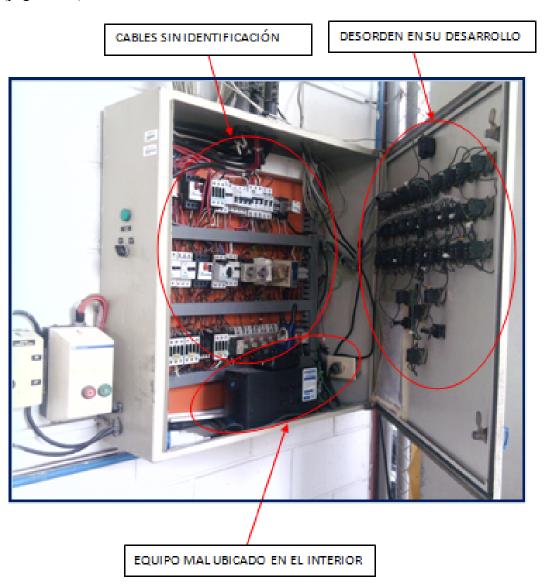


Figura 4.5.2 Interior del antiguo tablero eléctrico. Fuente: Autores

En la siguiente figura 4.5.3 (página 110) se observa uno de los dos tableros que se encontraban en el cuarto de bombas, como se dan cuenta existe mucha deficiencia en su acometida principal y en el cableado de los motores, se ven cables por todos lados por fuera del tablero reflejando falta de organización en su desarrollo e implementación.

Además se observa que faltan elementos de control y de visualización en dicho tablero dificultando el correcto monitoreo del proceso y esto podría ser muy crítico ya que no sabemos el estado actual de los actuadores.

Dados estos controles era necesario que el operador constantemente este supervisando dichas bombas para evitar que vayan a trabajar al vacío corriendo el riesgo de quemarse ya que no existían las protecciones correspondientes.

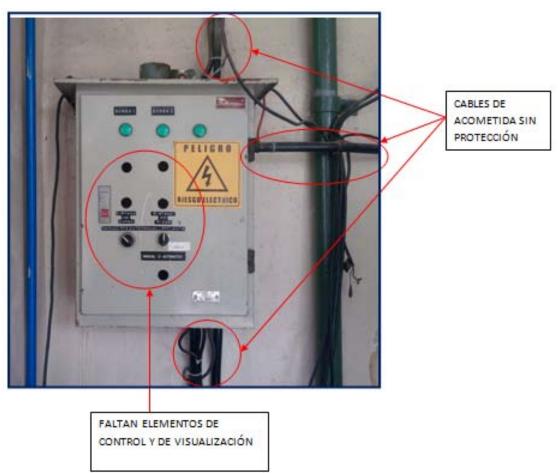


Figura 4.5.3 Antiguo tablero #1 del cuarto de bombas.

Fuente: Autores

Al interior del tablero se observa de manera repetitiva la mala distribución del cableado, los cables no están debidamente etiquetados y no están dentro de canaletas.

Todo esto dificulta en los mantenimientos preventivos y correctivos en caso de algún daño.

Existe confusión al momento de hacer una revisión en el tablero ya que no se especifica a que bomba se refiere cada uno de sus arrancadores, ver figura 4.5.4 (página 111).

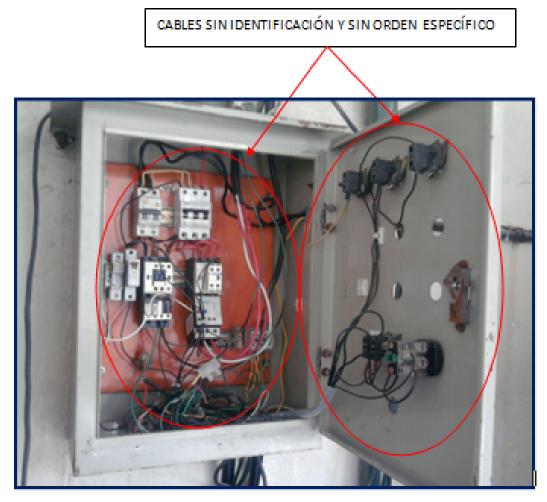


Figura 4.5.4 Interior del antiguo tablero #1 del cuarto de bombas.

Fuente: Autores

En esta figura se puede apreciar los dos antiguos tableros eléctricos del cuarto de bombas, sus acometidas sin ningún tipo de protección, cables cogidos con amarras a las tuberías que van por la pared reflejando mucha falta de profesionalismo, estética y seguridad aumentando el riesgo eléctrico.

También se observa que el cableado de control en los tanques de presión tampoco están con algún resguardo además de que los presostatos no cuentan con un manómetro para visualización y calibración de los mismos.

Este cuarto de bombas queda en un sótano obligando al operador a estar bajando continuamente para poder controlar el accionamiento de estas bombas retrasando etapas del proceso, todo esto se observa en la figura 4.5.5 (página 112).

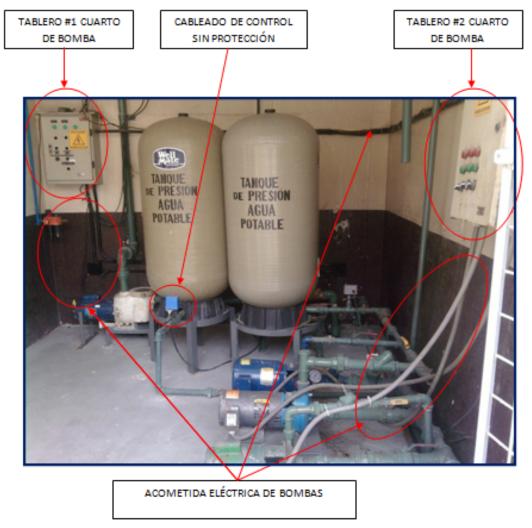


Figura 4.5.5 Instalaciones antiguas del cuarto de bombas.

Fuente: Autores

Este era el segundo tablero eléctrico del cuarto de bombas, los cables se siguen observando de una manera desordenada y sin resguardo alguno aumentando su riesgo eléctrico.

Persiste el problema anterior, cableado sin organización y falta de identificación del mismo, ver figura 4.5.6 (página 113).

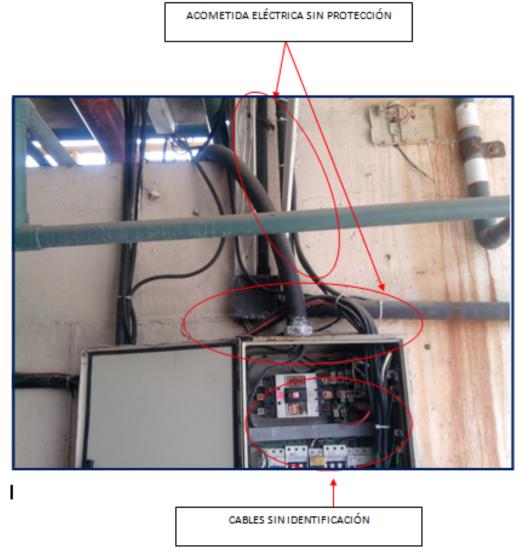


Figura 4.5.6 Interior del antiguo tablero #2 del cuarto de bombas. Fuente: Autores

Se procede al desmontaje del antiguo tablero etiquetando bien los cables para que no haya ningún tipo de inconvenientes ya que algunas de estas acometidas nos servirán para el nuevo tablero, ver figuras 4.5.7(página 114) y 4.5.8 (página 114).

DESINSTALACIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO

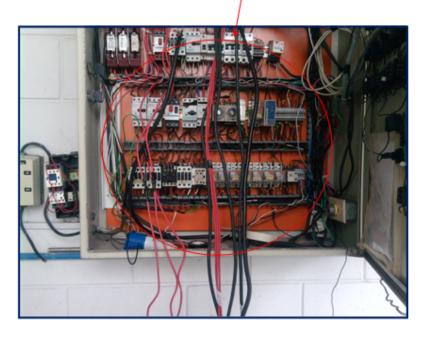


Figura 4.5.7 Desinstalación 1 del antiguo tablero eléctrico. Fuente: Autores

DESMONTAJE DE ANTIGUO TABLERO ELÉCTRICO

Figura 4.5.8 Desinstalación 2 del antiguo tablero eléctrico. Fuente: Autores



Figura 4.5.9 Desmontaje del antiguo tablero eléctrico. Fuente: Autores

Como se observa en la figura 4.5.9 (página 115) ya el doble fondo fuera totalmente teniendo la opción de liberar los cables y así proceder con el desmontaje del tablero, cabe señalar que hay que identificar la mayor cantidad de acometidas posibles para ver si se las puede volver a utilizar y que elementos se debe dejar activado desde ese tablero.

Se instalará también cerca del tablero tomas de alimentación de 110 VAC y 220 VAC, el bloque de electroválvulas quedará por fuera del tablero con su respectiva unidad de mantenimiento.

Se instalaron además electrocanales para que sea por allí por donde vayan ubicadas las acometidas para cada uno de los motores y sus dispositivos de control ayudando esto a la estética del proyecto.

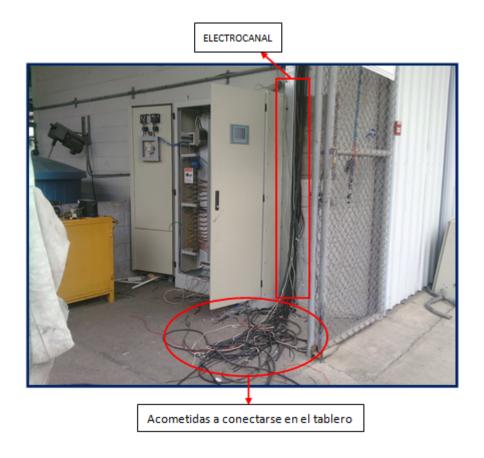


Figura 4.5.10 Montaje del nuevo tablero eléctrico. Fuente: Autores

Se ha montado el nuevo tablero eléctrico, como pueden observar tenemos un electrocanal que será por donde estará la acometida principal del tablero así como las distintas acometidas de salida para los diferentes motores y dispositivos de control, ver figura 4.5.10 (página 116).

Se puede apreciar en el piso las acometidas para los motores que deben ingresar al tablero y ser conectados en sus respectivos arrancadores según lo planificado anteriormente.

Se puede señalar que el tablero fue ubicado en el mismo espacio físico que se ubicaba el anterior ya que desde allí es como una parte central de todo el sistema de tratamiento de aguas residuales.

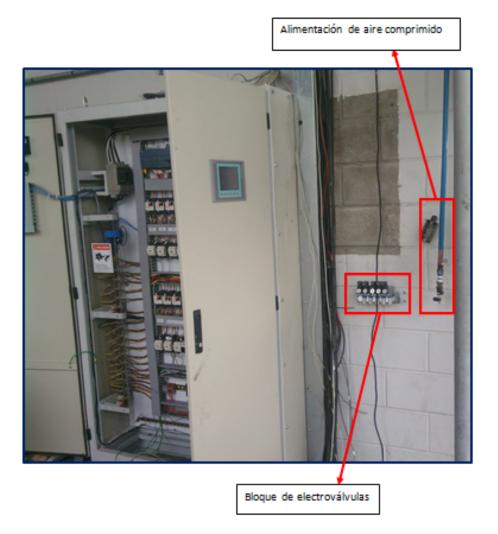


Figura 4.5.11 Instalación de bloque de electroválvulas. Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura 4.5.11 (página 117) dentro del tablero tenemos a la izquierda lo que son las barras de alimentación por lo que se ha decidido ingresar todos los cables por la parte derecha, para la cual se ha instalado un electrocanal para que vayan estos cables de una manera organizada.

También se observa que se ha instalado el bloque de electroválvulas a utilizarse en el proyecto y a su lado está la alimentación de aire comprimido que aún no se la ha adecuado correctamente.

A la entrada del bloque de electroválvulas se pondrá una unidad de mantenimiento con el fin de regular la cantidad de presión que utilizaremos en nuestro sistema, así mismo como para filtrar las moléculas de agua provenientes del aire comprimido y además de esto un dosificador de aceite para lubricación de las electroválvulas constantemente.

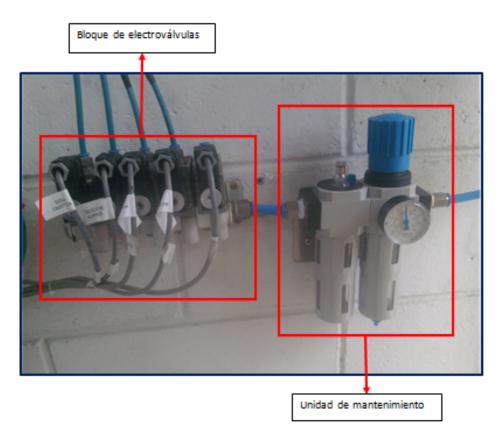


Figura 4.5.12 Unidad de mantenimiento y bloque de electroválvulas. Fuente: Autores

Aquí se observa la instalación de la unidad de mantenimiento a la derecha y el bloque de electroválvulas a la izquierda, se puede apreciar que cada electroválvula esta debidamente identificada para que no haya ningún tipo de equivocación ayudando en algún mantenimiento de cualquier tipo, ver figura 4.5.12 (página 118) y figura 4.5.13 (página 118).



Figura 4.5.13 Unidad de mantenimiento. Fuente: Autores

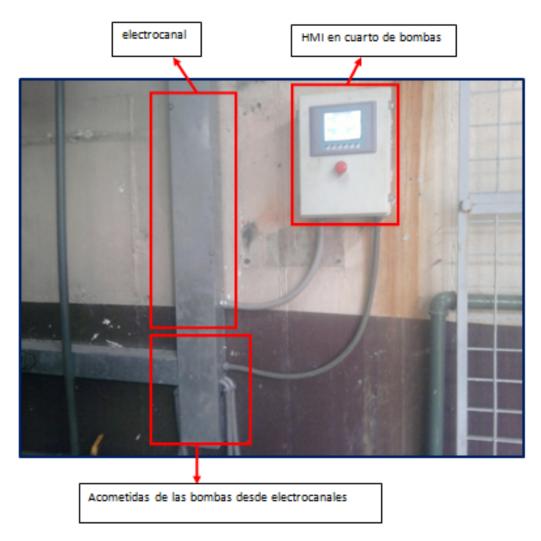


Figura 4.5.14 HMI en cuarto de bombas. Fuente: Autores

Como se ha mencionado anteriormente se ha instalado un HMI en el cuarto de bombas ya que éste queda en un nivel inferior a la superficie, (sótano) y es aquí donde se concentra cierta parte de todo el proyecto, desde aquí podremos monitorear y controlar todo el sistema.

Como pueden observar no se ven cables por ningún lado, los cables vienen dentro de los electrocanales y al salir estos hacia las bombas salen con fundas selladas protegiendo el cable y dándole profesionalismo y estética al trabajo, ver figura 4.5.14 (página 119).

4.5.1 Tratamiento de Aguas Residuales.

4.5.1.1 PRAR.

Antes



Después



Figura 4.5.1.1.1 PRAR (antes y después) Fuente: Autores

En esta figura 4.5.1.1.1 (página 120) se observa el antes y después del PRAR, se nota claramente la diferencia en ambas situaciones.

Por un lado en el antes se aprecia acometidas sin protección, cables de sensores a la intemperie sin ningún tipo de identificación.

Por el otro lado en el después se aprecia todo lo contrario, la acometida para el agitador tiene su respectiva protección (funda sellada) y los cables de sensores de nivel y PH pasan por una caja donde se distribuyen de una manera adecuada además de estar correctamente identificados en beneficio de algún chequeo y hasta por manera de estética, los cables q entran al tablero vienen correctamente protegidos con funda sellada para evitar la corrosión, esto se puede observar en la figura 4.5.1.1.2 (página 121).

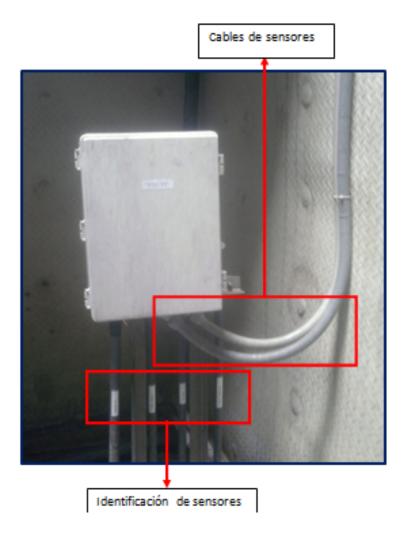


Figura 4.5.1.1.2 Reinstalación de sensores de nivel y de PH Fuente: Autores

Antes



Después



Figura 4.5.1.1.3 Bomba PRAR (antes y después) Fuente: Autores

Se nota bastante diferencia entre las dos situaciones:

Habían tuberías en malas instalaciones y cables que salían por todos lados sin ningún tipo de resguardo.

Ahora solo existe un electrocanal y del cual sale la alimentación para la bomba con su respectiva funda sellada como protección, ver figura 4.5.1.1.3 (página 122).

4.5.1.2 Soda Cáustica Válvula neumática Válvula mecánica

Figura 4.5.1.2.1 Soda Cáustica. Fuente: Autores

Como pueden observar en la figura 4.5.1.2.1 (página 123) se ha instalado un control automático para el llenado de agua hacia el tanque de soda cáustica el cual consta de: una boya de nivel instalada dentro del tanque de soda cáustica, una válvula neumática, una válvula mecánica.

Tanque de soda cáustica

Al momento de hacer la mezcla y poner en automático el sistema mandará a dosificar agua hasta que el nivel llegue al establecido por la boya lo que hará cerrar la válvula neumática.

Para todo esto se debe tener la válvula mecánica cerrada.

4.5.1.3 Sulfato de Aluminio.

Antes



Después



Figura 4.5.1.3.1 Sulfato de aluminio. (Antes y después). Fuente: Autores

Se nota mucho más orden en el cableado ya que se pueden dar cuenta que antes habían muchos cables regados y hasta que estaban deshabilitados sin estar haciendo el correcto control, ahora vemos la alimentación del agitador debidamente protegida con funda sellada, ver figura 4.5.1.3.1 (página 124).

4.5.1.4 Filtro Prensa.



Figura 4.5.1.4.1 Tablero Filtro Prensa. Fuente: Autores

En esta etapa del proceso se utilizará un transductor de presión que se encargará de controlar por medio de la presión la entrada de lodo hacia el filtro prensa nuevo proveniente de los silos que se encuentran en la parte inferior.

Esta zona de filtro prensa queda un poco distante del tablero principal y debido a que la salida del transductor de presión es de 4 a 20 mA no es recomendable hacer llegar esa señal hasta el tablero por su distancia para no afectar su precisión por lo que se decide instalar un tablero cerca de esta zona de filtro prensa.

A este tablero irán conectadas las entradas analógicas y digitales a un CPU 1212C, y este enviara las señales hacia el tablero principal por medio de comunicación entre PLC's vía Ethernet que es donde procesará las señales según el programa y realizará

las correspondientes acciones, tendrá un HMI KP 300 PN de donde podremos controlar todo el proceso de esta zona, ver figura 4.5.1.4.1 (página 126).



Figura 4.5.1.4.2 Filtro Prensa nuevo. Fuente: Autores

Este es el Filtro Prensa nuevo moderno, como pueden observar que tiene un cilindro que será el encargado de hacer la compresión de todo el lodo que se encuentre dentro de este, lo cual en el anterior era manual.

Se han instalado un transductor de presión y un manómetro para visualización, también se puede observar parte del silo #2, ver figura 4.5.1.4.2 (página 126).



Figura 4.5.1.4.3 Transductor de presión y manómetro. Fuente: Autores

En esta figura se observa el transductor de presión el cual tiene las siguientes características:

- Alimentación: 24 VDC

- Salida analógica: 4 – 20 mA

- Rango: 0 − 100 PSI.

También se tiene un manómetro de visualización, el cual tiene un rango de 0 – 100 PSI, ver figura 4.5.1.4.3 (página 127).



Figura 4.5.1.4.4 Silos. Fuente: Autores

Aquí pueden observar los dos silos de los cuales se ha hablado, almacenan el lodo proveniente de la piscina de sedimentación el cual llega acá por gravedad ya que estos silos se encuentran en un nivel inferior.

Estos silos constan de una boya de nivel para protección de las bombas localizadas en la parte inferior así como un agitador que tienen en la parte superior, de aquí envían el lodo hacia el filtro prensa, ver figura 4.5.1.4.4 (página 128).

4.5.2. Almacenamiento y Distribución del Agua.

4.5.2.1. Agua Tratada.



Figura 4.5.2.1.1 Bomba Agua Tratada. Fuente: Autores

Como se puede observar la acometida de esta bomba está muy bien protegida con funda sellada y el conector ingresa correctamente a la bomba, además de que viene por una tubería y sale hacia la bomba con una conduleta (se utilizan en instalaciones visibles, tienen una o varias salidas para acoplamiento con las tuberías, así como una tapa removible para realizar las conexiones).

No se ven cables por ningún lado y esto refleja profesionalismo y estética en el trabajo, ver figura 4.5.2.1.1 (página 129).

4.5.2.2. Agua Potable

Antes







Figura 4.5.2.2.1 Cuarto de bombas (antes y después) Fuente: Autores

Aunque la calidad de las fotos no es la misma es indiscutible darse cuenta de las diferencias que existen en ambas situaciones, en este cuarto habían dos tableros que estaban en pésimas condiciones y con alto riesgo eléctrico debido a sus incorrectos cableados, además de que habían tuberías y cables por las paredes sin ningún tipo de orden, ver figura 4.5.2.2.1 (página 130).

Cabe señalar también que los tanques de presión no tenían manómetros para calibrar los presostato y visualizar su medición.

Actualmente en este cuarto de bombas solo se tiene un HMI donde se puede controlar además de las bombas de este cuarto todo el proyecto y ver en que estado se encuentra cada etapa, se tiene un electrocanal que es por donde pasan los cables y solo salen con fundas selladas hacia las bombas y presostatos dando mayor seguridad y estética al trabajo.

A los tanques de presión se les ha añadido un manómetro ayudando a la visualización de los parámetros del presostato (presión baja y presión alta), todo esto se puede observar en la figura 4.5.2.2.2 (página 131).

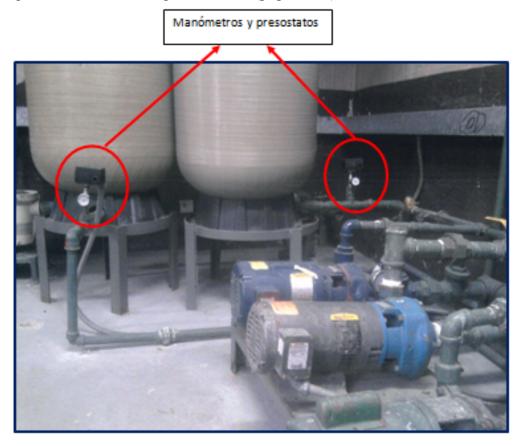


Figura 4.5.2.2.2 Tanques de Presión del cuarto de bombas. Fuente: Autores

Los presostato de estos tanques de presión están calibrados en 25 PSI (presión de baja) y 55 PSI (presión de alta), según requerimientos del sistema.



Figura 4.5.2.2.3 Acometida bomba eléctrica (sistema contra-incendio).

Fuente: Autores

La acometida de la bomba eléctrica del sistema contra-incendio se la hizo pasar por este tablero que contiene solo un guardamotor por exigencias de seguridad industrial y en cualquier revisión por parte de entidades externas, ver figura 4.5.2.2.3 (página 132).

4.5.2.3. Agua Desmineralizada.



Figura 4.5.2.3.1 Agua Desmineralizada Fuente: Autores

En este lugar se tenía antes un arrancador donde iban conectados todos los elementos q se pueden observar (acometida de bomba, señal de nivel bajo del tanque de almacenamiento, señal de presostato), esto daba mal aspecto estético ya que no estaba debidamente ordenado además de que por cualquier inconveniente que ocurra el operador difícilmente se daba cuenta ya que está en un lugar algo alejado de donde él se encuentra constantemente.

Actualmente todos estas señales van hacia el tablero principal que es donde se procesa su control y realiza la acción correspondiente, todos estos cables vienen dentro de electrocanales y salen de estos con funda sellada reflejando un alto grado de profesionalismo y estética, todo esto se puede observar en la figura 4.5.2.3.1 (página 133).

4.5.3. Bomba de Diesel y Alumbrado.

4.5.3.1. Bomba de Diesel.



Figura 4.5.3.1.1. Bomba de Diesel. Fuente: Autores

Se llevaron los cables de control y de acometida de la bomba hacia el tablero principal para tener todo el control del mismo desde allá, ver figura 4.5.3.1.1 (página 134).

4.5.3.2. Alumbrado.

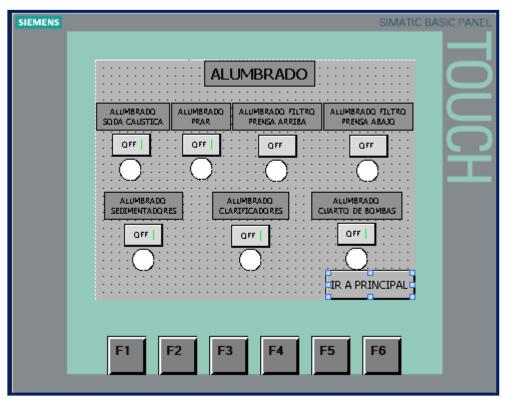


Figura 4.5.3.2.1 Alumbrado de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Fuente: Autores

Se llevo la alimentación desde el tablero principal hacia cada zona de alumbrado y así tener todo el control desde el tablero.

Esta es la imagen donde se tiene el control del alumbrado del proyecto, ver figura 4.5.3.2.1 (página 135).

Se puede ver el diagrama eléctrico de distribución de luminarias en la sección de planos eléctricos del proyecto en el ANEXO 1 página 169.



Figura 4.5.15 Marquillaje de todo el tablero eléctrico. Fuente: Autores

En esta figura 4.5.15 (página 136) pueden observar que se está marquillando todo el cableado del tablero y con ello ante cualquier mantenimiento revisar con los planos eléctricos respectivos del proyecto.

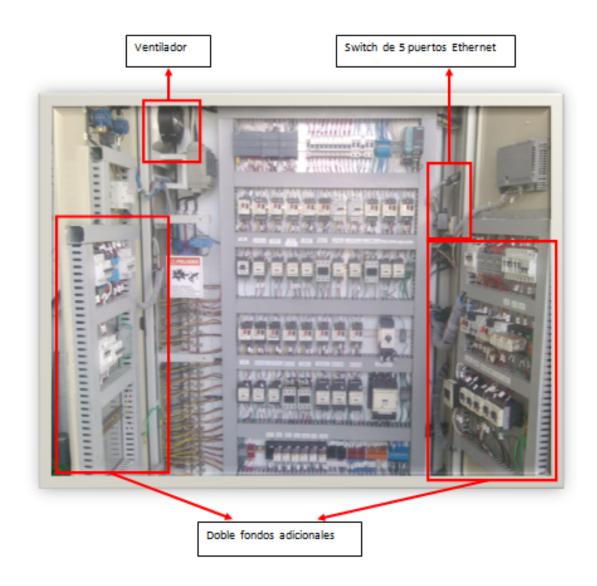


Figura 4.5.16 Marquillaje 1 de todo el tablero eléctrico. Fuente: Autores

Aquí pueden observar el tablero eléctrico terminado en su totalidad, se le instaló un ventilador para que mantenga el tablero en una correcta temperatura especialmente a su parte más compleja que es el PLC.

También se ha instalado un switch de 5 puertos Ethernet para la comunicación de los distintos dispositivos de todo el proyecto con su tomacorriente en la parte inferior.

Como pueden observar también se improvisaron doble fondos en las puertas del tablero ya que el proyecto a medida que se lo iba desarrollando fue creciendo poco a poco, ver figura 4.5.16 (página 137).

4.6 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET.



Figura 4.6.1 Dispositivos y Redes del Proyecto. Fuente: Autores

Como pueden observar se detalla la cantidad de dispositivos que se encuentran interconectados a través de una red Ethernet mediante switchs colocados en cada uno de los tableros correspondientes, ver figura 4.6.1 (página 138).

El PLC de Aguas Industriales funcionará como maestro ya que será el que reciba las entradas digitales y analógicas de los PLC's de Carga y Filtro Prensa respectivamente mediante bloques de comunicación.

Luego este PLC (Aguas Industriales) procesará los datos recibidos y hará el control correspondiente.

Los PLC's esclavos (Carga y Filtro Prensa enviaran sus entradas digitales y analógicas a través de una palabra (16 bits), luego el PLC de Aguas Industriales escogerá que bit escoger según la programación

CAPÍTULO 5

DISEÑOS Y CÁLCULOS DEL PROYECTO

En este capítulo se diseñó todo el proyecto y se realizaron los cálculos de todos los elementos y actuadores a utilizar según los requerimientos de cada etapa

En el diseño se ha considerado de manera general que por cada motor utilizado se colocará un guardamotor el cual llevará un contacto auxiliar que representará una entrada digital hacia el PLC.

Las acometidas hacia los motores se lo hizo de manera general con cable concéntrico 4x12 a excepción de la bomba contraincendio que se lo hará con cable concéntrico 4x8.

Todos los presostatos y boyas de nivel son señales de entradas digitales hacia el PLC y el cableado desde el tablero hacia los sensores se hicieron con cable concéntrico calibre 3x16.

Cabe señalar que los datos de los motores (datos de placa y experimentales) en las tablas fueron tomados y medidos por iniciativa propia (página 140-153).

5.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

5.1.1 PRAR

Una vez analizada esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.1.1 (página 139).

Entradas	Salidas
Guardamotor Agitador PRAR	Agitador PRAR
Guardamotor Bomba PRAR	Bomba PRAR
PH > 6.2	Alumbrado PRAR
PH >6.6	Válvula PRAR-Recirculación
Nivel alto PRAR	Válvula PRAR- Presedimentación
Nivel medio PRAR	

Tabla 5.1.1.1 Entradas y Salidas del PRAR

			Datos de los motores					
Descripción	Datos experimentales		Datos de placa					
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.
Bomba PRAR(pozo recolector de aguas residuales)	211	9.8	230	14.1	4	1	N.A.	1.15
Agitador PRAR	218	0.9	230/460	1.4/0.7	1/2	3	0.68	N.A.

Tabla 5.1.1.2 Características de motores del PRAR

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.1.2. (Página 140). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba PRAR

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 14.1* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 16 Amps

Agitador PRAR

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 1.4* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 1.6 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.1.3 (página 140).

	Volon	Guardamotores				
Dogovinojón	Valor	Corriente				
Descripción	nominal	Rango(A)	Valor calibrado(A)			
Bomba PRAR(pozo recolector de aguas residuales)	14.1	13-18	16			
Agitador PRAR	1.4	1-1.6	1.6			

Tabla 5.1.1.3 Protección de motores del PRAR

5.1.2 Soda cáustica

Según lo analizado en esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.2.1 (página 141).

Entradas	Salidas
Guardamotor Agitador Soda Cáustica	Agitador Soda Cáustica
Boya de nivel	Válvula de dosificación soda cáustica
	Válvula dosificación agua para mezcla
	Alumbrado Soda Cáustica

Tabla 5.1.2.1 Entradas y Salidas de Soda Cáustica Fuente: Autores

	Datos de los motores							
Descripción	ripción Datos experimentales		Datos de placa					
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.
Agitador Soda Cáustica	211	1.1	230/460	2.0/1.0	1/2	3	0.63	1.15

Tabla 5.1.2.2 Características de motor Soda Cáustica

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.2.2 (página 141). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Agitador Soda Cáustica

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 2* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 2.3 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.2.3 (página 141).

	3 7.1	Guardamotores		
Descripción	Valor nominal	Corriente		
		Rango(A)	Valor calibrado(A)	
Agitador Soda Cáustica	2.0	1.8-2.5	2.3	

Tabla 5.1.2.3 Protección de motor Soda Cáustica

5.1.3 Sulfato de aluminio

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.3.1 (página 142).

Entradas	Salidas
Guardamotor Agitador Sulfato Aluminio	Agitador Sulfato Aluminio
Boya de nivel	Válvula de dosificación sulfato aluminio
	Válvula dosificación agua para mezcla

Tabla 5.1.3.1 Entradas y Salidas de Sulfato de Aluminio Fuente: Autores

			Datos de los motores							
Descripción	Datos experimentales		Datos de placa				Datos de nlaca			
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.		
Agitador Sulfato de Aluminio	212	1.5	230/460	1.8/0.9	1/2	3	0.72	N.A.		

Tabla 5.1.3.2 Características de motor Sulfato de Aluminio Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.3.2 (página 142). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Agitador Sulfato de Aluminio

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 1.8* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 2.1 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.3.3 (página 142).

	3 7.1	Guardamotores			
Descripción	Valor nominal		Corriente		
_		Rango(A)	Valor calibrado(A)		
Agitador Sulfato Aluminio	1.8	1.8-2.5	2.1		

Tabla 5.1.3.3 Protección motor Sulfato de Aluminio

5.1.4 Piscina de sedimentación

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.4.1 (página 143).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba de Apoyo	Bomba de Apoyo
	Alumbrado Sedimentación

Tabla 5.1.4.1 Entradas y Salidas de Piscina de Sedimentación Fuente: Autores

		Datos de los motores						
Descripción		atos mentales	Datos de placa					
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.
Bomba de Apoyo	213	1.2	230/460	2.2/1.1	1/2	3	0.88	N.A.

Tabla 5.1.4.2 Características de motor Piscina de Sedimentación

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.4.2 (página 143). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba de Apoyo

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 2.2* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 2.5 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.4.3 (página 143).

	X 7.1	Gu	ardamotores			
Descripción	Valor nominal	Corriente			Corriente	
		Rango(A)	Valor calibrado(A)			
Bomba de Apoyo	2.2	2.5-4	2.5			

Tabla 5.1.4.3 Protección de motor Piscina de Sedimentación Fuente: Autores

5.1.5 Clarificadores.

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.5.1 (página 144).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba Clarificador 1	Bomba Clarificador 1
Guardamotor Bomba Clarificador 2	Bomba Clarificador 2
Boya de nivel 1	Alumbrado Clarificadores
Boya de nivel 2	

Tabla 5.1.5.1 Entradas y Salidas de Clarificadores

Fuente: Autores

Descripción	Datos de los motores								
	Datos experimentales		Datos de placa						
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.	
Bomba Clarificador 1	125	4.5	110	5.5	1/2	1	N.A.	N.A.	
Bomba Clarificador 2	125	4.5	110	5.5	1/2	1	N.A.	N.A.	

Tabla 5.1.5.2 Características de motores de Clarificadores

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.5.2 (página 144). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba Clarificador 1

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 5.5* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 6.3 Amps

Bomba Clarificador 2

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 5.5* 1.15

<u>Valor de calibración del guardamotor = 6.3 Amps</u>

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.5.3 (página 145).

	X 7 1 • 1	Guardamotores			
Descripción	Valor nominal	Corriente			
		Rango(A)	Valor calibrado(A)		
Bomba Clarificador 1	5.5	4-6.3	6.3		
Bomba Clarificador 2	5.5	4-6.3	6.3		

Tabla 5.1.5.3 Protección de motores de Clarificadores Fuente: Autores

5.1.6 PISCINA DE ZEOLITA

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.6.1 (página 145).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba Última caída	Bomba Última caída
Boya de nivel	

Tabla 5.1.6.1 Entradas y Salidas de Piscina de Zeolita Fuente: Autores

	Datos de los motores								
Descripción Datos experimentales Datos de placa									
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.	
Bomba Última caída	215	9.8	230/115	11.2/22.4	2	1	N.A.	N.A.	

Tabla 5.1.6.2 Características de motor piscina de Zeolita Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.6.2 (página 145). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba Última Caída

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 11.2* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 13 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.6.3 (página 146).

	3 7 1 • 1	Guardamotores		
Descripción	Valor nominal	Corriente		
		Rango(A)	Valor calibrado(A)	
Bomba Última Caída	11.2	13-18	13	

Tabla 5.1.6.3 Protección de motor Piscina de Zeolita

Fuente: Autores

5.1.7 Filtro Prensa

Una vez analizada esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.1.7.1 (poner 146).

Entradas	Salidas
Guardamotor Agitador Silo 1	Agitador Silo 1
Guardamotor Bomba Silo 1	Bomba Silo 1
Guardamotor Agitador Silo 2	Agitador Silo 2
Guardamotor Bomba Silo 2	Bomba Silo 2
Boya de Nivel Silo 1	Alumbrado Filtro Prensa Arriba
Boya de Nivel Silo 2	Alumbrado Filtro Prensa Abajo
Transductor de presión Silo 1	
Transductor de presión Silo 2	

Tabla 5.1.7.1 Entradas y Salidas de Filtro Prensa

Fuente: Autores

	Datos de los motores								
Descripción	experimentales								
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje Corriente Potencia # F.P. I						
Bomba Silo 1	215	9.5	220/440	15.8/7.9	7.5	3	0.87	1.15	
Agitador Silo 1	215	0.6	220/440	3.4/1.7	1	3	0.74	1.15	
Bomba Silo 2	214	6.2	230/460	13/6.5	5	3	N.A.	1.15	
Agitador Silo 2	215	1.8	220/440	3.4/1.7	1	3	0.74	1.15	

Tabla 5.1.7.2 Características de motores de Filtro Prensa

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.1.7.2 (página 146). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba Silo 1

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 15.8* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 18 Amps

Agitador Silo 1

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 3.4* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 3.9 Amps

Bomba Silo 2

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 13 * 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 15 Amps

Agitador Silo 2

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 3.4* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 3.9 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.1.7.3 (página 147).

	X 7.1	Guardamotores Corriente			
Descripción	Valor nominal				
		Rango(A)	Valor calibrado(A)		
Bomba Silo 1	15.8	13-18	18		
Agitador Silo 1	3.4	2.5-4	3.9		
Bomba Silo 2	13	13-18	15		
Agitador Silo 2	3.4	2.5-4	3.9		

Tabla 5.1.7.3 Protección de motores Filtro Prensa Fuente: Autores

5.1.7.1 Transductor de Presión

Según lo analizado y debido a las exigencias del proceso se utilizó un transductor de presión para regular la entrada de lodo hacia al filtro prensa nuevo a instalarse y es de 0-100 PSI con una salida analógica de 4-20 mA.

Como la entrada analógica de nuestro PLC es de 0-5 Voltios se necesitó conectar una resistencia en paralelo a la entrada analógica del PLC de valor "x" tal que cuando la señal analógica del transductor sea máxima; es decir 20mA nuestro PLC lea 5 Voltios en su entrada analógica.

I=señal de corriente máxima emitida por el transductor=20mA=0.02A V=señal de voltaje máximo leído por la entrada análoga del PLC=5V R= valor de resistencia a colocarse en paralelo según nuestras variables.

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{5V}{0.02Amp} \rightarrow R = 250 \ ohmtos$$

5.2 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

5.2.1. AGUA TRATADA

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.2.1.1 (página 148).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba Agua Tratada	Bomba Agua Tratada
Boya de nivel medio cisternas agua tratada	Alumbrado Cuarto de Bombas
Boya de nivel bajo cisternas agua tratada	
Boya de nivel medio cisterna de carga	

Tabla 5.2.1.1 Entrada y Salidas de Agua Tratada Fuente: Autores

	Datos de los motores								
Descripción	Datos ex	Datos experimentales Datos de placa							
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.	
Bomba Agua Tratada	216	6.2	230/115	11.2/22.4	2	1	N.A.	1.15	

Tabla 5.2.1.2 Características de motor Agua Tratada

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.2.1.2 (página 149). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba Agua Tratada

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 11.2* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 13 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.2.1.3 (página 149).

	X 7.1	Gu	ardamotores	
Descripción	Valor nominal	Corriente		
		Rango(A)	Valor calibrado(A)	
Bomba Agua Tratada	11.2	13-18	13	

Tabla 5.2.1.3 Protección de motor Agua Tratada

Fuente: Autores

5.2.2. AGUA POTABLE

Una vez analizada esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.2.2.1 (página 149).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba 1 baños-cocina	Bomba 1 baños-cocina
Guardamotor Bomba 2 baños-cocina	Bomba 2 baños cocina
Guardamotor Bomba despacho-administración	Bomba despacho-administración
Guardamotor Bomba contra-incendio	Bomba contra-incendio
Boya de nivel medio cisternas agua potable	
Boya de nivel bajo cisternas de agua potable	
Presostato baños-cocina	
Presostato despacho-administración	
Presostato sistema contra-incendio	

Tabla 5.2.2.1 Entradas y Salidas de Agua Potable

Fuente: Autores

	Datos de los motores								
Descripción		atos mentales	Datos de placa						
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.	
Bomba 1 baños- cocina	215	8.2	230/460	12/6	5	3	0.92	1.15	
Bomba 2 baños- cocina	216	7.9	230/460	12.2/6.1	5	3	0.89	1.15	
Bomba despacho- administración	112	6.4	110/220	13/6.5	1	1	N.A.	1.15	
Bomba contra- incendio	216	25	230/460	48/24	20	3	0.86	1.15	

Tabla 5.2.2.2 Características de motores de Agua Potable

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.2.2.2 (página 150). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba 1 baños-cocina

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 12* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 13.8 Amps

Bomba 2 baños-cocina

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 12.2* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 14 Amps

Bomba despacho-administración

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 13 * 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 15 Amps

Bomba sistema contra-incendio

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 48* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 55 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.2.2.3 (página 151)

	37 1 1	Guardamotores Corriente			
Descripción	Valor nominal				
_		Rango(A)	Valor calibrado(A)		
Bomba 1 baños-cocina	12	13-18	13.8		
Bomba 2 baños-cocina	12.2	13-18	14		
Bomba despacho-administración	13	13-18	15		
Bomba contra-incendio	48	48-65	55		

Tabla 5.2.2.3 Protección de motores Agua Potable

Fuente: Autores

5.2.3 AGUA DESMINERALIZADA.

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.2.3.1 (página 151).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba Agua Desmineralizada	Bomba Agua Desmineralizada
Boya de nivel bajo tanque agua desmineralizada	
Presostato Agua Desmineralizada	

Tabla 5.2.3.1 Entradas y Salidas de Agua Desmineralizada Fuente: Autores

	Datos de los motores										
Descripción		atos mentales	Datos de placa					Datos de placa			
	Voltaje (V)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (HP)	# fases	F.P.	F.S.			
Bomba Agua Desmineralizada	212	4.6	230/460	12/6	5	3	0.88	1.15			

Tabla 5.2.3.2 Características de motor Agua Desmineralizada

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.2.3.2 (página 151). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba Agua Desmineralizada

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 12* 1.15

Valor de calibración del guardamotor = 13.8 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.2.3.3 (página 152).

	3 7.1	Guardamotores		
Descripción	Valor nominal	Corriente		
		Rango(A)	Valor calibrado(A)	
Bomba Agua desmineralizada	12	9-14	13.8	

Tabla 5.2.3.3 Protección de motor Agua Desmineralizada Fuente: Autores

5.3 BOMBA DE DIESEL Y ALUMBRADO

5.3.1 Bomba de Diesel

En esta etapa se puede identificar las siguientes entradas y salidas mencionadas en la tabla 5.3.1.1 (página 152).

Entradas	Salidas
Guardamotor Bomba de Diesel	Bomba de Diesel
Boya de nivel tanque de Diesel(volumen)	

Tabla 5.3.1.1 Entradas y Salidas de Bomba de Diesel Fuente: Autores

			Datos de los motores					
Descripción		atos mentales	Datos de placa					
	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Potencia	#	F.P.	F.S.
	(V)	(A)	(V)	(A)	(HP)	fases	r.1.	r.s.
Bomba de Diesel	211	1.8	230/460	3.2/1.6	1	3	N.A.	1

Tabla 5.3.1.2 Características de motor bomba de diesel.

Fuente: Autores

Para calcular la protección correcta de los motores es necesario obtener los valores de corriente nominal y factor de servicio que se muestran en la tabla 5.3.1.2 (página 152). Se deberá aplicar la siguiente fórmula:

Bomba de Diesel

Valor de calibración del guardamotor = corriente nominal * factor de servicio

Valor de calibración del guardamotor = 3.2* 1.00

Valor de calibración del guardamotor = 13.8 Amps

Estos cálculos se muestran en la tabla 5.3.1.3 (página 153).

	X 7.1	Gu	ardamotores
Descripción	Valor nominal	Corriente	
		Rango(A)	Valor calibrado(A)
Bomba diesel	3.2	2.5-4	3.2

Tabla 5.3.1.3 Protección de motor bomba de diesel. Fuente: Autores

5.3.2 Alumbrado

Debido a la amplia zona de nuestro proyecto se decidió dividirla en 7 zonas claramente definidas, las cuales son:

- Alumbrado PRAR.
- Alumbrado Soda Cáustica.
- Alumbrado Sedimentadores.
- Alumbrado Clarificadores.
- Alumbrado Filtro Prensa Arriba.
- Alumbrado Filtro Prensa Abajo.
- Alumbrado Cuarto de bombas.

Se utilizarán lámparas que constan de dos tubos fluorescentes, cada uno de ellos de 32 Vatios. A continuación se detalla el cálculo de corriente para cada lámpara.

$$P = V * I \rightarrow I = P / V$$

 $I = 64 \text{ Vatios} / 120 \text{ Voltios} \rightarrow \underline{I = 0.533 \text{ Amperios}} \text{ x cada lámpara.}$

Se puede ver estos datos en la tabla 4.3.2.1 (página 46).

	# de Lámparas	Corriente Calculada (Amps)	Capacidad de Breaker	Activación mediante
PRAR	1	0.53	6 Amps	Relay
Soda Cáustica	2	1.07	6 Amps	Relay
Sedimentadores	4	2.13	10 Amps	Contactor
Clarificadores	4	2.13	10 Amps	Contactor
Filtro Prensa Arriba	7	3.73	25 Amps	Contactor
Filtro Prensa Abajo	4	2.13	10 Amps	Contactor
Cuarto de Bombas	3	1.6	6 Amps	Relay

Tabla 5.3.2.1 Análisis del Alumbrado.

Fuente: Autores

Según todo esto se necesitó un equipo que tenga 43 entradas digitales y 32 salidas digitales aproximadamente, además de dos entradas analógicas para los transductores de presión, esto se muestra en la tabla 5.3.2.2 (página 154).

	Entradas Digitales	Salidas Digitales
PRAR	6	5
Soda Cáustica	2	4
Sulfato de Aluminio	2	3
Piscina de Sedimentación	1	2
Clarificadores	4	3
Piscina de Zeolita	2	1
Filtro Prensa	8	6
Agua Tratada	4	2
Agua Potable	9	4
Agua Desmineralizada	3	1
Bomba de Diesel	2	1
Total	43	32

Tabla 5.3.2.2. Cálculo de Entradas y Salidas digitales del proyecto.
Fuente: Autores

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS Y MEJORAS DEL PROYECTO

En este capítulo se analizó cada una de las etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales junto con el almacenamiento y distribución tanto del agua tratada, agua potable y agua desmineralizada. Se nota deficiencia en el alumbrado de la planta, se analiza sus mejoras, al final se encuentra el presupuesto.

Una vez realizado el respectivo estudio se procede a analizar las fallas existentes en el proyecto para lo cual se proponen las siguientes mejoras:

6.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

6.1.1 PRAR.

En esta etapa del proceso se podían observar la mala protección de los elementos eléctricos, se notaba la inexistencia de un buen diseño eléctrico ya que las conexiones de los componentes (sensores de nivel y PH) se encuentran a la intemperie siendo el ambiente altamente corrosivo por las sustancias químicas con las cuales se trabaja causando un rápido deterioro de estos.

La acometida del agitador no tenían protección y entraban a la caja de conexión sin ningún tipo de conector.

Además los sensores de nivel y PH no estaban debidamente identificados por lo cual eran sujetos a errores en la medición de señales tal como se observa en la figura 6.1.1.1 (página 156).

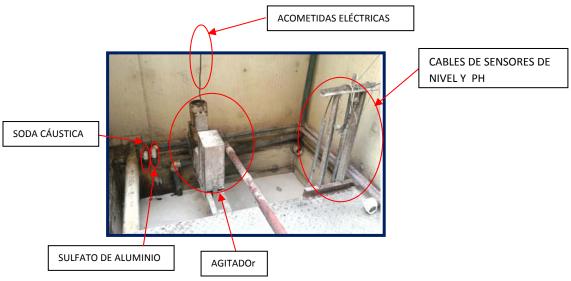


Figura 6.1.1.1 Condiciones eléctricas inseguras en el PRAR. Fuente: Autores

Teniendo estos antecedentes se concluyeron las siguientes mejoras:

- Se colocó un tablero pequeño donde irán las respectivas conexiones de los sensores mediante borneras.
- Todos los cables de los sensores y alimentación del agitador están protegidos mediante fundas plásticas y conectores correctamente colocados y sellados.
- Están etiquetados cada uno de los cables que están conectados a los electrodos y representan los sensores de nivel.
- El control del alumbrado de este cuarto como de toda la planta puede ser supervisado desde cualquiera de los 3 HMI utilizados en el proyecto.

6.1.2 Soda Cáustica.

Como se mencionó anteriormente para la rebaja de concentración de la soda cáustica se lo mezclaba manualmente con agua pero este proceso no tiene ningún tipo de control y debido a esto ocurrieron algunos derrames del producto, ver figura 6.1.2.1 (página 157).

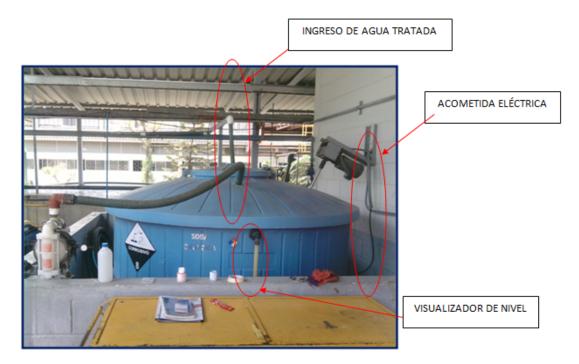


Figura 6.1.2.1 Condiciones eléctricas inseguras en Soda Cáustica. Fuente: Autores

Para solucionar los inconvenientes existentes:

- Se colocó una boya de nivel que controla la apertura y cierre de una válvula neumática para el paso del agua hacia el tanque ganando con esto mayor seguridad en el proceso para el operador.
- La alimentación eléctrica del agitador se la colocó dentro de funda sellada para evitar riesgos eléctricos.

6.1.3 Sulfato de Aluminio.

Al igual que para el proceso anterior, para rebajar la concentración del sulfato de aluminio se lo debe mezclar con agua, sin tener un respectivo control del mismo se ocasionan errores en el proceso y desperdicio del producto, ver figura 6.1.3.1 (página 11).

Para disminuir estos errores se consideraron los siguientes aspectos:

 Se colocó una boya de nivel que controlará la apertura y cierre de una solenoide para el paso de agua hacia el tanque obteniendo mayor seguridad en el proceso para el operador. Una solenoide está instalada para el ingreso de agua dependiendo del control de la boya de nivel.

6.1.4 Piscina de Sedimentación.

En esta etapa existe una bomba que sirve para transportar de una manera más rápida el agua de la piscina de sedimentación hacia los clarificadores o simplemente extraer el agua existente en la piscina de sedimentación para mantenimiento de esta piscina como se ve en la figura 6.1.4.1 (página 158).



Figura 6.1.4.1 Bomba de apoyo (piscina de sedimentación). Fuente: Autores

No se nota necesario la protección de esta bomba con una boya ya que se la utiliza en muy pocas ocasiones, lo que si se hará es proteger la acometida eléctrica mediante una funda sellada y dimensionar la protección correspondiente en su guardamotor.

6.1.5 Clarificadores.

En esta etapa el control eléctrico es mínimo, utilizaba un arrancador que se encontraba ubicado cerca de esta zona de donde salía el cableado de fuerza y control del mismo, solo utiliza una bomba y boya de nivel para cada una de las dos líneas como se muestra en la figura 3.1.7.1 (página 61).

Como mejora se llevó el cableado de control y fuerza desde el tablero principal eliminando el arrancador que existía, esto sirve para tener una zona centralizada del control de todo el proceso en sí y no estar acudiendo al punto para su activación.

6.1.6 Piscina de Zeolita.

Tenemos una bomba la cual solo se la utiliza en casos especiales como es sacar el agua para mantenimiento de la piscina o agilitar el proceso de paso de agua de la piscina de sedimentación hacia la última caída o cisternas de almacenamiento de agua tratada según sea su caso, ver figura 3.1.7.2 (página 62).

Se llevó el cableado de acometida desde el tablero principal y se añadió una boya de nivel para protección de la misma eliminando el arrancador existente, se utilizan para ambas líneas (2).

6.1.7 Filtro Prensa.

Antes se tenía un filtro prensa manual como se ha mencionado anteriormente pero a veces era insuficiente por la demanda de lodo generado en el proceso por lo que se estudió y fue aprobado la compra de otro filtro prensa más moderno y con su respectivo silo (construcción metálica con forma cilíndrica utilizada para almacenar materiales diversos, para esta aplicación será lodo generado del proceso) que está haciendo labores automáticas mejorando al proceso y beneficiando al operador.

6.2 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

6.2.1 Agua Tratada

Como se ha mencionado anteriormente se tiene 2 cisternas de almacenamiento de agua tratada las cuales utilizan una bomba para extraer el agua, dichas cisternas no tenían ninguna boya de nivel como protección de la bomba y debido a esto se han quemado algunos motores.

Para evitar que la bomba trabaje a vacío se colocaron boyas de nivel junto con un sistema de control para protección de la bomba, garantizando el correcto funcionamiento de la misma.

Esta bomba lleva agua hacia una cisterna de carga que esta aproximadamente a 100 metros de distancia y no cuenta con ningún sistema de control por lo que el operador debía estar constantemente monitoreando el nivel de dicha cisterna para evitar derrames o que se quede vacía.

La acción correctiva que se tomó para este problema fue:

- Dada la larga distancia que existe entre el tablero principal que se colocó y la cisterna era complicado llevar un cable de señal de la boya entre ambos puntos, por lo cual se hizo uso de los recursos existentes como; un tablero de control ubicado muy cerca de dicha cisterna y que consta de un PLC conectado a una red LAN y en una de las entradas digitales se conectó la boya correspondiente.
- La información del estado de la boya será transmitida desde este PLC hacia el tablero que se colocó, para ello utilizaremos la comunicación entre PLC's vía Ethernet, ver figura 6.2.1.1 (página 160).

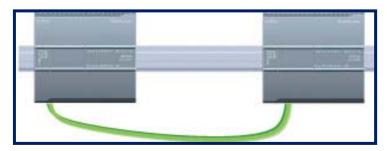


Figura 6.2.1.1 Comunicación entre PLC"s S7-1200, 2012. Fuente: http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S/71200ManualSistema.pdf

6.2.2 Agua Potable.

Como se ha mencionado en el capítulo 3.2.2 estas cisternas de agua potable no tenían boyas de nivel para protección de las bombas, además de que en los tanques de presión tampoco tenían manómetros con el cual poder calibrar y visualizar la activación y desactivación de las bombas por medio del presostato.

- Se colocó una boya de nivel bajo para protección de las bombas en una de las
 3 cisternas ya que se encuentran comunicadas por la parte inferior teniendo las 3 siempre al mismo nivel.
- Se colocó una boya de nivel medio en una de las 3 cisternas para que nos sirva de monitoreo sobre el nivel de estas cisternas.
- En los tanques de presión se ubicaron manómetros para calibración y visualización de la activación de las bombas por medio de los presostatos.
- Las acometidas eléctricas de las bombas y los presostato están protegidas mediante funda sellada y todo el cableado viene del tablero principal por medio de electrocanales.

Ver figura 6.2.2.1 (página 161).

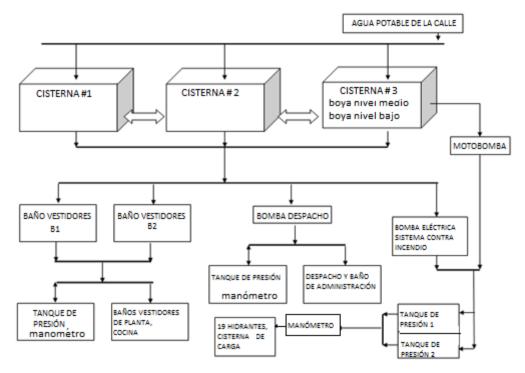


Figura 6.2.2.1 Mejoras en la distribución de agua potable. Fuente: Autores

6.2.3Agua Desmineralizada.

El control y fuerza de esta etapa está dado por un arrancador situado cerca de la bomba, las acometidas de la bomba, presostato y boya no se encontraban protegidas.

- Se eliminó este arrancador llevando los cables de control y fuerza desde el tablero principal y se protegen las acometidas con fundas selladas.

6.3 BOMBA DE DIESEL Y ALUMBRADO

6.3.1 Bomba de Diesel

Muy cerca de nuestra zona de trabajo existe una zona de abastecimiento de diesel y se decidió agregarlo al proyecto.

El sistema consta de un tanque de almacenamiento de 6798 galones, una bomba que saca de aquí el producto para enviarlo a otro tanque de 400 galones y una boya de nivel para activación y desactivación de la bomba como se muestra en la figura 6.3.1.1 (página 162)



Figura 6.3.1.1 Sistema de Diesel. Fuente: Autores

Todo esto estaba controlado por un arrancador ubicado por ese sitio del tanque.

- Se eliminó este arrancador llevando los cables de control y fuerza desde el tablero principal y se protegen las acometidas con fundas selladas.

6.3.2 Alumbrado

Una vez analizadas cada una de las etapas del proyecto se pudo observar que existían deficiencias en el control de las luminarias de la planta ya que existen zonas que para acceder al control de éstas se debía caminar por un tramo pequeño y peligroso sin nada de alumbrado lo que podría generar algún tipo de accidente.

 Se realizó el control y monitoreo del alumbrado de todas las etapas del proyecto desde cualquiera de los 3 HMI que se utilizaron en el proyecto, para ello se deberá llevar el cableado de acometida desde el tablero principal hacia cada una de las zonas.

6.4 Presupuesto.

Elementos	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total
Guardamotor telemecanique (1-1,6)A	1	30,27	30,27
Guardamotor siemens (1,8-2,5)A	2	32,61	65,22
Guardamotor telemecanique (2,5-4)A	4	38,53	154,12
Guardamotor telemecanique (4-6,3)A	2	36,12	72,24
Guardamotor telemecanique (9-14)A	1	41,11	41,11
Guardamotor telemecanique (13-18)A	8	68	544
Guardamotor telemecanique (48-65)A	1	135,12	135,12
Contactor telemecanique 120V Ith 40A	17	40,15	682,55
Contactor telemecanique 120V Ith 60A	3	65,78	197,34
Contactor telemecanique 220V Ith 250A	1	410,12	410,12
Contactor siemens 120V Ith 55A	5	66,3	331,5
Breaker siemens 1P 1A	8	5,1	40,8
Breaker siemens 1P 6A	1	5,35	5,35
Breaker siemens 2P 16A	1	12,72	12,72
Breaker siemens 2P 20A	1	16,71	16,71
Breaker siemens 3P 32A	1	26,53	26,53
Breaker siemens 3P 50A	1	34,62	34,62
Breaker Schneider 1P 1A	12	6,5	78
Breaker Schneider 1P 2A	2	7,1	14,2
Breaker Schneider 1P 6A	2	5,88	11,76
Breaker Schneider 1P 10A	4	5,44	21,76
Breaker Schneider 1P 16A	2	5,35	10,7
Breaker Schneider 1P 25A	2	5,22	10,44
Breaker Schneider 3P 25A	2	20,92	41,84
Breaker Schneider 3P 50A	1	34,62	34,62
Fuente SITOP de 24VDC 5A	1	244	244
Fuente Logos de 24VDC 2,5A	1	79	79
Switch de 8 puertos ethernet	1	39,6	39,6
Switch de 5 puertos ethernet	1	34,21	34,21
Relays Schneider 120V con su respectiva			
base	9	12,38	111,42
Pulsante con retencion con su contacto		0.60	20.04
cerrado(stop)	3	9,68	29,04
Boyas de Nivel para aguas residuales	5	191,4	957
HMI KTP600PN HMI KP300PN	2	1050	2100
	1	330	330
Breaker Merlin Gerin 3P 125A	1	130	130
CPU 1214C AC/DC/RLY	1	550	550
CPU 1212C AC/DC/RLY	1	360	360
SM 1223 DC/RLY	2	395	790
Bloque de 5 electrovalvulas 3/2 120V festo	1	650,88	650,88

Unidad de Mantenimiento	1	233,4	233,4
Valvulas Neumaticas	5	160,4	802
Controlador PHCN-37	1	1200,13	1200,13
Transductor de presion	1	230,31	230,31
Ventilador	1	21,96	21,96
Cable concentrico 4x12 (m)	500	2,2	1100
Cable concentrico 4x14 (m)	500	1,47	735
Cable concentrico 3x16 (m)	500	1,15	575
Cable concentrico 18x18 (m)	5	10,52	52,6
Cable unifilar 14 rojo	100	0,296	29,6
Cable unifilar 14 amarillo	100	0,296	29,6
Cable unifilar 14 negro	100	0,296	29,6
Cable unifilar 18 celeste	100	0,241	24,1
Cable unifilar 18 blanco	100	0,241	24,1
Electrocanal (15x10)cm x 2m con tapa	10	30,08	300,8
Amarras (funda)	5	4,96	24,8
Funda sellada 1/2"	15	3,25	48,75
Funda sellada 3/4"	20	3,51	70,2
Funda sellada 1"	20	3,63	72,6
Conectores para funda sellada 1/2"	15	1,35	20,25
Conectores para funda sellada 3/4"	20	1,72	34,4
Conectores para funda sellada 1"	20	2,27	45,4
Varios			100
Mano de obra de contratistas			500
TOTAL			15733,39

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Cada uno de todos los procesos que se desarrollan en el proyecto son más seguros desde el punto de vista de manipulación del operador como de la confiabilidad del producto (agua tratada).
- El proyecto abarca 2 PLC's y 3 HMI, los cuales están conectados mediante una red Ethernet lo cual permite la comunicación entre ellos obteniendo señales que están distantes entre cada tablero eléctrico evitando el cableado en largas distancias.
- Los riesgos por contacto entre las sustancias químicas que intervienen en el proceso y el operador se han reducido en un gran nivel generando un ambiente más seguro para las personas involucradas en el proceso.
- Al tener procesos automatizados nos aseguramos en disminuir en gran cantidad el tiempo de para en producción de ciertas áreas que podría ser consecuencia de la escasez de agua para etapas importantes como es el proceso de carga eléctrica de las baterías.
- Con este tablero eléctrico se logró unificar varios paneles eléctricos y arrancadores antiguos que se encontraban situados en todo el área de la planta de tratamiento, los cuales no tenían las proyecciones eléctricas, identificación adecuada de elementos, además de no contar con ningún tipo de diagramas eléctricos para sus respectivos mantenimientos.
- Una vez concluidos los objetivos trazados en el proyecto se puede decir que ésta planta de tratamiento de aguas residuales es mucho más eficiente que la que se tenía antes de la automatización.

El ahorro económico es significativo en relación a varios aspectos, entre ellos; disminución del consumo de agua potable, disminución en tiempos de para en la producción, disminución de riesgos eléctricos, aumentando la vida útil de ciertos elementos utilizados en el proyecto, etc....

BIBLIOGRAFÍA

MENGUAL, Pilar. "STEP7 Una manera fácil de programar PLC de Siemens",1ra edición, Alfaomega Grupo Editor, México, noviembre 2009.

P., Croser, "Sistema para la enseñanza de la automatización NEUMATICA", 2da edición, FESTO DIDACTIC, Esslingen, 2008

TORRES, Leandro, "Mantenimiento su implementación y gestión",3era edición, Jorge Sarmiento, Argentina,2010

PIEDARFITA, Ramón, "Ingenieria de la AUTOMATIZACION INDUSTRIAL",2da edición, RA-MA EDITORIAL, Zaragoza, 2004

OCTAVE ,Levnspiel, "INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS",2da edición, ediciones RELPA s.a., Barcelona , 1986

NUFFIELD, "QUIMICA AVANZADA",2da edición, editorial reverte s.a.,Barcelona,1974

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200ManualSistema.pdf

http://home.cisco.com/es-latam/products/switches/SE1500

http://www.automation.siemens.com/mcms/power-supply-sitop/es/m%C3%B3dulos-adicionales/redundancy-module/Pages/Default.aspx

http://www.omega.com/pptst/PHCN37.html

http://spanish.alibaba.com/products/SCHNEIDER-ID-BREAKER.html

http://es.wikipedia.org/wiki/Guardamotor

http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor

http://es.wikipedia.org/wiki/relay

http://www.festo.com/cms/es-co co/9753.htm

http://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto-Boyas-de-nivel-conflotador-ATMI-28643.html

http://www.google.com.ec/imgres?num=10&um=1&hl=es&biw=1280&bih=679&tbm=isch&tbnid=4j5adlOI8vMYMM:&imgrefurl=http://www.ferroneumatica.com.co/2008/09/12/presostatos/&docid=CHevelnoXLyjWM&imgurl=

http://spanish.alibaba.com/product-free/pneumatic-actuators-103825805.html

http://www.flexilatina.com/transmisores-de-presion.html

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/autsimatic/Documents/S71200Paso a Paso V10.0.pdf

PLANOS ELÉCTRICOS DEL PROYECTO

VARIABLES AGUAS RESIDUALES.

Aquí se puede observar todas las variables establecidas en la programación del PLC, así como su tipo de datos y direcciones de las mismas dentro del área de memoria del PLC.

PROGRAMACIÓN PLC AGUAS RESIDUALES.

Aquí podrán observar detalladamente la mayor parte de programación del proyecto ya que este en el PLC principal y es donde se procesan todas las señales inclusive las que vienen desde otros PLC's.

Está dividida en varios segmentos de acuerdo a cada una de las etapas del proyecto.

PROGRAMACIÓN HMI AGUAS RESIDUALES.

En esta parte se observará la programación del HMI de Aguas Residuales.

Está dividida en varias imágenes según las etapas del proyecto.

VARIABLES FILTRO PRENSA.

Aquí se verá específicamente las variables utilizadas en la configuración de los bloques de comunicación con el PLC de aguas residuales, sus tipos de datos y direcciones de memoria.

PROGRAMACIÓN HMI FILTRO PRENSA.

En esta parte podrán observar la realización de cada una de las imágenes con las cuales se tendrá acceso a todo el control sobre la parte de Filtro Prensa entre ellas la visualización de las señales del transductor de presión.

Cabe señalar que desde este HMI se tendrá acceso al control de cada una de las zonas de alumbrado del proyecto.

PROGRAMACIÓN PLC FILTRO PRENSA.

En esta parte solo se tendrá el envió de las señales análogas y digitales hacia el PLC de Aguas Residuales mediante bloques de comunicación entre PLC's vía Ethernet.