



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Departamento de Eléctrica y
Electrónica.

Carrera: Ingeniería en Electromecánica.





TEMA:

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE RETRO-LAVADOS DE LOS FILTROS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI PARA LOS PROCESOS DE FILTRADO Y RETRO-LAVADO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE “LAGO AGRIO”

Autor: Gaona Deivid



OBJETIVO GENERAL.

- Automatizar el proceso de retro-lavados de los filtros de la planta de tratamiento de agua e implementar un sistema HMI para los procesos de Filtrado y Retro-lavado para la planta de tratamiento de agua potable del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de “Lago Agrio”



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema de control para el proceso de Retro-lavado de los Filtros.
- Diseñar e implementar una interfaz HMI que sea amigable al usuario para la supervisión del proceso.
- Desarrollar la programación de los PLC's, para un fácil manejo e interpretación del proceso por parte del operario.
- Definir las variables más relevantes a controlar en el proceso de Retro-lavados de los Filtros.
- Controlar la apertura y cierre de las válvulas, además de conocer su posición en tiempo real mejorando la operación de las válvulas que se opera de manera manual.

FUNDAMENTO TEÓRICO

FILTRACIÓN

Es el proceso de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el pasaje del líquido.

Las aplicaciones de la filtración son muy extensas, encontrándose en muchos ámbitos de la actividad humana, tanto en la vida doméstica como de la industria general, donde son particularmente importantes aquellos procesos industriales que requieren de las técnicas químicas.

TIPOS DE FILTRACIÓN

1) Sistemas de filtración mecánica

Pasan el agua a través de diferentes materiales con el fin de retener las partículas en suspensión. Necesitan un mantenimiento constante de limpieza para evitar que se depositen detritus de materia que al descomponerse provocarían compuestos tóxico.

2) Sistemas de filtración química

Su principal función es la eliminación de compuestos químicos que con la filtración mecánica no serían posibles. Los compuestos se derivan de la actividad metabólica como los nitratos o fosfatos o medicamentos.



3) Sistemas de filtración biológica

Se basa en la acción de determinadas especies de bacterias (Nitrosomonas o Nitrobacter) capaces de descomponer los desechos y convirtiéndolos en otros menos contaminantes para la salud. Existen bacterias que convierten los nitritos en nitratos (abono para las plantas). Esta labor de transformación debe contar en donde alojarse las bacterias, en su sustrato donde la corriente de agua suministre materiales en suspensión a tratar y aportar oxígeno necesario para la transformación.

4) Sistemas de filtración interna

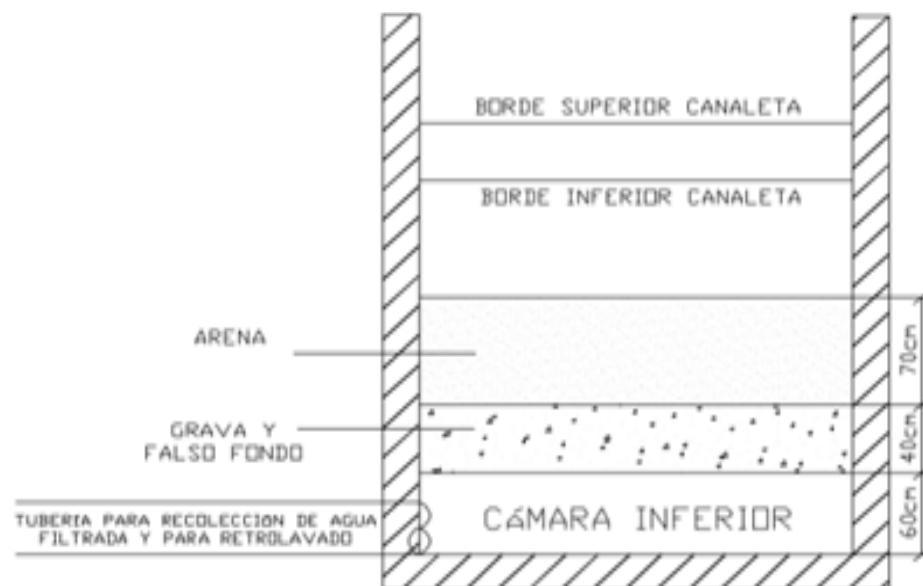
Se entiende toda aquella que se realiza dentro del depósito que puede ser tanto mecánica como biológica.

5) Sistemas de filtración total

Son muy eficaces en la calidad del agua y se conocen como cubetas por su forma, tienen las tres formas de filtración, filtración mecánica mediante el paso del agua a través de materiales tipo (perlón o esponjas), filtración química a través de carbón activo y por último filtración biológica a través de un sistema de percolación para lo que suelen usar biobolas.

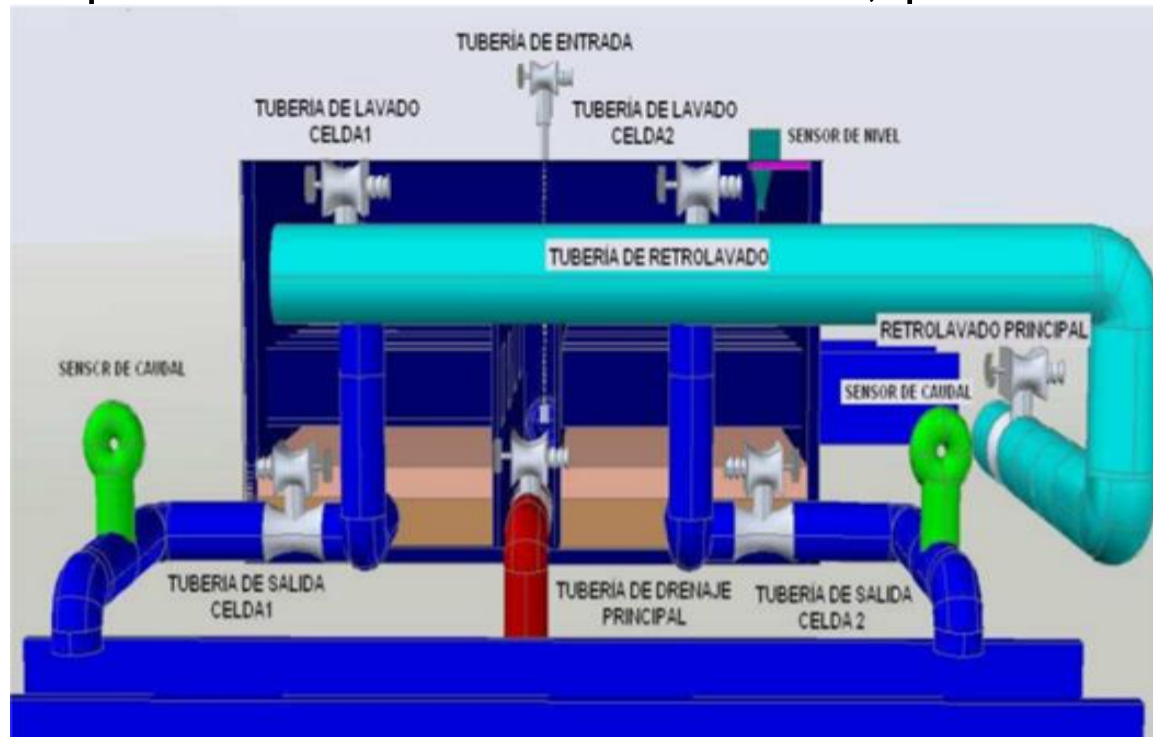
DESCRIPCIÓN DEL FILTRO DE LA PLANTA

El filtro es un tanque rectangular, construido de concreto, cuya profundidad es de 4,30 m. Cada filtro se divide en dos celdas de filtración que comparten el mismo lecho filtrante. Éste consta de una cámara inferior, un fondo falso tipo wheeler, grava y el lecho filtrante que en este caso es arena, como se muestra en la siguiente figura.



FUNCIONAMIENTO DE FILTRACIÓN

Para el funcionamiento del filtro se requiere de tuberías que conduzcan los siguientes flujos: de ingreso del agua, de salida del agua filtrada, de retro-lavado del filtro, y de drenaje principal. Para el accionamiento de la apertura y cierre de las válvulas se disponen de actuadores eléctricos que permiten controlar el estado abierto o cerrado (ON /OFF) de las válvulas (tipo mariposa) ubicadas en cada una de las tuberías, permitiendo así el ingreso o no de los flujos requeridos para el funcionamiento del filtro, proceso mostrado en la siguiente figura.



PROCESO DE FILTRACIÓN

El proceso de filtración es simple, una vez que el filtro esté limpio, la válvula de ingreso de agua del filtro debe permanecer abierta para que el agua colmatada de los sedimentadores ingrese al mismo.

El agua que se va filtrando es recolectada en la cámara inferior, mostrado en la primera figura.

Las válvulas de salida de los filtros deben estar abiertas para que el flujo ingrese a los vertederos en donde se registra el caudal de salida y luego pase al proceso de desinfección.

Las demás válvulas deben permanecer cerradas.

PROCESO DE RETRO-LAVADOS DE FILTROS

El retro-lavado de los filtros es una operación de mucha importancia y debe realizarse con cuidado, ya que de esto dependerá en gran parte la calidad del agua filtrada y también la vida útil del filtro. La colmatación del filtro se puede verificar mediante la visualización del tiempo de servicio del filtro o carrera del mismo, éste suele ser de 20 o 30 horas; también se puede determinar cuando el caudal a la salida del filtro es menor a 20 lts/s; o también cuando uno de los filtros se colmata.

Debido a la estructura civil y colocación de las tuberías de ingreso de agua al filtro desde los tanques de sedimentación, si uno de estos está colmatado, el nivel en los sedimentadores aumenta.

Otro factor importante para medir la colmatación de filtros es la turbiedad del agua tanto al ingreso como a la salida de los mismos.

SECUENCIA DE PASOS DEL PROCESO DE LAVADO O DE RETRO-LAVADO DE LOS FILTROS

La válvula de retro-lavado principal debe abrirse para que ingrese el agua desde el tanque de almacenamiento para lavado de los filtros.

Se debe cerrar la válvula de entrada para evitar que el agua sedimentada siga ingresando.

Se debe permitir la operación de filtrado hasta que la altura del agua en el filtro disminuya a una adecuada para evitar que al inicio del lavado escape arena.

Se abre la válvula de drenaje principal.

Se procede a lavar una de las dos celdas, por ejemplo la celda uno. Se abre entonces la válvula de lavado correspondiente a la celda por un tiempo determinado, permitiendo que el agua de descarga del retro-lavado se vaya por el drenaje principal, luego se cierra la válvula de la celda uno. Después se lava de igual forma la celda dos, abriendo la válvula de lavado de la celda por un tiempo y luego se la vuelve a cerrar.

Se cierra la válvula de drenaje principal.

A continuación se sigue el siguiente procedimiento:

- Se cierra la válvula de retro-lavado principal.
- Se abre la válvula de ingreso de agua o de entrada.

Una vez que se haya registrado el valor óptimo de nivel de agua se procede a abrir las válvulas de salida del agua filtrada en ambas celdas.

DISEÑO Y SELECCIÓN

EL UPS

Aun corte de energía, la posición de los sensores puede variar debido a la ausencia de presión de aire en el sistema. Por lo que se comprobó que, cuando existe cortes de energía hasta que funcione el generador de la planta, a veces las electroválvulas quedan activas con la poca presión de aire que permanece en el sistema, pero a veces no, porque el aire escapa en gran cantidad cuando está presente el proceso de soplado, y sin aire las electroválvulas vuelven a su posición inicial, equivocando a la misma programación del PLC y saltando procesos o incluso comenzando otros incorrectamente. Por lo que, la memoria de datos en el PLC, resulta inútil en este proceso. Así que se opta para el respaldo por ausencia de energía, colocar un UPS, éste irá conectado al PLC. Esta idea se implementó debido a la necesidad que con el antiguo sistema, cuando existía cortes de energía, los procesos se quedaban en cualquier etapa y ya vuelta la energía iniciaban en etapas erróneas y a veces encendían a los motores de las bombas de retro-lavado, las cuales son 6 de 30 HP, esta impresionante carga y con corriente de arranque sobrecargaba al generador y lo apagaba. Un dolor de cabeza para el operador, pero con este nuevo proceso se lo elimina.

Se opta adquirir un UPS de 60AH, ya que es el único que se pudo adquirir de menor respaldo en el mercado en la compra, con una corriente de carga del PLC de 400 mA es más que suficiente para el respaldo de energía hasta que retorne la corriente al generador.



EL PLC

Para la selección de un controlador lógico programable hay que tomar en cuenta muchos aspectos, para los cuales, en este proyecto se tomó en cuenta los siguientes:

- Agentes nocivos en el ambiente de trabajo
- Complejidad del sistema
- El número de entradas y salidas requeridas.
- Tipo de señales requeridas para el sistema (sensores, transductores, actuadores, etc.)
- Necesidad de diferentes tipos de comunicación (Ethernet, MPI, PPI, Profibus, etc.)
- Costo.

El sistema eléctrico al ser de gran capacidad ya que cubre un proceso de filtrado sumamente amplio con un número de 62 entradas de control y de 82 salidas. El PLC a ser seleccionado no solo cumplirá este propósito de cubrir esta demanda, sino de apoyarse con un diseño eléctrico compacto, de fácil entendimiento y confiable. Para la selección del PLC se ha tomado ya en cuenta todos los elementos que involucran en proceso, se deja designado la entrada y salida en el controlador y la función específica que cumple en dicho proceso.

COTIZACIÓN

Se realiza la cotización de los diferentes tipos de PLC en la industria separándolos por marca para su respectivo análisis de factibilidad de costo.

En Siemens

Descripción	Unidad	Total
6, SM1222 Módulo de señal de 8DO tipo relé	155	930
1, SM1223 Módulo de señal de 16DI a 24VDC / 16DO tipo relé	405	405
1, Fuente LOGO Power. Entrada: 110/220VAC Salida: 24VDC 2.5 A	90	90
1, CPU 1214C AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. Incluye 14 DI a 24 VDC, 10 DO Tipo relé, 2 AI para voltaje, memoria 50KB. Con puerto de comunicación Profinet/Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps.	565	565
1, CSM1277 Switch Industrial Ethernet no gestionado, formato SIMATIC S7-1200 con 4 puertos RJ45 10/100Mbps	180	180
1, SIMATIC Basic Panel KTP600 PN, pantalla STN 256 colores, de 5,7", táctil y con 4 teclas de función. Con Interfaz PROFINET / Industrial Ethernet.	1080	1080
	Subtotal	3250
	Total	3640



En Schneider Electric

Descripción	Unidad	Total
1, Terminal Táctil 5.7" QVGA, 65536 colores TFT. Puerto Ethernet	1350	1350
1, TWIDO con voltaje de alimentación 100 a 240 VAC, 24 entradas digitales y 14 Relé salidas	956,55	956,55
3, Módulo de 16 entradas digitales y 8 salidas	283,92	283,92
Módulo de 16 salidas digitales	294,89	884,67
Fuente de alimentación monofásica a 24VDC/3 A	255,94	255,94
Bridge Serial a Ethernet para todos los controladores Twido	307,47	307,47
	Subtotal	3738,55
	Total	4187,18

No solo por los precios es favorable los equipos de la marca SIEMENS, sino por el grado de IP, además de la confiabilidad y que para el S71200 la comunicación Ethernet ya viene incluida (por eso abarata el costo), por lo cual sin más que deducir, se escoge el S71200 y sus controladores para la implementación de dicha automatización.

RELÉS DE CONTROL

El número de salidas necesarias para la implementación del proceso de filtrado es de 86. Esto equivale a adquirir 11 módulos de salidas digitales lo cual no sólo incrementa el costo del proyecto en una magnitud excesiva, sino que, el PLC S71200 sólo es capaz de poseer 8 módulos entre entradas y salidas por lo cual, no nos serviría este equipo y se necesitaría uno de mayor capacidad como el S7300. Se realiza un análisis del proceso y de la necesidad e importancia de las salidas necesarias para los equipos. El análisis del tablero de visualización sólo del filtro uno, es el siguiente:

No. DE SEÑALES	ACTIVIDAD
1	Enciende la señalización verde de que esta activo la válvula de agua cruda en el filtro 1
2	Enciende la señalización roja de que esta inactiva la válvula de agua cruda en el filtro 1
3	Enciende la señalización verde de que esta activo la válvula de agua potable en el filtro 1
4	Enciende la señalización roja de que esta inactiva la válvula de agua potable en el filtro 1
5	Enciende la señalización verde de que esta activo la válvula de soplado en el filtro 1
6	Enciende la señalización roja de que esta inactiva la válvula de soplado en el filtro 1
7	Enciende la señalización verde de que esta activo la válvula de retro lavado en el filtro 1
8	Enciende la señalización roja de que esta inactiva la válvula de retro lavado en el filtro 1
7	Enciende la señalización que indica que inicio el proceso
8	Enciende la señalización de alarma de alto nivel



Como podemos ver en la Tabla 3 en el número de señal 1 y 2, una no puede actuar al mismo tiempo que la otra ya que, la válvula puede estar o sólo abierta o sólo cerrada, así que, las dos señales pueden ser reemplazadas por un relé NA/NC con el terminal común, implementando dos circuitos, para el NC estará conectado a la lámpara ROJA y el NA estará conectado a la lámpara VERDE.

Esto quiere decir que, cuando la válvula esté inactiva, el PLC no enviará señal al relé, activando la luz de señalización roja por el normalmente cerrado del relé. Pero si se activa la válvula, el PLC enviará la señal de activación al relé, cambiando la señal del normalmente abierto a cerrado, activando la luz de señalización verde de este circuito, la roja se apaga. Así que por lo previsto se implementará 16 relés de control, para activar 32 señales que van al tablero de visualización, con esto es posible reducir el número de módulos del PLC, a seis, los cuales son posibles implementar. El sistema eléctrico a implementar se vuelve más complicado, pero se abarata costos ya que los 16 relés llegan a ser más conveniente que los costos de los módulos de salidas e incluso evita la posibilidad de cambiar a un S7300, mucho más costoso para un proceso no tan complejo. Así que queda establecido la necesidad de implementar en el proceso 16 relés, los cuales en los manuales de Siemens, se encuentran un modelo en especial, el relé de control 24 VDC, el cual resulta barato, y de dimensiones pequeñas lo que nos ayudaría a ahorrar espacio en el tablero de control. Además de los 16 relés de control, se adicionarán 2 más, ya que estos activarán a las bombas de retro lavado y soplado que necesitan 600 mA cada una. Como modo de protección serán direccionadas estas señales a los relés que tienen mayor capacidad que las salidas del PLC.

Número final de relés de control: 18 unidades

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Es necesario requerir de una fuente DC de 24 V ya que, las electroválvulas del sistema de filtrado son de 24 VDC. Además que se tiene planificado implementar 18 relés de control que serán de 24VDC. Para lo cual se procede a realizar el cálculo de cargas para seleccionar la capacidad de la fuente necesaria a seleccionar.

Corriente absorbida por los relés de control sería:

$$I_{c1} = 60 \text{ mA} \cdot 18 = 1.08 \text{ A}$$

Solenoides de electroválvulas activos:

A pesar de ser 48 solenoides de las electroválvulas, sólo permanecen activas al mismo tiempo 6, así que el valor de corriente de las electroválvulas es:

$$I_{c2} = 6 \times 120 \text{ mA} = 720 \text{ mA}$$

La tabla de valores queda especificada de la siguiente forma:

DESCRIPCIÓN	CARGA
KTP600	400 mA
Switch Ethernet	220 mA
Relés de control	1.08 A
Electroválvulas	0.72 A
Total	2.42 A

La suma total de todas las cargas que irán conectadas a la fuente de 24 VDC es de 2.42 A. Éste es el valor máximo de cargas en DC que se necesita. En stock de la marca SIEMENS, tenemos una fuente LOGO de 2.5 A, la cual será seleccionada para el diseño e implementación de este equipo.

PROTECCIÓN PRINCIPAL

El disyuntor bipolar de 10 A, se escoge del siguiente calculo eléctrico:

$$I_T = I_{\text{controlador}} + I_{\text{Relés}} + I_{\text{Fuente}} + I_{\text{Contactores}}$$

La corriente de los módulos, es tomada del mismo PLC S71214 así que se excluye, además que, la corriente del Switch y del KTP600 es tomada de la fuente logo, así que también no se toma en cuenta. La corriente total absorbida por los controladores es de: 400 mA

Corriente absorbida por el relé de nivel según el manual de siemens es:

$$I_{c3} = 80 \text{ mA} * 12 = 0.96 \text{ A}$$

La carga de seis bobinas de contactores que activan a seis motores de 60 HP para las tres bombas de retro-lavado, una bomba de agua cruda, una de agua potable y un compresor tienen una carga AC de:

$$I_{c4} = 500 \text{ mA} * 6 = 3 \text{ A}$$

La carga de la fuente logo en su máxima según el manual de las características de la FUENTE LOGO SIEMENS es de: $I_{c5} = 1.22 \text{ A}$

La tabla de valores queda especificada de la siguiente forma:

DESCRIPCIÓN	CARGA
CPU S71214	400 mA
Relés de nivel	0.96 A
Fuente Logo	1.22 A
Contactores bombas	3 A
Total	5.58 A

Reemplazando en la Ecuación 2.8 se tiene el resultado final de:

$$I_T = 0.4 \text{ A} + 0.96 \text{ A} + 1.22 \text{ A} + 3 \text{ A} = 5.58 \text{ A}$$

Se escoge la protección principal con un disyuntor de 10 A bipolar, por las cargas existentes en el sistema AC.

PROTECCIÓN DE CARGAS DC

Se escoge un fusible de 5 A de activación rápida, para proteger las cargas en el circuito DC después de la salida de la fuente LOGO. Se estipula este valor debido a que, la carga en DC es de 2.4 A, y se encuentra en el mercado esta protección después de 2 A.

PROTECCIÓN DEL PLC

Se escoge un fusible de 1 A de activación rápida para proteger al PLC S71200, según el manual, la carga existente es de 400 mA, por lo que se encuentra en el mercado un fusible de 1 A.

PROTECCIÓN DEL UPS

El UPS dispone de una batería de 60 AH, cuando se descarga casi en su totalidad mide una corriente de 6 A para cargarse en medio minuto, después baja a 1 A al estar cargada totalmente. De acuerdo a esto, se coloca una protección de disyuntor de 10 A, por posibles cortocircuitos.

IMPLEMENTACIÓN

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

EL proceso de filtrado de agua potable está compuesto en etapas, las cuales, son las mismas para cada uno de los seis filtros existentes.

Las etapas del proceso de filtración son:

- Llenado del filtro.
- Señal de inicio del proceso de filtro por el nivel de agua.
- Cierre de dosificación de agua cruda
- Cierre de dosificación de agua potable
- Apertura de aire a presión
- Apertura del retro lavado con agua potable
- Apertura de la dosificación del agua potable
- Apertura de la dosificación del agua cruda

Además que posee un sistema de alarmas del proceso de filtrado:

- Alto nivel de llenado de filtro
- Sobrecarga en motores de retro lavado
- Sobrecarga en el compresor
- Falla de válvulas de cada ciclo

INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DEL PROCESO DE FILTRADO

No.	ETAPA	DESCRIPCIÓN
-	Fin de llenado o fin de tiempo de llenado	El agua cruda alimenta al filtro hasta que llega al nivel de llenado. De no llegar al nivel de llenado, existe otra activación del proceso por medio de un temporizador de llenado el cual está configurado por horas, y activa el inicio del proceso.
0	Inicio del proceso	Da la señal el sensor de nivel, aparecen las condiciones iniciales como: Prioridad de filtro, Modo manual o automático, Válvulas en condiciones iniciales, De estar todo correcto inicia el ciclo
I	Cierre de la válvula de agua cruda	Se envía una orden directa del controlador, para cerrar la válvula de agua cruda, llega la señal del sensor de posición confirmándonos que la válvula está completamente cerrada y después de esto, espera un tiempo, para la siguiente etapa, caso contrario aparece una alarma y se detiene el proceso
II	Cierre de la válvula de agua potable	Se envía una orden directa del controlador, para cerrar la válvula de agua potable, llega la señal del sensor de posición confirmándonos que la válvula está completamente cerrada y después de esto, espera un tiempo, para la siguiente etapa, caso contrario aparece una alarma y se detiene el proceso.
III	Apertura del soplado	Después del tiempo de la etapa IV, se abre la válvula de soplado, confirmado con el sensor de posición que está completamente abierto, se envía una orden para encender el motor del compresor. Cada 3 minutos la válvula de soplado se cierra 2 segundos y después se abre, esto se realiza, para enviar pulsos fuertes de aire a presión y mejore el soplado en el filtro. Culminado el tiempo de soplado se cierra la válvula de soplado y cuando llega la confirmación del sensor de posición que está totalmente cerrada la válvula, hay un tiempo de espera para la siguiente etapa.
IV	Ciclo de retro lavado	Después del tiempo de espera del soplado, se apertura la válvula de retro lavado. Confirmada la orden de que la válvula está abierta en su totalidad, se enciende secuencialmente en un periodo de tiempo, los tres motores de las bombas de lavado. Culminado el tiempo de lavado, se cierra la válvula de retro lavado y después de confirmar que está cerrada, se activa un tiempo de espera para el siguiente proceso.
V	Apertura de agua potable	Después del tiempo de la etapa VI, se abre la válvula de agua potable y registrado que la válvula está abierta se espera dos opciones: Culminación del tiempo, Bajo nivel en el filtro De cumplirse uno de los dos se termina el proceso y se espera un tiempo determinado.
VI	Apertura de agua cruda	Después del tiempo de la etapa VII, se abre la válvula de agua cruda, se verifica las condiciones iniciales y se culmina el proceso.



ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

El entorno de programación usado para comunicar el PLC y HMI fue el software STEP 7 BASIC 11.0 tanto para la configuración del dispositivo HMI como para la configuración del PLC.

ALARMAS

Las alarmas que fueron programadas son:

- Por sobrecarga o no arranque del motor del soplador
- Por sobrecarga o no arranque del motor de las bombas de retro lavado
- Alto nivel de agua en filtro, del 1 al 6 (6 alarmas)
- Bajo nivel de agua en el tanque de reserva.
- No activación de cada uno de los sensores de posición de las electroválvulas que activan los procesos, es decir, de agua cruda son dos, una abierta y otra cerrada, de agua potable dos, de retro lavado son dos y de soplado son dos, que serían en total de ocho alarmas por cada filtro, al ser seis filtros suma el total de 48 alarmas. Cada alarma viene numerada e identifica el problema de no funcionar una electroválvula garantizando así el buen funcionamiento del sistema.



MONTAJE DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

En el montaje del tablero eléctrico, se utilizó todos los elementos necesarios que fueron diseñados anteriormente. Cada elemento ocupó el lugar el cual fue designado en el plano físico ya diseñado anteriormente. Para lo cual se tuvo que adquirir un gabinete de 100 cm x 80 cm x 40 cm en el cual estarán instalados todos los elementos de control del proceso. La apariencia física del tablero antes de la instalación, se muestra en la siguiente figura.



Elementos eléctricos utilizados en el tablero de control

No.	ELEMENTOS	DESIGNACIÓN	DATOS TÉCNICOS
1	Disyuntor	F1	10 A bipolar
1	Disyuntor	F10	10 A bipolar
1	Fusible	F2	5:00 AM
1	Fusible	F3	5:00 AM
18	Relés de Control	C1, ...C18	1NA/1NC bobina 24VDC
8	Relés configurable a sensor de nivel SIEMENS	LS1...LS8	Capacitivo 1NA/1NC bobina 24 VDC
4	Relés configurable a sensor de nivel	LS9...LS12	Capacitivo 1NA/1NC bobina 24 VDC
1	Fuente de alimentación LOGO	T1	240V/24 VDC 2.5 A
1	Controlador SIEMENS	PLC	S71214 AC/DC/DC 12 entradas, 8 salidas
6	Módulos de expansión salidas	SB3...SB8	Relay 8 salidas
1	Módulo de expansión	SB1	DC/DC 16 DI/16DQ
1	Switch Ethernet industrial	-	4 puertos, 24VDC
1	UPS		60 VA, entrada 120VAC salida 24VDC

ANÁLISIS, PRUEBAS Y RESULTADOS

Se analizará los resultados obtenidos durante el proceso de desarrollo del proyecto de titulación enfocando dicho análisis a pruebas sobre los dispositivos implementados.

PRUEBAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS

Después de las conexiones se realizó las pruebas eléctricas, como son pruebas de cortocircuito y conexiones a tierra de los actuadores, como son protecciones y corrientes de fuga respectivamente.

Se revisó el cableado de control y todas las posibles fallas existentes.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC Y HMI

Con la seguridad de tener un programa confiable por la simulación del accionamiento, antes de armarlo, se energizó a la máquina, se revisó todas las señales de los sensores de nivel, finales de carrera, elementos de sobrecarga y cortocircuito, etc. Se verificó si existía comunicación entre el HMI - PLC, por medio de señales de control del HMI y accionamientos de todos los elementos por medio de los botones y controles virtuales que ofrece la pantalla táctil ya programada. Las pruebas de funcionamiento se relacionaron con los siguientes aspectos:

- Correcta recepción de datos de los sensores

Las señales son sincronizadas y monitoreadas por medio del programa STEP 7 BASIC V 10.5 la cual se puede visualizar poco a poco que todos los sensores de posición están correctamente conectados y responden al cambio físico en un tiempo estimado de 0,5 seg. El tiempo es suficiente para que el proceso se ponga en marcha.

- Funcionamiento de los actuadores

El funcionamiento de los actuadores se realiza por medio de las salidas Q0.0 hasta el Q3.7, gobernando en mayor medida este proceso las válvulas de cierre y apertura. El gobierno por medio del PLC y de los relés de control es fácilmente identificado por medio de señales luminosas.

- Funcionamiento completo del sistema en manual y automático

En manual, se pone en funcionamiento al proceso por los siguientes pasos:

1. Se traslada a la ventana principal del HMI, y se escoge la ventana de operaciones por medio del botón F2.
2. En la ventana de operaciones se escoge la opción manual, inmediatamente se abre un panel donde se muestran los botones de FILTROS.
3. Se escoge el número del filtro que se desee.
4. Ya escogido el filtro, aparecerá el icono de filtro en la barra de estado, y se podrá comandar con los botones de agua cruda, potable, retro lavado y soplado, para abrir y cerrar las válvulas que requieren en el proceso.
5. Para cada actividad también se deberá activar el botón de bomba de retro-lavado y de soplado para activar a dichas bombas.
6. La simulación del proceso podrá ser vista en la ventana del operador.

En automático:

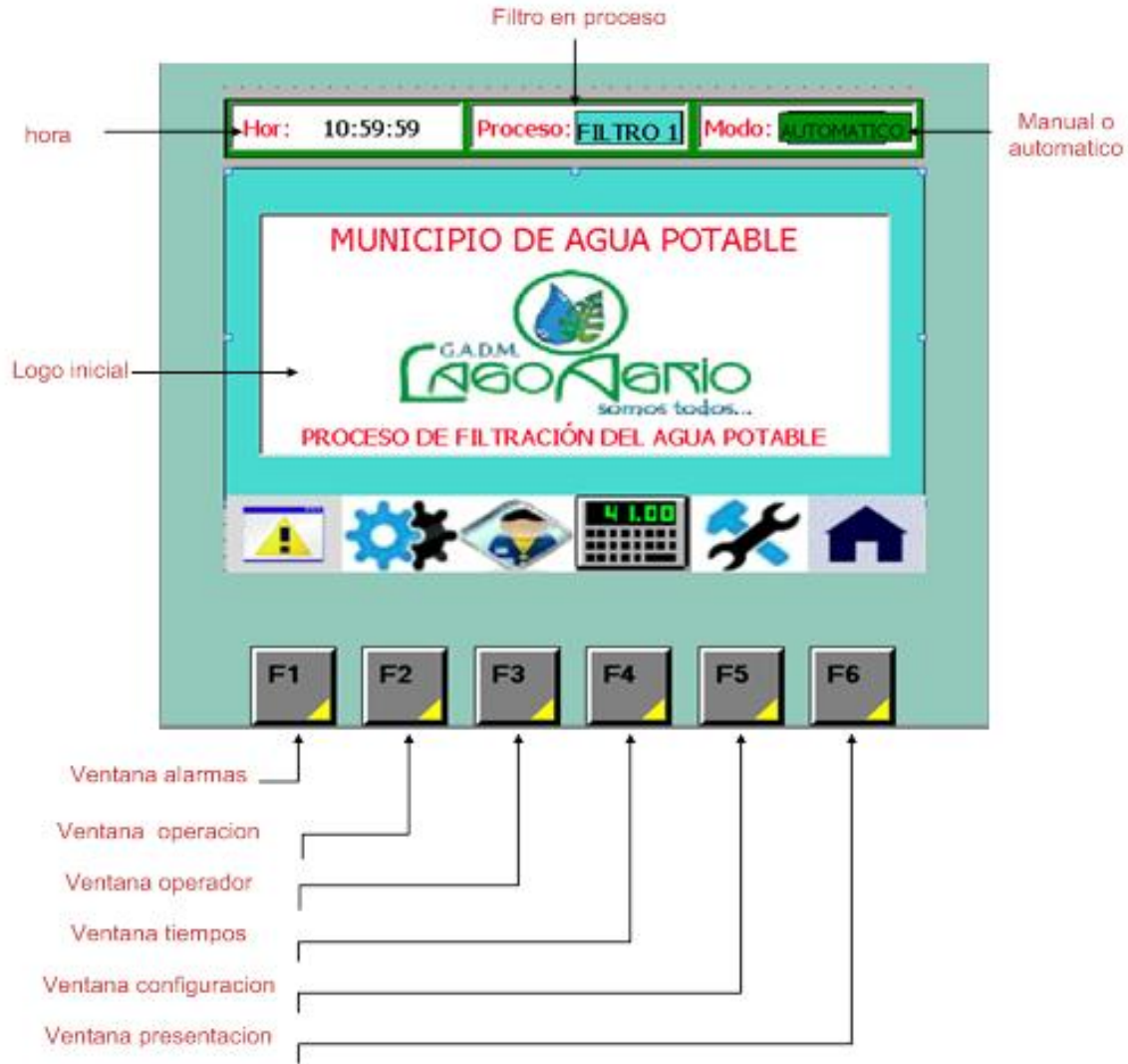
6.1. Se traslada a la ventana principal del HMI, y se escoge la ventana de operaciones por medio del botón F2.

6.2. En la ventana de operaciones se escoge la opción automático, e inmediatamente, aparecerá un ícono de una flecha e incluso en la barra de estado la opción automática, ya estando así, todo el proceso será autónomo y funcionará dependiendo de las condiciones del proceso.

6.3. Para parar el proceso en la ventana de operaciones se escoge la opción PARO y se detendrá todo el proceso.

Calibración de tiempos de operación del proceso de filtrado. Ya implementado el proceso de filtrado fue conveniente realizar una calibración de los tiempos de soplado y retro lavado para mejorar el filtrado del agua, y reducir tiempos de operación, para lo cual, se realizó algunas pruebas de funcionamiento dándonos los siguientes resultados.

Panel de control del HMI



PRUEBA 1

TIEMPOS	SEGUNDOS	RESULTADOS
Pre inicio	60	El tiempo es excesivo se drena el agua todavía cruda por el filtro
Espera de cerrado de agua potable	60	El tiempo es excesivo se drena el agua todavía cruda por el filtro
Espera de inicio de ciclo de soplado	30	El tiempo es excesivo se drena el agua todavía cruda por el filtro
Ciclo de soplado	480	El tiempo es el adecuado
Espera para paso de ciclo de retro lavado	60	El tiempo es excesivo, el agua sucia se filtra.
Retro lavado	480	El tiempo es excesivo, se limpia el agua del filtro antes, y se desperdicia agua potable.
Espera para el ciclo de drenado	30	Tiempo correcto, pero se puede disminuir para no demorar el proceso.
Drenado de agua potable	320	El tiempo es excesivo, se drena toda el agua del filtro y aun hay que esperar para que termine el ciclo.
Tiempo de espera para fin de proceso	60	Tiempo correcto, pero se puede disminuir para hacer al proceso en menor tiempo.



PRUEBA 2

TIEMPOS	SEGUNDOS	RESULTADOS
Pre inicio	15	El tiempo es demasiado corto, no se drena la cantidad de agua para el soplado, se desborda el agua en este ciclo y se desperdicia agua.
Espera de cerrado de agua potable	15	El tiempo es demasiado corto, no se drena la cantidad de agua para el soplado, se desborda el agua en este ciclo y se desperdicia agua.
Espera de inicio de ciclo de soplado	15	El tiempo es demasiado corto, no se drena la cantidad de agua para el soplado, se desborda el agua en este ciclo y se desperdicia agua.
Ciclo de soplado	480	El tiempo es el adecuado
Espera para paso de ciclo de retro lavado	30	El tiempo es correcto.
Retro lavado	300	El tiempo es demasiado corto, todavía queda el agua sucia, no se lava lo suficiente.
Espera para el ciclo de drenado	15	Tiempo correcto.
Drenado de agua potable	220	El tiempo es demasiado corto, no se drena toda el agua del filtro.
Tiempo de espera para fin de proceso	15	Tiempo correcto.



PRUEBA 3

TIEMPOS	SEGUNDOS	RESULTADOS
Pre inicio	15	El tiempo es el correcto mejorando el tiempo de espera del inicio del soplado.
Espera de cerrado de agua potable	15	El tiempo es el correcto mejorando el tiempo de espera del inicio del soplado.
Espera de inicio de ciclo de soplado	60	El tiempo es el correcto, se drena la suficiente cantidad de agua para no desbordar en el soplado.
Ciclo de soplado	480	El tiempo es el adecuado
Espera para paso de ciclo de retro lavado	30	El tiempo es correcto.
Retro lavado	320	El tiempo es el correcto, se lava toda el agua potable.
Espera para el ciclo de drenado	15	Tiempo correcto.
Drenado de agua potable	180	El tiempo es demasiado corto, no se drena toda el agua del filtro.
Tiempo de espera para fin de proceso	15	Tiempo correcto.

PRUEBA 4

TIEMPOS	SEGUNDOS	RESULTADOS
Pre inicio	15	El tiempo es el correcto mejorando el tiempo de espera del inicio del soplado.
Espera de cerrado de agua potable	15	El tiempo es el correcto mejorando el tiempo de espera del inicio del soplado.
Espera de inicio de ciclo de soplado	60	El tiempo es el correcto, se drena la suficiente cantidad de agua para no desbordar en el soplado.
Ciclo de soplado	480	El tiempo es el adecuado
Espera para paso de ciclo de retro lavado	30	El tiempo es correcto.
Retro lavado	320	El tiempo es el correcto, se lava toda el agua potable.
Espera para el ciclo de drenado	15	Tiempo correcto.
Drenado de agua potable	240	El tiempo es el correcto se drena toda el agua del filtro.
Tiempo de espera para fin de proceso	15	Tiempo correcto.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Durante las pruebas de cortocircuito se comprobó que las protecciones instaladas cumplieron su función durante la operación fuera de los parámetros diseñados de los dispositivos.
- También se comprobó que no hubo corrientes de fuga en los actuadores durante las pruebas de conexión a tierra.
- Las pruebas de funcionamiento y conexión entre el PLC-HMI fueron correctas ya que durante las pruebas de filtrado la operación se realizó según los parámetros establecidos.
- Se mejoraron los tiempos de funcionamiento del proceso gracias a las pruebas realizadas, calibrando en cada una de éstas hasta obtener el valor más óptimo para el sistema.

CONCLUSIONES.

- Se comprobó que el sistema registra datos, eventos y alarmas de manera automática y rápida a través de la red de campo implementada en la Planta de tratamiento de agua potable del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de “LAGO AGRIO”.
- El proceso de la Planta de tratamiento de agua potable se modificó con lo más actual del mercado ya que era controlado por relés de tecnología descontinuada y los cuales también ya están fuera del mercado y pasó a ser controlado por un PLC Siemens S71200.
- Se mejoraron considerablemente los tiempos de mantenimiento ya que antes era demasiado difícil encontrar la falla en el sistema debido a la gran cantidad de relés que controlaban el proceso y ahora todo es controlado por el PLC.
- Se optimizó los tiempos de operación de la Planta de tratamiento de agua potable gracias al control total por medio del PLC y por ende se redujeron costos de energía al disminuir el tiempo de operación de los motores tanto de bombeo de agua como los motores de compresión de aire y sopladores
- Se consiguió que el lavado sea adecuado evitando considerablemente el escape de la capa de arena del lecho filtrante y mejorando la vida útil del mismo.
- Mediante la implementación del sistema se consiguió a más de la estandarización del proceso de lavado de filtros, un aumento en la eficiencia, reducción en los costos de operación y por ende aumento de la producción, posibilitando que la Planta de tratamiento de agua potable del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de “LAGO AGRIO” brinde servicio de calidad a más usuarios

RECOMENDACIONES

- Los equipos de medición de turbiedad del agua potable son de mucha importancia en el proceso de filtración, por ello es recomendable incorporar estas señales al sistema HMI. Lo ideal sería obtener la turbiedad a la salida de cada unidad de filtración, para obtener una medida más precisa de la colmatación de cada filtro.
-
- Mantener en condiciones óptimas de trabajo el UPS para evitar problemas con la condición normal de funcionamiento de las válvulas en caso de tener falta de energía.
-
- Para colocar al sistema completo en funcionamiento, es necesario que las pruebas para determinar el tiempo adecuado de lavado se realicen en las unidades de filtración a las mismas condiciones, para lo cual el lecho filtrante debe ser de la misma proporción.