



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**Automatización de Planta de Potabilización de Agua por Osmosis Inversa a
través de un LOGO V8**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de **Ingeniero Electrónico**

AUTORES:

**CARLOS AARÓN SOLIS CONYA
HUGO OSWALDO VILLAO NOBOA**

TUTOR:

MSC. VICTOR DAVID LARCO TORRES

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros **Carlos Aarón Solís Conya** con cédula de identificación N° **0929444172** y **Hugo Oswaldo Villao Noboa** con cédula de identificación N° **0940238678**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 6 de agosto del año 2023.

(f)Carlos Aarón Solís Conya
C.I: 0929444172

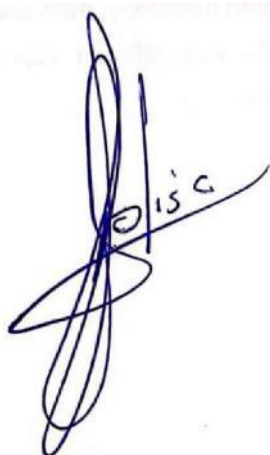
(f)Hugo Oswaldo Villao Noboa
C.I: 0940238678

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros **Carlos Aarón Solís Conya** con cédula de identificación N° **0929444172** y **Hugo Oswaldo Villao Noboa** con cédula de identificación N° **0940238678**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Artículo Académico: “Automatización de Planta de Potabilización de Agua por Osmosis Inversa a través de un LOGO V8”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 6 de agosto del año 2023.



(f)Carlos Aarón Solís Conya
C.I: 0931080352



(f)Hugo Oswaldo Villao Noboa
C.I: 0940238678

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Víctor David Larco Torres con documento de identificación N° 0923270136, docente de la **Universidad Politécnica Salesiana**, declaro que bajo mi autoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “**Automatización de Planta de Potabilización de Agua por Osmosis Inversa a través de un LOGO V8 PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**”, realizado por **Carlos Aarón Solís Conya** con cédula de identificación N° **0929444172** y por **Hugo Oswaldo Villao Noboa** con cédula de identificación N° **0940238678** obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Artículo Académico**, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 6 de agosto del año 2023.

Atentamente,



Ing. Víctor David Larco Torres, MGTR

C.I: 0923270136

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado al avance tecnológico y al compromiso con la provisión segura de agua potable. En honor a todos aquellos que trabajan incansablemente para garantizar el acceso a agua de calidad y a un futuro más sostenible. Que esta dedicación inspire a seguir innovando y mejorando en beneficio de las comunidades y el medio ambiente.

Carlos Solís

DEDICATORIA

Con profundo respeto y gratitud, este proyecto está dedicado a quienes han demostrado un compromiso inquebrantable con la excelencia y la innovación en la ingeniería y la tecnología. En reconocimiento a su labor incansable para crear soluciones que impactan positivamente en la calidad de vida de las personas y en la conservación de nuestros recursos hídricos. Que esta dedicación continúe iluminando el camino hacia un futuro más limpio y saludable para las generaciones venideras.

Hugo Villao

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por Su constante guía y apoyo en mi travesía de culminar mis estudios universitarios. En cada paso, sentí Su presencia brindándome fuerza en momentos difíciles y claridad en la confusión. Sus manos amorosas me sostuvieron en las horas de estudio y sacrificio, y Sus bendiciones me acompañaron en cada logro.

En este momento de logro, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres por su amor, apoyo constante y sacrificio que me han permitido culminar exitosamente mi carrera universitaria. Su confianza en mí, sus palabras de aliento y su inversión emocional y financiera han sido fundamentales en mi viaje educativo. Su presencia en cada paso ha sido mi mayor motivación y su amor ha sido el cimiento de mi éxito. Hoy celebro este logro con gratitud y reconocimiento hacia mis padres, quienes han sido mi guía y mi inspiración a lo largo de esta travesía.

Mi logro es un reflejo de su amor y dedicación, y celebro este hito junto a ella, reconociendo su papel esencial en mi trayectoria educativa. Con gratitud y amor, le doy las gracias por ser mi compañera de vida y mi mayor motivación.

Carlos Solís

AGRADECIMIENTO

Ante todo, le agradezco a Dios, por acompañarme en todo momento, por darme vida, salud, paciencia y sabiduría para llevar a cabo mi carrera.

Agradezco a mis padres, por el apoyo inquebrantable que han brindado a lo largo de mi carrera universitaria. Su dedicación y sacrificio han sido un faro de inspiración y fortaleza en mi camino hacia el conocimiento y crecimiento personal. Su inversión en mi educación ha sido un regalo inestimable que llevaré siempre con gratitud en mi corazón.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi esposa por su apoyo inquebrantable en el camino hacia la culminación de mi carrera universitaria. Su presencia, comprensión y amor han sido fundamentales para superar desafíos y lograr mis metas. Sus palabras alentadoras, gestos de apoyo y paciencia han sido mi fuerza motivadora.

En este momento de reflexión, deseo expresar mi profundo agradecimiento a las personas que perdí a lo largo de mi camino, que, aunque ya no estén físicamente presente, agradezco por su invaluable apoyo durante mi vida. Sus palabras de aliento, sabiduría y ejemplos de perseverancia me inspiraron a enfrentar desafíos y a creer en mí mismo. Su influencia sigue guiando mis acciones y decisiones mientras celebro mis logros académicos. Su amor y legado son tesoros que llevaré conmigo siempre. Con gratitud y cariño, le dedico mis éxitos universitarios en su memoria

Hugo Villao

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO	TEMA DE PROYECTO DE TITULACIÓN
2023	SOLIS CONYA CARLOS AARÓN VILLAO NOBOA HUGO OSWALDO	MGTR. VICTOR DAVID LARCO TORRES	" Automatización de Planta de Potabilización de Agua por Osmosis Inversa a través de un LOGO V8 PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema SCADA para realizar el control de un prototipo de planta de potabilización por Ósmosis Inversa, el SCADA se lo realizará con el software LOGO WEB EDITOR.

El prototipo consta de un sistema de cinco etapas las mismas que están formadas por dos filtros de sedimentos de 5 μm , un filtro de pre carbón, un filtro de carbón (TCR) y un filtro de membrana de Ósmosis Inversa de 0.0001 μm el mismo que está pensado para la desalinización de agua cargada con 250 ppm máximo, todos estos filtros tienen una presión de trabajo de 60 psi. En cuanto la parte eléctrica/electrónica el prototipo está formado por un MICRO PLC LOGO! V8 Siemens que realiza el control de todos los elementos, este a su vez se conecta a un router el cual se lo utiliza como conexión al SCADA realizado en LOGO WEB EDITOR, cuenta también con dos electro-válvulas con bobina de alimentación de 24 voltios DC que se utilizan en la alimentación de agua del prototipo y en el desecho de la membrana de Ósmosis Inversa, la bomba del sistema trabaja con una alimentación eléctrica de 24 voltios DC y una presión de 70 PSI, también se tiene dos interruptores de presión (alta y baja).

La intención de este prototipo es mostrar una alternativa fácil y práctica para realizar el control de una planta de Ósmosis Inversa ya que los elementos eléctricos/electrónicos que se utilizan en este prototipo se usan en plantas de mayor envergadura, con excepción de la bomba. En resumen, lo que difiere de este prototipo con una planta real son los filtros y la bomba, los mismos que no se usaron en este proyecto ya que el costo de estos era demasiado elevado para el presupuesto de este proyecto educativo.

Palabras Claves: Osmosis Inversa, LOGO!, Membrana, Filtros, Bomba, Presión, SCADA.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	PRJ. DIRECTOR	SUBJECT
2023	SOLIS CONYA CARLOS AARÓN VILLAO NOBOA HUGO OSWALDO	MGTR. VICTOR DAVID LARCO TORRES	" Automation of a Water Purification Plant by Reverse Osmosis through a V8 LOGO FOR THE SALESIAN POLYTECHNICAL UNIVERSITY"

The objective of this project is the design and implementation of a SCADA system to control a prototype of a drinking water treatment plant by Reverse Osmosis, the SCADA will be carried out with the LOGO WEB EDITOR software.

The prototype consists of a five-stage system, which are made up of two 5 µm sediment filters, a pre-carbon filter, a carbon filter (TCR) and a 0.0001 µm Reverse Osmosis membrane filter, the same as It is designed for the desalination of water loaded with a maximum of 250 ppm, all these filters have a working pressure of 60 psi. As for the electrical/electronic part, the prototype is made up of a Siemens MICRO PLC LOGO! V8 that controls all the elements, this in turn is connected to a router which is used as a connection to the SCADA made in LOGO WEB EDITOR It also has two solenoid valves with a 24-volt DC power supply that are used to supply water to the prototype and to dispose of the Reverse Osmosis membrane. The system pump works with a 24-volt DC power supply. and a pressure of 70 PSI, it also has two pressure switches (high and low).

The intention of this prototype is to show an easy and practical alternative to control a Reverse Osmosis plant since the electrical/electronic elements used in this prototype are used in larger plants, with the exception of the pump. In summary, what differs from this prototype with a real plant are the filters and the pump, the same ones that were not used in this project since the cost of these was too high for the budget of this educational project.

Keywords: Reverse Osmosis, LOGO! , Membrane, Filters, Pump, Pressure, SCADA.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ...	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
1.REVISIÓN DE LA LITERATURA	Error! Bookmark not defined.
2. METODOLOGÍA.....	3
3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	9
4. CONCLUSIÓN.....	13
5. Referencias Bibliograficas	14

INTRODUCCIÓN

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La ósmosis inversa (RO) es una técnica de desmineralización basada en membranas utilizada para separar sólidos disueltos, como iones, de solución (la mayoría de las aplicaciones implican soluciones a base de agua). Las membranas en general actúan como barreras permeables selectivas, barreras que permiten penetrar a algunas especies (como el agua) a través de ellos, mientras retiene selectivamente otras especies de disueltos (como los iones). La Figura 1 muestra cómo la selectividad de permeabilidad de RO se compara con muchos otros sistemas de filtración convencionales y basados en técnicas de membranas. Como se muestra en la figura, RO ofrece la mejor filtración disponible actualmente rechazando la mayoría de los sólidos disueltos, así como suspendidos. (Kucera, 2015)

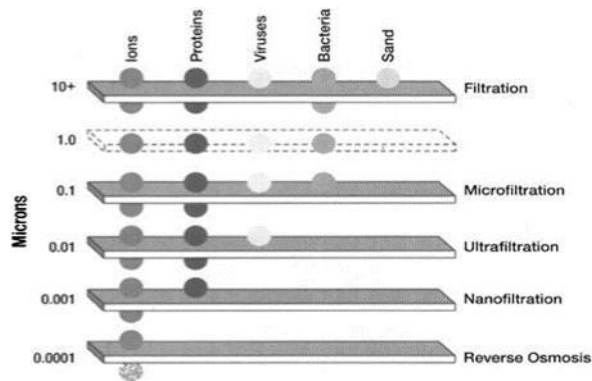


Figura 1. Espectro de filtración

La ósmosis inversa es el mejor nivel de filtración disponible. La membrana RO actúa como una barrera para todas las sales disueltas y moléculas inorgánicas, así como moléculas orgánicas con un peso molecular superior a 100 g/mol aproximadamente. Las moléculas de agua, por otro lado, pasan libremente a través de la membrana creando un flujo de producto purificado. El rechazo de sales disueltas es normalmente del 95%.

El fenómeno de la ósmosis ocurre cuando el agua pura fluye desde una solución salina diluida a través de una membrana hacia un nivel superior solución salina concentrada. El fenómeno de la ósmosis se ilustra en la Figura 2. Se coloca una membrana semipermeable entre dos compartimentos, "Semipermeable" significa que la membrana es permeable para algunas especies y no permeable para otras. Se supone que la membrana es permeable al

agua, pero no a la sal. Luego, se coloca una solución de sal en un compartimento y agua pura en el otro compartimento. La membrana permitirá que el agua penetre a través de ella hacia ambos lados. Pero la sal no puede pasar por la membrana.

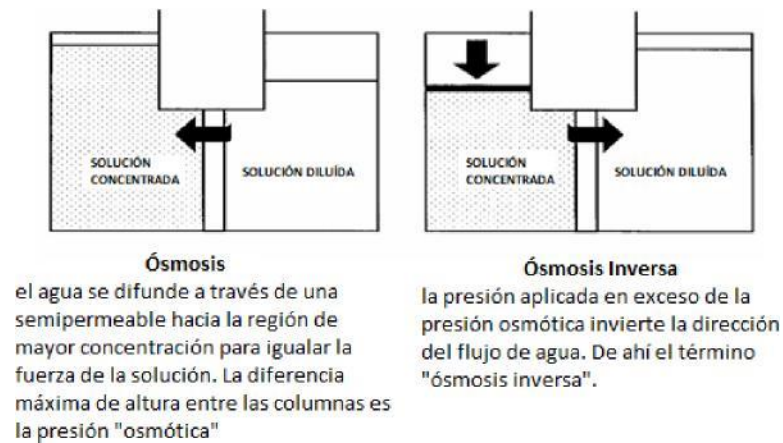


Figura 2. Proceso de Ósmosis y Ósmosis Inversa

Como regla fundamental de la naturaleza, este sistema intentará alcanzar el equilibrio. Es decir, intentará alcanzar la misma concentración en ambos lados de la membrana. La única forma posible de alcanzar el equilibrio es que el agua pase del compartimento de agua pura al compartimento que contiene la sal, para diluir la solución de sal.

La figura 2 también muestra que la ósmosis puede causar un aumento en la altura de la solución salina. Esta altura aumentará hasta que la presión de la columna de agua (solución salina) sea tan alta que la fuerza de esta columna de agua detiene el flujo de agua. El punto de equilibrio de esta altura de columna de agua en términos de presión de agua contra la membrana se llama presión osmótica.

Si se aplica una fuerza a esta columna de agua, se puede invertir la dirección del flujo de agua a través de la membrana. Esta es la base del término ósmosis inversa. Tenga en cuenta que este flujo inverso produce agua pura a partir de la solución salina, ya que la membrana no es permeable a la sal.(FILMTEC Reverse Osmosis Membranes Technical Manual, s.f.,)

En general, la membrana RO se usa para tratar el soluto que tiene un peso molecular menor de 100 g/mol. Como estas membranas son densas, se debe aplicar una gran cantidad de presión para influenciar al agua a pasar a través de la membrana. En particular, el agua de mar tiene una alta presión osmótica (casi 25 bar). Si la presión aplicada es menor que la presión osmótica, el agua fluirá de la solución diluida a la solución concentrada y viceversa. Por lo tanto, la presión aplicada debe ser mayor que la presión osmótica del agua de alimentación.

En RO, la sal y el agua permean de acuerdo con el modelo de solución-difusión. Según este modelo, las moléculas de agua se difunden a través de la membrana densa. Tan pronto como se disuelve en la membrana, las moléculas se mueven por la difusión molecular aleatoria. Aun así, la concentración del fluido que se difunde depende de la temperatura, la presión y la composición del fluido sobre la membrana. (Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes, 2020)

2. METODOLOGÍA

Este proyecto ofrece una alternativa para realizar la supervisión y control de una planta de potabilización de agua por el método de ósmosis inversa. Se detalla el esquema de control en la figura 3.

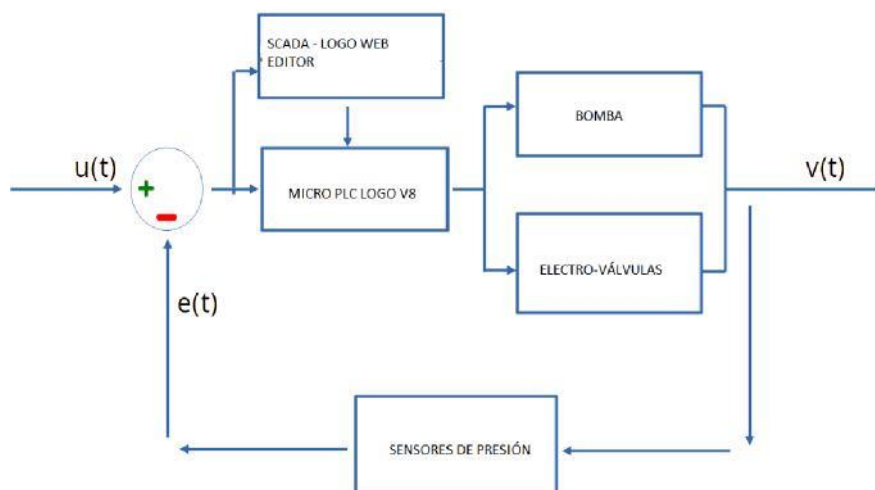


Figura 3. Esquema de control del prototipo

La implementación de este proyecto se realizó en una máquina purificadora de agua por ósmosis inversa doméstica que se adquirió por internet como se puede observar en la figura 4, se utilizó este equipo ya que contaba con los filtros, las electroválvulas, la bomba, interruptores de presión y con un controlador del cual se tomaron todos los datos de funcionamiento del equipo y se replicó ese control en el PLC, por último con una estructura plástica en la cual internamente se adecuaron todos los elementos usados en el prototipo.



Figura 4. Prototipo Originalmente sin modificaciones

Se realizaron las modificaciones necesarias a la máquina adquirida para construir un prototipo lo más parecido a una planta real de ósmosis inversa en cuanto al tema de control, por lo que se le adicionó un LOGO V8 para el control, un router como conector del SCADA como se puede observar en la figura 5.



Figura 5. Prototipo luego de las modificaciones.

Para la realización de este proyecto se usaron los siguientes programas:

Para la programación del LOGO! V8 se utilizó el software LOGO SOFT CONFORT V8.3 como se puede ver en la figura 6.

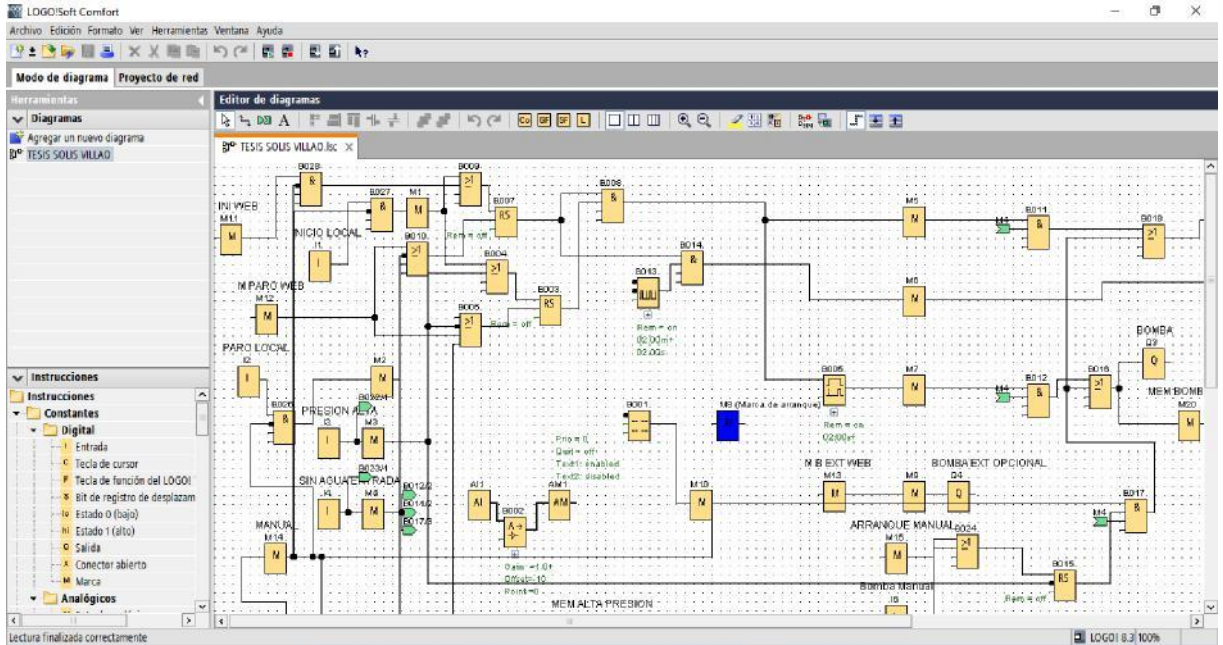


Figura 6. LOGO SOFT CONFORT

Para la programación del SCADA se utilizó el software LOGO WEB EDITOR como se puede ver en la figura 7.



Figura 7. LOGO WEB EDITOR

Antes de realizar las modificaciones en el equipo que se adquirió por internet, se realizan pruebas de funcionamiento para replicar el control original en el LOGO! V8, el funcionamiento cumple las siguientes condiciones:

- Si el interruptor de baja presión no está activado ningún elemento de la máquina se puede encender, con esta condición se comprueba que exista alimentación de agua en el equipo.
- Si se cumple la condición de alimentación de agua en el equipo, este funciona de la siguiente manera, se activa la electroválvula principal y después de un retardo de 5 segundos se activa la bomba; esta funcionará hasta que se active el interruptor de alta presión.
- Durante el tiempo que dura encendida la bomba, de forma periódica (cada 15 segundos) se activa la electro-válvula del desfogue de la membrana de ósmosis inversa.

Posterior a eso se procedió a realizar las modificaciones que fueron las siguientes :

- Primero se cambió el microcontrolador de la máquina por un LOGO! V8 cómo se puede ver en la figura 8, ya que con un PLC se puede modificar el funcionamiento del equipo en cualquier momento y también se puede realizar un SCADA en el caso específico de este proyecto mediante el software LOGO WEB EDITOR.

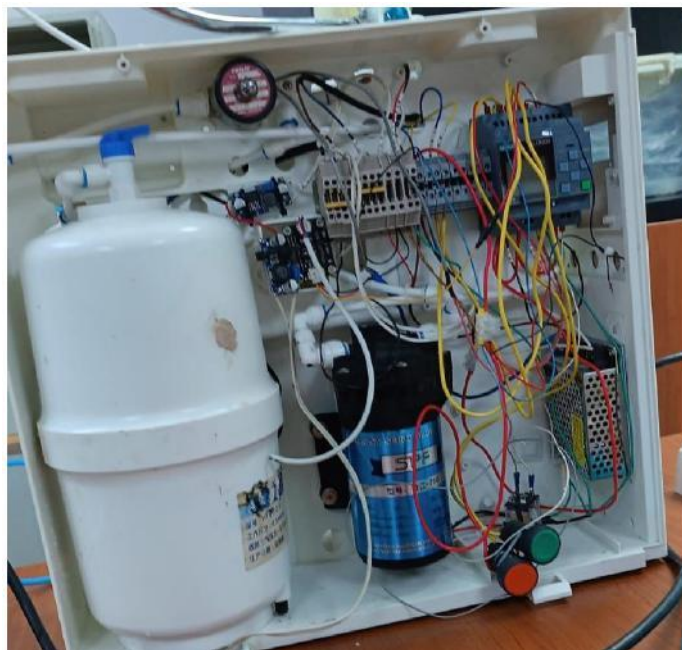


Figura 8. Conexión del LOGO! V8

- Luego se realizó el cambio de la electro-válvula de desfogue como se puede ver en la figura 9 ya que presentaba una pequeña fuga.



Figura 9. Cambio de válvula de desagüe

- Finalmente se instaló una bomba externa como se puede ver en la figura 10 ya que esta se la utilizaría en un recipiente en el cual se coloca agua cargada con sal para probar la desalinización del prototipo (esta modificación solo se usará para pruebas, normalmente el equipo funcionará conectado a la alimentación de agua desde una tubería).



Figura 10. Bomba externa.

Luego de instalar y realizar las conexiones de todos los elementos en el prototipo se procedió a realizar todas las programaciones y configuraciones necesarias.

□ Primero se realizó la programación del LOGO! V8 con el software LOGO SOFT CONFORT como se puede ver en la figura 11 de acuerdo al control original, se agregó la interacción con los elementos adicionales y también se le agregó la forma de trabajar en modo automático o manual.

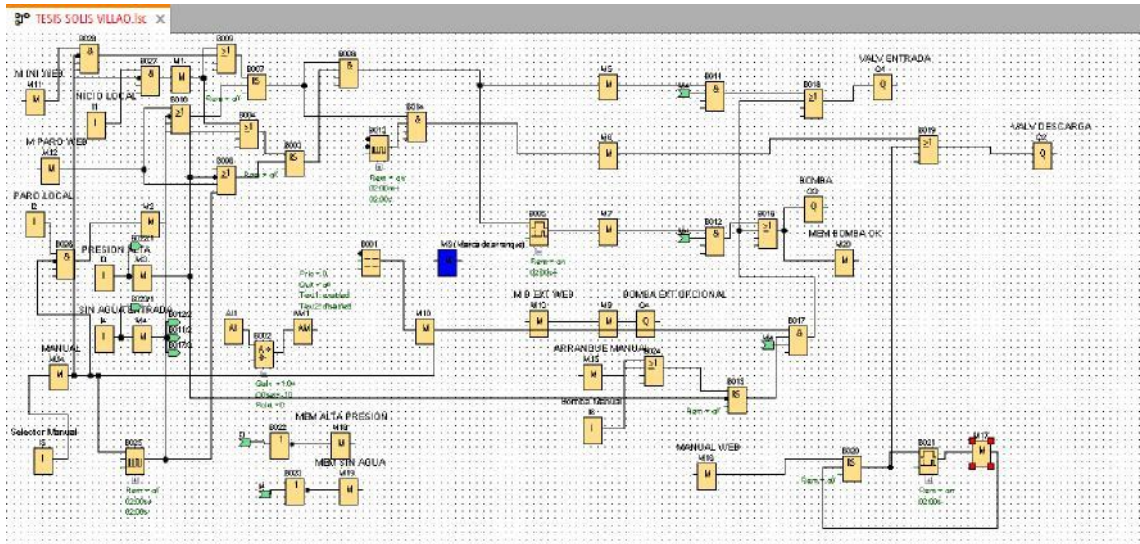


Figura 11. Programación del LOGO! V8

□ Se realiza la programación del SCADA del prototipo de Ósmosis Inversa en el software LOGO WEB EDITOR como se puede ver en la figura 12,

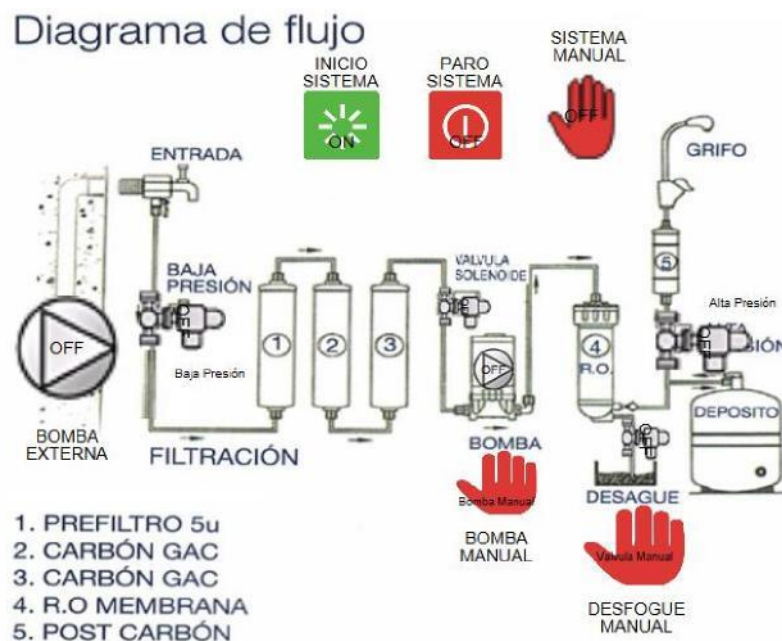


Figura 12. SCADA de prototipo de Ósmosis Inversa

- Por último, se realiza la configuración del LOGO! para poder conectarse remotamente a través de una red Local, se realiza la conexión y se realiza pruebas de funcionamiento como se puede ver en la figura 13.

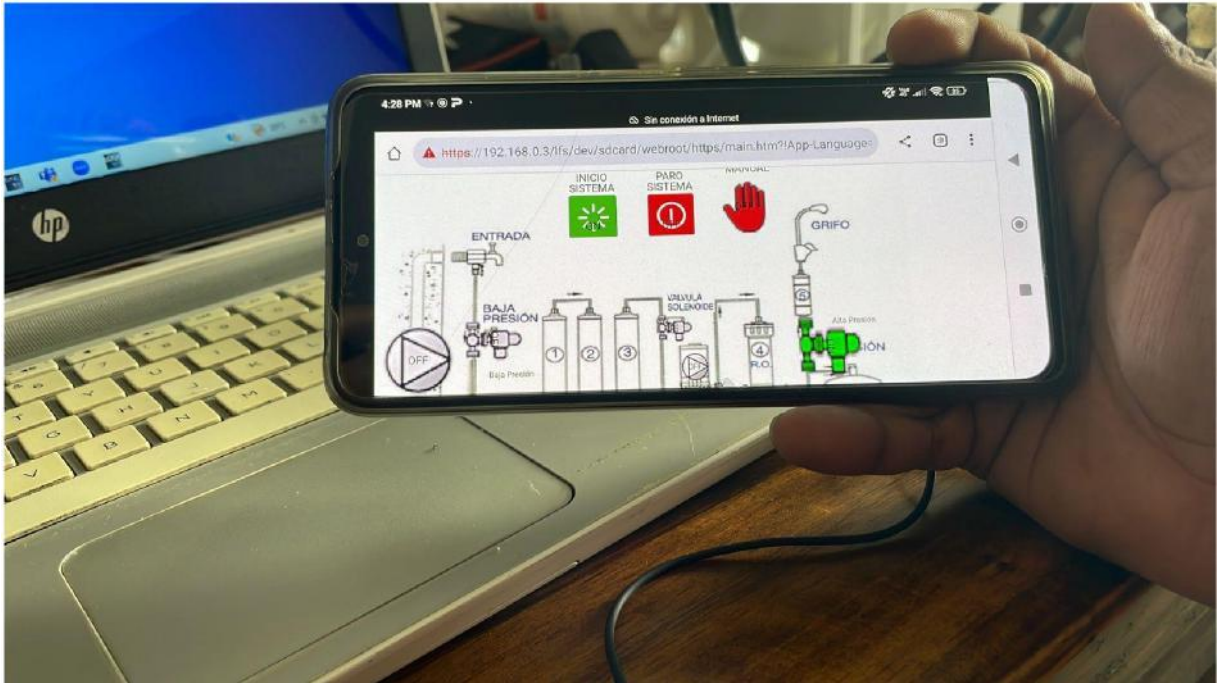


Figura 13. Prueba de Control vía remota.

3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Pruebas de funcionamiento

Se realizaron dos tipos de pruebas de funcionamiento del prototipo:

- Pruebas de funcionamiento con alimentación de agua de la red pública (modo normal de operación).
- Pruebas de funcionamiento con alimentación de agua desde un reservorio, en el cual se coloca cloruro de sodio (sal de cocina) para probar la desalinización del prototipo.

Prueba de desalinización

Para la prueba de desalinización se utilizó un reservorio pequeño para alimentar de agua al prototipo como se puede observar en la figura 13, para enviar el agua se utilizó una bomba externa sumergible de 12 VDC colocada en el reservorio.



Figura 13. Reservorio de Agua

Se colocó cloruro de sodio en el reservorio (sal de cocina) hasta que dio una medición de 237 ppm, la medición de la salida fue de 94 ppm como se puede ver en la figura 14.



Figura 14. Mediciones en condiciones de desalinización

Al analizar la ecuación (1) se puede

obtener el porcentaje de rechazo. $\frac{C_i - C_f}{C_i} \cdot 100$

$$\%Rechazo =$$

$$\%Rechazo = \frac{(237-94)}{237} \cdot 100$$

$$\%Rechazo = 60.34\%$$

Ci = Concentración Inicial

Cf = Concentración Final

También se tomaron los datos de flujo de entrada y flujo de salida como se puede observar en las conversiones (4) y (5).

$$\text{fluio de entrada} = \frac{((1 \text{ litro}) \cdot W)}{(16 \text{ min})} * \frac{((60 \text{ min})) \text{ litros}}{(1 \text{ h})} \cdot \frac{1}{3.7 \text{ h}} \quad (4)$$

$$\text{fatiodesauda} = \frac{((1 \text{ litro}) \cdot 1)}{(31.4 \text{ min})} * \frac{((60 \text{ min}))}{(1 \text{ h})} \cdot 1.91 \frac{\text{litros}}{\text{h}} \quad (5)$$

Colocando un litro de agua en el reservorio de alimentación y llenando una botella de un litro a la salida; en ambos casos se tomó el tiempo que demoró en consumir y llenar el litro como se puede ver en la figura 15.



Figura 15. Mediciones del flujo.

Limpeza de la membrana

Al momento de realizar las pruebas de desalinización se realizaron pruebas con baja y altas cargas de sales (150 a 324 ppm) por un tiempo prolongado hasta que la membrana sufrió un llenado por scaling como se puede ver en la figura 16, ya que a la salida daba un nivel elevado de ppm (220 ppm) y al gusto se sentía un sabor “salado”.



Figura 16. Mediciones que comprobaron un scaling

Luego de esto se realizó el proceso de limpieza siguiendo los siguientes pasos:

- Primero se conectó la alimentación de agua a la toma de la red pública.
- Luego se hizo trabajar al equipo en modo manual para controlar, se realizó en modo manual para poder controlar tanto el encendido de la bomba como la activación de la válvula de desagüe.
- Se encendió la bomba y se abrió la llave de salida de agua dejando que corra el agua de forma continua.
- Posterior a eso se accionaba la válvula de desagüe cinco veces seguidas y se dejaba descansar por un minuto.

4. CONCLUSIÓN

Mejora de la Eficiencia y Control Preciso:

La automatización con Logo! V8 permite una mejor y constante observación de los parámetros clave del proceso de ósmosis inversa. Esto conduce a un mayor control operativa al optimizar el consumo de energía y recursos, así como a una producción más consistente de agua potable de alta calidad.

La solución de control presentada en este prototipo se podría escalar a una planta real, pero este es el método más básico que existe para manejar una planta de osmosis inversa, para mejorar la eficiencia de los sistemas en cuanto al tema de porcentaje de rechazo y minimizar el desecho se están realizando estudios para fabricar mejores membranas, bombas que manejen presiones bastantes elevadas y se les pueda controlar mediante variadores de frecuencia, uso de válvulas servo pilotadas.

Reducción de Errores y Respuesta Rápida a Fallas:

La automatización minimiza la posibilidad de errores humanos al ejecutar tareas repetitivas y de monitoreo. Además, la detección temprana de fallos y la respuesta automática mejoran la confiabilidad del sistema y permiten la toma de medidas correctivas inmediatas.

Los sistemas conectados a la red de internet permiten mejorar la eficiencia de estos, ya que al tener un monitoreo en tiempo real de manera 24/7 y de forma remota se pueden resolver los problemas de un modo mucho más rápido.

Ahorro de Costos a Largo Plazo:

La optimización de procesos y la reducción de errores contribuyen a un ahorro significativo en los costos operativos a lo largo del tiempo. Esto puede ser especialmente notable en términos de energía, mantenimiento y recursos utilizados.

Necesidad de Colaboración y Conocimiento Técnico:

La implementación exitosa de la automatización requiere la colaboración entre ingenieros, tecnólogos y operadores. La comprensión profunda de la tecnología LOGO! V8 y la ósmosis inversa es esencial para optimizar el sistema y resolver posibles desafíos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kucera, J. (2015). Reverse osmosis: Industrial processes and applications. Wiley & Sons, Incorporated, John

FILMTEC Reverse Osmosis Membranes Technical Manual. (s.f.). Dow Water Solutions.

Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes. (2020). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2018-0-00736-7>