

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE UN PLC

LOGO V8 PARA EL TRATAMIENTO DE ÓSMOSIS INVERSA EN LA CLÍNICA

MENYDIAL

PRESENTADO POR

BARGAS CADENA JAIME DAVID

DIAZ CRUZ LUIS IVAN

TUTOR

ING. MACHAY GOMEZ EDWIN VINICIO MG.

FECHA

MARZO 2024

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: Automatización de un sistema de bombeo de agua mediante un PLC logo V8 para el tratamiento de ósmosis inversa en la clínica MENYDIAL, presentado por los ciudadanos Bargas Cadena Jaime David y Diaz Cruz Luis Ivan, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo 2024

Tutor: Ing. Machay Gomez Edwin Vinicio Mg.

C.I.: 0503646275

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: Automatización de un sistema de bombeo de agua mediante un PLC logo V8 para el tratamiento de ósmosis inversa en la clínica MENYDIAL, presentado por los ciudadanos Bargas Cadena Jaime David y Diaz Cruz Luis Ivan, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Bargas Cadena Jaime David portador de la cédula de ciudadanía 1720352267 y Diaz Cruz Luis Ivan portador de la cédula de ciudadanía 1003479977, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica, autores de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: Automatización de un sistema de bombeo de agua mediante un PLC Logo V8 para el tratamiento de Ósmosis Inversa en la clínica MENYDIAL, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

Bargas Cadena Jaime David

C.I.: 1720352267

Diaz Cruz Luis Ivan

C.I.: 1003479977

Dedicatoria

Dedico este trabajo con mucho cariño a mis padres: Laura Cruz y José Díaz ya que a través de su apoyo moral y consejos me han ayudado a cumplir mis objetivos propuestos; a mi esposa Verónica Reyes y mi hijo Jardín Díaz que han estado al pie de lucha día a día juntos para lograr este objetivo y a Dios que siempre me ha cuidado y guiado por un buen camino en todos mis años de vida. A todas las personas y familiares que han formado parte de mi vida estudiantil de una manera incondicional para llegar a culminar mis metas. Dios bendiga y cuide a cada uno de las personas y familiares que han hecho posible este gran sueño y anhelo.

Luis

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, quienes siempre han sido mi inspiración y apoyo incondicional en cada paso de mi vida. A mi madre, por su amor inquebrantable, paciencia y sabias palabras que me han guiado en momentos de incertidumbre. A mi padre, por su ejemplo de dedicación, esfuerzo y tenacidad, que me han enseñado el valor del trabajo arduo y la perseverancia. A mi familia, por su comprensión, aliento y alegría compartida en cada logro alcanzado. A mis amigos, por su compañía, ánimo y complicidad durante esta etapa de crecimiento y aprendizaje. A todos aquellos que de una forma u otra han contribuido en mi camino académico y personal, gracias por ser parte de este importante capítulo en mi vida.

Jaime

Agradecimiento

De todo corazón agradecemos a nuestros educadores, y personal humano que forma parte del “Instituto Tecnológico Universitario Vida Nueva” por todos los conocimientos y valores adquiridos en nuestra vida tecnológica. Un agradecimiento especial a nuestro tutor de trabajo de titulación Ing. Machay Gomez Edwin Vinicio por su gran aporte de conocimientos para la ejecución de este proyecto y su apoyo incondicional que ha puesto en nosotros durante todo este tiempo. Mil gracias a todas las personas que han puesto un granito de arena para la culminación de este proyecto. Que mi Dios les bendiga siempre en cada una de sus vidas.

Luis

Agradezco este trabajo de titulación a mis padres, quienes me han brindado su amor, sacrificio y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria en el “Tecnológico Universitario Vida Nueva”. A mi tutor, Ing. Machay Gomez Edwin Vinicio, por su dedicación, orientación y paciencia en guiarme a través de este proceso académico. A mis compañeros de clase, por su camaradería, colaboración y motivación mutua durante estos años de estudio. A mi alma mater, por proporcionarme las herramientas y conocimientos necesarios para alcanzar mis metas y aspiraciones profesionales. Que este logro sea un tributo a todos los que han contribuido en mi desarrollo académico y personal.

Jaime

Tabla de Contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
Planteamiento del Problema	14
Descripción de la Situación Problemática	14
Formulación del Problema	16
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
Justificación	18
Antecedentes	19
Marco Teórico	21
Sistema Automatizado	21
Sensores	21
Actuadores	22
Componentes del Sistema Eléctrico	22
Fuentes de Alimentación	22
Dispositivos de Seguridad	23
Interruptores Termomagnéticos	24
Fusibles Modulares	25
Dispositivos de Control	26
Temporizadores	26

	8
Relés	27
Procesamiento de un Autómata Programable	28
Escala Baja	28
Escala Media	28
Escala Alta	28
Aplicación de los Autómatas Programables	28
Funcionalidades de un Autómata	29
Lenguaje Estructurado	30
Control de Procesos	30
Control Discreto	30
Control Analógico	31
Control Digital	31
Control Automático en Lazo Cerrado	31
Control Automático en Lazo Abierto	32
Sistema de Ósmosis Inversa	33
Ósmosis Inversa	33
Presión Osmótica	34
Membranas Semipermeables	34
Constitución del Sistema de Ósmosis Inversa	36
Pretratamiento	36
Bomba de Alta Presión	37
Sistema de Membranas	38
Nanofiltración	39

	9
Microfiltración	39
Sistemas de Ósmosis Inversa por su Tipo de Energía	39
Sistemas de Ósmosis Inversa de Presión de Red	39
Sistemas de Ósmosis Inversa con Bomba	40
Sistemas de Ósmosis Inversa por su Capacidad de Producción	41
Lugares Residenciales	41
Lugares Comerciales	42
Lugares Industriales	43
Sistemas de Ósmosis Inversa por Etapas	45
Ósmosis por una Etapa	45
Ósmosis por Doble Etapa	46
Aplicaciones Industriales Usando el Sistema de Ósmosis Inversa	48
Tratamiento de Agua Potable	48
Producción de Agua para Vapor	49
Desalado de Alimentos	49
Tratamiento de Agua para Calderas	51
Producción de Agua para Uso Domestico	52
Sistemas de Refrigeración	54
Control de la Corrosión e Incrustación	54
Metodología y Desarrollo del Proyecto	56
Propuesta	73
Conclusiones	80
Recomendaciones	81

	10
Referencias	82
Anexos	84

Resumen

El agua purificada es un líquido importante para las personas que sufren enfermedades renales pues sus riñones no son capaces de tolerar la ingesta de agua que no se encuentra purificada, en la empresa Menydial esta situación es resuelta con el uso de una máquina de ósmosis inversa donde se hace uso de agua proveniente de la red pública y llega a un tanque de ablandamiento de agua que trata de almacenar el agua para después pasar por la máquina de purificación, esta máquina de purificación de agua es la que realiza un proceso denominado ósmosis inversa que internamente tiene membranas osmóticas donde en primer paso ocurre un filtrado a través de mallas que impide el paso de material grande, la calidad de agua sería ideal para que el sistema no tenga fallos en los pasos venideros, una segunda etapa está marcada por el proceso el cual el agua rompe la presión de las membranas evitando la circulación de partículas y suciedades lo que beneficia a la salida pues se tiene una agua purificada, este proceso tiene un control automático el cual es realizado por una placa electrónica de control que comanda las instrucciones y ciclos de trabajo, una variable muy usada en la ósmosis es la conductividad del agua pues es un factor que se debería tener en cuenta ya que la conductividad no tiene que salir de cierto rango establecido por organismos gubernamentales, se intenta dar una mejora al proceso pues se quiere cambiar el sistema de control por un logo V8 que permita la sincronización de los elementos que constituyen el equipo, cada elemento guarda una relación importante con otro así que se deberá verificar el estado de cada uno de los elementos a fin de salvaguardar los equipos, así como verificar el tiempo de llenado y dar eficiencia al proceso.

Palabras Clave: AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO, PLC V8, ALGORITMO DE LENGUAJE LADDER, LOGO SOFT, HMI, ÓSMOSIS INVERSA.

Abstract

Purified water is an important liquid for people suffering from kidney diseases because their kidneys are not able to tolerate the intake of water that is not purified, in the company Menydial. This situation is solved with the use of a reverse osmosis machine where water from the public network is used and reaches a water softening tank that tries to store the water and then pass through the purification machine. This water purification machine is the one that performs a process called reverse osmosis that internally has osmotic membranes where in the first step occurs a filtering through meshes that prevents the passage of large material. Water quality would be ideal so that the system does not fail in future steps. A second stage is marked by the process in which the water breaks the pressure of the membranes avoiding the circulation of particles and dirt, which benefits the output because the water is purified. This process has an automatic control which is performed by an electronic control board that commands the instructions and work cycles, a variable widely used in osmosis is the conductivity of the water as it is a factor that should be taken into account since the conductivity does not have to leave a certain range established by government agencies. The intention is to improve the process by changing the control system for a V8 logo that allows the synchronization of the elements that make up the equipment, each element has an important relationship with another, so the status of each of the elements must be verified in order to safeguard the equipment, as well as to verify the filling time and give efficiency to the process.

Keywords: PUMPING SYSTEM AUTOMATION, PLC V8, LADDER LANGUAGE ALGORITHM, LOGO SOFT, HMI, REVERSE OSMOSIS.

Introducción

En las instalaciones de Menydial se encuentra funcionando un cuarto de máquinas de aproximadamente 21 metros cuadrados, pues permite a la empresa generar agua purificada a través del suministro que llega a la red de tuberías principales otorgada por la empresa de agua potable, La empresa se ve afectada por la insuficiencia de sus sistemas en la elaboración de agua purificada pues existe fallos técnicos que imposibilitan la circulación del líquido en los distintos procesos que pasan a través del sistema de ósmosis inversa, cada elemento de la máquina de purificación es un elemento importante pues se encarga de filtrar, depurar y suavizar el agua evitando que cualquier partícula ajena a los compuestos se incruste. Un principal problema en el funcionamiento de la máquina es la bomba centrífuga de doble etapa pues esta es la encargada de hacer recircular el fluido por todo el sistema de ósmosis, se tiene en cuenta que este proceso maneja una cantidad de almacenamiento de hasta 700 litros en su llenado máximo por lo que se considera el trabajo necesario para transportar esa cantidad de volumen hacia las distintas etapas.

El funcionamiento de los sistemas de ósmosis inversa son indiscutiblemente necesarios para la purificación de agua y este caso no es la excepción pues el proceso como tal permite la mejorar la calidad del líquido que brinda a sus clientes, la presente investigación por lo tanto se centra en realizar una automatización de la bomba centrífuga mejorando la disponibilidad de servicio de la máquina y evitar paros innecesarios durante los ciclos de trabajo, se dará a conocer detalles del sistema de transferencia utilizado en el manejo de la bomba junto con sus demás componentes y la automatización realizada en el autómatas programable dentro de las instalaciones de Menydial.

Planteamiento del Problema

Descripción de la Situación Problemática

La clínica Menydial es una entidad privada que ofrece servicios de medicina general orientado a prevención, diagnóstico y tratamiento en pacientes con enfermedades renales, sus servicios están enfocados en su mayoría a nivel nacional en distintas provincias del Ecuador, dentro de las instalaciones en la ciudad de Quito se tiene un inconveniente de carácter técnico, en el área de máquinas se puede observar la ausencia de una automatización ligada al proceso de control y una continuidad en el suministro del líquido en el proceso de ósmosis inversa, al momento que la bomba presenta fallos deja de suministrar líquido pues el proceso se para automáticamente y ya no es útil para mantener el proceso de ósmosis, por lo que pierde continuidad en el funcionamiento del sistema; esto ha conllevado a usar un operario para accionar el sistema de control eléctrico y poner en marcha una segunda bomba; Se tiene en cuenta que, si el sistema pierde continuidad en el suministro puede conllevar a que los procesos pierdan eficacia y rentabilidad a corto plazo, se tiene además que el tanque de almacenamiento de agua constituye una pieza importante del sistema de purificación, por lo que se considera una inspección y un mantenimiento para verificar que las impurezas no superen el margen porcentual establecido según la norma vigente 58 de la NSF para membranas de ósmosis inversa, algo importante en el tratamiento y purificación del agua es el mantener una propiedad característica del líquido vital la cual es la conductividad, esta puede variar de acuerdo a gradientes de concentración no uniformes presentes en la solución y por suciedad en las membranas osmóticas de ahí el mantenimiento requerido y la utilización de aparatos de monitoreo para mantener una conductividad menor al $1.3\mu S/cm$ logrando con ello una mayor pureza del agua y siendo esta de alta calidad. Entonces debido a la demanda requerida en sus instalaciones se ha considerado dar

un mantenimiento a las máquinas que se encuentran en el cuarto de equipos y donde se ha podido evidenciar una ausencia de controles automatizados por lo que es recurrente la falta de agua purificada debido a los fallos técnicos que presenta el equipo de ósmosis inversa cada vez que el equipo entra en funcionamiento. En primera instancia un fallo común del sistema es la bomba centrífuga pues ha presentado atascos de manera regular lo que ha dado problemas al proceso de purificación, la bomba centrífuga se encuentra conformada por un motor eléctrico de doble etapa que contiene álabes helicoidales para la transmisión del fluido hacia la entrada de la máquina, el principal riesgo radica en el daño de la bomba de presión pues existe el inconveniente de sobrecalentamiento lo que lleva a una disminución en el transporte del líquido de manera continua. El sistema de purificación por membrana es controlado electrónicamente por una placa modelo Series 150 Ro controller de la marca R&D Specialities, esta placa electrónica es el cerebro de todo el equipo permitiendo con ello a que el proceso siga en buenas condiciones, este módulo electrónico será retirado para ser reemplazado por un autómata programable; por otro lado se encuentra localizado de forma vertical y paralela a la máquina las 6 membranas semipermeables de 0.05 micras cuya finalidad es la retención de partículas y sólidos en suspensión, este conjunto de membranas es importante pues ayudan a que el proceso no deje pasar ninguna partícula extraña. La ausencia de un indicador en este tipo de máquinas es preocupante pues no permite la rápida inspección de los parámetros de presión y caudal a la entrada y salida de agua.

Formulación del Problema

¿La implementación de un sistema de control automatizado para el control de llenado de agua optimizará el tiempo en el proceso de ósmosis inversa?

Objetivos

Objetivo General

Automatizar un sistema de bombeo de agua mediante PLC logo V8 para el tratamiento de ósmosis inversa.

Objetivos Específicos

- Diseñar un plano eléctrico para el control del proceso automatizado en el sistema de purificación de agua.
- Realizar un algoritmo de control en lenguaje Ladder usando el PLC Logo V8 que permita el suministro de agua estable y eficiente del sistema de bombeo
- Verificar el funcionamiento del equipo de ósmosis inversa garantizando su continuidad en el suministro de agua y llenado automático.

Justificación

La investigación de la automatización del sistema de ósmosis inversa en la clínica Menydia representa una oportunidad para brindar una mejor calidad de agua purificada y suministro, como beneficiarios directos será de gran ayuda para técnicos quienes realicen una inspección breve en un mantenimiento preventivo pues se dotará de un accionamiento automático en caso de falla de la bomba y aparatos de medición, y como beneficiarios indirectos a aquellas personas que son pacientes de la clínica pues recibirán constantemente agua pura y de calidad; se prevé cambiar la forma de controlar la máquina pues se dotará de nuevos accesorios para hacer posible la automatización del equipo, la principal utilidad que se tiene con el sistema es brindar una mayor facilidad de gestión en el control eléctrico de la máquina pues se hará uso de un autómatas programable para ejecutar acciones automáticas por medio de un código de programación y el uso de dispositivos de monitoreo para mejorar el proceso, el proyecto es significativo porque se hace uso de la automatización como mejora del sistema de purificación con la posibilidad de encontrar problemas comunes como las pérdidas de flujo y concentración de solutos, mejorando la vida útil de la máquina. Con el uso de estos dispositivos para la automatización del sistema se podrán generalizar resultados en futuros equipos que cuenten con el mismo sistema de ósmosis inversa para manejar una bitácora de mantenimiento para las máquinas en cuestión, además al aplicar esta automatización se sugiere llevar a cabo un registro de los elementos eléctricos usados para reemplazos inmediatos cuando alguno fallé, con los recortes de luz que existe actualmente a nivel nacional se tratará de ver la posibilidad de incluir una fuente de alimentación externa de acuerdo al consumo de la máquina evaluando su consumo y dimensionando adecuadamente las características técnicas de la batería de respaldo.

Antecedentes

De acuerdo a Martínez (2021) manifiesta que “Un proyecto de investigación nace a partir de una necesidad, y esa necesidad tiene el objetivo de mantener un control sobre los procesos de abastecimiento” (p. 2).

Pues los procesos de abastecimiento de agua son importantes en la actualidad para la presentación de proyectos que preserven el líquido vital. Nace a partir de las demandas del proceso y la deficiencia de producción debido a que no existe un control estricto sobre la trazabilidad del agua como recurso natural y para consumo humano.

En la resolución del problema el autor recalca la participación de personas de carácter investigativo para controlar el suministro de agua en las instalaciones, manejando un control de 3 bombas por transferencia automática y usando un variador de frecuencia lo que permitiría llevar el agua a una velocidad variable. (Martínez, 2021, p. 3)

De igual manera según Karate (2020) en su resumen menciona que “La aplicación de conocimientos referentes a la mecánica de fluidos y a la química; los cuales permitieron desarrollar de una manera correcta y explicativa este trabajo” (p. 15).

El proyecto tiene como finalidad el diseño y la construcción de una planta prototipo de purificación de agua por el método de ósmosis inversa; en el que se utilizaron conocimientos teóricos adquiridos. Este equipo consta de diferentes partes entre las cuales resaltan: el sistema de bombeo por medio de una bomba multietapas que genera la presión adecuada de trabajo, el proceso de pre filtrado a través de cartuchos de sedimentos y carbón activado que tiene como función captar sólidos y partículas orgánicas e inorgánicas que contiene el agua ; el proceso por ósmosis inversa que se basa en la utilización de una membrana semipermeable filtrante que genera dicho fenómeno con la finalidad de retener todos los sólidos totales disueltos SDT

existentes en el agua ; tanques de captación y almacenamiento de agua purificada. La importancia del presente trabajo es que el agua procesada por medio de este equipo cumpla con los requisitos vigentes expuesta en la norma INEN 1108 con lo que obtenemos una sustancia apta para consumo humano.

Montesinos (2022) manifiesta que en “su diseño de abastecimiento de agua purificada el desarrollo de los sistemas de bombeo y de energías renovables para hacer funcionar el sistema de manera correcta, el tratamiento de las aguas residuales es un problema cuando no están bien diseñados” (p. 25).

Por lo que se aplica investigaciones para mejorar el estado de los equipos y ayudar a las personas de la región a tener un control eficiente de los sistemas de bombeo, el uso de electroválvulas permite en mayor medida que el caudal circule adecuadamente por las líneas de tubería cuando el operario acciona manualmente un botón estando lejos de la estación de producción, se tiene claro que en este tipo de obras se hace uso de obras civiles y se considera en gran aspecto la influencia del caudal de la estación de bombeo hasta la reserva de almacenamiento.

Marco Teórico

Sistema Automatizado

Según Balvin, A (2020) aclara que los sistemas automatizados son:

Un grupo de funciones específicas que tienen como objetivo acondicionar un grupo de elementos conocidos como sensores y actuadores que realizan una acción (actuador) en base a una indicación (sensor), menciona que tanto los sensores como los actuadores son importantes dentro de este sistema pues hace que el sistema de control funcione dependiendo de la lógica que se le implemente. (p. 37)

Sensores

Existen de diversos tipos, algunos de los más conocidos son los fotoeléctricos, los inductivos y los de desplazamiento lineal que” hace referencia a un decodificador, que mide cierto fenómeno físico y dentro de su placa electrónica está variando la resistividad para transformar ese parámetro en voltaje variable cuya finalidad proveerá una base para la medición de la característica física” (Balvin, 2020, p. 37).

Figura 1

Apariencia de sensores comunes en el ámbito industrial



Nota. Sensores de carácter industrial. Reproducido de Sistemas automatizados, por M. Andrade, 2013 (<https://www.geya.net/es/different-types-of-proximity-sensors/>).

Actuadores

Aquellos dispositivos que permiten interactuar con el mundo físico pues a partir de una señal son capaces de enviar una respuesta, “existen de varios tipos y los más comunes son los motores eléctricos, las válvulas electromagnéticas, cilindros dependiendo de su impulsión sea neumática o hidráulica y servomotores” (Balvin, 2020, p. 49).

Figura 2

Apariencia de actuadores comunes en el ámbito industrial



Nota. Actuadores de carácter industrial. Reproducido de Sistemas automatizados, por M. Andrade, 2013 (<https://www.geya.net/es/different-types-of-proximity-sensors/>).

Componentes del Sistema Eléctrico

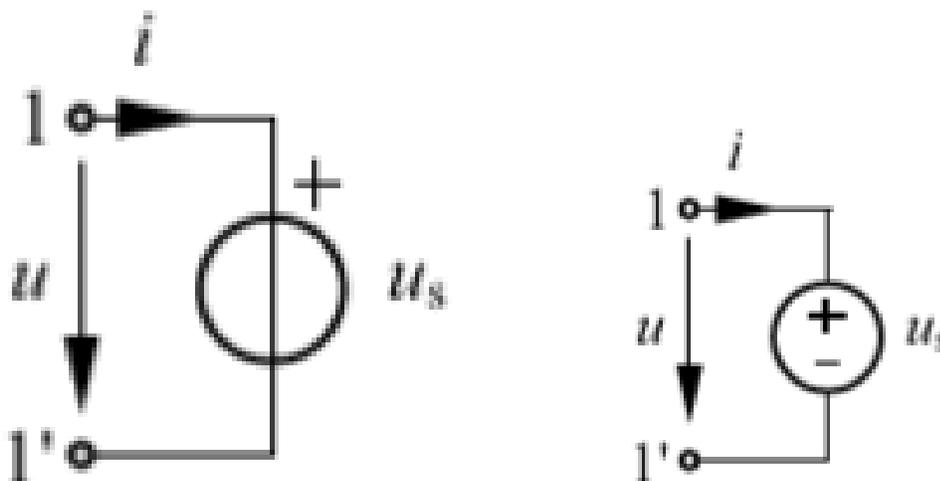
Fuentes de Alimentación

Según Pastor et al. (2014) nos habla acerca de la fuente de alimentación dentro de los componentes del sistema eléctrico y manifiesto que:

La fuente de alimentación es una fuente de poder conformado por dos terminales que imparte energía a un sistema, este tiene su clasificación en una fuente de tensión ideal y no ideal. Cuando se habla de fuentes de alimentación se tiene presente su polaridad pues esta radica en el uso de corriente directa para cuando la polaridad existe y es positiva en un polo y negativa en el otro, mientras que en la imagen derecha se observa una representación más usual para las fuentes de tensión. (p. 42)

Figura 3

Circuitos de voltaje y formas de representación más usuales



Nota. Fuentes de alimentación. Reproducido de Circuitos Eléctricos Vol. I, por A. Pastor, 2014 (<https://www.geya.net/es/different-types-of-proximity-sensors/>).

Dispositivos de Seguridad

Los dispositivos de seguridad son importantes en el “ámbito de las instalaciones eléctricas pues impiden que se generen incendios por el choque eléctrico de los conductores, existen normas como la ISO 13849 que obligan el uso de estos dispositivos ante proyectos donde se utilice la electricidad” (Sánchez, 2023, p. 12).

Interruptores Termomagnéticos

Define como protecciones divididas en dos etapas, la una en térmica que tiene la finalidad de mitigar los efectos del calentamiento sobre el bimetálico y la otra en la parte magnética que cumple la función de erradicar las sobrecargas de corriente cuando aparece una tensión elevada, se menciona además que tienen la finalidad de contrarrestar los efectos de las corrientes parásitas evitando que la instalación eléctrica sufra desperfectos por lo que es un primer elemento a usarse en una instalación residencial e industrial.

Es común determinar “el modo de conexión para este tipo de interruptores por lo que existen cajas donde se conectan estos aparatos para evitar algún problema de carácter eléctrico” (Quinchiguango, 2023, p. 2).

Figura 4

Interruptores termomagnéticos



Nota. Termomagnéticos. Reproducido de lacasadelcontrol, por J. Ramírez, 2015 (com.mx/interruptores_termomag.html).

Fusibles Modulares

Los fusibles modulares son dispositivos de seguridad que protegen el circuito de control o de potencia eléctrico, este es usado una sola vez pues cuando la instalación sufre una corriente elevada el hilo conductor de los fusibles se rompe e impide el paso de corriente evitando el daño a los elementos receptores de energía eléctrica, los fusibles se componen de un hilo metálico que permite que se rompa al momento del paso de una corriente superior a los niveles del metal colocado en los extremos de la carcasa.

Son usados generalmente en las etapas de potencia pues al ser modulares se usan en un conjunto de tres divisiones para líneas trifásicas y en dos divisiones para instalaciones bifásicas, lo característico de este “sistema es que al entrar en contacto con la corriente parásita el filamento llega a romperse y ya no tiene utilidad pues su vida útil ha terminado impidiendo el paso de corriente para alimentación del circuito” (Rodríguez, 2023, p. 15).

Figura 5

Fusibles modulares



Nota. Fusibles. Reproducido de lacasadelcontrol, por, J. Ramírez, 2015

(<https://www.eaton.com/mx/es-mx/catalog/electrical-circuit-protection/bussmann-low-voltage-iec-cylindrical-fuse-holders.html>).

Dispositivos de Control

Los dispositivos de control son aquellos que se utilizan para dar mando a cualquier circuito que se presente en el ámbito técnico para la gestión de algún actuador como puede ser un motor trifásico o servomotor, estos dispositivos de control se pueden clasificar como temporizadores y relés comúnmente.

Temporizadores

Los temporizadores son elementos eléctricos que permiten el control del tiempo, pues se utilizan en una gama amplia de “aplicaciones industriales, ayudan a que los procesos contengan ciclos de espera y apagado para automatizar un equipo o un circuito que cumpla ciertas especificaciones, se hace mención de su uso en el arranque de motores en estrella triángulo” (Rodríguez, 2012, p. 217).

Figura 6

Temporizador



Nota. Temporizador. Reproducido de fusibles modulares, por A. Rodríguez, 2012

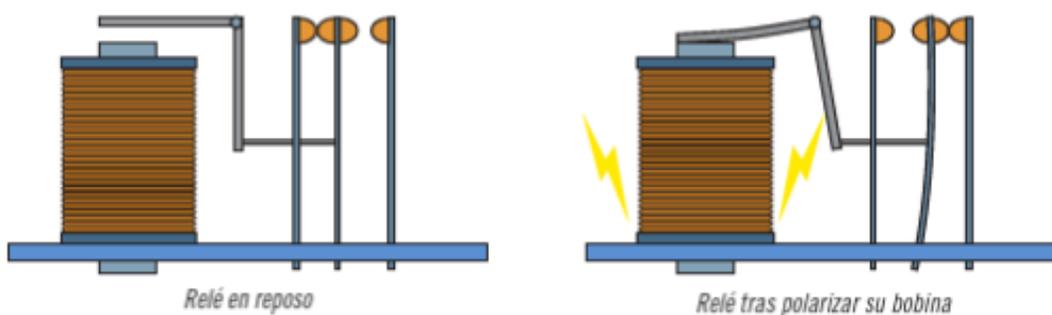
(<https://www.eaton.com/mx/es-mx/catalog/electrical-circuit-protection/bussmann-low-voltage-iec-cylindrical-fuse-holders.html>).

Relés

Los relés son aparatos que se accionan por medio de un electroimán permitiendo el paso de corriente en sus bornes “lo que da como resultado la apertura de más de un contacto abierto y cerrado respectivamente, estos son usados para controlar corrientes de alta intensidad con la energización de la bobina” (Rodríguez, 2012, p. 127).

Figura 7

Relé energizado mediante el electroimán



Nota. Relé eléctrico. Reproducido de fusibles modulares, por A. Rodríguez, 2012

(<https://www.eaton.com/mx/es-mx/catalog/electrical-circuit-protection/bussmann-low-voltage-iec-cylindrical-fuse-holders.html>).

Autómata Programable

Los autómatas programables están constituidos por ciertos elementos que permiten el control de un sistema industrial, estos elementos forman parte de un sistema de control que en primer lugar se encuentra el “procesador, entradas y salidas digitales e interfaces de usuario. Estos son usados en una amplia gama de aplicaciones industriales y sirven como base para la automatización en fábricas para el manejo de procesos” (Fernández, 2022, p. 12).

Procesamiento de un Autómata Programable

Escala Baja

- Capacidad limitada en procesamiento
- Se maneja operaciones de carácter básico
- Velocidad de procesamiento lento en comparación a las demás

Escala Media

- Capacidad intermedia de procesamiento intermedias
- Es utilizado para manejar procesos de control de maquinaria
- Velocidad más lenta que la gama alta pero más alta que la gama baja

Escala Alta

- Capacidad de procesamiento en mayor magnitud
- Control de procesos complejos
- Velocidad de procesamiento alto en comparación a otras calidades

Aplicación de los Autómatas Programables

Los autómatas programables tienen su aplicación en el campo industrial por lo que es necesario contar con base fundamentada para seleccionar adecuadamente un PLC para una determinada acción, es recurrente pensar en un PLC para automatizar equipos y que con uno de características sobredimensionadas puedan servir en cualquier campo de aplicación, sin embargo, los profesionales del área recomiendan el no exceder en sus capacidades para un proyecto donde no se requerirá de mayor trabajo y seleccionar el que sea verdaderamente adecuado para no extralimitar variables propias del equipo. En ello existen diferentes tipos de autómatas entre los más conocidos se encuentran diferentes marcas que se encuentran en el mercado internacional.

Figura 8

Autómatas Programables



Nota. Formación para la industria. Reproducido de automatismo industrial, por S. Lopez, 2016 ([com/automatas/g-1-introduccion-automatas-programables-plcs/d-9-1-el-automata-programable/](http://www.com/automatas/g-1-introduccion-automatas-programables-plcs/d-9-1-el-automata-programable/)).

Lenguajes de Programación en PLC

Otro nombre con el que se le da a un autómatas programable también es PLC y viene de las siglas Programmable Logic Controller y como se ha puntualizado es un dispositivo que permite realizar la automatización de algún aparato en particular que cumpla alguna finalidad. Ahora este autómatas programable no puede operar por sí solo, necesita que se le agregue alguna instrucción o conjunto de instrucciones para “funcionar y que el equipo entienda el lenguaje con el que está dando un mandato el programador, a esta forma de programación se le denomina lenguaje escalera y es el principal método de escritura de código para el dispositivo” (Fernández, 2022, p. 52).

Funcionalidades de un Autómatas

- Esquema de funciones secuenciales
- Bloques de funciones
- Lenguaje Escalera

- Escritura estructural

Lenguaje Estructurado

Existen algunos lenguajes que se encuentran a disposición del programador que no son muy conocidos, sin embargo, se considera importante mencionarlos; aquellos lenguajes son denominados como:

- KOP
- FUP
- C++

Estos lenguajes se denominan estructurados pues permiten una programación en una secuencia organizada y permite observar las líneas de código de manera más fácil con la posibilidad de corrección y formulación de las tareas de un programa.

Existen bloques de funciones que permiten la inclusión de condicionales para potenciar este tipo de programación, sin embargo, la desventaja que presentan es la forma en la que se debe de aprender la sintaxis de cada uno de ellos para lograr un código estructurado.

(Fernández, 2022, p, 53)

Control de Procesos

El control de procesos guarda relación con una rama importante de la ingeniería y radica en el uso del “concepto de sistema y bloque para generar parámetros característicos y establecer normas que rigen el control en los dispositivos y procesos que se realizan en el campo industrial” (Roca, 2004, p. 1).

Control Discreto

El control discreto corresponde a sistemas que “controlan señales discretas en el tiempo, pues estas señales están permitidas a tomar cualquier valor específico dentro del rango que se les

configure, el campo de aplicación radica en las comunicaciones digitales y procesamiento de señales” (Roca, 2004, p. 431).

Control Analógico

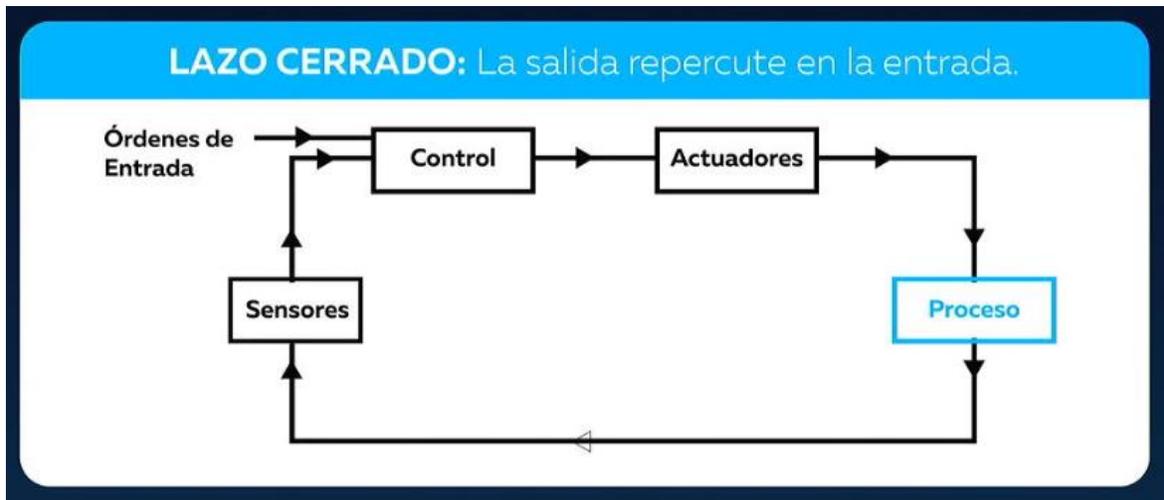
El control analógico se caracteriza por manejar señales que varían en el tiempo de acuerdo a un rango establecido, son aplicables en los controles de mando analógico para ser utilizados en variación de iluminación de un foco o led, “en la variación de la velocidad de un motor de DC y es ampliamente usado en sistemas de audio e instrumentación para medición de variables físicas” (Roca, 2004, p. 431).

Control Digital

El control digital presenta una revolución a partir del descubrimiento de los transistores por lo que se define como el control capaz de poder manejar señales digitales que son constantes en el tiempo y en otros intervalos de tiempo dejan de serlo, según Roca (2004) dice que “por lo general suelen manejar un tipo de onda cuadrada y esto es aplicable en los campos de los microcontroladores, control electrónico automotriz, microprocesadores y sistemas embebidos” (p. 431).

Control Automático en Lazo Cerrado

El control automático en lazo cerrado hace referencia al uso de las herramientas del control de sistemas para manejar estabilidad y optimización de los dispositivos, siempre que se habla de un control de lazo cerrado, según Roca (2004) dice “se quiere decir que es un sistema cuya entrada tiene realimentación proveniente de su salida y esta depende de los valores que se generen en la misma para posteriormente ser corregidas a través de algoritmos computacionales” (p. 312). Este tipo de sistemas es uno de los más utilizados en los procesos pues ayuda a optimizar variables que rigen el comportamiento de los procesos industriales

Figura 9*Diagrama lazo cerrado*

Nota. Lazo cerrado. Reproducido de Lazo Cerrado, por J. De Arriba, 2011

(<https://blog.suileraltamirano.com/contenido06-sistemas-de-control-en-lazo-abierto-y-cerrado/>).

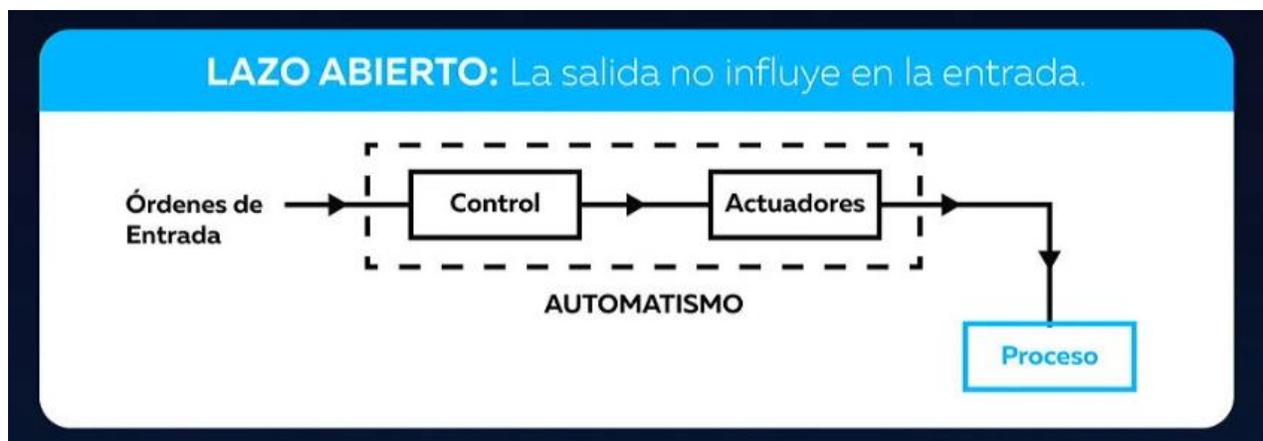
Control Automático en Lazo Abierto

El control automático en lazo abierto es otro tipo de control que a diferencia del de lazo cerrado este no depende de las variables que se generan a la salida del sistema y que según Roca (2004) nos manifiesta que:

Este tiene su enfoque en el desarrollo de sistemas de riego y motores a pruebas de cargas pues su interactividad hace que se genere energía sin considerar los aspectos de humedad y carga respectivamente, en este aspecto estos son procesos donde no se requiere precisión para el funcionamiento del sistema y se mantiene un uso eficiente de los recursos que se encuentra en la categoría del proyecto, algo que destaca es el hecho de aplicar este tipo de circuito en el manejo de agricultura sostenible. (p. 345)

Figura 10

Diagrama lazo abierto



Nota. Lazo abierto. Reproducido de Lazo Cerrado, por J. De Arriba, 2011

(<https://blog.suileraltamirano.com/contenido06-sistemas-de-control-en-lazo-abierto-y-cerrado/>).

Sistema de Ósmosis Inversa

Ósmosis Inversa

La ósmosis Inversa es un fenómeno presente en la naturaleza cuya finalidad es crear una diferencia de presiones entre dos membranas para lograr una gradiente. La ósmosis inversa en los procesos industriales suele ser utilizada para crear, se tiene en cuenta que este proceso lo tienen la mayoría de seres orgánicos para crear una separación de solutos dentro de sí. El proceso consiste en un fluido que circula por una membrana semipermeable que separa las partículas del agua logrando la filtración de agua en cada etapa.

Algo que destacan varios autores es el hecho de que en el proceso de ósmosis inversa la solución presente va de menor concentración va hacia una de mayor concentración al pasar una membrana semipermeable, esto suele ocurrir para igualar las presiones e igualmente para pasar de un estado de menor difusividad a una de mayor concentración,

se menciona que el sistema de ósmosis inversa es un conjunto de aplicaciones que mantiene un estado natural para equilibrar el sistema. (Aguay, 2023, p. 16)

Presión Osmótica

La presión osmótica es aquella propiedad física que permite el paro del proceso de ósmosis inversa donde la concentración de fluido pasa de la menor concentración al mayor grado de concentración por una membrana semipermeable, esta presión varía de acuerdo a la concentración que maneja el fluido que se encuentra dentro del sistema.

Se tiene en cuenta que la presión que debe manejar un sistema de ósmosis inversa dependiendo si el sistema es comercial o residencial varía entre los valores de 2 a 20 bares, la presión es un valor variable debido a que es una magnitud dependiente de otras como la concentración del soluto y el tipo de fluido que se encuentra dentro del sistema, el tipo de fluido dice mucho sobre la presión osmótica pues debido a su grado de viscosidad puede alterar alguna propiedad del líquido y así influir en la presión osmótica. (Aguay, 2023, p. 18)

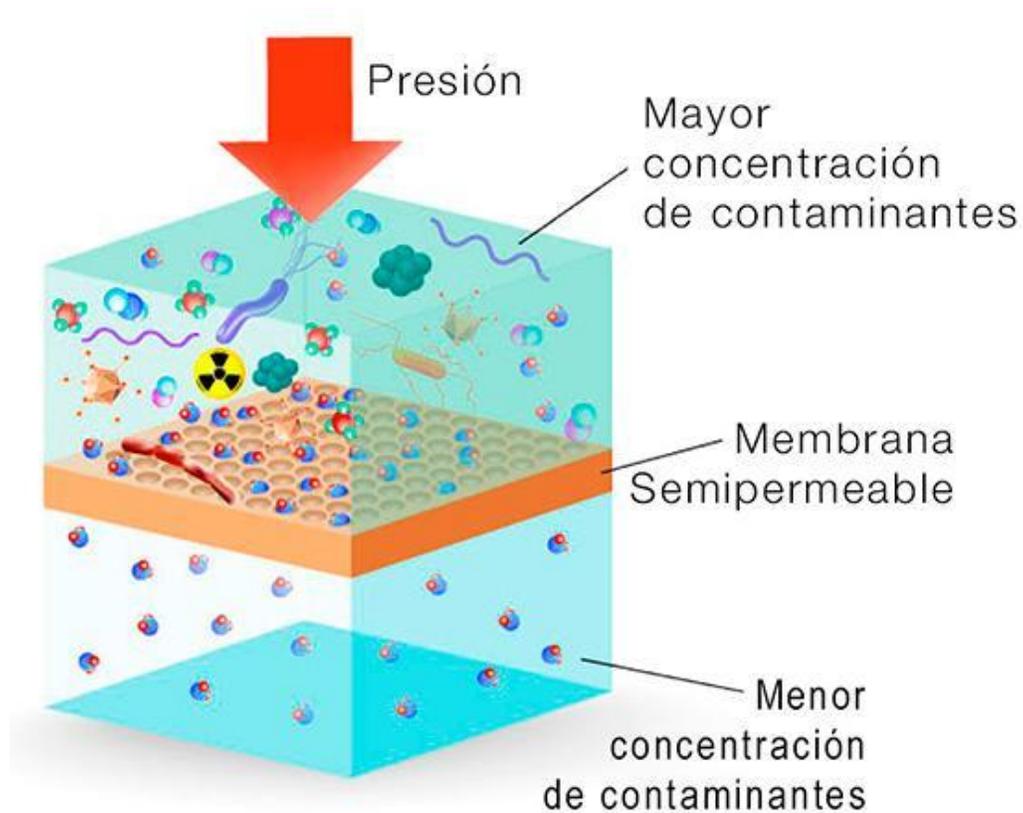
Membranas Semipermeables

Son membranas compuestas por estructuras que permiten la circulación de ciertas sustancias como el agua e impiden el paso de otras como el soluto que en menor concentración son consideradas impurezas dentro de un disolvente, la finalidad de las membranas es la de impedir que circulen estas impurezas como salobres, sal, partículas externas y suciedades que se encuentran dentro del agua, separan de manera selectiva las sustancias contaminantes del disolvente, debido a que se habla de permeabilidad es relevante conocer que el paso de solvente por estas membranas es significativo y el paso de soluto llega a ser poco ya que presentan permeabilidad frente a agentes de mayor tamaño.

En gran medida las partículas salobres afectan la purificación del agua, es por ello que se realizan muchas investigaciones en el campo de la purificación de agua para intentar paliar los efectos negativos que tienen estos agentes externos al agua para consumo humano. (Aguay, 2023, p. 19)

Figura 11

Membranas Semipermeables



Nota. Sistema de Ósmosis. Reproducido de Membranas semipermeables, por M. Gómez, 2015 (<https://www.sefiltra.com/cuando-es-necesario-instalar-un-equipo-de-osmosis-inversa/>).

Constitución del Sistema de Ósmosis Inversa

Pretratamiento

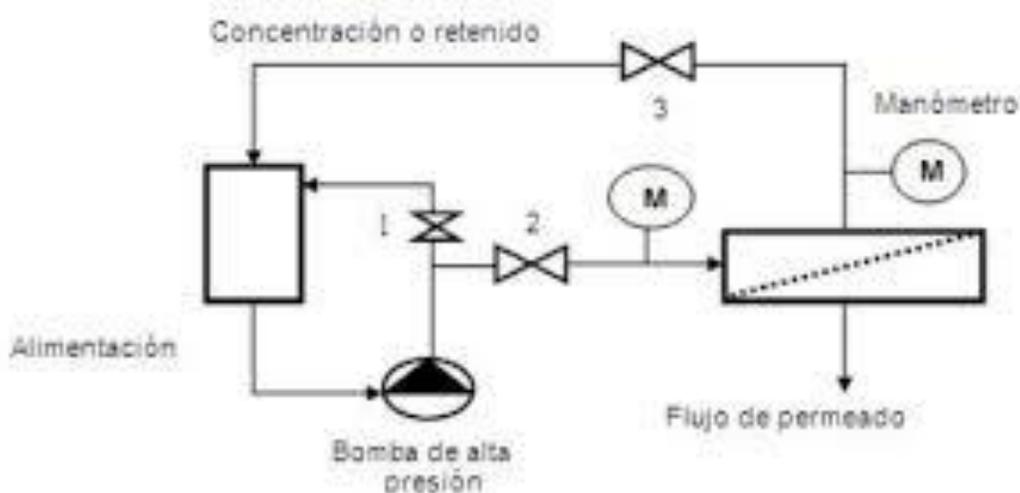
La etapa de pretratamiento constituye una primera vista al sistema de ósmosis inversa pues se realiza una filtración de elementos gruesos presentes en el fluido, la finalidad es separar estas partículas del disolvente para no perjudicar los sistemas que se encuentran después del proceso, la desaireación es un segundo proceso donde se elimina el oxígeno disuelto, debido a que este elemento químico puede provocar la corrosión de los elementos que conforman la membrana osmótica, llegando a perjudicar los sistemas subsiguientes.

La suavización es un tercer ciclo que aporta valor al sistema pues se encuentran altas concentraciones de iones de calcio lo que permite reducir la formación de porosidades en las membranas, para lograr aquello se utiliza los intercambiadores de iones para suavizar el agua y dejarlo en ciertos parámetros de conductividad establecidos; la desinfección como etapa previa al acondicionamiento prevé la formación de bacterias, virus y otros microorganismos que pueden dañar el estado del fluido causando una contaminación al disolvente. El cloro es el principal elemento químico utilizado para trabajar en materia de desinfección, luego se realiza un acondicionamiento químico que consiste en reajustar en ciertos casos el pH del fluido, en este caso del agua debido a que el efecto en el consumo humano afecta radicalmente en su sistema digestivo, debido a un pH demasiado alto o bajo. (León, 2023, p.12)

Finalmente, lo que se llega a lograr es una microfiltración del sistema para eliminar partículas demasiado finas que hayan pasado durante toda la etapa de tratamiento del agua. En la figura 12 se puede apreciar un circuito hidráulico donde se observa una etapa de pretratamiento para el sistema de ósmosis inversa.

Figura 12

Pretratamiento



Nota. Pretratamiento. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Bomba de Alta Presión

Las bombas de alta presión son aquellas que permiten la circulación del fluido y a causa de ello se eleva la presión del líquido logrando atravesar las membranas semipermeables llevando consigo una mayor presión osmótica. Estas bombas cumplen la función de generar la presión necesaria para hacer circular el agua hacia las membranas facilitando el proceso de ósmosis inversa, la presión que maneja cierta bomba depende en gran medida del diseño o la operatividad para lo que este diseñada, esta presión puede variar de 5 a 100 bares aproximadamente. En cuanto a la eficiencia energética se tiene sistemas modernos de bombas las cuales permiten un ahorro de consumo eléctrico de acuerdo a las diversas etapas del procedimiento.

La compatibilidad con el fluido de alimentación es una variable a considerar pues se debe mantener las características del fluido con el que se esté trabajando para no perjudicar los elementos de la máquina eléctrica debido a características innatas del líquido.

Figura 13

Bomba de alta presión



Nota. Bomba de alta presión. Reproducido de Bombas de alta presión, por M. Augusto, 2011 (<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Revisar-la-bomba-de-combustible-de-alta-presion-69306/>).

Sistema de Membranas

El sistema de membranas corresponde a los elementos que conforman los componentes para dividir los agentes externos del solvente lo que permite el paso del solvente original salvaguardando sus propiedades físicas y químicas.

Algunas de estas etapas radican en la eliminación de contaminantes, sales y sólidos disueltos en el fluido. “El solvente siempre tendrá residuos en sus puntos más cercanos a la orilla, pues se encuentra expuesto a los contaminantes del medio ambiente” (León, 2023, p. 16).

Ciertamente estos sistemas de membranas se componen de un cierto número de estructuras que impiden el paso de moléculas hacia la etapa de filtración, gracias a que el tipo de material son polímeros y cerámicas estos pueden ser reemplazados cuando presentan daños en los módulos de filtración.

Nanofiltración

Contiene membranas con inclusiones de mayor diámetro que las convencionales que retiene los solutos de gran tamaño y dejando pasar iones que afectan positivamente la calidad del líquido.

Microfiltración

La microfiltración permite el paso del solvente dejando atrás partículas o agentes externos a través de filtros muy pequeños llegando al punto de clarificar el agua y eliminar los sólidos que se encuentran suspendidos.

Sistemas de Ósmosis Inversa por su Tipo de Energía

Los sistemas de ósmosis inversa son aquellos que permiten la purificación del agua, mantienen un servicio en campo y en residencias de acuerdo a la implementación del proyecto, se enuncian los equipos de presión de red y de bomba.

Sistemas de Ósmosis Inversa de Presión de Red

Los sistemas de ósmosis inversa son aquellos que pueden funcionar a través de la presión de red, esta presión es generada por el propio sistema donde tiene un canal de distribución que permite que funcione bajo ese principio.

Figura 14*Sistema de membranas de presión de red*

Nota. Presión de ósmosis. Reproducido de Bombas de alta presión, por M. Augusto, 2011 (<https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-es-la-osmosis-inversa-problemas-y-soluciones-en-el-tratamiento-de-agua/>).

Sistemas de Ósmosis Inversa con Bomba

Según León, F. (2023) dice que “Los sistemas de bomba para la ósmosis son aquellas que permiten la impulsión del líquido con equipos que están automatizados para el proceso de forma general” (p.45). Los aparatos para este proceso vienen con el motor incluido y tienen la ventaja de añadir una presión mayor a la de la red.

En la actualidad estos sistemas están siendo los más populares dentro de los equipos para abstraer el agua a partir de las plantas y fuentes de agua, los equipos cuentan con características que pueden funcionar adecuadamente.

El compresor mantiene un flujo continuo y por medio de las membranas permite la correcta transmisión del fluido hacia el tanque de reserva para el almacenamiento. Tienen de

entre dos a 4 membranas para circular en los conductos y es limpiada de las impurezas contenidas en sus principales ductos y mangueras.

Figura 15

Sistema de membranas de presión de bomba



Nota. Sistema de membranas para bomba, Reproducido de Bombas de lata presión, por M. Augusto, 2011 (<https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-es-la-osmosis-inversa-problemas-y-soluciones-en-el-tratamiento-de-agua/>).

Sistemas de Ósmosis Inversa por su Capacidad de Producción

Lugares Residenciales

Los lugares residenciales son ideales para mantener la puesta en marcha de proyectos donde la ósmosis inversa tiene mucha relevancia, es claro mencionar que esto se aplica para proyectos de carácter residencial o doméstico, las mangueras que son usadas en este tipo de sistemas son muy delgadas por lo que se utiliza un mini compresor para absorber el agua procedente de la fuente de almacenamiento, se maneja un caudal de aproximadamente 10 a 100 galones por minuto.

Estos aparatos son usados para proveer líquido puro por cada 50 galones al día. Suelen colocarse debajo de los lavaderos de la casa, el agua purificada sale a través de las mangueras de salida lo que permite que las membranas hagan su trabajo de ósmosis. Las mangueras son de 1/8 pulgadas y se colocan en el circuito de purificación, contiene acoples universales para las mangueras que no permiten el escape de agua en sus orificios.

Figura 16

Sistema de ósmosis para lugares residenciales



Nota. Equipo de ósmosis para lugares residenciales. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Lugares Comerciales

Los equipos de ósmosis inversa en lugares comerciales son más sofisticados en comparación con los sistemas residenciales de acuerdo al circuito implementado, las membranas que tiene este tipo de equipos son varios que van en el orden de 5 a 20 membranas osmóticas, se maneja un caudal que va en el orden de los 100 a 10000 galones por minuto.

Cada equipo está formado por múltiples membranas que se distribuyen al igual que los sensores de conductividad, una característica peculiar de esto es que les permite dejar el líquido en una calidad superior a la que es enviada por la empresa de agua potable, se encuentran construidas por estructuras que dan apoyo a los elementos de seguridad y accionamiento a la bomba centrífuga.

Figura 17

Sistema de ósmosis para lugares comerciales



Nota. Sistemas de ósmosis para lugares comerciales. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Lugares Industriales

Los lugares donde se instalan los sistemas de purificación de agua en los sitios industriales tienen características más sofisticadas de las residenciales y las comerciales pues

necesitan brindar un mayor control, seguridad y eficiencia del trabajo requerido en las plantas de tratamiento, el número de membranas que se manejan está en el orden de los 20 a 50 membranas osmóticas.

El caudal manejado es de los 10 000 galones por minuto y esto es debido a que se contiene mayor cantidad de agua en las mangueras de distribución por lo que se necesita un mayor diámetro en las tuberías que serán distribuidas en el circuito de transmisión de agua, normalmente se maneja un mínimo de una pulgada con grado alimenticio para asegurar la confiabilidad y sanidad del caudal suministrado.

Figura 18

Sistema de ósmosis para lugares industriales



Nota. Sistemas de ósmosis para lugares industriales. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Sistemas de Ósmosis Inversa por Etapas

Los sistemas de ósmosis inversa están diseñados para funcionar en distintas etapas por lo que existen dos principales y son las de una etapa y las de múltiples etapas.

El proceso puede verse influido por los distintos pasos de membranas que tienen los equipos y como se ha visto en los aparatos se ha detallado las características de forma individual. Varios filtros divididos en etapas, pre filtros, filtros de carbón activados, membranas de ósmosis inversa y post filtros derivados del sistema de varias etapas.

Ósmosis por una Etapa

El principal detalle en este tipo de equipo es la capacidad de poder ser un circuito simple donde se obtiene una primera etapa de pre filtración para partículas con volúmenes grandes, luego una filtración de partículas finas, lo que hace que en esta última etapa se manejen ciertas cantidades de impurezas separadas de los depósitos.

La ósmosis de una etapa presenta ventajas considerables como son un costo inicial más bajo debido a que no se utiliza demasiados dispositivos y de alto costo en la materia prima, espacio reducido para la colocación de los elementos constituyentes del arreglo ya que permiten colocarse de forma ordenada y flexible acomodándose en un espacio de poca dimensión y un mantenimiento más sencillo ya que conforma un menor número de aparatos interconectados entre sí debido a la fácil visualización de los problemas ya que coexisten menos dispositivos en el equipo. (León, 2023, p. 22)

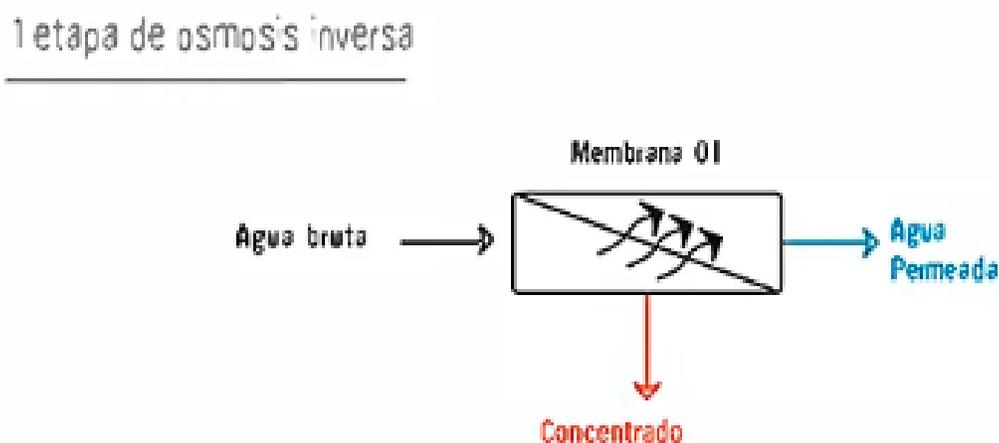
El consumo de energía que recibe un equipo de etapa simple es de fácil asimilación pues no requiere de grandes cantidades de corriente para funcionar por lo que se diseña de acuerdo a su compactación y proyección, la eficiencia energética y el ciclo de trabajo influyen en los

sistemas ya que permiten trabajar en un cierto límite de horas y bajo ciertos parámetros descritos en la ficha técnica aportada por el fabricante.

Es por ello que los sistemas de ósmosis inversa en una etapa son viables cuando se requiere facilidad de mantenimiento ya que no cuentan con muchos dispositivos interconectados entre sí, la mayoría de circuitos se simplifican por lo que un diseño de estos sistemas no requiere comprensión absoluta, la capacidad de producción nada más se retrae ya que no tiene mucha retención de partículas en el proceso de filtración por lo que puede existir taponamientos en los ductos de circulación del agua.

Figura 19

Sistema de ósmosis inversa de una etapa



Nota. Sistemas de ósmosis de una etapa. Reproducido de ósmosis por etapas, por A. Pastor, 2014 (pureaqua.com/blog/qu-es-osmosis-inversa-ro-industrial/).

Ósmosis por Doble Etapa

El sistema de ósmosis por doble etapa es aquel que utiliza múltiples procesos para derivar el agua a su estado puro, por lo que se requiere mayor pureza en cuanto a requerimientos, las membranas son conectadas a partir del agua que viene de la red de agua potable al enviar esta

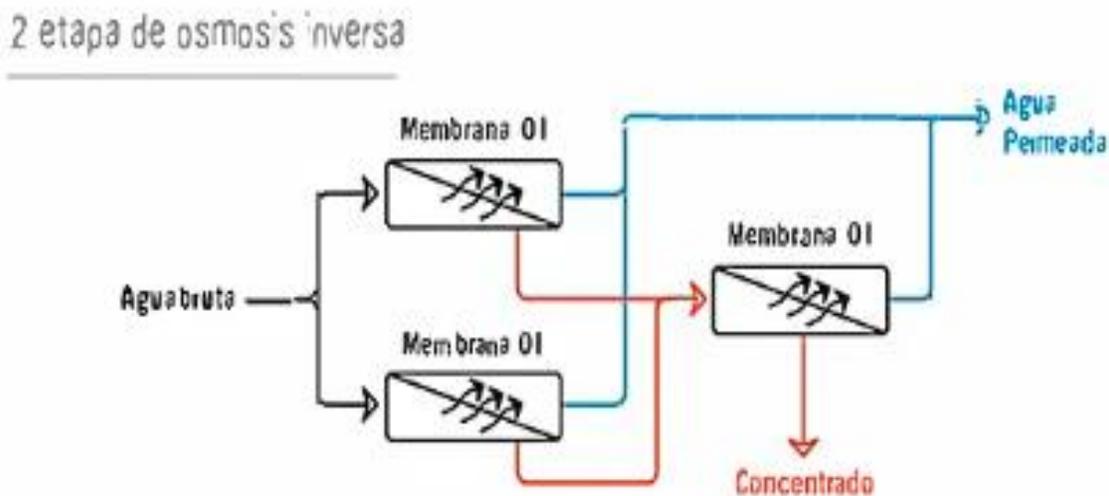
agua hacia la máquina donde se procede a derivar hacia una filtración extra para purificar el agua y luego al finalizar el proceso se procede nuevamente a enviar el líquido a otra membrana para realizar el proceso de filtrado posterior.

Se logra con este sistema es purificar en mayor medida el agua que se tiene en el circuito, los sistemas de doble etapa son demasiado caros y presentan ventajas en cuanto a la calidad de líquido que se obtiene al finalizar el proceso de tratamiento pues cada sección del trabajo permite que este trabaje por varias etapas de filtrado donde se garantiza la mejora continua.

Un proceso dado por ósmosis de doble etapa mantiene una doble filtración para circulación del agua por lo que los planteamientos en estos sistemas son más especiales y rigurosos.

Figura 20

Sistema de ósmosis inversa de doble etapa



Nota. Sistemas de ósmosis por varias etapas. Reproducido de ósmosis por etapas, por A. Pastor, 2014 (pureaqua.com/blog/qu-es-osmosis-inversa-ro-industrial/).

Aplicaciones Industriales Usando el Sistema de Ósmosis Inversa

Se encuentran en varios ámbitos de aplicación industrial y cada una tiene la finalidad de lograr la purificación del líquido con el que se esté trabajando, se tiene en cuenta que por lo general estos sistemas de ósmosis inversa son conocidos por usar sus equipos para tratar el fluido y llevarla a su punto de purificación sin embargo existen otros procesos los cuales utilizan otro tipo de fluidos como la industria alimentaria, química y minera. Cada una tiene su enfoque y principalmente aprovecha la tecnología de la purificación de agua para lograr su cometido.

Tratamiento de Agua Potable

El tratamiento de agua potable usando sistemas de ósmosis Inversa es ampliamente utilizado para separar los contaminantes del solvente que es el agua. Comienza por una etapa de pretratamiento donde se realiza procesos de filtración, desinfección y suavización del agua, se bombea agua por medio de la presión que maneja la bomba centrífuga para vencer a la presión osmótica que es soportada por las membranas, de tal manera que se rechace los contaminantes y permitan purificar el agua de manera correcta.

Figura 21

Red de tuberías para tratamiento de agua potable por ósmosis inversa



Nota. Red de tubería para agua potable. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Producción de Agua para Vapor

La producción de agua de vapor es usada a menudo en el procesamiento de alimentos por lo que se tiene a disposición los procesos de generación de vapor como una red de tuberías para canalizar el agua hacia un espacio destinado a la evaporación de agua, es utilizado para cocer alimentos, lo que se trata de lograr con ello es contribuir a mantener la calidad de agua para prevenir la acumulación de minerales y partículas que perjudiquen la calidad de los alimentos.

Uno de los campos más solicitados para la aplicación de la ósmosis en la industria es la producción de agua para vapor y en ello radica la importancia de retirar las impurezas del agua con el “objetivo de sanear el líquido y utilizarlo en un campo particular como es la producción de vapor para los alimentos, es necesario para tratar de preservar en ciertos casos las piezas móviles de un motor Stirling que es aquel que funciona con vapor de agua” (León, 2023, p. 26).

Figura 22

Tratamiento de agua a vapor usando ósmosis Inversa



Nota. Red de tubería para agua potable. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Desalado de Alimentos

La industria para el desalado de alimentos es un ejemplo para la aplicación de los sistemas de ósmosis inversa pues se entiende en particular que los mariscos son una fuente de alimento que constituyen una fuente de proteína y vitaminas por lo que es muy demandado en el

sector de restaurantes, esto involucra que se utilicen en ciertos lugares los procesos de ósmosis inversa para retirar la cantidad de sal excesiva en los mariscos, lo que se llega a realizar es la purificación del agua, erradicando todo tipo material contaminante y sal que se encuentren en los alimentos.

El agua pasa por un proceso de purificación donde ya no se retiran contaminantes, sino más bien se retiran la sal que se encuentra dispersa en el solvente, la clave está en utilizar procesos de evaporación para también separar el cloruro de sodio de la disolución, al hacer esto se deja condensar el agua debido a que ya ha llegado a su punto de ebullición en la parte de producción de calor y posteriormente la separación en la fase de condensación.

Figura 23

Tratamiento de agua para desalado de alimentos usando Ósmosis Inversa



Nota. Tratamiento de agua salada. Reproducido de constitución de ósmosis inversa, por J. Alvarado, 2015 (<https://esidin.blog/2020/06/11/disenio-de-un-sistema-de-osmosis-inversa/>).

Tratamiento de Agua para Calderas

El campo del tratamiento de agua para calderas utiliza un sistema de purificación que de igual manera interviene el proceso de ósmosis inversa, pues en el proceso de tratamiento del agua se debe realizar un pretratamiento para eliminar impurezas que puedan obstruir o dañar la membrana de ósmosis inversa, lo que generalmente implica la eliminación de sólidos suspendidos, las suciedades e incluso productos químicos que pueden causar taponamientos en la membrana impidiendo su buen funcionamiento, los métodos de pretratamiento pueden incluir filtración, desgasificación, dosificación química y desmineralización.

Inmediatamente después de que el agua ha sido previamente tratada, se introduce en el proceso de purificación de agua donde se somete a alta presión, forzándola a través de una membrana semipermeable. Estas membranas retienen selectivamente contaminantes como sales disueltas, sólidos suspendidos y compuestos orgánicos, al tiempo que permiten el paso de agua limpia. El resultado es una corriente de agua limpia y de calidad llamada agua permeada, que se recoge para su uso en la caldera.

En el proceso de ósmosis inversa, parte del agua de alimentación se convierte en agua permeada, mientras que el resto se convierte en una corriente concentrada que contiene contaminantes atrapados en la membrana. Esta corriente concentrada, también conocida como residuo de desecho o producto de desecho, se elimina del sistema y puede tratarse o eliminarse adecuadamente de acuerdo con las regulaciones ambientales y las prácticas de gestión de desechos. (León, 2023, p. 28)

El tratamiento posterior en algunos casos, el agua permeada producida por el sistema de ósmosis inversa puede requerir un tratamiento adicional antes de ser utilizada en la caldera. Esto puede incluir mineralización para ajustar la química del agua y prevenir la corrosión y

desgasificación para eliminar los gases disueltos que pueden causar problemas de rendimiento de la caldera.

Producción de Agua para Uso Domestico

En la actualidad el agua para uso doméstico es la mayor necesidad demandada por la población, pues es un recurso inagotable y se necesitan brindar las facilidades para poder entregar el agua al consumidor final con las garantías debidas.

En ello, Barrientos (2014) mención que “en el pretratamiento al igual que con el tratamiento del agua de la caldera, el agua cruda puede requerir un tratamiento previo para eliminar sedimentos, cloro, materia orgánica y otras impurezas que pueden dañar la membrana de ósmosis inversa” (p. 14). Dependiendo de la calidad del agua entrante, esto puede incluir el uso de filtros de sedimentos, filtros de carbón activado y otros dispositivos de pretratamiento.

El agua recién tratada se introduce en un sistema de ósmosis inversa y se fuerza a través de una membrana semipermeable a alta presión. Estas membranas retienen selectivamente contaminantes disueltos y suspendidos, como sales, metales pesados, bacterias y virus, mientras que el agua limpia (llamada agua permeada) pasa a través de la membrana. Por otro lado, el almacenamiento y distribución del agua purificada se recoge en un tanque de almacenamiento especial y se almacena hasta que se necesita.

El agua purificada se descarga del tanque de almacenamiento a través de un grifo especial instalado en el fregadero de la cocina u otro punto de uso en el hogar. Para mayor comodidad, algunos sistemas de ósmosis inversa también pueden equiparse con un dispensador de agua en el frigorífico. En el proceso de ósmosis inversa, parte del agua suministrada se convierte en agua permeada, mientras que el resto se convierte en una corriente concentrada que contiene contaminantes retenidos en la membrana.

“Este flujo concentrado, o desechos, se elimina del sistema y puede usarse directamente para drenaje o reciclaje, según las regulaciones locales y las prácticas de manejo de desechos” (Barrientos, 2014, p. 19). El pretratamiento de agua dentro de estos sistemas es importante porque manejan cierto riesgo de contaminación en caso de no contar con las medidas de seguridad establecidas para el tratamiento de aguas para consumo humano, se intenta que el equipo sea revisado de manera continua para tener las correctas medidas de seguridad.

Las políticas de cuidado para los sistemas de purificación de agua son indispensables en el tratamiento de estos procedimientos pues permiten alcanzar los estándares de seguridad establecidos por los comités de sanidad, al igual que la calidad de agua utilizada para el tratamiento de alimentos.

Figura 24

Tratamiento de agua para alimentos



Nota. Agua para procesos industriales. Reproducido de Carbotecnia, por H. Díaz, 2016 (carbotecnia.info/aprendizaje/tratamiento-de-agua/agua-para-procesos-industriales/).

Sistemas de Refrigeración

Los sistemas de refrigeración comprenden aspectos de climatización y dentro de estos bloques de trabajo se encuentran los compresores que permiten la circulación del líquido refrigerante, cada elemento de un sistema de refrigeración tiene una función importante en un circuito de enfriamiento.

Según Herrera (2007) dice en su tesis de investigación sobre los sistemas de refrigeración que normalmente no utilizan ósmosis inversa en el proceso de enfriamiento.

Los sistemas de refrigeración suelen utilizar agua para transferir calor directamente (en un sistema de refrigeración por agua) o indirectamente a través de una torre de agua de refrigeración. En estos casos, el agua utilizada puede requerir algún tratamiento para prevenir la corrosión, la incrustación y el crecimiento microbiano, pero rara vez se utiliza la ósmosis inversa para este propósito. En cambio, los métodos comunes de tratamiento de agua para sistemas de enfriamiento incluyen ablandamiento, desinfección, eliminación de sólidos suspendidos y estabilización del pH. Estos tratamientos están diseñados para mantener la calidad del agua a un nivel que garantice la eficiencia y longevidad del sistema de enfriamiento, pero no necesariamente requieren el tipo de tratamiento que proporciona la ósmosis inversa. (p. 15)

Por lo tanto, para un tratamiento de agua en la industria alimentaria es necesario conocer los aspectos de neutralidad del agua ya que la calidad de agua no debe afectar en ninguna medida los alimentos expuestos al procedimiento.

Control de la Corrosión e Incrustación

La corrosión es un factor que afecta principalmente a objetos de metal que se encuentran en el entorno como lo es el acero, y depende en gran medida cual sea el contenido del acero para

determinar cuán afectación va a tener a medida de la exposición del entorno húmedo que es el principal factor por las que se corroe un material.

Existen variedad de materiales que permiten que un material pueda ser corroído de manera permanente; sin embargo, existen otros procesos que permiten que el acero pueda revertir este proceso natural, es el bañado o metalizado de un acero colocando cobalto para la protección de las superficies y que según López (2015) dice que:

Aunque la ósmosis inversa no se utiliza directamente para controlar la corrosión y las incrustaciones en los sistemas de refrigeración, puede facilitar indirectamente dicho control proporcionando agua de alta calidad y baja disolución de sal. El agua purificada por ósmosis inversa tiene niveles más bajos de sólidos disueltos y contaminantes, lo que ayuda a reducir el riesgo de incrustaciones y corrosión en los equipos de refrigeración. La acumulación de revestimiento en el intercambiador de calor reduce la eficiencia de la transferencia de calor y aumenta la resistencia al flujo, lo que resulta en un rendimiento reducido del sistema de enfriamiento. La ósmosis inversa ayuda a reducir el riesgo de incrustaciones al proporcionar agua de alimentación con un bajo contenido de sal. (p. 11)

Debido a los electrolitos y ciertos agentes oxidantes de las sales, estos hacen que el proceso de oxidación se magnifique, lo que se trata de evitar en ello es que las sales afectan en gran medida al recipiente que lo contiene, pues para ello es un requisito indispensable la eliminación de sal en el solvente ya que el proceso de ósmosis reduce la concentración de sal.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Una metodología estructurada comprende aspectos importantes en la investigación, un enfoque descriptivo es un tipo de metodología la cual se ha aplicado en el presente proyecto para hacer posible el desarrollo e interpretación de datos sujetos a pruebas.

Según Chanto (2021) sobre la investigación descriptiva y de metodología y desarrollo menciona que:

Es aquella donde la fase de tipo exploratorio es una investigación que se hace para obtener un primer elemento de una situación para luego profundizar y la fase descriptiva tiene el objetivo de describir los fenómenos; el alcance de esta investigación es longitudinal, debido a que los datos del estudio se recabaron en un tiempo determinado, además de ser de tipo no experimental. Las técnicas para la recolección de datos fueron la encuesta, la observación y la revisión bibliográfica (p. 3).

Se tiene en cuenta la relevancia que comprende aplicar una metodología para aplicaciones prácticas en los proyectos de carácter técnico, además se entiende que los proyectos no siempre involucran una metodología para el mismo enfoque por lo que se ha dispuesto una investigación sobre la metodología apropiada al tipo de proyecto que se maneje en este informe de investigación.

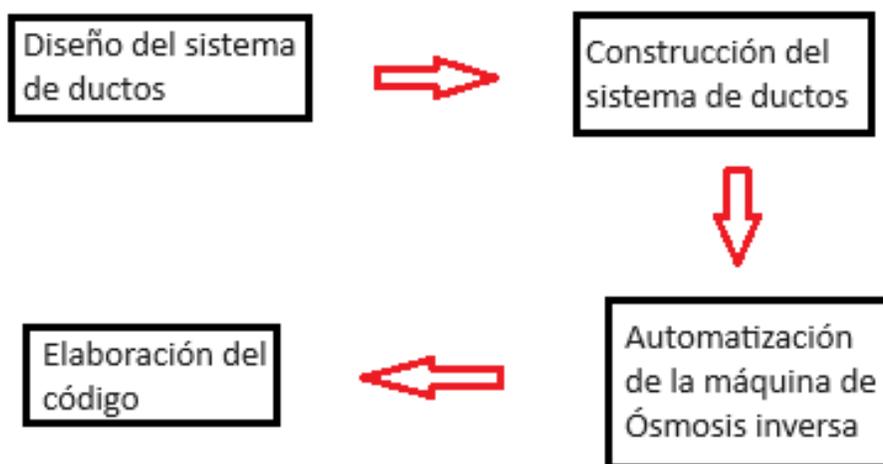
Se detallan acciones para lograr una excelente descripción de datos en los establecimientos de prueba, el establecimiento de prueba viene siendo el lugar donde se realiza las conexiones y arreglos técnicos para lograr suplir la necesidad del sistema, algo importante es destacar que el enfoque descriptivo analiza cada parte por separado y da a conocer el detalle de cada aspecto de la máquina para luego unir todo y generalizar resultados.

De acuerdo al tema de investigación se destacan los siguientes aspectos para levantar la metodología del sistema de ósmosis inversa, se considera empezar de un punto donde se hagan los respectivos análisis para levantar el proyecto como lo es un diseño, en esta parte interviene la adecuación de las tuberías para el equipo de ósmosis, después la construcción que es una interpretación de lo que se ha descrito en la fase de planificación

Además, en la siguiente imagen se muestra un esquema de la manera en la que se consideró oportuno realizar la automatización del equipo de ósmosis.

Figura 25

Esquema de diseño y construcción del sistema para la automatización



Nota. En la imagen se muestra el esquema que se implementará para el desarrollo del proyecto el cual busca automatizar el equipo de ósmosis inversa.

Diseño del Sistema de Ductos

Un diseño efectivo para el sistema de ósmosis inversa viene siendo la caracterización de las instalaciones del sistema de ósmosis, estas instalaciones en cuanto a la tubería se pueden ver en el anexo 1, un diseño tendría la finalidad de obtener datos del entorno para adecuar las mejores condiciones para el trabajo de la máquina.

El diseño ha sido realizado en un software de diseño para la identificación de las tomas de agua del sistema de purificación donde se ha detallado las características de la tubería y la nomenclatura que lleva cada una de ellas.

Construcción del Sistema de Ductos

La construcción del sistema se ha podido realizar evaluando el diseño de las instalaciones del cuarto de máquinas, se ha considerado el caudal de entrada y salida del equipo para determinar los requerimientos de la bomba hidráulica a importar, una vez adquirida se procede a conectar las mangueras y accesorios para mandar un caudal efectivo hacia el sistema, se realizarán las instalaciones requeridas y agujeros necesarios para ajustar el motor centrifugo a la estructura.

Figura 26

Tubería de entrada de agua al equipo



Nota. En la imagen se puede observar como la tubería de agua es conectada al equipo de ósmosis inversa, en las uniones se encuentra teflón para evitar el goteo y pérdida de líquido.

La tubería que se instala en el cuarto de máquinas tendrá que ser considerada de grado alimenticio para conocer que este dentro de los parámetros establecidos para circulación del líquido, de acuerdo al Anexo 1 se observa como entra una tubería de 1” para la comunicación con el tanque de almacenamiento, de igual manera estas dos derivaciones tienen tubo de acero inoxidable de grado alimenticio para preservar el líquido que circule por el sistema de ductos.

El conocer estos aspectos del tubo ayudará a que el sistema pueda construirse de manera efectiva utilizando los accesorios para comunicar el agua, el tubo utilizado para la construcción constará de las mismas características que el tubo de entrada y salida de agua, solo que de menor diámetro pues ya se colocará dentro de la máquina y no ocupa grandes volúmenes de agua para el transporte.

Figura 27

Accesorios para la circulación de agua



Nota. En la imagen se puede observar los accesorios para el circuito de agua como llaves de paso y válvula solenoide.

La velocidad de flujo que se maneja en la salida tampoco es de mayor consideración para el diseño del equipo, el motor centrífugo se colocará en forma transversal a la máquina para que permite el apoyo a la estructura y se sujetara por medio de pernos de fijación, finalmente se realizará la unión de los accesorios al álabe del motor centrífugo.

Figura 28

Sujeción de la tubería y conexión de accesorios a la bomba centrífuga



Nota. En la imagen se muestra la conexión de los accesorios en la salida a la bomba centrífuga para después instalarla en la máquina de ósmosis inversa.

Automatización de la Máquina de Ósmosis Inversa

Consiste en la conexión eléctrica y uso de un autómata programable para controlar el sistema de mando del equipo, esta automatización es lograda a través del uso eficiente de los recursos en cuanto a memoria del PLC, una vez se haya manejado un diagrama eléctrico que proponga suplir las necesidades del sistema se procederá a realizar la implementación del código.

Se utiliza como autómata programable un Logo Uno, dos contactores y relés térmicos para el accionamiento de las dos bombas en cuestión.

Figura 29

Conexión de las salidas de la bomba eléctrica centrífuga al primer contactor para la transferencia automática al cambio de ciclo



Nota. Sobre la caja plástica se colocan los contactores que en la imagen se están conectando para el cambio de transferencia de ciclo de la primera bomba, lo cual permitirá que en la etapa de trabajo funcionen independientemente.

Elaboración del Código

La implementación del código consistió en el desarrollo del algoritmo en lenguaje Ladder usando Logo Soft para controlar los ciclos de trabajo para la bomba centrífuga de doble etapa, es útil conocer que la memoria de trabajo del PLC fue optimizada. La elaboración del código comienza por colocar un circuito paro marcha de forma que se accionen los contactores de acuerdo al pulso de los botones, se colocan los contactos normalmente cerrados de KM3 y KM2 para asegurarse que no entre en funcionamiento la segunda bomba implementada ya que provocaría un cortocircuito, estos enviarán una salida a la memoria 1 del contactor KM1 y la memoria 2 de KM2.

Se implementa la activación de un temporizador interno conectado a la tecla de activación del logo para programar el tiempo de manera manual para el llenado de agua, además como sistemas de protección se toma en consideración un circuito de paro de emergencia.

Las conexiones auxiliares del sistema están adaptadas para manejar el control del accionamiento de los conductores que conectan a las bombas y es indispensable estos bloqueos a través de los contactos auxiliares para que las dos bombas entren en funcionamiento y más bien solo una se encuentre trabajando de acuerdo a las necesidades del sistema.

Motor Centrifugo de Agua

La bomba centrífuga es la encargada de realizar la absorción de agua hacia al sistema de ósmosis, la bomba está ubicada en la parte inferior de la máquina. En cuanto a la parte eléctrica un motor centrifugo de agua es conectado a través de las borneras de alimentación a la corriente eléctrica, su diseño es tal que permite absorber el agua necesario para transportarlo a la máquina y ejecutar el trabajo requerido.

Figura 30

Motor centrifugo de agua



Nota. En la imagen se muestra el tipo de bomba requerida para la instalación en la máquina de ósmosis de agua.

Desmontaje del Tablero Eléctrico

Seguidamente se realizó el desmontaje del tablero principal del sistema de control que se encontraba instalado en la máquina, el cual no permitía el control de dos bombas centrífugas ocasionando que el proceso de purificación tardará demasiado.

Figura 31

Caja eléctrica de mando para el sistema de ósmosis



Nota. En la imagen se muestra el tablero de control de ósmosis inversa.

Selección de la Pantalla TDE

Para el control y monitoreo del sistema automático se procedió seleccionando una pantalla TDE con interfaz de logo V8 el cual ayudará al encendido y apagado de las bombas centrífugas, una de las ventajas por el cual se utilizó este tipo de pantalla es la facilidad de incorporar las señales de fallo de ambas bombas y el funcionamiento de la bomba 1 y bomba 2.

Figura 32*Pantalla TDE V8*

Nota. En la imagen se muestra una pantalla de monitoreo compatible con el logo V8.

Bomba de Ósmosis

La bomba de ósmosis se utiliza para elevar la presión del agua que se encuentra en el sistema permitiéndole pasar por la membrana osmótica, a través de eso elimina las impurezas, los contaminantes y las sales que se encuentran presentes.

Figura 33*Bomba de ósmosis*

Nota. En la imagen se muestran las especificaciones de la bomba centrífuga.

Membranas Osmóticas

Estas membranas son las que precisan en el sistema para filtrar el agua

Figura 34

Membranas Osmóticas



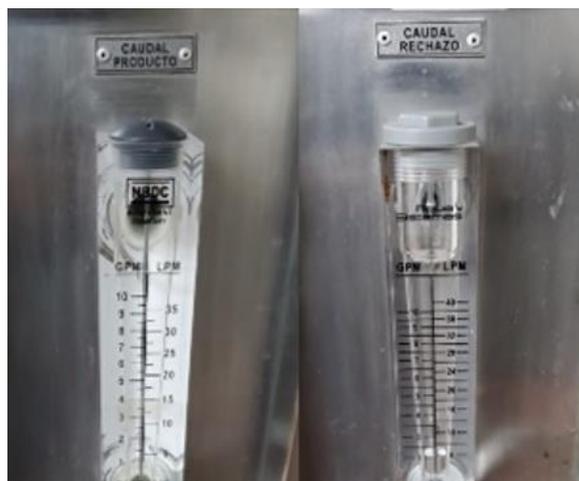
Nota. En la imagen se muestran las membranas de ósmosis inversa.

Medidores

La máquina posee medidores de caudal de producto y de rechazo para conocer si el caudal que sale es el mismo que el que ingresa.

Figura 35

Medidores de caudal



Nota. En la imagen se muestran los indicadores de nivel de caudal de producto y rechazo.

Montaje del Sistema Mecánico

Bomba Centrífuga de Doble Etapa

Se adquiere la nueva bomba centrífuga la cual irá colocada en el sistema de ósmosis para trabajar simultáneamente a la primera bomba, esto ayudará a que las bombas tengan cierto ciclo de descanso. La bomba importada tiene accesorios los cuales están conectados con la carcasa del caracol para el flujo de agua.

Figura 36

Bomba centrífuga de agua con accesorios



Nota. En la imagen se muestran los accesorios para la instalación de la nueva bomba centrífuga.

Montaje de Accesorios

El montaje de los accesorios fue realizado usando una llave de tubo y para sellar las entradas se usó teflón, la bomba tiene un par de conexiones hacia la boquilla donde se sella las aberturas para evitar fugas de agua y transferir de manera adecuada el flujo, se observa en la imagen también la válvula de apertura para entrada y salida de agua. Los acoples están diseñados

para mantener una unión con las tuberías que se encuentran en el equipo donde se va a realizar la instalación.

Figura 37

Conexión de accesorios a la bomba



Nota. En la imagen se muestra la instalación de las tuberías en la bomba centrífuga.

Taladrado

Se realizó un proceso de taladrado usando una broca formando agujeros para posteriormente realizar la inserción de pernos y sujeción de la bomba centrífuga.

Figura 38

Taladrado de tubo cuadrado para la sujeción de la bomba



Nota. Mecanizado del taladro en la estructura para implementación de la bomba centrífuga.

Ajuste y Fijación de la Bomba a la Estructura

Se utiliza pernos de cabeza hexagonal para sujetar la bomba a la estructura de la máquina, se da ligeros aprietes usando llaves mixtas, y se verifica después del apriete que esté perfectamente sellado sin ningún residuo en las orillas del elemento de sujeción.

Figura 39

Sujeción de la bomba a la estructura



Nota. En la imagen se muestra el apriete de los pernos de sujeción en la estructura de la máquina.

Montaje del Sistema Eléctrico

En el montaje del sistema se realizaron las nuevas conexiones para el circuito de mando por lo que se implementó un esquema eléctrico (ver anexo 2) y después procesos de manufactura para acondicionar las piezas y el tablero que se sometieron a cambios. Los contactores y los interruptores termo magnéticos se colocan en el riel DIN la cual es sujeta a la caja de protección a través de pernos.

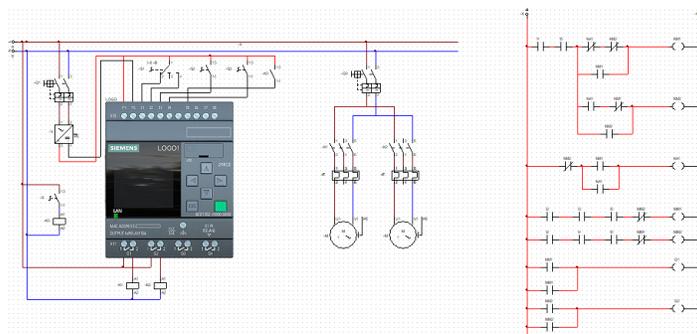
Se instalan los elementos sobre ese riel y se coloca el cobertor de cable en cada línea de conducción para ordenar el cableado, el sistema de toma de fuerza se lo hace a través de los

protectores bipolares y se conecta la bomba hacia ellos junto a un contacto que cierra el circuito para accionar una bomba la cual esté en la condición de encender.

Esquema Eléctrico del Circuito

Figura 40

Diseño del circuito



Nota. En la imagen se muestra el diagrama de control, el circuito de fuerza y la programación.

Conexión Eléctrica del Circuito de Mando

Las conexiones son realizadas de acuerdo al diagrama eléctrico. Los elementos que se ven son los contactores, los relés térmicos, el disyuntor trifásico y el Logo Uno V8, lo que se realizará es una simulación de prueba para la verificación de que el cableado sea correcto y se verifique el estado de los componentes eléctricos.

Figura 41

Elementos de control



Nota. Se observan los elementos del circuito de control que se están conectando.

Figura 42*Instalación de tablero de control*

Nota. Conexión eléctrica de los elementos de control.

Montaje del Tablero de Control

Se coloca y se aprieta al plástico la pantalla HMI junto a los pulsadores ya instalados, luego se cierra la tapa sobre la caja eléctrica de control

Figura 43*Montaje de tapa del HMI*

Nota. Colocación de la tapa en la caja de protección eléctrica.

El diagrama eléctrico comprende aspectos donde se visualizan las conexiones eléctricas las cuales están distribuidas para mantener un funcionamiento correcto del sistema de ósmosis, Se considera además que aparte de la conexión eléctrica del sistema de Purificación de Agua se encuentran otras externas al mismo, lo que provoca un diseño aparte del esquema principal debido a la interconexión que mantienen.

Automatización

La automatización se logra a partir de los cambios realizados en el cuarto de máquinas, pues se añade un nuevo motor centrífugo de agua para transferir el funcionamiento a la máquina de ósmosis Inversa, esta funciona de acuerdo a un ciclo de trabajo establecido por los técnicos de mantenimiento y documentación para el buen funcionamiento de las bombas. El funcionamiento estándar de la bomba puede ser visualizado en el Anexo 4.

Figura 44

Proceso de automatización de la máquina de ósmosis



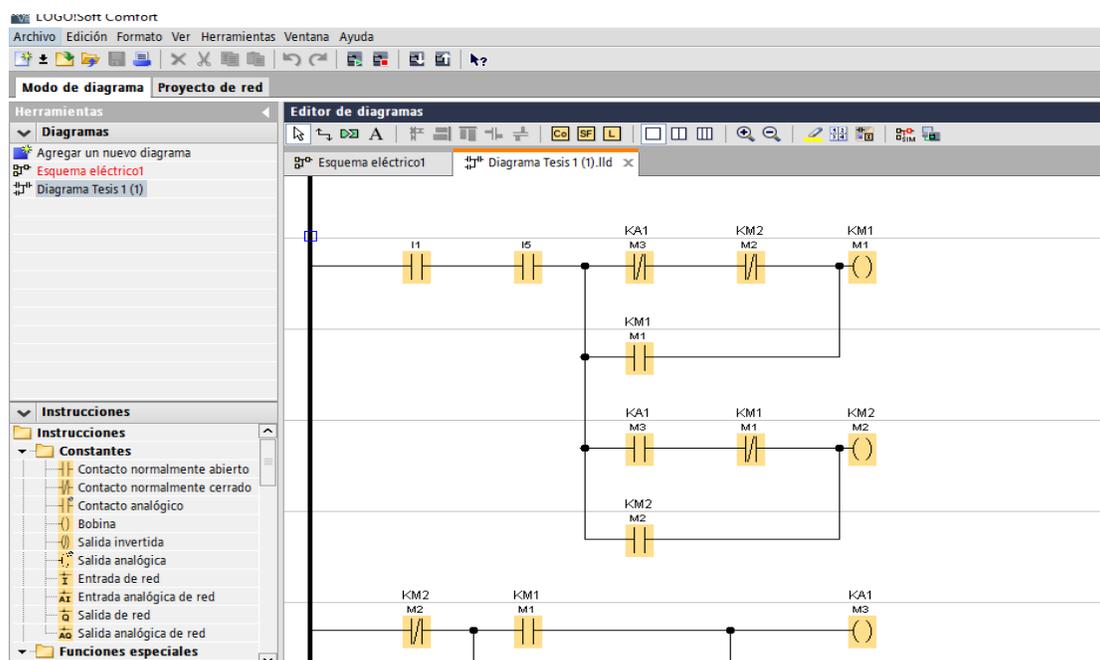
Nota. Máquina con la implementación de la automatización.

Programación en LOGO

Se realiza un código en el LOGO SOFT para cuadrar los ciclos de trabajo del motor centrífugo, en ello se considera aspectos de seguridad como los bloqueos internos que tiene el automático para preservar la seguridad del sistema, se incluyen sistemas de paro de emergencia para accionar en caso de accidentes y mal funcionamiento de la máquina. La programación involucra que mantengan las conexiones con bloqueos de seguridad para evitar desperfectos en el funcionamiento del sistema. Para mayor detalle ver Anexo 3.

Figura 45

Código Ladder en Logo Soft



Nota. Programación en lenguaje ladder del circuito implementado.

Propuesta

A continuación, se detallan los pasos necesarios para el diseño, construcción e implementación de un sistema semiautomático para el control de un circuito de ósmosis inversa para la purificación del agua. Seguidamente se muestra la secuencia de pasos.

Análisis e Interpretación de Resultados

Se ha tomado datos del tiempo que ha involucrado llenar el tanque con el sistema de ósmosis de forma manual y el tiempo que ha tomado el llenado del tanque con el sistema de ósmosis automatizado; cada uno de estos tiempos servirán para realizar un balance de resultados y determinar una validación de la automatización de la máquina.

El tiempo que involucra tanto para la forma manual y para la automatizada corresponde a los datos que se han sacado de forma regular para la comparación de apuntes.

Levantamiento Técnico

El levantamiento técnico consistió en la identificación de las partes que componen la máquina, se realizó una evaluación del estado de los elementos y se comprueba su funcionamiento. Se verifica en el anexo 1 las instalaciones de agua para el cuarto de operación.

Tiempo de Llenado en Forma Manual

Se ha medido el tiempo de demora que ha tenido el llenado del tanque de almacenamiento en los últimos 6 meses. Los datos que se presentan se encuentran de forma promedio para determinar un valor y poder comparar las variables de la forma manual y automatizada. Estos valores fueron sacados de acuerdo al promedio generado en un registro semanal.

Tabla 1*Promedio de tiempo de llenado con sistema manual*

Mes	Tiempo promedio del llenado (min)
Octubre	32
Noviembre	35
Diciembre	34
Enero	33
Febrero	33
Marzo	34

Nota. Se muestra el tiempo de llenado con el sistema manual de los últimos 6 meses.

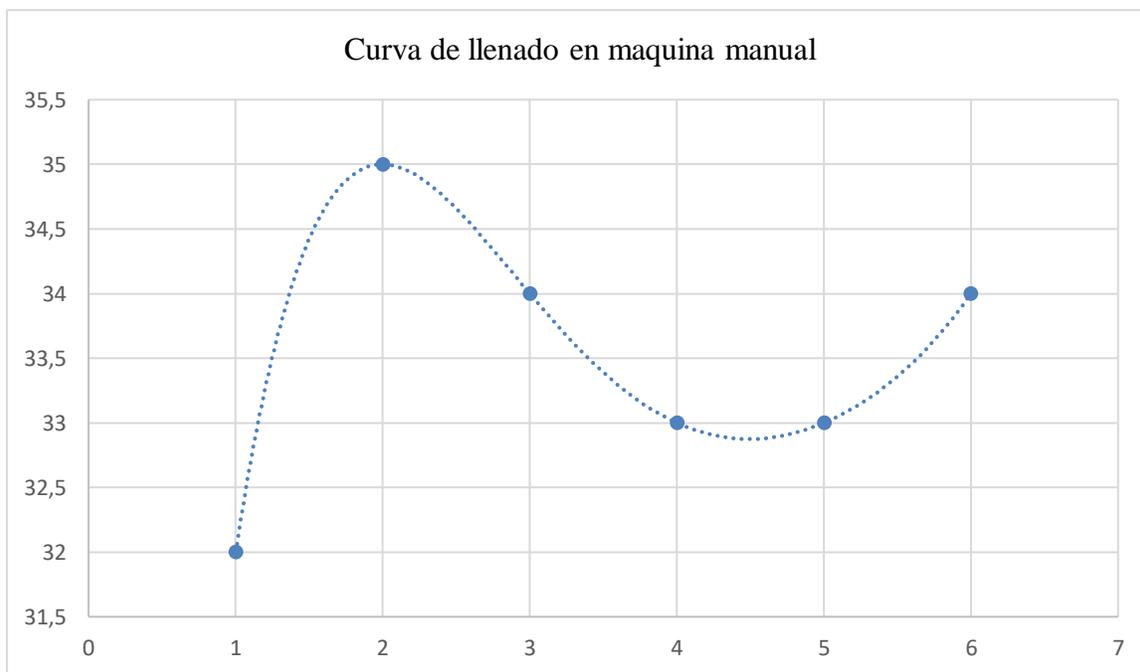
Diagrama de Dispersión

El diagrama de dispersión muestra cómo fluctúa la curva del tiempo de llenado a través de los seis meses. El diagrama muestra en primer lugar los puntos que son los datos tomados en la tabla de llenado para máquina manual y la curva es una línea polinómica de grado 6 para que se ajuste lo más posible a los puntos de datos.

Los diagramas de dispersión representan la forma de mostrar gráficamente los datos que van a ser evaluados en un gráfico comparativo, la comparación permitirá que los resultados generados den un valor agregado a la investigación.

Figura 46

Curva de tiempo de llenado en máquina de ósmosis por accionamiento manual



Nota. Se puede observar como la curva de llenado varía en función del tiempo de acuerdo a los promedios obtenidos para el sistema manual.

Cálculo del Promedio Estadístico para el Llenado Manual

Con una población total de seis unidades y valores variados se tiene que

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{32 + 35 + 34 + 33 + 33 + 34}{6} = 33.5$$

$$\bar{x} = 33.5 \text{ min}$$

Tiempo de Llenado en Forma Automatizada

El tiempo de llenado de manera automatizada se realizó en pruebas de 2 meses teniendo en cuenta que el proyecto fue construido hace poco, el primer mes contó con medidas mientras el sistema estaba en construcción y el segundo mes cuando el sistema ya estaba construido. Se intenta entonces explicar el promedio de estos dos meses al realizar la toma de datos para posteriormente evaluar el promedio estadístico, los datos que se generan son tomados de forma aleatoria durante la semana en horas de trabajo.

Tabla 2

Promedio de tiempo de llenado con sistema automatizado

Mes	Tiempo promedio (min)
Febrero	27
Marzo	26

Nota. Se muestra el tiempo de llenado con el sistema manual de los últimos 2 meses.

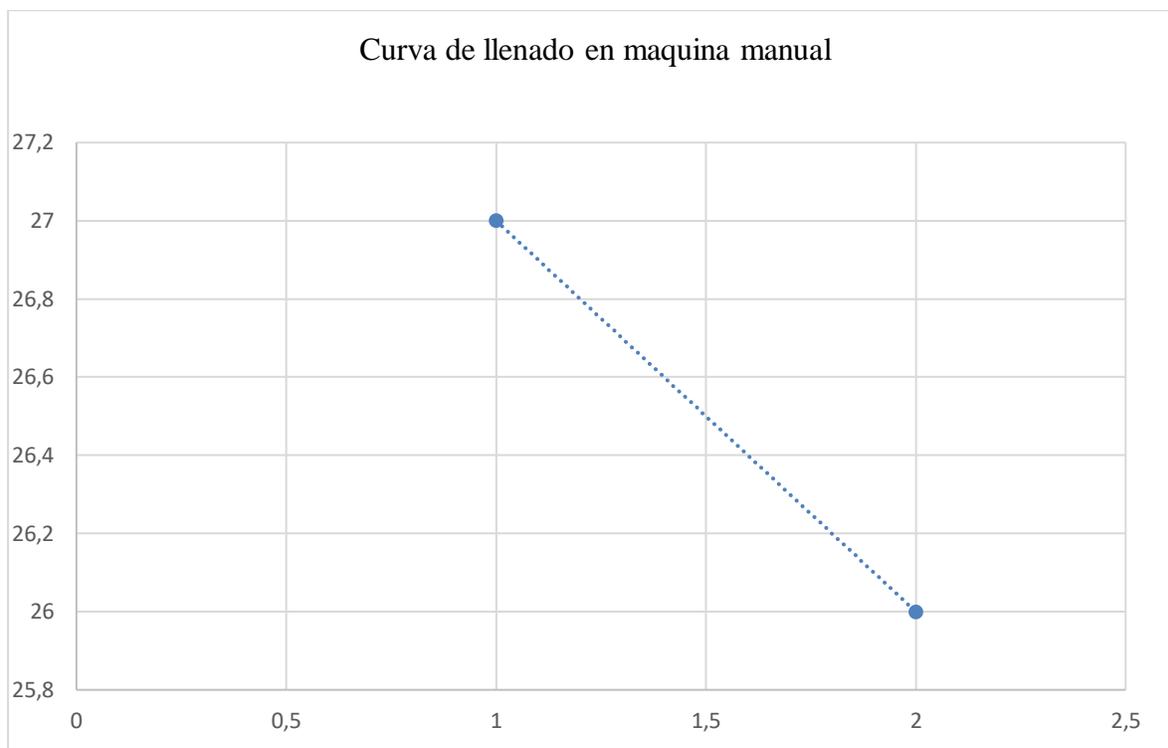
Diagrama de Dispersión

El tiempo de llenado en forma automatizada se muestra en el siguiente gráfico de dispersión donde se procede a tabular los dos datos que se obtuvo en la medición de la máquina ya automatizada, los valores presentes en la tabla 2 se procede a tabular en el siguiente gráfico para después comparar con los datos obtenidos de forma manual.

En el caso del diagrama de dispersión para el sistema automatizado muestra como es la toma de datos que consta de dos valores, de acuerdo a esto se aplica la media aritmética y se observa el valor esperado promedio.

Figura 47

Curva de tiempo de llenado para forma manual



Nota. Se puede observar como la curva de llenado varía en función del tiempo de acuerdo a los promedios obtenidos para el sistema automatizado.

Cálculo del Promedio Estadístico para el Llenado Automatizado

Con una población total de seis unidades y valores variados se tiene que

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{27 + 26}{2} = 26.5$$

$$\bar{x} = 26.5 \text{ min}$$

Resultados

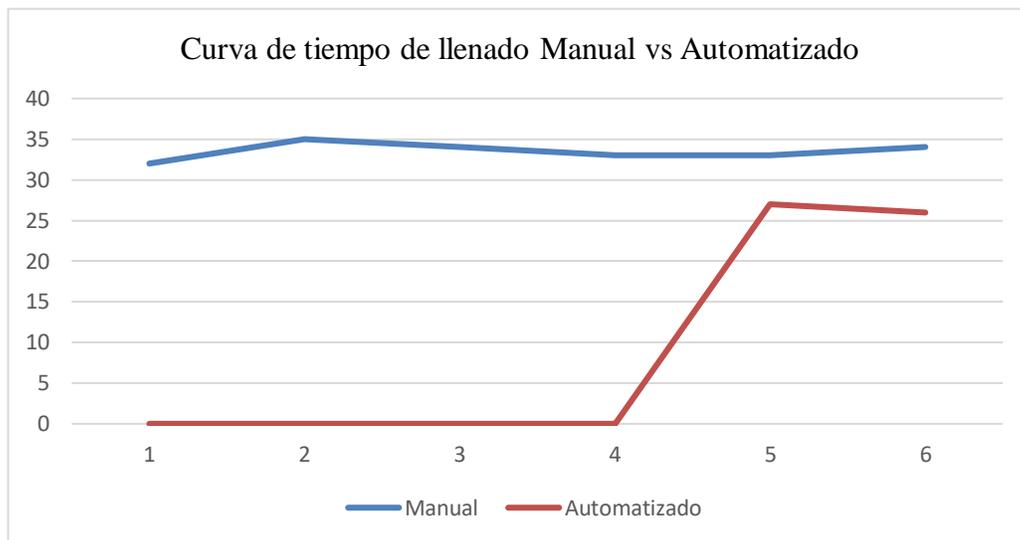
Al comparar los valores se obtiene un valor medio para llenado manual de 33.5 min y para llenado automatizado de 26.5 min. Por lo que se observa que la máquina automatizada tiene una ventaja excepcional frente a la manual ya que el tiempo promedio de llenado ha disminuido considerablemente.

Se puede establecer con ello la relación de ventaja que tiene un sistema en comparación con el otro, la mayoría de datos estadísticos se los escoge de acuerdo al promedio general, si existen datos que son atípicos se los elimina por completo debido a la inconsistencia de sus valores.

Los datos que se observan en la mayoría de pruebas han sido verificados con sumo cuidado y representados en un diagrama de dispersión donde se observan las limitaciones de cada variable a ejecutar y con ello se representa la curva de tiempos donde se aprecia claramente el beneficio de una máquina manual y automatizada, los valores típicos siempre muestran inconsistencias por lo que estos se mantienen para realizar los cálculos respectivos dentro de la etapa de resultados.

Figura 48

Curva de tiempo de llenado manual o automatizado



Nota. Se muestra la curva de tiempo de llenado de las formas de operación de la máquina.

Cálculo de la Eficiencia

La eficiencia tiene relevancia en el aspecto de las máquinas así que se ha realizado el siguiente análisis para poder observar el valor umbral por el que ha superado a la máquina antigua.

$$E = \left| \frac{V_{actual} - V_{antiguo}}{V_{actual}} \right| * 100 = \left| \frac{26.5 - 33.5}{26.5} \right| * 100$$

$$E = 26.42\%$$

Existe por lo tanto una eficiencia que superar un 26.42% al sistema antiguo que constaba de accionamiento manual para el tiempo de llenado en el tanque de almacenamiento

Conclusiones

La realización de un algoritmo de control en lenguaje Ladder fue implementado usando el PLC Logo V8 permitiendo el suministro de agua estable y eficiente del sistema de bombeo, el sistema de bombeo constaba de una sola bomba por lo que se añadió una bomba de agua más para dar descansos al motor centrifugo por cada ciclo de trabajo.

Se considera la implementación del circuito eléctrico para la automatización del sistema, este circuito fue realizado con el uso de un autómata programable, donde se diseñó un esquema eléctrico en Cade Simu comprobando su funcionamiento y posteriormente el código de programación realizado en Logo Soft para validar el algoritmo en el sistema de llenado del tanque de almacenamiento.

Mediante la comparación de resultados realizando los diagramas de dispersión para el llenado del tanque en forma manual y automatizada se pudo evidenciar que la automatización de la máquina logró un 26.42% de eficiencia mayor en comparación a la que tenía la máquina cuando se accionaba de forma manual, por lo que se concluye que la construcción del sistema tuvo beneficio en ahorro de tiempo.

Recomendaciones

Al realizar las pruebas de funcionamiento se pudo evidenciar la falta de estanqueidad del agua debido a los desgastes de los paquetes en válvulas, por lo que se considera necesario implementar un análisis de fugas y escapes de agua antes de comenzar a trabajar en la automatización de la máquina.

La implementación de un sistema automatizado requiere que las condiciones del equipo sean seguras por lo que se sugiere siempre verificar el estado de las conexiones eléctricas y mantener un orden en cuanto a la identificación de cables, para evitar tener accidentes eléctricos y también el realizar algún daño al equipo.

El uso de dispositivos de medición es imprescindible para la obtención de datos seguros y confiables, se podría mencionar que si un equipo está certificado se obtendrá resultados que tengan el respaldo para temas de investigación en el área técnica, la determinación de estos valores varía de acuerdo al rango de precisión que maneje cada dispositivo, un dato que conviene tener en cuenta.

Referencias

- Aguay, J. (2023). Aplicaciones tecnológicas de la purificadora de agua por ósmosis inversa.
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11001/1/PC-002968%20%282%29.pdf>
- Balvin, A. (diciembre del 2020). Diseño conceptual de sistema automatizado de prueba para ruedas delanteras de camiones eléctricos de 300 toneladas de carga para minería.
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/19097/BALVIN_BELLIDO_ALVARO_DISE%c3%91O_CONCEPTUAL_SISTEMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chanto, C. (2021). Percepciones del emprendimiento con apoyo de herramientas tecnológicas: un enfoque descriptivo en tiempos de la COVID-19.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-49322021000100008&script=sci_arttext
- Fernández, A. (2022). Implementación de algoritmos de control para sistemas de riego fotovoltaico en autómatas programables.
https://oa.upm.es/71715/1/TFG_ADRIAN_FERNANDEZ_TAMAYO.pdf
- Herrera, M. (2007). Sistema de ósmosis inversa para calderas.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8350/3/CD-0672.pdf>
- Martínez, J. (2021). Diseño e implementación de tableros eléctricos de control del proceso de abastecimiento de agua para consumo de las instalaciones para una empresa fabricante de equipos de refrigeración. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4819>
- Montesinos, F. (2022). Diseño de una estación de bombeo automatizada para mejorar la disponibilidad de agua del Distrito de Caracoto.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/100776/Montesinos_PFE-Waswaldo_QJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pastor, Gutiérrez, Antonio, & Jiménez, Jesús Ortega. Circuitos eléctricos. Vol. I, UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/espeec/detail.action?docID=3219402>.

Quinchiguango, D. (2023). Análisis del comportamiento de las protecciones eléctricas en baja tensión usando un entorno de modelamiento gráfico. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14173/2/04%20MEL%20202%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Roca, A. (2004). Control de Procesos. México. Alfaomega grupo Editor

Rodríguez, A. (2012). Montaje y reparación de automatismos eléctricos. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/espeec/reader.action?docID=3212397&query=temporizador>

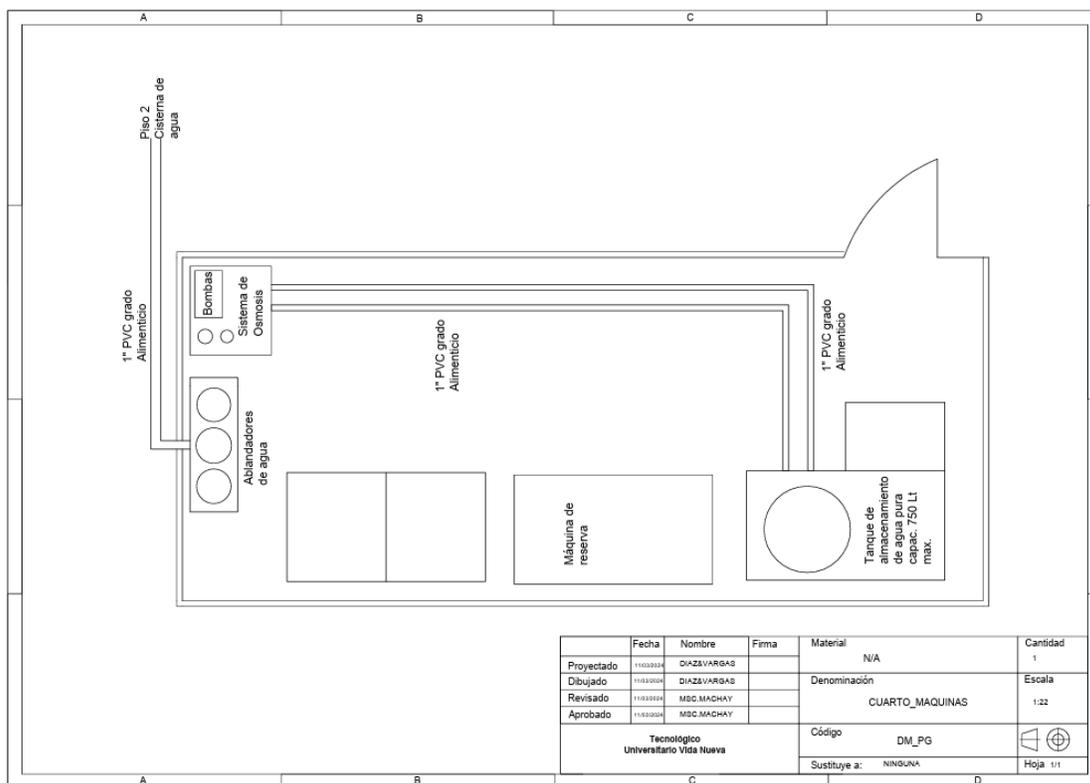
Rodríguez, D. (2023). Infraestructura eléctrica de media y baja tensión para recargas. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/63290/TFG_Roman.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Sánchez, A. (2023). Sistema de seguridad por encerramiento de guardas móviles, accionadas por llaves magnéticas y de bloqueo por solenoide, controlada por PLC de seguridad. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/34826/1/GuerreroPaola_2023_SeguridadMaquinaAtrapamiento.pdf

Anexos

Anexo 1

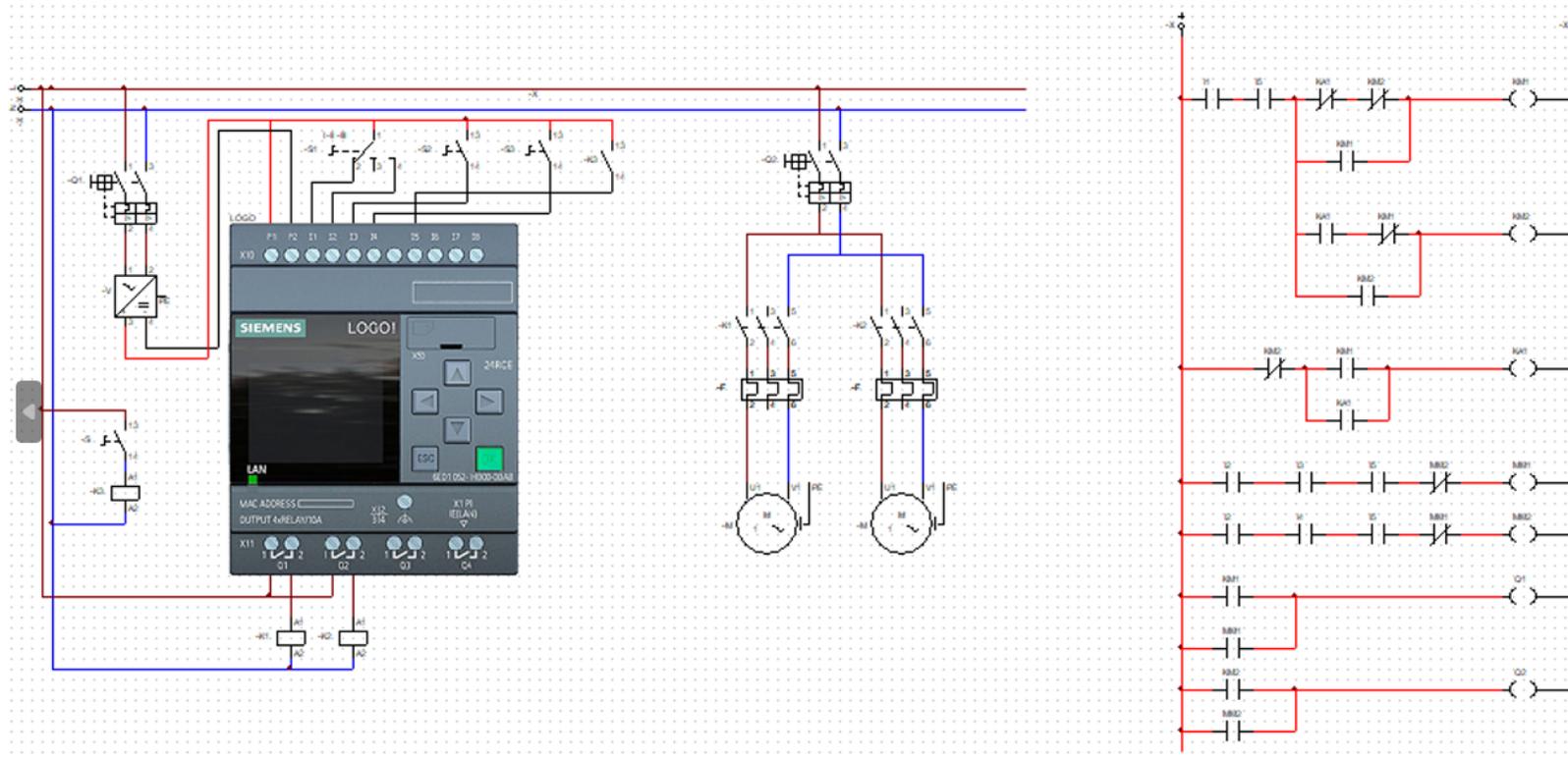
Ubicación del cuarto de máquina & plot plan del sistema



Nota. Ubicación de la planta de osmosis inversa en la planta baja de la clínica MENYDIAL.

Anexo 2

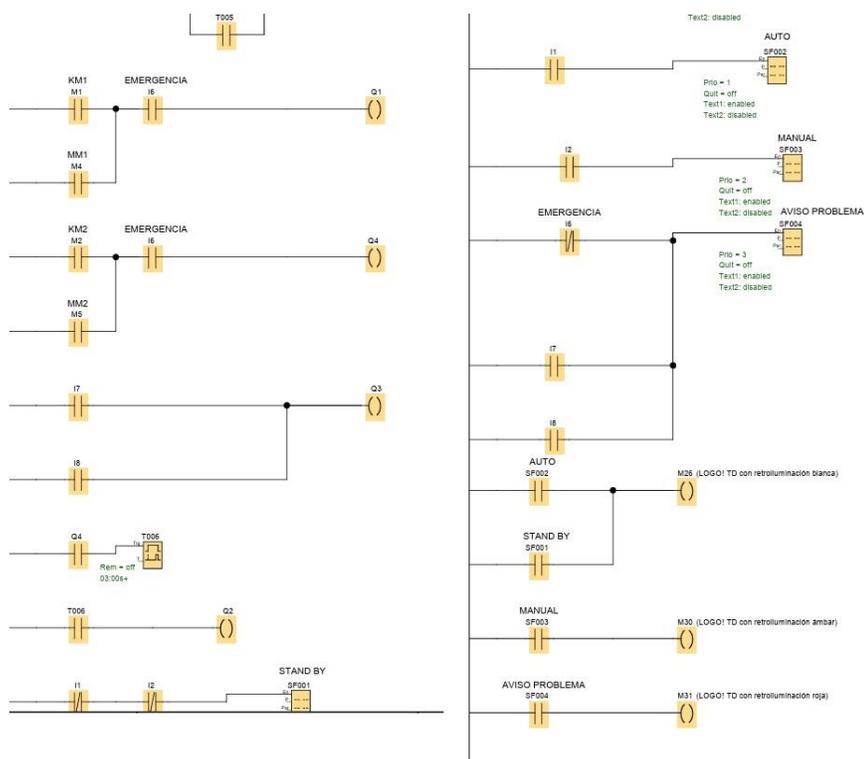
Diagrama eléctrico



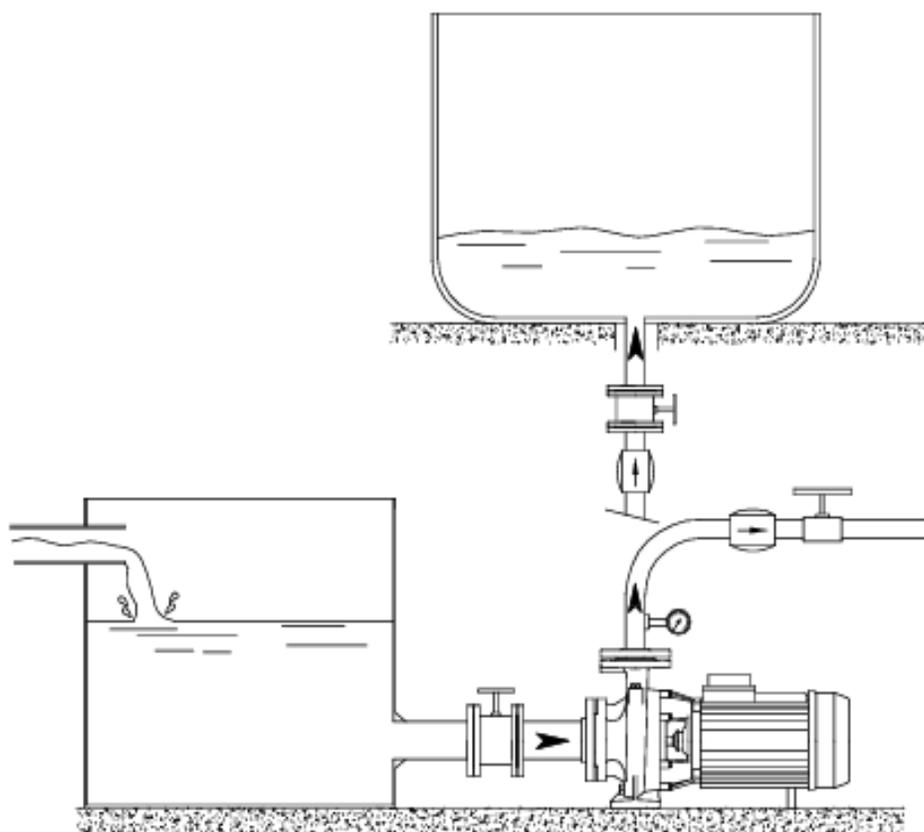
Nota. Diagrama eléctrico en Cade Simu para la elaboración de la automatización de las dos bombas.

Anexo 3

Código de Programación en Ladder



Nota. Programación en logo soft para que se ejecute las automatizaciones de las dos bombas.

Anexo 4*Diagrama de funcionamiento del motor centrífugo de doble etapa*

Nota. Un motor centrífugo de doble etapa utilizando dos ruedas de impulso en serie para aumentar la presión del fluido.

Anexo 5

Partes de la bomba de ósmosis

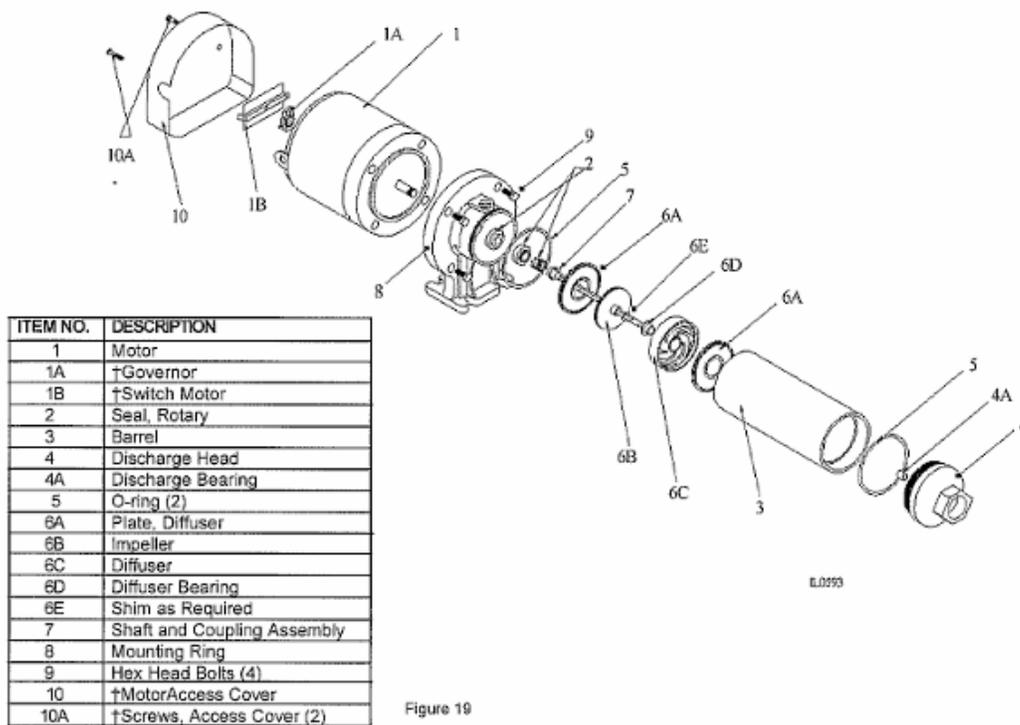
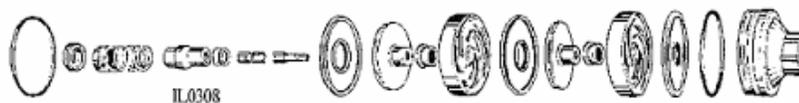


Figure 19

*See note below parts included in cartridge assembly.
 †ODP Motor Only

Internal Parts Detail



Nota. Estructura que contiene todos los componentes internos.

Anexo 6

Encuesta realizada sobre el proyecto de automatización del sistema de ósmosis inversa

ENCUESTA

Nombre del encuestado: John Morales.....

TEMA DEL PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE UN PLC LOGO V8 PARA EL TRATAMIENTO DE OSMOSIS INVERSA EN LA CLINICA MENYDIAL

1. ¿Considera necesario que el agua potable sea tratada por un sistema de purificación?

RESPUESTAS: SI NO

2. ¿Conoce los sistemas de osmosis inversa para purificación de agua?

RESPUESTAS: SI NO

3. ¿Considera que la automatización del sistema de bombeo de agua usando un PLC Logo es una medida adecuada para mejorar la eficiencia en el tratamiento de ósmosis inversa?

RESPUESTAS: SI NO

4. ¿Considera que la automatización puede ayudar a minimizar costos operativos a largo plazo en comparación con métodos de bombeo manuales?

RESPUESTAS: SI NO

Nota. Encuesta realizada a la parte de mantenimiento de la clínica MENYDIAL.