Como sabemos, la industria farmacéutica es una de las más importantes en nuestro mundo moderno, ya que proporciona los medicamentos y productos farmacéuticos necesarios para el cuidado de la salud de las personas.

Sin embargo, para producir estos productos farmacéuticos, es esencial que se utilice agua pura y de óptima calidad en los procesos de producción. De hecho, la calidad del agua utilizada en la producción de medicamentos y productos farmacéuticos es un factor crítico para garantizar la excelencia y seguridad del producto final.

Es por eso que, en esta tesis, nos enfocamos en el sistema de tratamiento de agua de la planta de bulbos en Laboratorios AICA UEB, una de las empresas líder en el sector farmacéutico de nuestro país.

Pasemos ahora a la diapositiva 3.

Enfocándonos en las problemáticas que enfrenta la planta de tratamiento de agua de AICA. La situación problema es que la capacidad de la planta actualmente no es suficiente para cumplir con la demanda de agua purificada. Por otro lado, el problema a resolver es la inestabilidad en la producción de agua purificada.

Pasemos ahora a la diapositiva 4.

Nuestro objetivo general, que es mejorar y estabilizar la calidad del agua purificada y el agua para inyección en la planta de AICA mediante la implementación del EDI.

Pasemos ahora a la diapositiva 5.

En cuanto a los objetivos específicos de nuestra tesis.

El primer objetivo es evaluar la situación actual del proceso de tratamiento de agua en la planta de bulbos de AICA. Esto nos permitirá identificar las debilidades y fortalezas del sistema actual y determinar cómo se puede mejorar.

El segundo objetivo es investigar y proponer la implementación del EDI como etapa posterior al proceso de ósmosis inversa de doble etapa. Esto implicará investigar las tecnologías y equipos necesarios para implementar el EDI y determinar cómo se puede integrar en el sistema actual.

El tercer objetivo es analizar los requisitos técnicos, económicos y regulatorios para la implementación del EDI en la planta. Esto nos permitirá determinar si la implementación del EDI es viable desde un punto de vista técnico, económico y regulatorio.

El cuarto y último objetivo es proponer la instrumentación para la integración del EDI, así como las consideraciones necesarias para su correcto control. Esto implicará determinar cómo se puede integrar el EDI en el sistema actual y cómo se puede controlar el proceso de tratamiento de agua para garantizar la calidad del agua producida.

Con estos objetivos específicos, esperamos lograr nuestro objetivo general de mejorar y estabilizar la calidad del agua purificada y el agua para inyección en la planta de AICA mediante la implementación del EDI.

Diapositiva 6: Hipótesis

Ahora presentaremos nuestra hipótesis, que consiste en que la implementación del EDI como etapa posterior al proceso de ósmosis inversa de doble etapa mejorará significativamente la calidad y estabilidad del agua purificada y el agua para inyección en la planta de AICA.

Diapositiva 7: Descripción del proceso

A continuación intentaremos presentar una descripción del proceso de tratamiento de agua en la planta de AICA, centrándonos en la parte de purificación de agua que incluye el sistema de doble etapa de ósmosis inversa.

El proceso comienza con el almacenamiento del agua pretratada en un tanque. Luego, se dosifica hidróxido de sodio para ajustar el pH del agua y eliminar el CO2 disuelto en ella. Después, el agua pasa por un filtro de 5 micras para eliminar las partículas más grandes.

A continuación, el flujo de agua es bombeado con una presión determinada a la primera etapa de ósmosis inversa, que retiene las sales, sustancias orgánicas y microorganismos presentes en el agua suavizada. El agua purificada de la primera etapa se bombea nuevamente hacia la segunda etapa, que tiene como objetivo realizar un pulido extra del agua, tanto en términos físico-químicos como microbiológicos.

Con esta descripción del proceso, podemos entender mejor cómo funciona el sistema actual de tratamiento de agua en la planta de AICA y cómo se puede mejorar mediante la implementación del EDI como etapa posterior al proceso de ósmosis inversa de doble etapa.

Diapositiva 8: Instrumentación actual

A continuación, daremos una revisión a la instrumentación actual principal utilizada ente proceso.

Como vemos tenemos un sensor de conductividad, que se puede localizar en lugares como a la salida de cada etapa de la osmosis. Un sensor de pH el cual se encuentra a continuación del filtro de 5 micras y su objetivo no es más que controlar y alertar del pH en agua antes de entrar a la primera etapa de la osmosis pues las membranas de la osmosis son sensibles a pH muy bajos o muy altos. Un sensor de temperatura antes de cada etapa de la osmosis ya que las membranas también pueden verse dañadas por un incremento en la temperatura del agua. Un sensor de nivel el cual se utiliza para controlar el nivel en el tanque de agua pretratada. Un sensor de flujo

Diapositiva 12: Propuesta

Ahora presentamos nuestra propuesta para mejorar el sistema de tratamiento de agua en la planta de AICA. Nuestra propuesta se basa en agregar como instrumentación principal un electrodesionizador y una fuente de alimentación para el desionizador.

Además de estos equipos, también se incluirán otros sensores, como sensores de conductividad y de flujo, que serán iguales a los que ya están implementados en la planta.

Diapositiva 13: Electrodesionización

Para comprender el concepto, disponemos de una imagen figurada. Imaginemos un receptáculo donde se distinguen cinco departamentos separados por membranas permeables a cationes o aniones. La distribución se define por cuatro membranas distribuidas alternativamente.

El Cátodo(-) y el Ánodo(+) delimitan los extremos de la pila de electrodesionización. En la imagen , en el lado izquierdo, se encuentra una placa anódica que define el límite (+), quedando el cátodo a la derecha. El agua entra en los departamentos número dos, donde se encuentran resinas de intercambio iónico. Los iones presentes de forma disuelta en el agua se quedan atrapados en la resina de intercambio iónico.

El movimiento queda determinado por la fuerza de atracción del ánodo y cátodo. Esto permite que los iones cargados positivamente, sean atraídos por el cátodo y los de carga negativa por el ánodo. Las resinas están separadas por membranas semipermeables ajustadas a la polaridad de los iones, facilitando así el desplazamiento en la dirección correcta, departamentos número 1 en la ilustración.

Este mismo proceso sirve para la energización del ánodo y del cátodo. Esto se produce al generarse circulación de corriente entre ellos, teniendo lugar cationes de hidrógeno (H+) y grupos hidroxilo (OH–). Estos iones se desplazan de un polo a otro, realizando una regeneración continua de las posiciones de intercambio de las resinas iónicas.

La corriente que sale de los departamentos 1, es el concentrado. Esto es una corriente de agua que arrastra las sustancias suprimidas del agua ultra pura. Este flujo, concentrado, puede ser empleada en industrias donde la calidad del agua empleada no sea alta. También, tras un tratamiento de ósmosis inversa, puede volver a ser tratada, obteniendo el mayor porcentaje de agua ultra pura posible.

Diapositiva 14: Diagrama

El sistema de Electrodesionización (EDI) implementado se compone de un único módulo de EDI. Esta configuración se basa en la capacidad de la segunda etapa de la ósmosis inversa, que produce 3000 litros por hora comparado con los 3300 litros por hora que puede entregar el EDI.

El agua proveniente de la segunda etapa de ósmosis inversa se divide en dos flujos en el módulo de EDI. Un flujo minoritario de agua se dirige hacia las celdas de agua a desechar, mientras que el flujo principal entra en las celdas para el agua purificada.

En la línea principal de entrada al EDI, se instala una válvula manual y un indicador de presión.

La válvula manual permite un control preciso sobre el flujo de agua al EDI, mientras que el

indicador de presión proporciona una monitorización continua de la presión del agua en esta

etapa.

El agua purificada que sale del módulo de EDI pasa a través de una serie de sensores e instrumentos. Se encuentra un sensor de conductividad con su correspondiente transmisor, un sensor de presión y un sensor de flujo. Estos dispositivos proporcionan información en tiempo real sobre la calidad del agua (conductividad), la presión a la salida del módulo de EDI y el flujo de agua, respectivamente. Además, se coloca una válvula de retención en la salida del EDI para evitar el flujo inverso del agua, manteniendo así la integridad del proceso de purificación. En la línea de desecho del EDI, se colocan un indicador de presión y una válvula de retención.

Este flujo de agua desechada es devuelto al tanque de pretratamiento, lo cual promueve la eficiencia del sistema y la conservación de agua. El indicador de presión permite el monitoreo de la presión en esta línea de desecho, asegurando que el funcionamiento del sistema sea óptimo.

Además, es crucial destacar la incorporación de la fuente de alimentación para el EDI, que se conecta directamente al módulo. Esta fuente de alimentación permite ajustar la corriente suministrada a los electrodos del EDI, garantizando así un control exacto sobre el proceso de Electrodesionización.

Diapositiva 15: Secuencia de Programación

Una vez que las etapas de ósmosis han alcanzado el estado de producción y están funcionando normalmente, y se ha alcanzado el punto "2" , lo cual implica que la válvula que permite el paso a la electrodesionización está abierta y el flujo de agua de salida de la segunda etapa de la ósmosis es el adecuado, se procede a iniciar la operación del módulo de Electrodesionización (EDI) mediante una descarga inicial de aproximadamente 60 segundos antes de avanzar a la siguiente fase del proceso.

Después de la descarga inicial, se lleva a cabo una la medición de la conductividad y presión del producto del EDI, seguido de una comprobación de si los valores medidos cumplen con las especificaciones establecidas. En caso de que alguno de los parámetros no cumpla con las especificaciones, el EDI entra en un estado de descarga nuevamente pero por una causa distinta (debido a parámetros deficientes), donde se toman las acciones necesarias, como detener la producción y mantener el módulo en estado de descarga. Durante un período de confirmación de 60 segundos, se continúa monitoreando los parámetros medidos para determinar si las condiciones se vuelven aceptables. Si, al final del período de confirmación, los parámetros cumplen con las especificaciones, el EDI puede volver al estado de producción y continuar su operación normal. De lo contrario se quedará en una descarga continua.

Finalmente, una vez que los parámetros de conductividad y presión son óptimos y han pasado 60 segundos de confirmación, el EDI cambia a un estado de producción, indicando la finalización exitosa de la secuencia operacional del sistema de Electrodesionización

Diapositiva 16 y 17: Administración de usuarios

Llegado a este punto nos corresponde hacer un análisis de la aplicación SCADA desarrollada para acompañar esta propuesta. Primeramente veremos la administración de usuarios, donde todas las vistas y funcionalidades del SCADA están protegidas y se requiere un inicio de sesión válido para acceder. Un usuario debe al menos tener privilegios de Operador para navegar por las diversas vistas del sistema. Nuestro sistema tiene 2 roles básicos, los Operadores y los Administradores. Los Operadores tienen acceso a las funciones básicas del sistema. Pueden monitorizar el proceso en tiempo real y realizar ajustes a los parámetros según sea necesario. Sin embargo, están limitados en el acceso a ciertas funciones de administración, como la gestión de usuarios. Los Administradores, por otro lado, tienen acceso total a todas las secciones y funciones del sistema SCADA. Esto incluye la capacidad para gestionar usuarios

Diapositiva 18 : Monitoreo del proceso

Como vemos en esta pantalla esta representado las partes fundamentales del proceso. se destaca en un recuadro azul el módulo de electrodesionización (EDI), el cual es el componente nuevo que queremos incorporar.

Al hacer click en el módulo de electrodesionización en la interfaz, se abre una ventana con las características detalladas de este componente, al igual que al hacer click en cualquiera de los principales componentes de este proceso.

Diapositiva 19: Alarmas del proceso

Este sistema tiene como objetivo alertar a los usuarios sobre cualquier condición anómala que pudiera afectar el rendimiento de la planta de tratamiento de agua o que requiera atención inmediata

Cuando se activa una alarma, el sistema SCADA muestra una ventana emergente en la que se enlistan todas las alarmas activas no acusadas.

Diapositiva 20: Pantalla de alarmas

En la interfaz dedicada para las alarmas, se puede observar un registro que muestra un historial de alarmas. Este registro tiene un buffer que almacena las alarmas más recientes hasta que se llena momento en el que las alarmas más antiguas son reemplazadas por las nuevas.

Además, el sistema también cuenta con una funcionalidad que permite a los usuarios acceder a un historial completo de alarmas almacenadas en un fichero, incluyendo alarmas de días anteriores, lo que facilita el análisis y la identificación de tendencias o problemas recurrentes.

Diapositiva 21: Históricos del proceso

La sección de gráficos históricos del sistema SCADA propuesto proporciona una herramienta vital para el análisis de la planta de tratamiento de agua. Los gráficos ilustran el comportamiento de las variables más importantes del proceso a lo largo del tiempo, lo que permite a los operadores y administradores rastrear cambios y detectar tendencias o problemas. En color azul se muestran algunas de las nuevas variables relacionadas con la electrodesionización.

Diapositiva 22: Parámetros del proceso

Mediante esta interfaz, los usuarios tienen la capacidad de modificar parámetros clave relacionados con el proceso. Estos incluyen los parámetros de retardo para cada fase, así como la cantidad de corriente y voltaje suministrados al electrodesionizador.

Adicionalmente, también se han incorporado parámetros de configuración asociados a las alarmas del sistema. Estos nuevos parámetros permiten ajustar los umbrales de activación de las alarmas de acuerdo a las necesidades específicas de la planta.

Diapositiva 23 : Costos

Finalmente para realización de este trabajo se realizo un análisis de costos y como resume se tuvo que los costos en … SB fue de 7.568.75 CUP etc.

Diapositiva 24: Impacto económico

El desarrollo de este proyecto tiene implicaciones económicas significativas. Pero se cree que el impacto que tendrá justificará en gran medida costo asociado a él. Algunos de estos impactos son.   
La EDI es capaz de eliminar hasta 99,9% de los iones presentes en el agua.

Reduce la variabilidad del agua como producto final.

Garantiza la conformidad con los estándares de la farmacopea internacional.

Aumenta la eficiencia en el uso del agua

Y Finalmente aumenta la capacidad de producción.

Diapositiva 25: Conclusiones generales

Diapositiva 26 : Recomendaciones

Preguntas de oponencia

1 - Además de la electrodesionización (EDI) que otros métodos se pueden utilizar para la purificación del agua. Explique uno de ellos

* Filtración de Carbón Activado
* Intercambio iónico
* Destilación
* Tratamiento con luz ultravioleta (UV)

El tratamiento con luz UV utiliza luz de alta energía para destruir microorganismos en el agua, como bacterias, virus y otros patógenos. La luz UV es efectiva para purificar el agua sin agregar productos químicos al proceso.

Basándome en los componentes y funcionalidades del sistema SCADA mencionado considero que es principalmente un sistema de monitorización. Ya que nuestro sistema es incapaz de asegurar el correcto funcionamiento del proceso incluso en situaciones anómalas, lo que es una de las principales características de un sistema de supervisión puro. Además, nuestro sistema SCADA no cuenta en su cabalidad con los siguientes puntos indispensables en un sistema de supervisión:   
1. Procesado numérico de las señales (correlaciones, métodos estadísticos, análisis espectral, filtrado, etc.)

2. Adquisición, representación y procesado de conocimiento en sus diferentes manifestaciones.

3. Organización de la información. (No solo de las variables de proceso sino de cualquier información relativa al proceso como imágenes, manuales, bases de reglas, abstracciones, etc).

Es por estas limitaciones que considero que nuestro sistema de más de monitorización que de supervisión.

Bueno en esta aplicación pueden ocurrir fallos

Pudiera proponer otro sensor redox para el proceso. Ya que existen otros fabricantes que son más fiables a nivel mundial