

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Instrumentación de una planta paquete de tipo tubular para el tratamiento de aguas residuales.**

**TESIS**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Mecatrónico**

**P R E S E N T A**

Ricardo Said Martínez Santiago

**DIRECTOR DE TESIS**

M. en A. Luis Yair Bautista Blanco

****

**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020**

# Índice

[Índice 2](#_Toc55298736)

[Introducción 4](#_Toc55298737)

[Antecedentes 5](#_Toc55298738)

[1. Planteamiento del problema 6](#_Toc55298739)

[1.1 Justificación 6](#_Toc55298740)

[1.2 Objetivo general 6](#_Toc55298741)

[1.3 Objetivos específicos 6](#_Toc55298742)

[2. Identificación de Necesidades y Especificaciones 6](#_Toc55298743)

[2.1 Necesidades por subsistema 6](#_Toc55298744)

[2.2 Especificaciones por subsistema 6](#_Toc55298745)

[2.3 Restricciones por subsistema 6](#_Toc55298746)

[3. Diseño conceptual 6](#_Toc55298747)

[3.1 Sistematización 6](#_Toc55298748)

[3.2 Generaciones de conceptos 6](#_Toc55298749)

[3.3 Selección y evaluación de conceptos 6](#_Toc55298750)

[4. Diseño de configuración 7](#_Toc55298751)

[4.1 Análisis por subsistema 7](#_Toc55298752)

[4.2 Configuración por subsistema 7](#_Toc55298753)

[4.3 Configuración general 7](#_Toc55298754)

[5. Diseño de detalle 7](#_Toc55298755)

[5.1 Subsistema de Interfaz 7](#_Toc55298756)

[5.2 Subsistema de Instrumentación 7](#_Toc55298757)

[5.3 Subsistema de Bombas y Energía 7](#_Toc55298758)

[5.4 Subsistema de ensamble 7](#_Toc55298759)

[5.5 Sistema general 7](#_Toc55298760)

[6. Creación de un modelo virtual 7](#_Toc55298761)

[6.1 Subsistema de Interfaz 7](#_Toc55298762)

[6.2 Subsistema de Instrumentación 7](#_Toc55298763)

[6.3 Subsistema de Bombas y Energía 7](#_Toc55298764)

[6.4 Subsistema de ensamble 8](#_Toc55298765)

[6.5 Sistema general 8](#_Toc55298766)

[7. Pruebas y Resultados 8](#_Toc55298767)

[8. Conclusiones 8](#_Toc55298768)

[9. Trabajo a futuro 8](#_Toc55298769)

[10. Referencias 8](#_Toc55298770)

[Apéndices 8](#_Toc55298771)

# 

# Introducción

En el presente documento se explica la instrumentación y automatización de una planta paquete de tipo tubular para el tratamiento de aguas residuales con la finalidad de operarlo de manera manual y remota en colaboración con la Facultad de Química.

En el documento se explica el desarrollo, forma de trabajo y partes involucradas dentro del proyecto con el objetivo de crear un modelo virtual que cumpla con las necesidades planteadas por los responsables del proyecto.

En el capítulo 1 se explica el planteamiento del problema en un proyecto iniciado por la Facultad de Química y que es llevado a la materia de Diseño Mecatrónico del semestre 2020-2 para agregar características que simplifiquen las operaciones de uso.

En el capítulo 2 se explican las necesidades y especificaciones del proyecto, así como su obtención por medio de recopilación de información.

En el capítulo 3 se presenta el diseño conceptual con base en la sistematización utilizando modelos de caja negra, esto con la finalidad de observar las interrelaciones que se tienen entre subsistemas. Se finaliza con la generación, evaluación y selección de conceptos.

En el capítulo 4 se realiza el diseño de configuración en cada uno de los subsistemas para formar la configuración general del proyecto.

En el capítulo 5 se realiza el diseño de detalle de cada uno de los subsistemas y se desarrollan modelos virtuales que permitan entender el funcionamiento conjunto del proyecto.

En el capítulo 6 se realiza la creación del entorno virtual que permite desplegar cada uno de los modelos virtuales generados y la presentación de estos en una exposición organizada por la Facultad de Ingeniería.

# 

# Antecedentes

Dentro de la asignatura de Diseño Mecatrónico del semestre 2020-2, en el que el autor del presente trabajo estuvo inscrito, impartida por el M. en A. Luis Yair Bautista Blanco, se estudiaron los fundamentos y metodologías del proceso de diseño con el objetivo de aplicar un método de diseño e implementarlo en un sistema funcional. El profesor tomó como base el proyecto “Reactor Biológico Tubular” para implementar la aplicación del proceso de diseño, este proyecto se comenzó a trabajar en conjunto con el Dr. Alfonso Durán Moreno y el Dr. Sergio Adrián García González de la Facultad de Química de la UNAM. La finalidad del reactor era degradar biológicamente los contaminantes disueltos en el agua residual por medio de un material basado en bioparticulas que desarrollaron los responsables del proyecto. Para su colocación, los responsables del proyecto diseñaron un circuito tubular de ocho vías por donde se colocaría el material de purificación. El uso de este sistema se hacía de forma manual por lo que se buscaba integrar componentes periféricos mediante técnicas de instrumentación y automatización para monitorear y operar el sistema a distancia.

# Planteamiento del problema

Una de las primeras actividades dentro del desarrollo del proyecto fue una visita guiada por el Dr. Sergio Adrián García González y uno de sus ayudantes a la Facultad de Química con la finalidad de mostrar el sistema tubular de 8 vías, el material basado en bioparticulas y recabar los requerimientos de cada subsistema. El sistema tubular estaba conformado por 8 tubos de PVC de 4 in sujetados con abrazaderas de doble perno y acoplados por medio de bujes de reducción 4 x 2 in tal como se puede observar en la imagen 1.

El material basado en bioparticulas se colocaría en la parte interior de los tubos de 4 in por donde circularía el agua residual y el agua tratada llegaría a un sistema de almacenamiento para su reúso. Para la verificación de la calidad del agua, se utilizaba el censado de las variables pH, oxígeno disuelto y turbidez por medio de sensores en pruebas de laboratorio. La instalación del Reactor Biológico Tubular se llevaría a cabo en la zona lacustre de Xochimilco en el sureste de la Ciudad de México para lo cual se necesitaba controlar el reactor a distancia con la finalidad de mejorar la eficiencia del proyecto. El funcionamiento del reactor era puramente manual lo cual involucraba discontinuidad entre cada etapa y un complejo manejo del sistema en campo y a distancia.

## Justificación

Xochimilco es una zona lacustre ubicada en el sureste de la Ciudad de México, cuya superficie es de 12,517 hectáreas que representan el 8.40% del área total de la Ciudad de México [1]. En la delegación Xochimilco habitan cerca de medio millón de personas [2] lo que la convierte en la novena delegación más poblada de la Ciudad de México [2]. El algo de Xochimilco es uno de los cinco lagos que forman la cuenca lacustre del valle de México, en el centro de la República Mexicana. Aunque en la actualidad se encuentra reducido a unos pocos canales que riegan la mitad norte de la delegación Xochimilco y el poniente de Tláhuac su superficie abarcaba una parte importante de lo que hoy es Iztapalapa y Coyoacán [3].

El 11 de diciembre de 1987, Xochimilco fue declarado Patrimonio Mundial de la Humanidad [4], cuenta con poca superficie de reserva territorial debido

Sua característicos canales son producto del sistems agrícola de chinampas y actualmente conforman una red de 176 km de canales de los cuales 14 son utilizados para recorridos turísticos. Xc¿ochimilco fue delcarado por la unesco en 1987 como patrominio cultural de la humanidad pero a este reconocimiento hay que agregar que de la zona de Xochimilco, chalco huyehualco y se extrae la 4 parte del agua que abastece la zona metropolitana de la ciudad de mexico.

## 1.2 Objetivo general

Qué es lo que se buscaba … se tiene una bomba, instrumnetar los sistemas necesarios para automatizar las varables… el grado d eficienica del material así como generaruna interfaz… para monitorear

## 1.3 Objetivos específicos

Propuestas y modelado de ensambles

Selección de comonenetes

[1]Secretaría de Protección Civil, "Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México", Ciudad de México, 2014.

[2]Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), "Encuesta INTERCENSAL 2015", México, 2015.

[3]C. Romero, "Lago de Xochimilco, Ciudad de México - Los Lagos más Importantes de México", *GoAppMX - Tu Guía Turística Interactiva*, 2017. [Online]. Disponible: https://www.goapp.mx/que-hacer-lago-de-xochimilco-ciudad-de-mexico-749. [Acceso: 10- Nov- 2020].

[4]UNESCO

# Identificación de Necesidades y Especificaciones

En una primera etapa posterior a la visitar, los particpantes del proyecto,, llegango a proponer la participacion

## 2.1 Necesidades por subsistema

## 2.2 Especificaciones por subsistema

## 2.3 Restricciones por subsistema

# Diseño conceptual

## 3.1 Sistematización

## 3.2 Generaciones de conceptos

## 3.3 Selección y evaluación de conceptos

# Diseño de configuración

## 4.1 Análisis por subsistema

## 4.2 Configuración por subsistema

## 4.3 Configuración general

# Diseño de detalle

## 5.1 Subsistema de Interfaz

## 5.2 Subsistema de Instrumentación

## 5.3 Subsistema de Bombas y Energía

## 5.4 Subsistema de ensamble

## 5.5 Sistema general

# Creación de un modelo virtual

## 6.1 Subsistema de Interfaz

## 6.2 Subsistema de Instrumentación

## 6.3 Subsistema de Bombas y Energía

## 6.4 Subsistema de ensamble

## 6.5 Sistema general

# Pruebas y Resultados

# Conclusiones

# Trabajo a futuro

# . Referencias

IEEE FORMATO ->

# Apéndices

El agua para riego ya era consideraba benéfica,

Hacer carpeta en drive de las evidencias

Future talent agosto en mexico. Actives aletta de trabajos. Posiciones para queretaro

Cv – con disponibilidad

Información retirada de antecedentes

Para realizar la instrumentación y automatización del proyecto de la Facultad de Química, el grupo de la asignatura de Diseño Mecatrónico se organizó en grupos de trabajo para desempeñar tareas específicas de cada subsistema del proyecto. Los subsistemas del proyecto fueron: Interfaz, Bombas y Energía, Instrumentación y Ensamble. Estos subsistemas se encargarían de plantear, evaluar y seleccionar los programas, procesos y materiales a utilizar dentro del proyecto.

Los integrantes de cada subsistema acudieron a una visita a la Facultad de Química con el Dr. Sergio Adrián García González y su ayudante para recabar información y requerimientos del proyecto. En ese momento, el proyecto estaba integrado por un circuito tubular de PVC sostenido por una estructura metálica. Se requería integrar sensores de pH, turbidez y oxígeno disuelto al inicio y fin del circuito para recolectar los datos de manera remota. De igual forma, un panel de control que permitiera el arranque y paro del sistema de alimentación además de una visualización de los datos de los sensores. Así mismo, el sistema debía integrar válvulas automáticas que permitieran modificar automáticamente la recirculación del agua residual tratada y la purga autónoma de la operación.

Con la información recaba, los integrantes de cada subsistema seleccionaron (seleccionamos) una metodología de diseño que permitiera cumplir las necesidades del proyecto y colaborar en manera conjunta con los responsables del proyecto en la Facultad de Química.

Estado del arte sobre contaminación en lago de Xochimilco