

# Informe Final de Proyecto de Investigación Divisional

Fecha de presentación del informe	20/12/2024
Sesión de Consejo de aprobación	CUA-DCNI-232-22
Clave del proyecto asignada por el Consejo Divisional	97S232-22

1. **Título del proyecto:** Sistema de monitorización y control de variables físicas en áreas extensas

2. **Año a evaluar:** 2 de 2

3. **Responsable y participantes del proyecto:**

Dr. Adán Geovanni Medrano Chávez, Dr. Luis Ángel Alarcón Ramos y Dra. Areli Rojo Hernández.

## 4. Resumen de avances de los dos años

De los dos años de duración del presente proyecto, se logró concretar los siguientes desarrollos o prototipos, mismos que están relacionados con los objetivos particulares planteados:

- 1) Sensor inalámbrico de temperatura, humedad y concentración de CO<sub>2</sub>.
- 2) Mecanismo de monitoreo de personas basado en sensores infrarrojos y ultrasónico.
- 3) Aplicación en Android de configuración de sensores.
- 4) Un cliente MQTT encargado de registrar las mediciones de los sensores.
- 5) Implementación de un sistema monitorización remota, con la finalidad de modificar comportamiento de los sensores de manera remota.

## 5. Grado de avance (GA):

Objetivos	GA (%)	Productos	(GA%)
Diseño e implementación de un sensor de variables ambientales	90	Sensor ambiental	95
Diseño e implementación de actuador inalámbrico	0	Actuador inalámbrico	0
Diseño e implementación de sensor de conteo de personas	100	Sensor de conteo basado en señales infrarrojas y ultrasónicas	100
Diseño e implementación de sumidero de datos	100	Sumidero de datos	100
Diseño e implementación de servicio web de monitoreo remoto	50	Tablero de monitoreo	10
Diseño e implementación de servicio de actualizaciones OTA	0	Sistema de actualizaciones OTA	0

Diseño e implementación de aplicación de configuración de sensores	100	Aplicación Android	100
Diseño e implementación de sistema de extensibilidad de hardware basado en I <sup>2</sup> C	0	Sistema de extensibilidad I <sup>2</sup> C	0

## 6. Formación de recursos humanos

Los alumnos Luis Xavier Moédano Aguilera, Christian Trejo Delgado y Arturo Muñoz Castillo han concluido su participación en el proyecto al finalizar sus respectivos proyectos terminales. El alumno Brayan Santiago Sánchez Reyna continua con el riesgo de no terminar.

## 7. Lista de publicaciones:

No se obtuvieron publicaciones del presente proyecto.

## 8. Lista de presentaciones en congresos:

El alumno Arturo Muñoz Castillo presento un cartel con el título “Evaluación de un módulo de energía de un sensor inalámbrico codificado en µPython”, en el V Simposio de las Licenciaturas y del Posgrado 2023.

## 9. Tabla comparativa entre lo establecido en el calendario de actividades y lo alcanzado hasta la entrega del informe anual (incluir únicamente cantidades).

Producto entregable	Planeado para el periodo de evaluación	Reportado en el periodo
<b>Formación de recursos humanos nivel licenciatura</b>		
Servicio social	0	0
Proyecto terminal	4	3
Tesis de licenciatura	4	2
<b>Formación de recursos humanos posgrado</b>		
Especialización	0	0
Maestría	0	0
Doctorado	0	0
<b>Publicaciones</b>		
Artículos	1	0
Capítulos de libro	0	0
Memorias o Proceedings	0	0
<b>Difusión o Divulgación</b>		
Congresos	0	0
Conferencias	0	0
<b>Otros: especificar y proveer detalle del producto</b>		
Sensores y actuadores	4	2
Sistemas de software	3	0

## 10. Justificación en caso de existir desviaciones en el proyecto.

Como se muestra en el grado de avance de la Sección 5, el resultado final del presente proyecto no se ha concretado, se estima que el avance del presente proyecto es de un 60%. Realizando una autoevaluación del trabajo realizado, podemos concluir lo siguiente:

- a) El objetivo principal del proyecto es implementar un sistema remoto que monitoree, controle y registre las magnitudes de variables físicas en un área extensa, en este caso, se logró concretar el desarrollo de algunos sistemas que consiguen tal fin (ver Sección 1), pero aún más importante, se adquirió el conocimiento y las habilidades para el desarrollo de sistemas de monitoreo y registro, aunque no completamente la parte de control o de actuadores. Sin embargo, si bien se tienen algunos dispositivos de monitoreo y registro, estos no pudieron ser implementados en algún caso práctico que verifique la operación de estos.
- b) La gran mayoría de los alumnos logró terminar o completar las tareas que tenían pendientes, cada uno de sus desarrollos pudieron corroborarse de manera controlada y no en un escenario real. Esto último, es un punto muy importante ya que podrá enfrentar a los sistemas a eventos que difícilmente podrían aparecer en un caso de prueba controlado o artificial.
- c) De los dos puntos antes citados, se puede observar que hace falta un escenario concreto de prueba, es decir, un ajuste en el objetivo general de tal manera que el sistema tenga una utilidad o finalidad concreta y que no solo se limite al monitoreo, registro y control de variables físicas sin un propósito particular. En este sentido, se busca algún tipo de fenómeno o proceso que permita no solo verificar la validez de los desarrollos que hasta este momento se han concretado, sino que, también le dé al proyecto una utilidad clara.
- d) La mayoría de los objetivos particulares sugieren el desarrollo de diversos elementos que permitirán el monitoreo, control y registro de magnitudes, sin embargo, en ninguno de ellos se habla del desarrollo o propuesta de una arquitectura que garantice un desarrollo con calidad, que fusione todos los elementos para una operación conjunta, y que permita el desacoplamiento de actividades y establecimiento de patrones para un mantenimiento o actualización de este más sencillo.

Con lo anterior, se observó que al presente trabajo careció de establecer una utilidad concreta y de establecer una arquitectura que de forma a todo el sistema y que permitan actualizaciones y mantenimiento de forma sencilla.

Sin embargo, algunos participantes del proyecto tuvieron contacto con Dr. Sergio Revah, el Dr. Gabriel Viguera y algunos de sus alumnos, lo que facilitó algunas ideas al proyecto a partir de necesidades de monitoreo, registro y control de variables físicas en biorreactores. Si bien ellos ya contaban con algunos desarrollos, les hacía falta la parte del registro de sus datos, algo en lo que ya se había trabajado en este proyecto. Con la finalidad de ofrecer una solución y aprovechando los avances, se logró trabajar con algunos alumnos para concentrar la parte de registro de datos, pero más importante aún, conocer un problema real en donde pueda ser aplicado el desarrollo del sistema para el monitoreo, control (automático) y registro de variables físicas. Las alumnas y alumnos con los que se inició esto último son:

- Victoria Nava Natalia
- Andrea Michelle Brady Chávez

- Nicolas Diaz Jorge Octavio
- Romero García Alan Tonatiuh

Aun cuando se aprovecharon los resultados del presente trabajo, el alumnado antes citado no formo parte del proyecto, el motivo es que como tal no trabajaron sobre los objetivos planteados de este.

Si bien los resultados del trabajo se estaban usando, aún faltaba establecer una arquitectura de todo el sistema y, con la finalidad de plantearla y que permitiera consolidar los desarrollos del presente proyecto, se tuvo un acercamiento con el Dr. Ismael Robles cuya experticia en el desarrollo de sistemas de cómputo permitió elaborar una propuesta de arquitectura IoT (Internet de las Cosas ) para el monitoreo, registro y control de variables físicas. Dada la experiencia que se tuvo Dr. Sergio Revah y sus colaboradores y, a la valiosa aportación del Dr. Gabriel Vigueras, se pudo trabajar en una propuesta de arquitectura, misma que rescata el trabajo realizado en este proyecto y que, además, se implementa en una aplicación real. Esta propuesta se presenta en la Figura 1 y une de manera más organizada algunos de los resultados del presente proyecto.

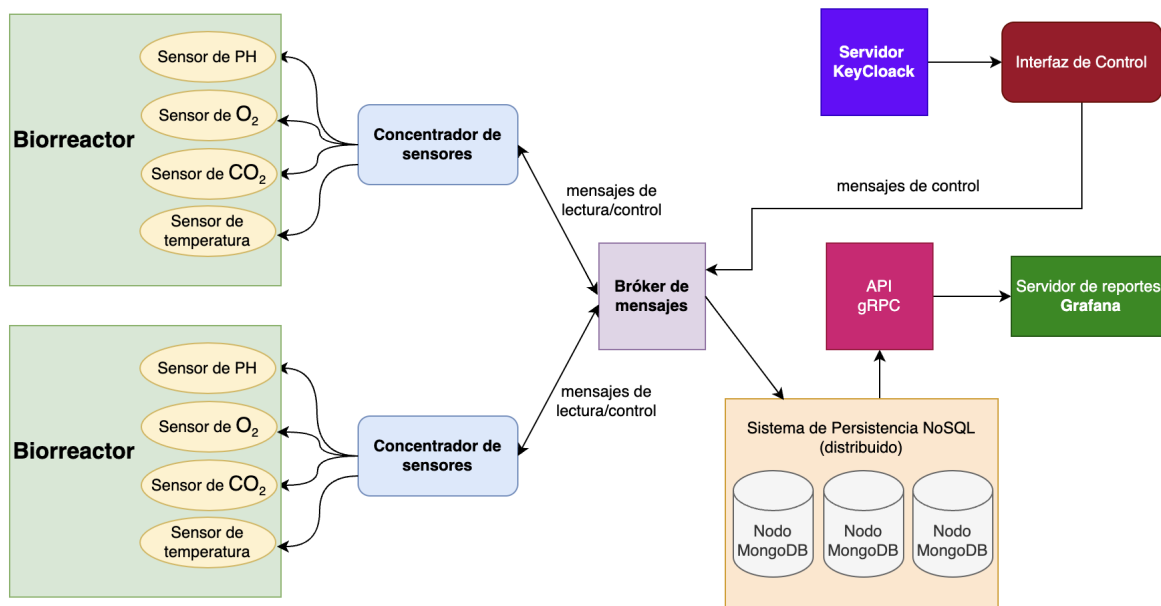


Figura 1. Diagrama de arquitectura IoT propuesto para monitorización, control y registro de variables físicas en biorreactores.

A pesar de contar con los elementos necesarios que darán una mejor forma al presente proyecto, se decidió que esto último no fuese parte del trabajo, por los siguientes motivos:

- El objetivo general, y en especial los objetivos particulares, requerirán de un nuevo planteamiento.
- Habrá mas personas involucradas en el proyecto.

Por lo anterior, se está planteando el proponer un nuevo proyecto, que retome los resultados del que se esta reportando, con la finalidad de implementar un sistema basado en la arquitectura del Internet de las Cosas (IoT), que permita monitorear en tiempo real y almacenar las señales generadas por biorreactores, a fin de controlar su evolución y con ello apoyar en las prácticas de

laboratorio en donde se realicen procesos biológicos por parte del alumnado y el profesorado de la DCNI.

Creemos que esta nueva propuesta tendrá mejores resultados y en especial beneficios al contar con colaboradores de otros departamentos. Actualmente, ya se tiene algunos resultados que se espera consolidar en un año o dos y, para el siguiente trimestre 25-I, se espera presentarlo como nuevo proyecto divisional con el título tentativo de “Sistema para monitoreo, registro y control de variables físicas en biorreactores”, el cual tendrá nuevos participantes cuyos conocimientos brindarán mejores resultados.

**11. Atención a observaciones al informe anual previo por parte del Consejo Divisional (cuando aplique).**

No aplica.