

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

NOMBRE DEL TRABAJO:

Implementación de una red de sensores para la medición de parámetros físicos en cámaras de refrigeración del Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA).

NOMBRE DEL ALUMNO:

Ricardo Montoya Gómez

FECHA DE ENTREGA:

07 DE JUNIO DEL 2019



Agradecimientos

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Laboratorio de Iluminación Artificial pero especialmente al Mtro. Eduardo Flores Gallegos y a la Dra. Nivia Iracemi Escalante García, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Resumen

Hoy en día en el mundo de la teledetección es necesario medir cada vez un mayor número de parámetros medioambientales con el fin de determinar con la mayor precisión posible las condiciones atmosféricas o terrestres de una determinada zona terrestre. El gran elevado número de sensores necesarios para tales objetivos exigen a la industria un bajo coste y una alta calidad de los mismos, lo que conlleva a la necesidad de encontrar unos sistemas de producción más sofisticados.

Sin embargo, el aumento del número de sensores en un sistema distribuido hace que tome gran importancia el sistema de transmisión, por lo que en este trabajo se propone un sistema de comunicación donde cada uno de los sensores inteligentes actuaría como un nodo esclavo, gobernados por un maestro que establecería la comunicación con cada uno de los nodos.

El medio de transmisión está formado por un único canal, permitiendo que la comunicación en un sistema distribuido de sensores pueda realizarse de manera inalámbrica.

Contenido

Introducción	4
Problemática	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Hipótesis	4
Marco Teórico	5
Descripción de actividades realizadas	6
Proceso Unificado Ágil	6
Estimación de Costos	8
Justificación del Proyecto	8
Riesgos	9
Viabilidad el proyecto	9
Factibilidad Técnica	10
Entorno de trabajo	11
Arquitectura de Software	11
Desarrollo del Entorno de Trabajo	12
Procedimientos de Instalación de Raspbian	12
Procedimiento de Instalación de PgAdmin3	17
Diagrama parcial de caso de uso del sistema	19
Requerimientos del Sistema	20
Requerimientos Funcionales	20
Requerimientos No Funcionales	21
Diagrama De Clases	22
Diagrama De Estados	23
Diagrama De Actividades	24
Diagrama Entidad Relación	25
Diagrama de Secuencia	26
Resultados	27
Base de datos	28
CONCLUSIONES	29
Aportes	29
Recomendaciones	29

Índice de Tablas

Tabla 1.- Estimación de costos del proyecto.	3
Tabla 2.- Definir Riesgos	4

Índice de Diagramas

Diagrama 1.- Diagrama General del Sistema	6
Diagrama 2.- Caso de Uso del Sistema	14
Diagrama 3.- Clases del Sistema	16
Diagrama 4.- Estados del Sistema	17
Diagrama 5.- Actividades del Sistema	17
Diagrama 6.- Entidad Relación del Sistema	18
Diagrama 7.- Secuencias del Sistema	19

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.- Descarga de Raspbian	11
Ilustración 2.- Descompresión de Imagen ISO con Rufus	11
Ilustración 3.- Inicio de instalación del sistema operativo	12
Ilustración 4.- configuración de idiomas.	12
Ilustración 5.- Asignación de Contraseña	13
Ilustración 6.- Conexión a la Red	13
Ilustración 7.- Actualización del Sistema Operativo.	14
Ilustración 8.- Sistema Operativo Actualizado.	14
Ilustración 9.- Finalización de la configuración del Sistema Operativo.	15
Ilustración 10.- Comando para Instalar PostgreSQL	15
Ilustración 11. - PostgreSQL desde terminal	15
Ilustración 12.- Entorno Grafico de PgAdmin3	16
Ilustración 13.- Conexión local en PostgreSQL.	17
Ilustración 14.- Visualización del COM Arduino.	26
Ilustración 15 Visualización de la base de datos en MySQL.	27

Introducción

Las redes de sensores inalámbricos tienen gran importancia para la solución de problemas de monitoreo donde se tenga como gran inconveniente la distancia entre puntos y estaciones; en este tipo de redes se relacionan tres aspectos de la ingeniería, la percepción (censo de señales), las comunicaciones y la computación.

El desarrollo metodológico de la monografía tiene su origen en un estado del arte de las redes de sensores inalámbricos (generalidades, topologías, etc.), posteriormente se continúa con el tema de sensores inalámbricos (en este tema se tratará principales fabricantes, casos de éxitos, etc), y como parte final se tiene el desarrollo cognitivo del proceso de aprendizaje, que en nuestro caso hace referencia a los parámetros para diseño e implementación de una red de sensores inalámbricos, aspectos técnicos, todo esto resumido en una guía electrónica, la cual es explicada en el capítulo final.

Problemática

El Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA) no cuenta con la automatización de las cámaras de refrigeración por lo que se es difícil saber los parámetros físicos que se generan en cada tratamiento utilizado en las cámaras.

Al desarrollar un sistema automatizado, se logrará saber los parámetros físicos exactos de cada tratamiento como lo es la temperatura, humedad relativa, CO₂ e iluminación a través de una página web.

Objetivo general

Implementar una red de sensores para el monitoreo de parámetros físicos en las cámaras de refrigeración.

Objetivos específicos

1. Diseñar un sistema Web con Django
2. Crear una base de datos en PostgreSQL
3. Desarrollar la red de sensores
4. Evaluar el funcionamiento

Hipótesis

- Demostrar que el control sobre las variables es indispensable para el cultivo de plantas, como la temperatura, humedad relativa y Laminación genera un incremento en la producción de cultivos alimenticios y de excelente calidad.

Marco Teórico

Las Cámaras de Refrigeración, así como otros sistemas para la protección de cultivos, permite controlar los factores climáticos que intervienen en el desarrollo del cultivo. Un desarrollo óptimo y equilibrado de las plantas, depende de la forma en la cual factores como temperatura, humedad e iluminación inciden de forma favorable sobre ellos.

La automatización de un invernadero en las condiciones de clima de nuestro país (altas temperaturas, baja humedad relativa y altas cantidades de radiación solar) es de vital importancia para el productor, debido a que le permite a la planta mantenerse en un ambiente favorable y de lo que es más importante de los alimentos que producen.

En las cámaras de refrigeración no se cuenta con tecnología para resolver los problemas antes mencionados, es que la planta sufre de un estrés provocado por una alta radiación solar y temperaturas y humedades relativas inadecuadas, lo que conlleva a cierre de estomas y la parálisis de la traslocación de elementos nutricionales que le permitan a la planta realizar todos los procesos metabólicos requeridos por estas para una óptima producción.

La automatización de estas cámaras de refrigeración le permite al usuario incidir sobre el clima que se genera dentro de la estructura, y hacer un uso eficiente de la luz y los fertilizantes ya que, a través de la utilización de sensores medidores de temperatura, humedad relativa, co2 e iluminación ya que el usuario podrá ver los datos generados través de una página web diseñada para ver los datos en tiempo real.

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el dispositivo que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas HMI podemos pensarlos como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software HMI o de monitorización y control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's (Controladores lógicos programables), PACs (Controlador de automatización programable), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

La combinación de tecnología de automatización con las caras de enfriamiento, permite al final poder obtener la mayor rentabilidad de la cosecha y mejorar la calidad de los productos. Es importante que las cámaras de refrigeración automatizadas, poder tener un control directo sobre aspectos como la temperatura, la humedad relativa, co2 y la ventilación, es por eso que los sistemas automatizados son la solución más pertinente para este tipo de proyectos.

Descripción de actividades realizadas

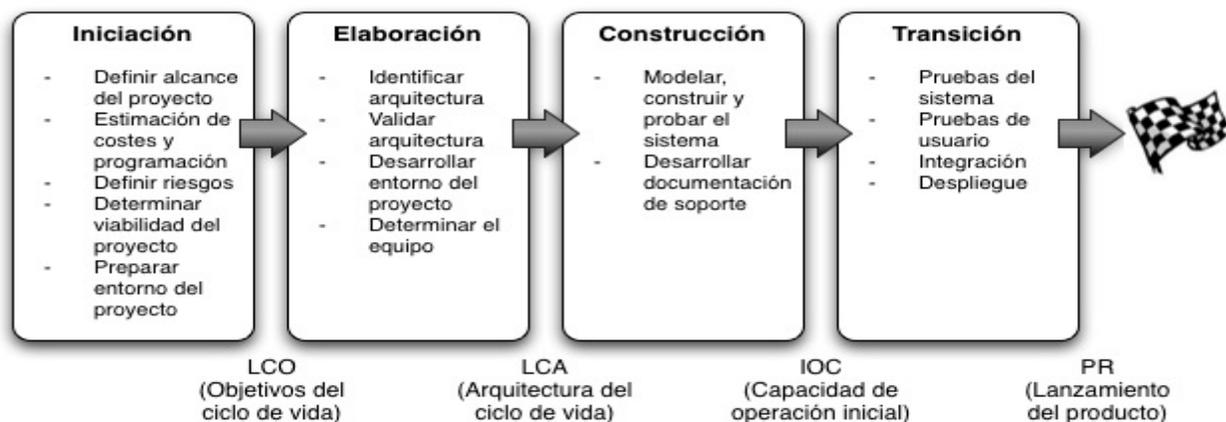
Proceso Unificado Ágil

El Proceso Unificado Ágil (AUP, del inglés Agile Unified Process) es una versión simplificada del Proceso Unificado de Rational (Rational Unified Process, RUP) desarrollada por Scott Ambler, que describe una aproximación al desarrollo de aplicaciones que combina conceptos propios del proceso unificado tradicional con técnicas ágiles, con el objetivo de mejorar la productividad.

El Proceso Unificado Ágil consta de cuatro fases que el proyecto atraviesa de forma secuencial. Dichas fases son, al igual que en el Proceso Unificado de Rational:

- **Iniciación.** El objetivo de esta fase es identificar el alcance inicial del proyecto, una arquitectura potencial para el sistema y obtener, si procede, financiación para el proyecto y la aceptación por parte de los promotores del sistema.
- **Elaboración.** Mediante esta fase se pretende identificar y validar la arquitectura del sistema.
- **Construcción.** El objetivo de esta fase consiste en construir software desde un punto de vista incremental basado en las prioridades de los participantes.
- **Transición.** En esta fase se valida y despliega el sistema en el entorno de producción.

La siguiente figura muestra un esquema de estas cuatro fases incluyendo, además, los objetivos y tareas fundamentales de cada una, así como los diferentes hitos por los que pasa el proyecto (a saber, LCO, LCA, IOC y PR):



A lo largo de las cuatro fases, se desarrollan actividades relativas a siete disciplinas de manera iterativa:

- Modelado. Su objeto es entender la lógica de negocio de la aplicación, el dominio del problema del proyecto e identificar una solución viable para el dominio del problema.
- Implementación. Transformar los modelos en código ejecutable y realizar pruebas básicas, en particular pruebas unitarias.
- Pruebas. Realizar una evaluación de los objetivos para asegurar la calidad. Esto incluye encontrar defectos, validar que el sistema funciona como fue diseñado y verificar que los requisitos se cumplen.
- Despliegue. Planear la entrega del sistema y ejecutar el plan para hacer que el sistema quede disponible para los usuarios finales.
- Gestión de la configuración. Gestionar el acceso a los artefactos del proyecto. Esto incluye, además de la traza de versiones de los artefactos, el control de cambios y la gestión de los mismos.
- Gestión del proyecto. Dirige las actividades que tienen lugar dentro del proyecto, incluyendo gestión de riesgos, dirección del personal y coordinación.
- Entorno. Apoyar el resto del esfuerzo asegurando que los procesos, métodos y herramientas están disponibles para el equipo cuando los necesitan.

Estimación de Costos

Tabla 1.- Estimación de costos del proyecto.

COSTOS DEL PROYECTO			
	Cantidad	Descripción	Precio
Hardware	3	Arduino Uno R3	\$420
	3	Hikvision Cámara IP Domo IR para Exteriores/Interiores DS-2CD1101-I, Alámbrico, 1280 x 720 Píxeles, Día/Noche	\$2,127
	3	Sensor de Temperatura/Humedad (DHT22)	\$327
	3	Sensor de Humedad (561944)	\$87
	1	Raspberry Pi 3 Modelo V1.2	\$0
Software	1	Linux Mint 19.1 Tessa	\$0
	1	Raspbian	\$0
	1	Mozilla Firefox	\$0
	1	Python 3.6.7	\$0
TOTAL			\$2,961

Justificación del Proyecto

La integración de las tecnologías en la agricultura ha permitido optimizar la producción de alimentos en términos de cantidad, calidad y mejora de la eficiencia de los recursos. En países como Holanda y Japón la tecnificación de la agricultura ha alcanzado niveles muy altos logrando colocar a estos países como líderes en la producción de alimentos. Por su parte en México, se ha rezagado varias décadas debido a la poca inversión en investigación y desarrollo de tecnología, esta poca tecnificación genera dos problemas importantes: La falta de competitividad del productor mexicano y la necesidad de adquirir tecnologías de otros países a muy altos costos. Es por esto, que en el Laboratorio de Iluminación Artificial se trabaja en el desarrollo de técnicas de crecimiento de cultivos, y desinfección y maduración de alimentos. Para el desarrollo de nuevas técnicas los experimentos deben de ser controlados a su totalidad por lo que el empleo de TIC's en el monitoreo y control de parámetros es esencial para lograr resultados confiables. Para lograr el máximo aprovechamiento de las TIC'S existen dos vertientes que permiten el desarrollo de proyectos: El software libre y el código abierto. Estas dos vertientes además de permitir el trabajo colaborativo nos dan acceso a herramientas de hardware (Arduino, Raspberry) y software (Python, Django, PostgreSQL, GNU/Linux) de manera gratuita o a muy bajo costo. por lo que el desarrollo de tecnologías es viable, seguro, escalable y con total acceso tanto a los componentes como al software.

La finalidad de este proyecto es proponer la implementación de una red de sensores con la finalidad de recolectar de manera ordenada y adecuada los parámetros físicos. para la toma de decisiones a través de herramientas como arduino, sensores, raspberry y Modulo WIFI.

Riesgos

La Tabla 2 contiene cada uno de los riesgos son definidos de acuerdo.

Tabla 2.- Definir Riesgos

RIESGOS	PRIORIDAD	PROBABILIDAD	IMPACTO	CAUSA
Falta de material para la realización del proyecto	Alta	Media	No entregar el proyecto en el tiempo estimado	Falta de recursos económicos
El diseño es inadecuado y se tenga que volver a rediseñar	Media	Media	Retraso de tiempo para la entrega de proyecto	Falta de comunicación
Fallos de software	Media	Media	Retraso de tiempo para la entrega de proyecto	Fallos al momento de ejecutar una aplicación
La elaboración del proyecto tarda más de lo planeado	Alta	Baja	No entregar el proyecto en el tiempo estimado	Falta de material y conocimientos

Viabilidad el proyecto

Este tipo de sistemas permiten un mejor control de las temperaturas y humedad de las cámaras de refrigeración que se encuentran en LIA, esto también ayudan a recopilar toda la información vital para la mejora de los experimentos que se realizarán dentro de las cámaras de refrigeración, además que se integrarán el uso de herramientas libres, permiten el no generar gastos excesivos para el laboratorio (LABSOL) al momento de querer implementar estos sistemas.

Los sistemas con estas características permiten tener un control adecuado sobre los parámetros específicos (Por ejemplo: Temperatura y humedad) en las cámaras de refrigeración dentro del LIA ayudando a recopilar la información en tiempo real para la evaluación en la toma de decisiones; integrando el uso de herramientas libres para su aplicación.

Factibilidad Técnica

Factibilidad de sistemas Técnica es una evaluación que debe demostrar la facultad del sistema para ponerse en marcha y mantenerse durante el tiempo, además debe demostrar que la planeación del sistema ha sido desarrollada cuidadosamente contemplando todas las restricciones y objetivos, aprovechando los recursos que entrega la organización.

El sistema estará elaborado bajo herramientas que existen y que permiten elaborar este tipo de proyectos como lo son Arduino, PgAdmin3 y Raspberry. Se plantea que el proyecto pueda ser utilizado para el monitoreo de las diferentes variables que se miden dentro del laboratorio LIA.

Los conceptos que hay que considerar en la planeación de la Factibilidad de sistemas técnica son:

¿Vale la pena resolver el problema o funcionará la solución pensada para el problema?

Problema

A la hora de generar reportes de las medidas de los parámetros o saber que tratamiento es mejor, ya que los datos no son de todo exactos puede generar problemas en la toma de decisiones.

Respuesta

La creación de la red de sensores ayuda a que los usuarios del Laboratorio de LIA a tener datos más exactos de cada tratamiento y así disminuyendo la pérdida de tiempo y la mejor toma decisiones.

Si vale la pena resolver el problema, porque al momento no se cuenta con datos exactos y no se sabe los parámetros físicos de cada tratamiento, se sabrá los parámetros de cada tratamiento que se realice generando datos más exactos.

¿Qué opinan los usuarios finales y los directivos sobre el problema (solución)?

Es una propuesta importante, porque gracias a esto se podrá optimizar la medición de parámetros físicos (Temperatura, Humedad relativa, CO2 Y Luminosidad), y así trabajar al mismo tiempo.

Y si este Sistema se hace realidad, estaremos en contacto por cualquier novedad del mismo.

¿Es posible superar este problema? ¿Cómo?

El problema si puede ser superado

La manera o forma que puede ser es implementar el Sistema que estamos desarrollando.

Caso contrario los problemas seguirán o pueden surgir otros a partir de ese.

Entorno de trabajo

Arduino: Posee su propio IDE y lenguaje de programación y como Node MCU es compatible con estas, Arduino puede ser programado de la misma forma, solo con instalar la librería necesaria en el IDE. (Arduino, 2019).

Raspbian: Es el sistema operativo recomendado para Raspberry Pi (al estar optimizado para su hardware) y se basa en una distribución de GNU/Linux llamada Debian. (Abellán, 2019).

Linux Mint: es una distribución de GNU/Linux comunitaria basada en Debian y Ubuntu que tiene por objeto proveer "un sistema operativo moderno, elegante y confortable que sea tan poderoso como fácil de usar". (Linux, 2006).

PgAdmin3: es un sistema completo de gestión y diseño de bases de datos PostgreSQL para sistemas Unix y Windows. (pgAdmin3, 2016).

Arquitectura de Software

La red de sensores como se muestra en el Diagrama1, presenta soluciones en la medición de los parámetros físicos que se miden dentro de las cámaras de enfriamiento, también ayuda a usuarios externos a interactuar con el sistema para visualizar diferentes tipos de mediciones ya sea CO2, Luminosidad, humedad y temperatura.

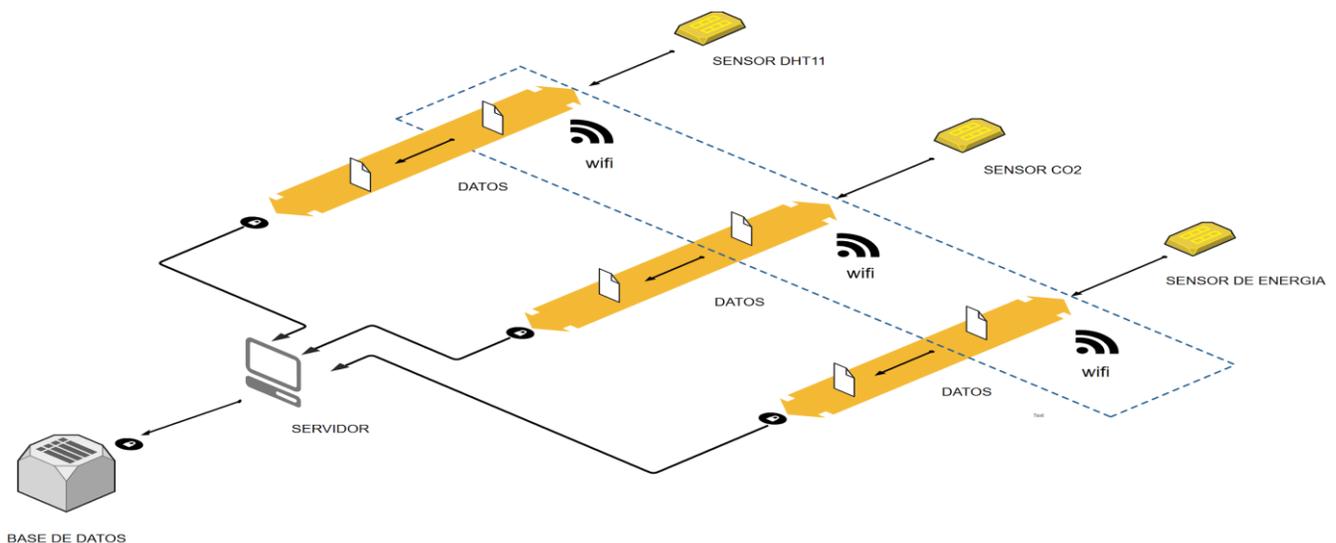


Diagrama 1.- Diseño general de la implementación del sistema.

La Tabla 3 presenta la descripción de cada uno de los componentes que conforman el sistema.

Tabla 3.- Módulos del sistema propuesto.

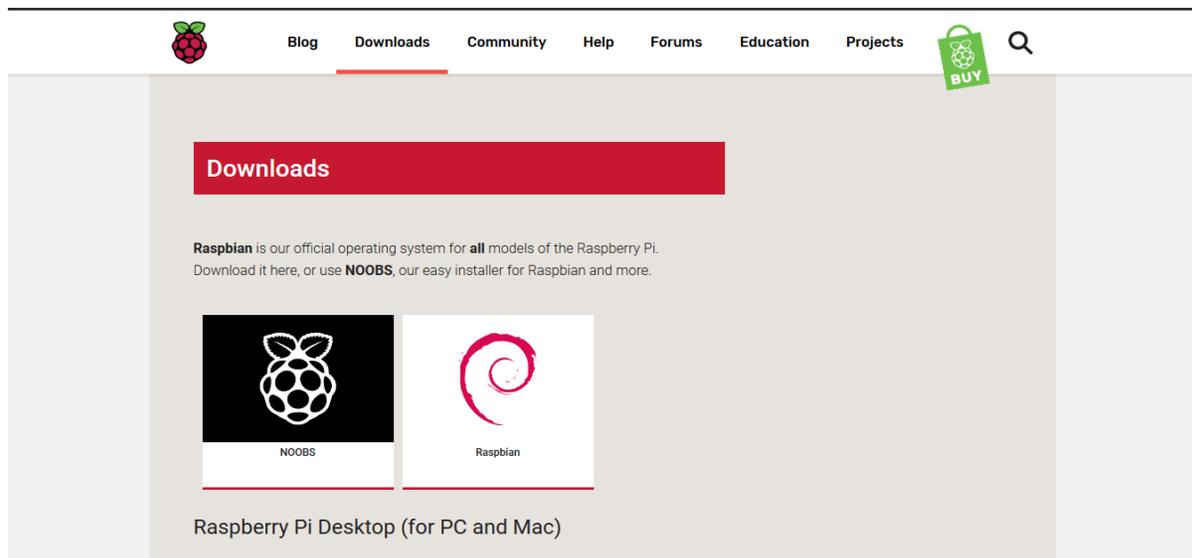
Módulos	Descripción
Recolección y envío de datos	Involucra acceso a internet y algunos sensores, con los que obtiene ciertos datos del medio ambiente que lo rodea. Este sistema en cada cierto tiempo permite la extracción y manipulación de los datos de los sensores, para luego enviarlos al servidor de la aplicación. Dentro de este mismo proceso se solicita al servidor los niveles máximos y mínimos registrados en la base de datos.
Servidor	El sistema en sí, está a cargo de recibir los datos enviados por el Nodemcu Esp8266, e insertarlas en la base de datos PostgreSQL.
Monitoreo y Control	Son las vistas que muestran el histórico de los datos del medio ambiente recolectados hasta la fecha y la opción de configurar ciertos parámetros. Por otro lado, muestran los datos obtenidos por los sensores en tiempo real y permite controlar los dispositivos que están a cargo del microcontrolador de control

Desarrollo del Entorno de Trabajo

A continuación, se mostrará la instalación tanto del sistema operativo como la instalación del gestor de base de datos para esto se mostrarán los pasos que se siguieron para el desarrollo del sistema son los siguientes...

Procedimientos de Instalación de Raspbian

1.- Se accedió a la página oficial de Raspberry vamos al apartado de downloads y descargaremos la imagen ISO.



€

Ilustración 1.- Descarga de Raspbian

2.- Se inserta la Memoria Micro SD y con la ayuda del programa llamado Rufus se graba la imagen ISO en la tarjeta SD.

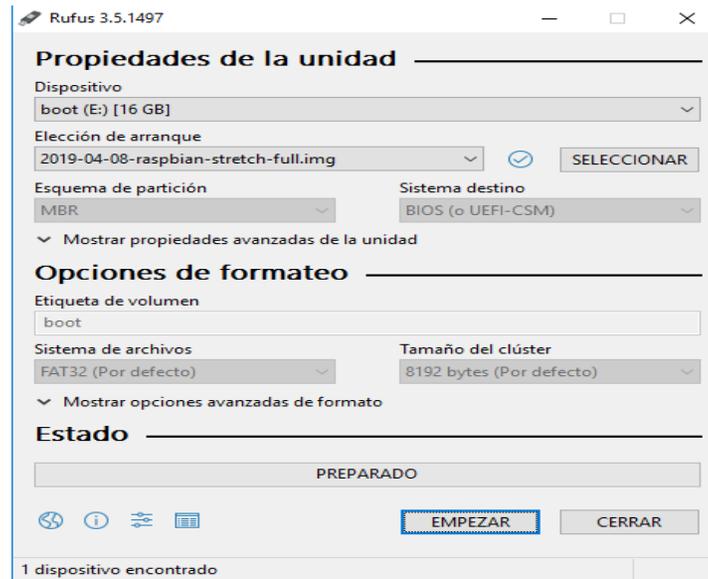


Ilustración 2.- Descompresión de Imagen ISO con Rufus

3.- Ya montada la imagen ISO en la Memoria SD, lo siguiente es conectar la memoria SD a la Raspberry para proceder con la configuración del sistema operativo.



Ilustración 3.- Inicio de instalación del sistema operativo

4.- Se configurará el idioma del teclado y del sistema operativo.

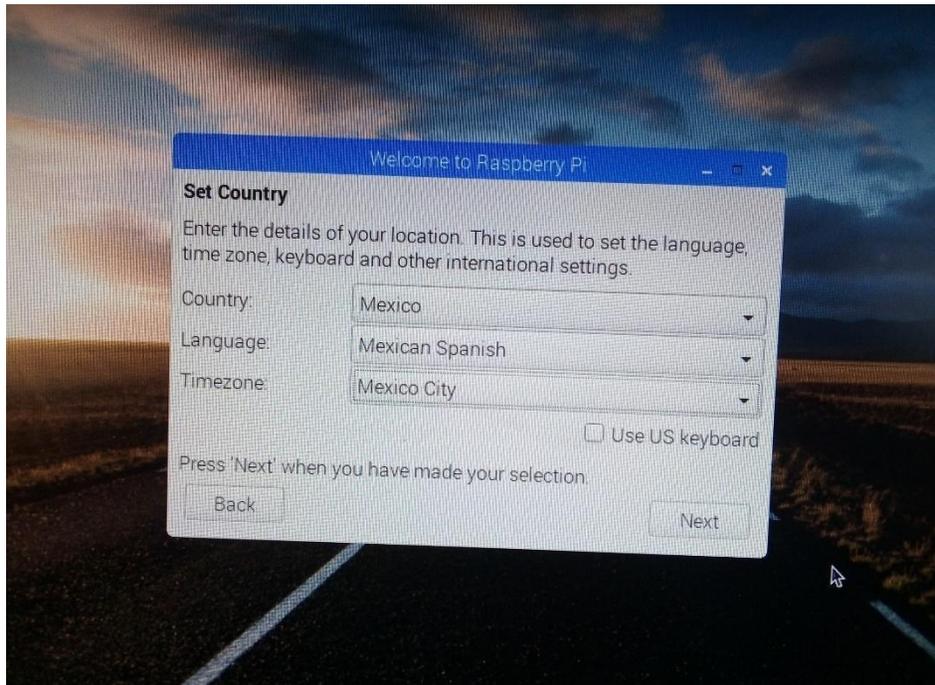


Ilustración 4.- configuración de idiomas.

5.- Le asignamos una contraseña que asimismo será la contraseña del usuario Pi.

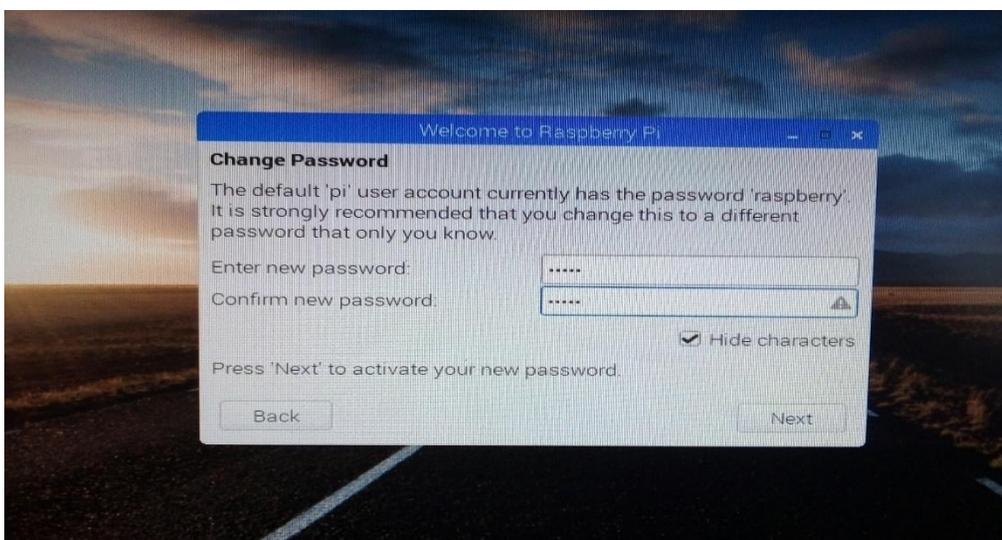


Ilustración 5.- Asignación de Contraseña

6.- Se conectará a una red inalámbrica o por cable de red.

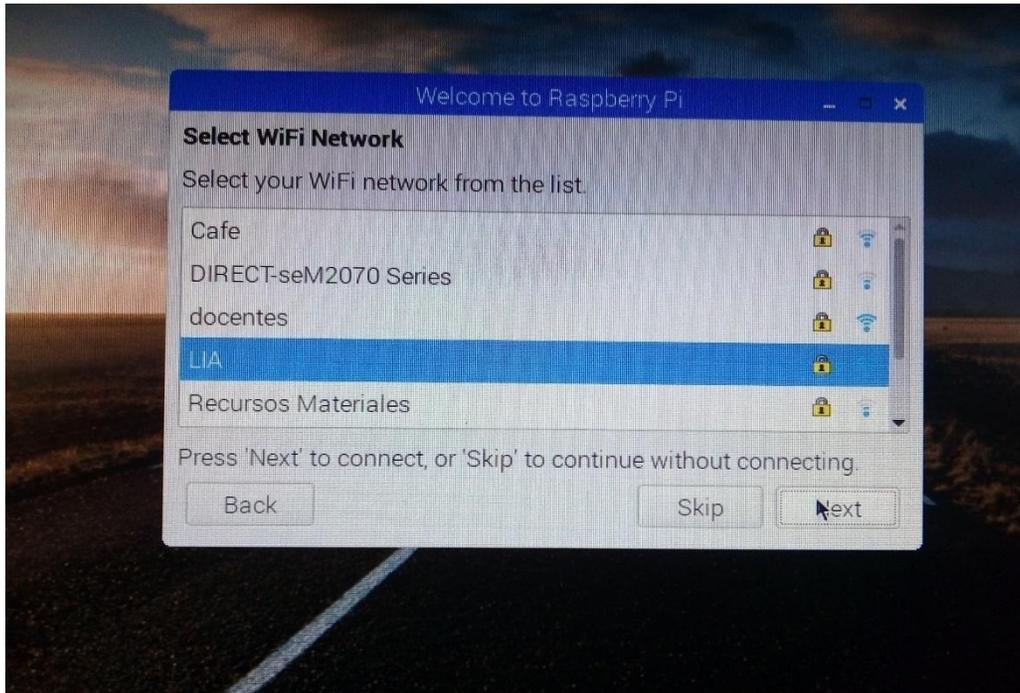


Ilustración 6.- Conexión a la Red

7. Se actualizará el sistema operativo o podrás saltar este paso y no actualizarlo.

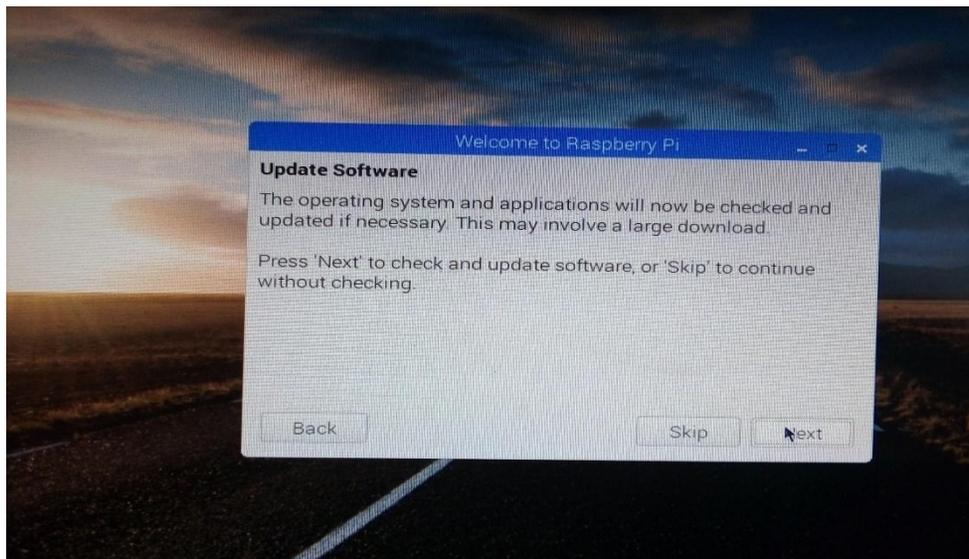


Ilustración 7.- Actualización del Sistema Operativo.

8.- El sistema Operativo esta Actualizado damos clic en el botón OK.

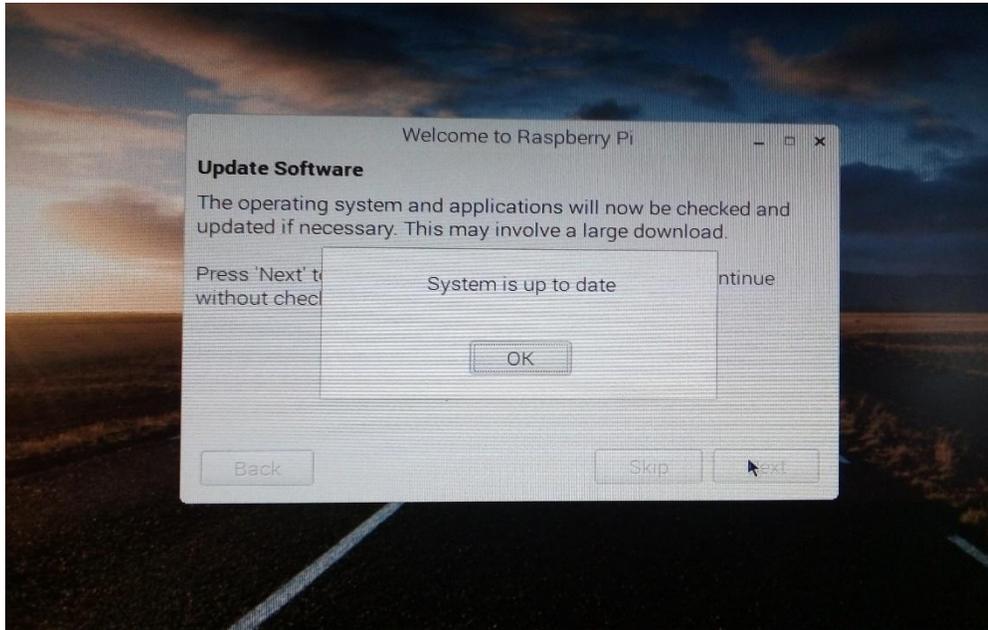
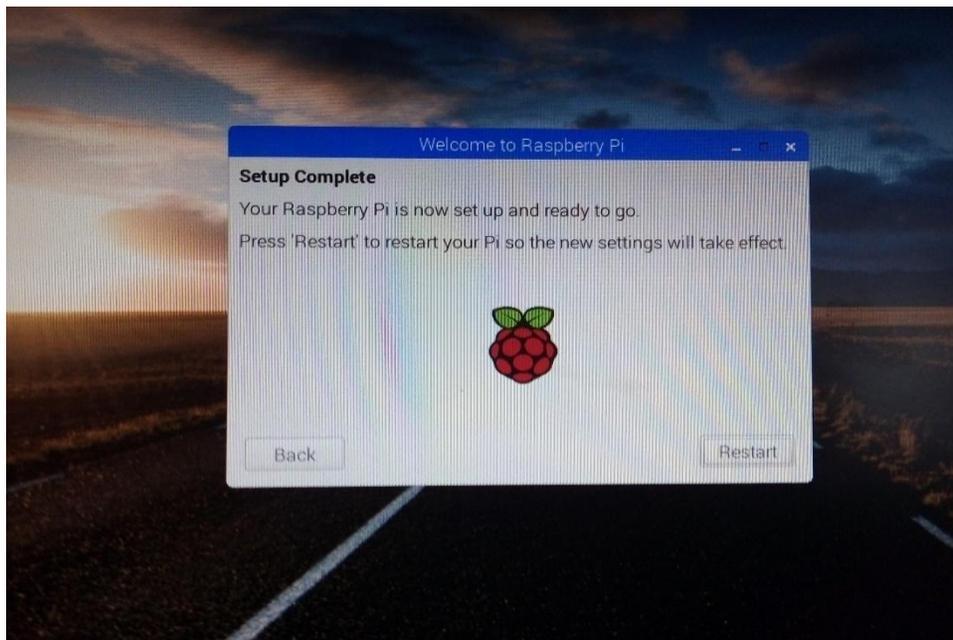


Ilustración 8.- Sistema Operativo Actualizado.

9.- Terminamos con la configuración hora solo falta resetear la Raspberry y podremos usar nuestro Sistema Operativo Raspbian.



Procedimiento de Instalación de PgAdmin3

Estos son los pasos para instalar PostgreSQL y PgAdmin3 en una Raspberry.

1.- Instalaremos la versión 9.6 de PostgreSQL con el siguiente comando:

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install postgresql-9.6
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
postgresql-9.6 ya está en su versión más reciente (9.6.11-0+deb9u1).
fijado postgresql-9.6 como instalado manualmente.
Los paquetes indicados a continuación se instalaron de forma automática y ya
son necesarios.
```

Ilustración 10.- Comando para Instalar PostgreSQL

2.- Ingresar en PostgreSQL desde la terminal y Configuramos el password para el usuario PostgreSQL.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo su
root@raspberrypi:/home/pi# su - postgres
postgres@raspberrypi:~$ psql
psql (9.6.11)
Digite «help» para obtener ayuda.

postgres=# \password postgres
Ingrese la nueva contraseña:
Ingrésela nuevamente:
postgres=#
```

Ilustración 11. - PostgreSQL desde terminal

3.- Se instalará PgAdmin3.

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install pgadmin3
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Los paquetes indicados a continuación se instalaron de forma automática y ya no
son necesarios.
 docutils-common gir1.2-atk-1.0 gir1.2-freedesktop gir1.2-gdkpixbuf-2.0
 gir1.2-gmenu-3.0 gir1.2-gtk-3.0 gir1.2-pango-1.0 libgnome-menu-3-0
 libpython3-dev libpython3.5-dev libreoffice-gtk libreoffice-gtk2
 libreoffice-systray librtimulib-dev librtimulib-utils librtimulib7
 lxde-common lxsession-logout python-apt-common python-rtimulib
 python-sense-hat python3-rtimulib python3.5-dev xclip xsel
Utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlos.
Se instalarán los siguientes paquetes adicionales:
 libwxbase3.0-0v5 libwxgtk3.0-0v5 pgadmin3-data pgagent
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
 libwxbase3.0-0v5 libwxgtk3.0-0v5 pgadmin3 pgadmin3-data pgagent
0 actualizados, 5 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 9 720 kB de archivos.
Se utilizarán 35.8 MB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar? [S/n] s
Des:1 http://raspbian.mirrors.lucidnetworks.net/raspbian stretch/main armhf libw
xbase3.0-0v5 armhf 3.0.2+dfsg-4 [908 kB]
Des:2 http://raspbian.mirrors.lucidnetworks.net/raspbian stretch/main armhf libw
xgtk3.0-0v5 armhf 3.0.2+dfsg-4 [3 653 kB]
Des:3 http://raspbian.mirrors.lucidnetworks.net/raspbian stretch/main armhf pgad
min3-data all 1.22.2-1 [2 560 kB]
Des:4 http://raspbian.mirrors.lucidnetworks.net/raspbian stretch/main armhf pgad
min3 armhf 1.22.2-1 [2 545 kB]
72% [4 pgadmin3 188 kB/2 545 kB 7%] 220 kB/s 10s
```

4.- Configurar una conexión local en PostgreSQL.

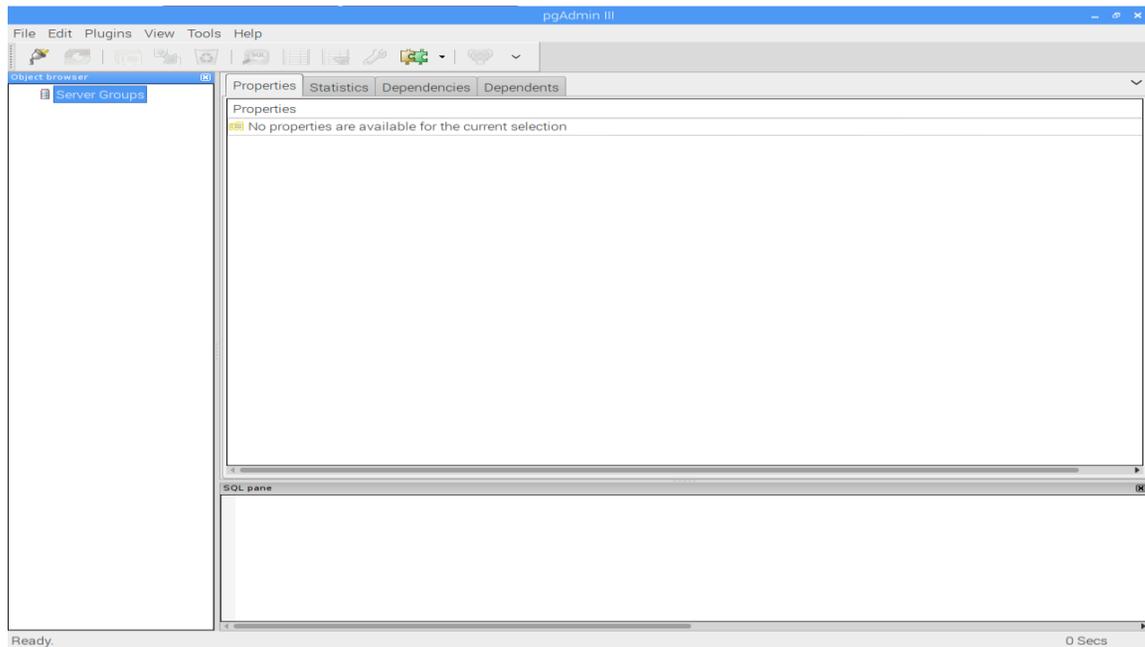


Ilustración 12.- Entorno Grafico de PgAdmin3

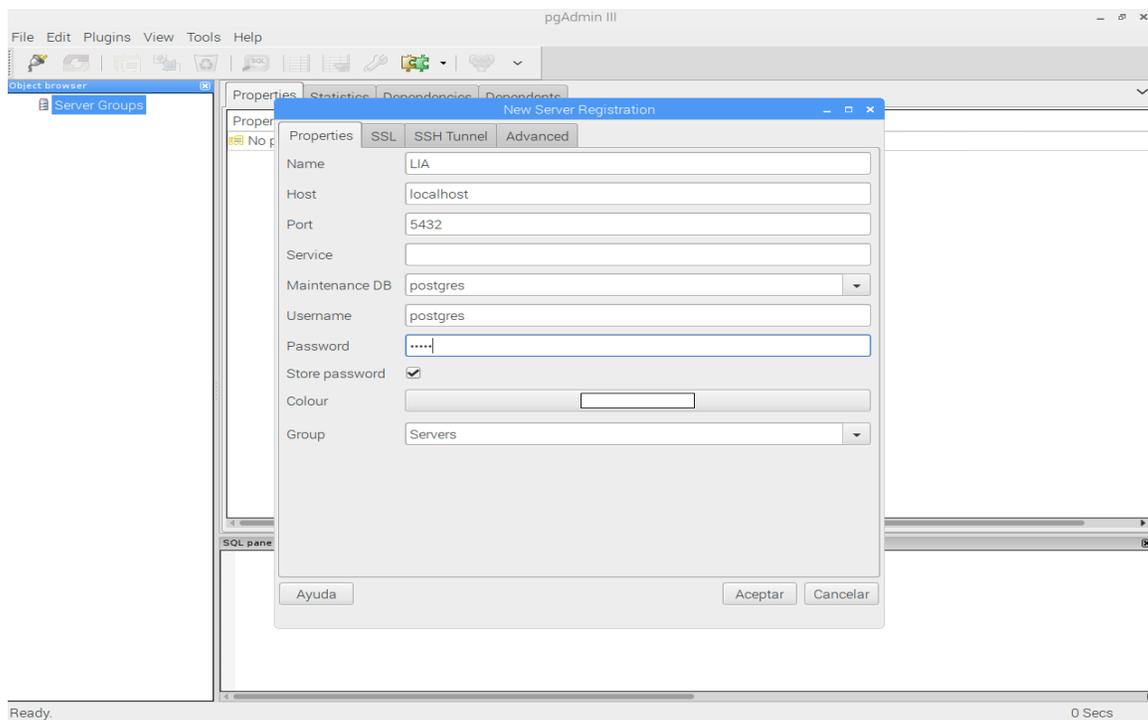


Diagrama parcial de caso de uso del sistema

El diagrama de casos de uso representa la forma en como un Cliente (Actor) opera con el sistema en desarrollo, además de la forma, tipo y orden en como los elementos interactúan (operaciones o casos de uso). (Nacional, s.f.)

Para este caso, los actores involucrados en el sistema se pueden observar en la Figura 8, interactuando con los módulos administrador y usuario.

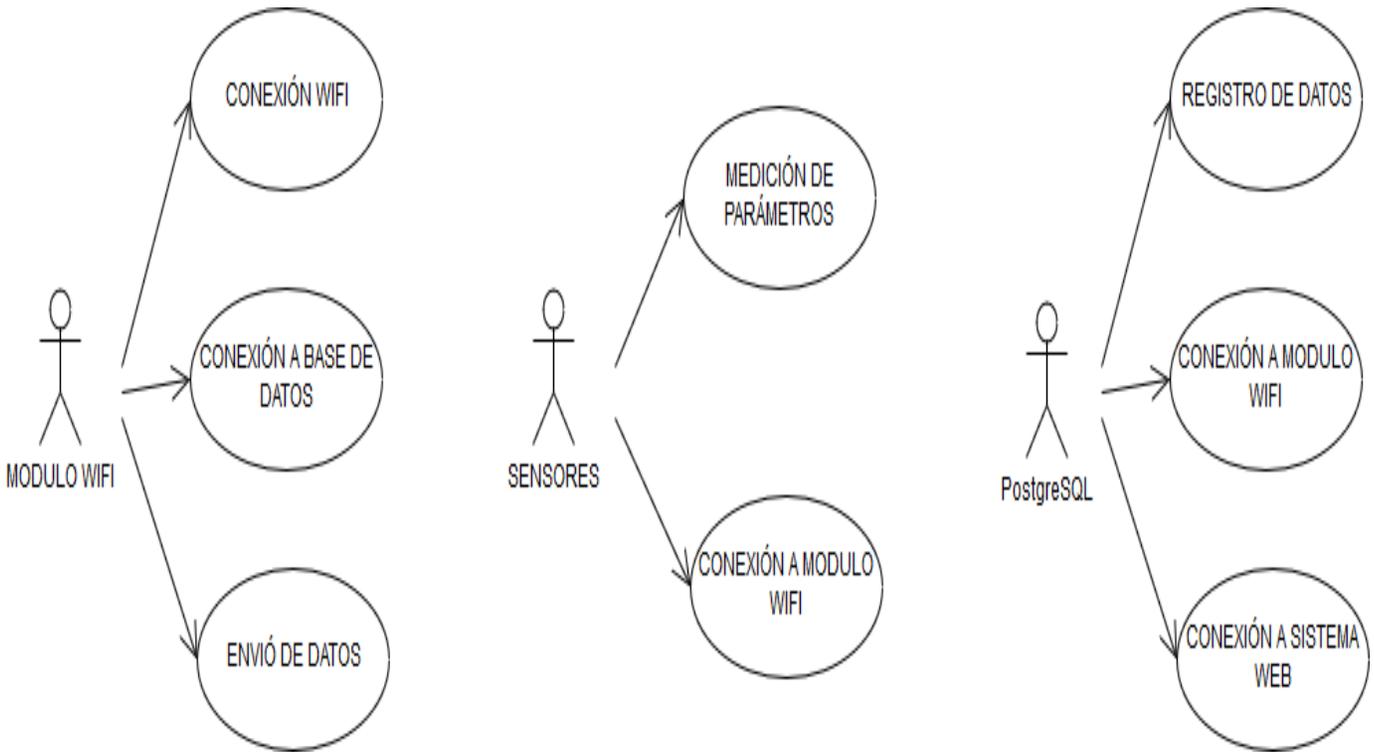


Diagrama 2.- Caso de Uso del Sistema

Requerimientos del Sistema

Requerimientos Funcionales

Los requisitos funcionales son declaraciones de los servicios que prestará el sistema, en la forma en que reaccionará a determinados insumos. Cuando hablamos de las entradas, no necesariamente hablamos sólo de las entradas de los usuarios. Pueden ser interacciones con otros sistemas, respuestas automáticas, procesos predefinidos. (Blog, 2018)

Los Requerimientos Funcionales de este sistema son los siguientes:

RF1. El módulo nodemcu se encarga de controlar el flujo de datos entre los sensores y la base de datos del sistema.		
Funcional	Prioridad Alta	Dificultad Alta
RF2. Debe tener conectividad WIFI.		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RF3. El módulo nodemcu debe de ser capaz de diferenciar los datos de cada sensor para poder tener un registro en la base de datos.		
Funcional	Prioridad Alta	Dificultad Media
RF4. Lee información de los sensores de temperatura, humedad relativa y Dióxido de Carbono.		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RF5. Rango de medición de temperatura: De -40 a 80 grados centígrados.		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RF6. Rango de medición de humedad relativa: De 0 a 100% RH		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RF7. Rango de medición de Dióxido de Carbono: 350 a 10000 ppm.		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RF8. El sistema debe de contar con una base de datos para almacenar la información de los sensores.		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RF9. Enviar los datos recolectados de los sensores hacia el servidor.		
Funcional	Prioridad Alta	Dificultad Alta
RF10. Configuración del servidor Raspberry		
Funcional	Prioridad Media	Dificultad Medio

Requerimientos No Funcionales

Se trata de requisitos que no se refieren directamente a las funciones específicas suministradas por el sistema (características de usuario), sino a las propiedades del sistema: rendimiento, seguridad, disponibilidad. En palabras más sencillas, no hablan de “lo que” hace el sistema, sino de “cómo” lo hace. (Blog, 2018)

Los Requerimientos NO Funcionales de este sistema son los siguientes:

RNF1. Uso de Gestor de base de datos PostgreSQL		
No Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RNF2. Uso de Arduino		
No Funcional	Prioridad Media	Dificultad Media
RNF3. Tolerancia a Fallos		
No Funcional	Prioridad Alta	Dificultad Alta
RNF4. Control de acceso a la base de datos por medio de usuario y contraseña		
No Funcional	Prioridad Alta	Dificultad Media
RNF5. El servidor estará disponible y tendrá capacidad de soportar una alta disposición de almacenamiento de datos.		
No Funcional	Prioridad Alta	Dificultad Alta

Diagrama De Clases

Este tipo de diagrama de UML se utiliza para representar la estructura estática del programa, las clases se representan mediante un rectángulo. En el formato más simple, el rectángulo puede incluir sólo el nombre de la clase, pero también puede incluir atributos y métodos. Los atributos son lo que la clase conoce sobre las características de los objetos, y los métodos (también llamados operaciones) son lo que la clase sabe acerca de cómo hacer las cosas. Los métodos son pequeñas secciones de código que trabajan con los atributos. (Cevallos, 2015)

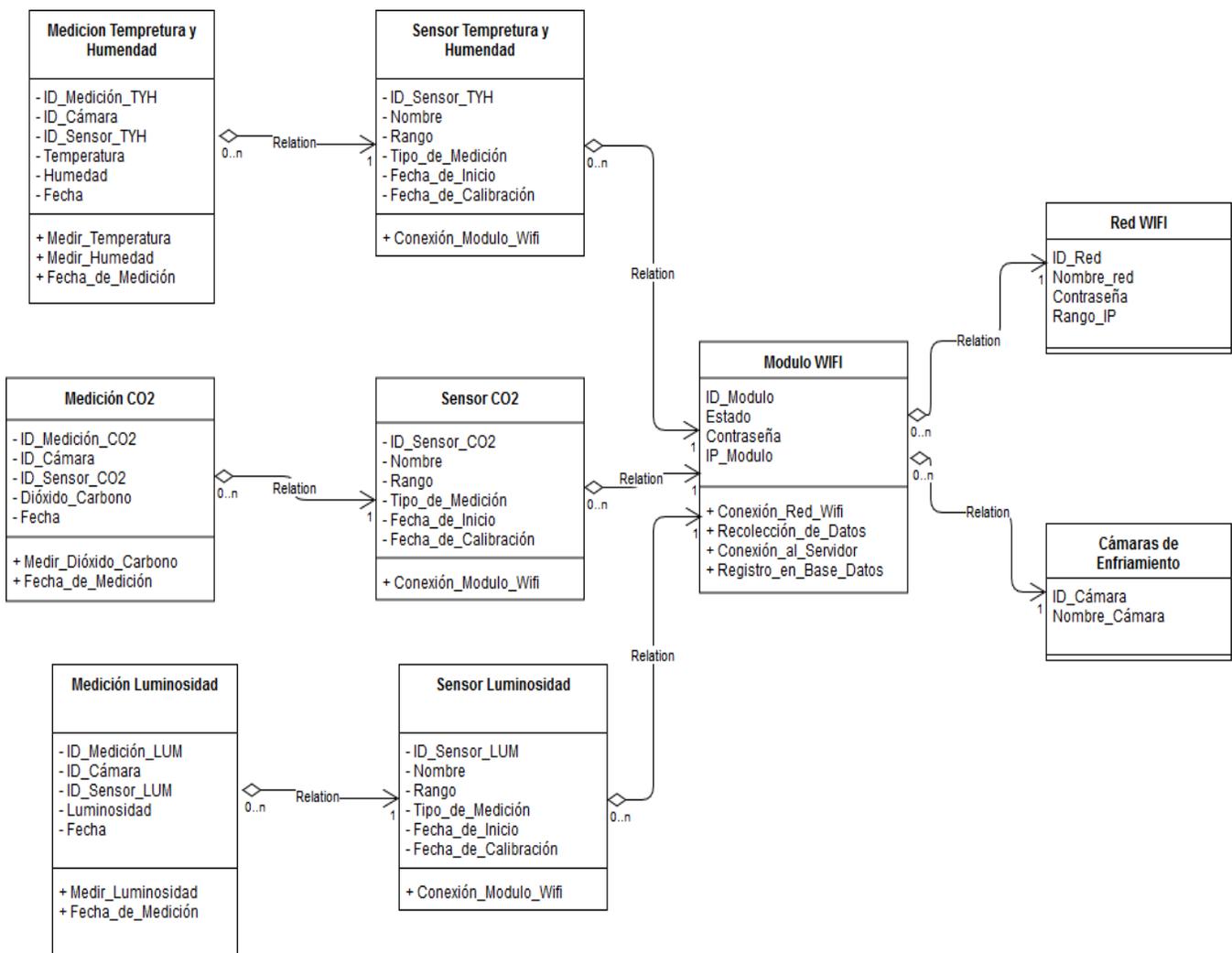


Diagrama 3.- Clases del Sistema

Diagrama De Estados

Es un tipo especial de diagrama y comparte las propiedades comunes al resto de los diagramas, lo que distingue a un diagrama de estados de los otros tipos de diagramas es su contenido, normalmente los diagramas de estados contienen: Estados simples y compuestos Transiciones, incluyendo eventos y acciones. (Nacional, s.f.)

Observemos un diagrama de estados que se muestra a continuación:

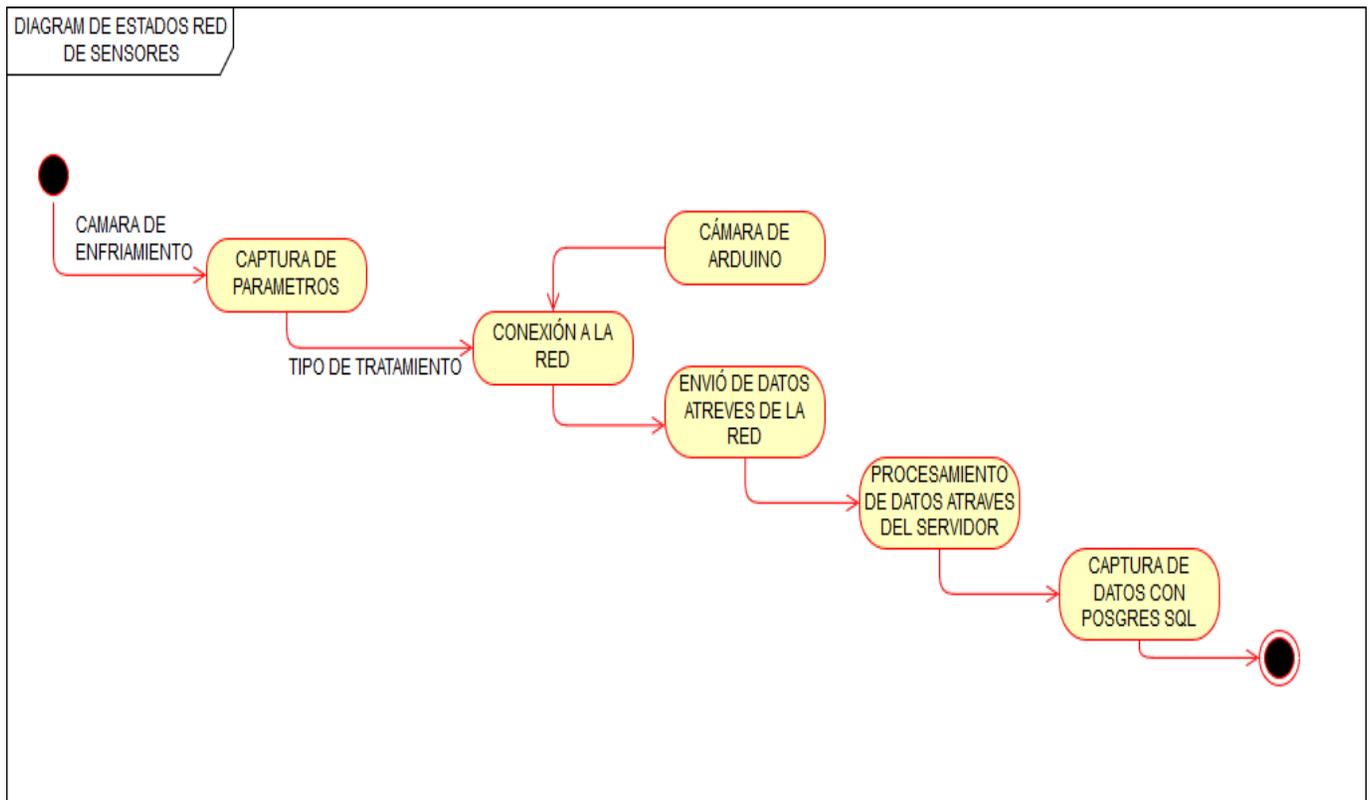


Diagrama 4.- Estados del Sistema

Diagrama De Actividades

Un diagrama de actividades muestra el flujo de actividades, siendo una actividad una ejecución general entre los objetos que se está ejecutando en un momento dado dentro de una máquina de estados, el resultado de una actividad es una acción que producen un cambio en el estado del sistema o la devolución de un valor. Las acciones incluyen llamadas a otras operaciones, envío de señales, creación o destrucción de objetos o simples cálculos. Gráficamente un diagrama de actividades será un conjunto de arcos y nodos. (Nacional, s.f.)

EL siguiente diagrama de actividades representa nuestra red de sensores:

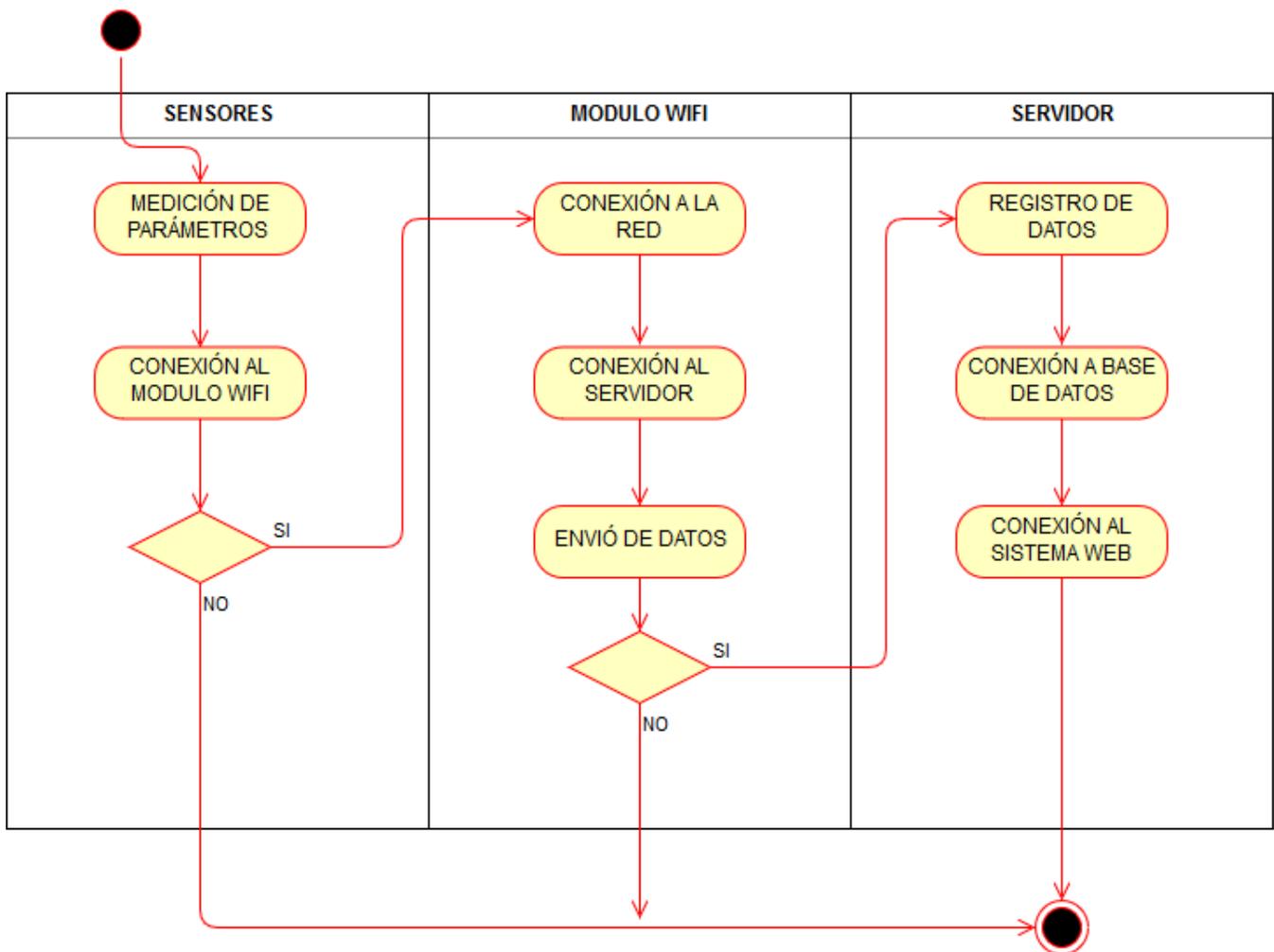


Diagrama 5.- Actividades del Sistema

Diagrama Entidad Relación

El modelo entidad relación (E-R) es un modelo de datos que fue desarrollado para facilitar el diseño de las bases de datos, ya que permite la creación de un esquema que representa la estructura global lógica de la base de datos. Es un modelo semántico porque representa el significado de los datos. El modelo E-R emplea tres conceptos básicos: conjuntos de entidades, conjuntos de relaciones y atributos. (Tramullas, 2013)

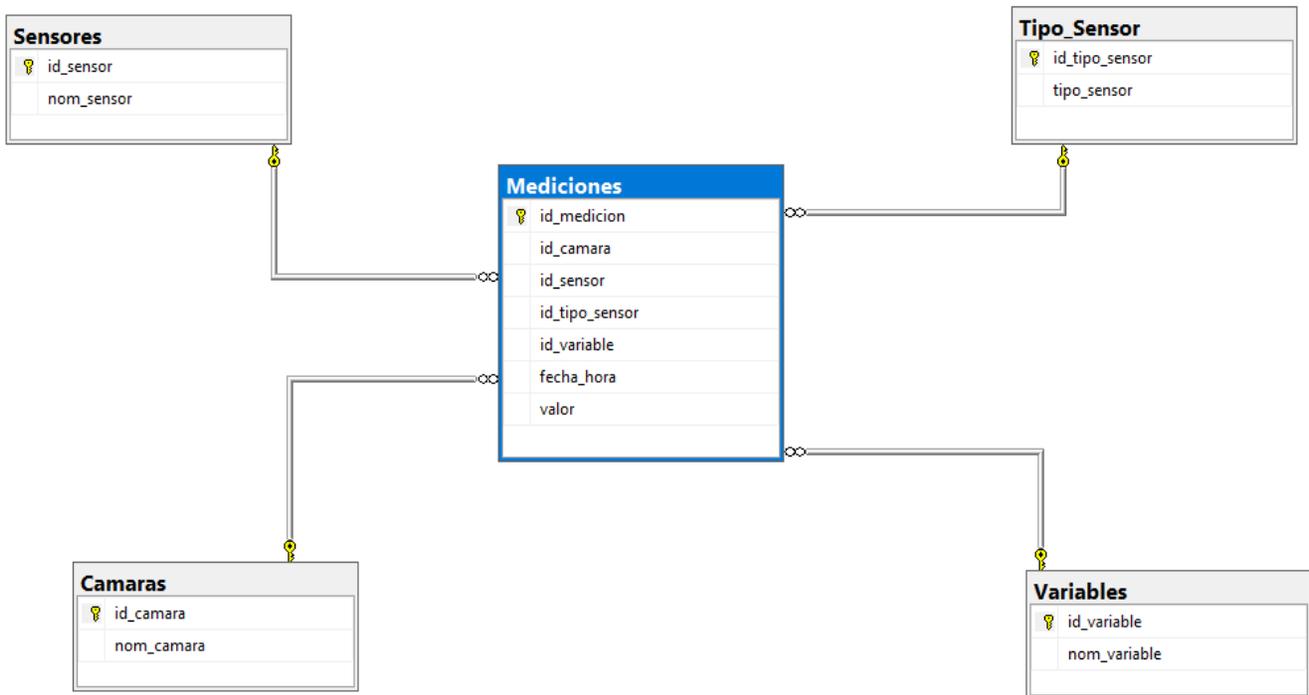


Diagrama 6.- Entidad Relación del Sistema

Diagrama de Secuencia

Un diagrama de secuencias muestra la interacción de un conjunto de objetos de una aplicación a través del tiempo, en el cual se indicarán los módulos o clases que formaran parte del programa y las llamadas que se hacen cada uno de ellos para realizar una tarea determinada, por esta razón permite observar la perspectiva cronológica de las interacciones. (Cevallos, 2015)

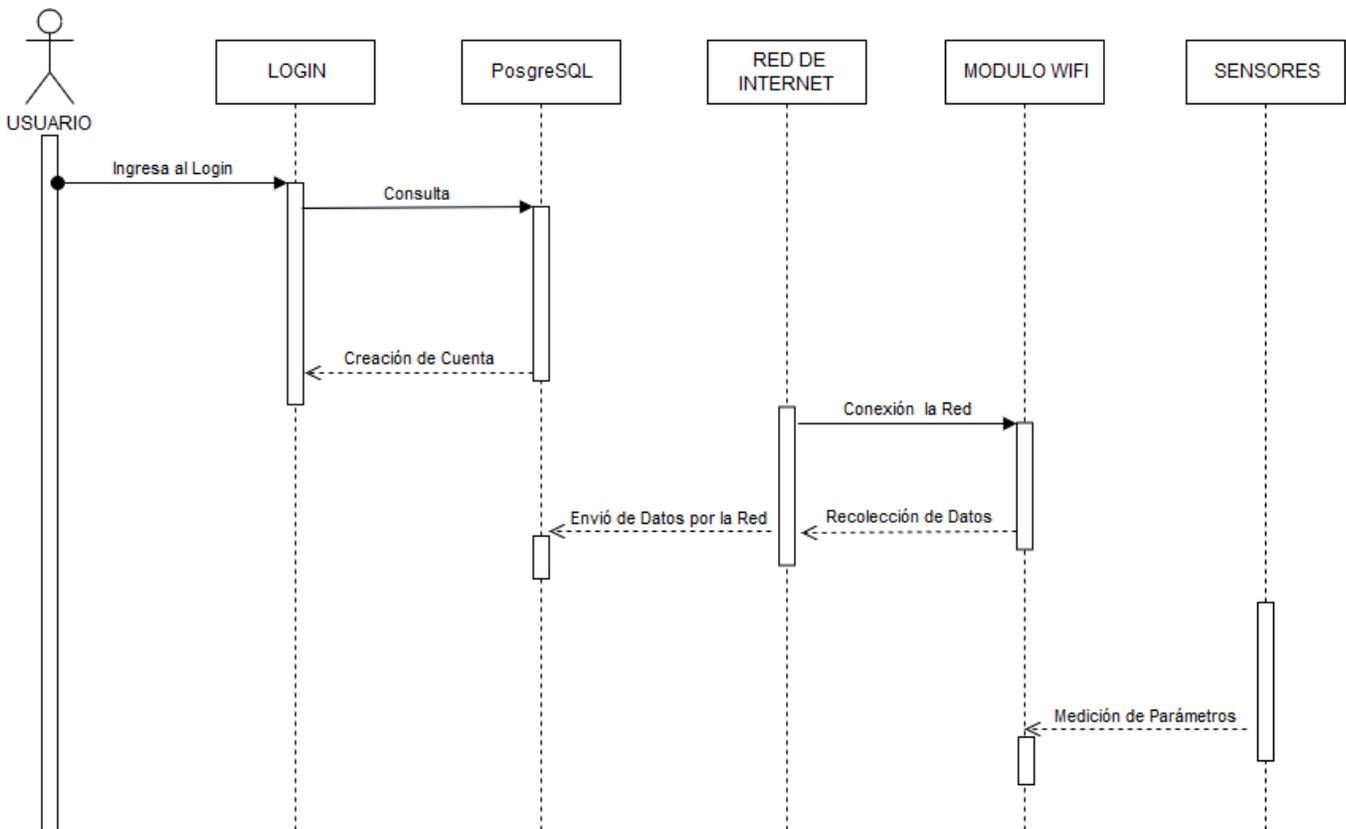


Diagrama 7.- Secuencias del Sistema

Resultados

Del desarrollo descrito en el capítulo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

Datos sensados en el microcontrolador Node MCU obtenidos mediante el puerto serial.

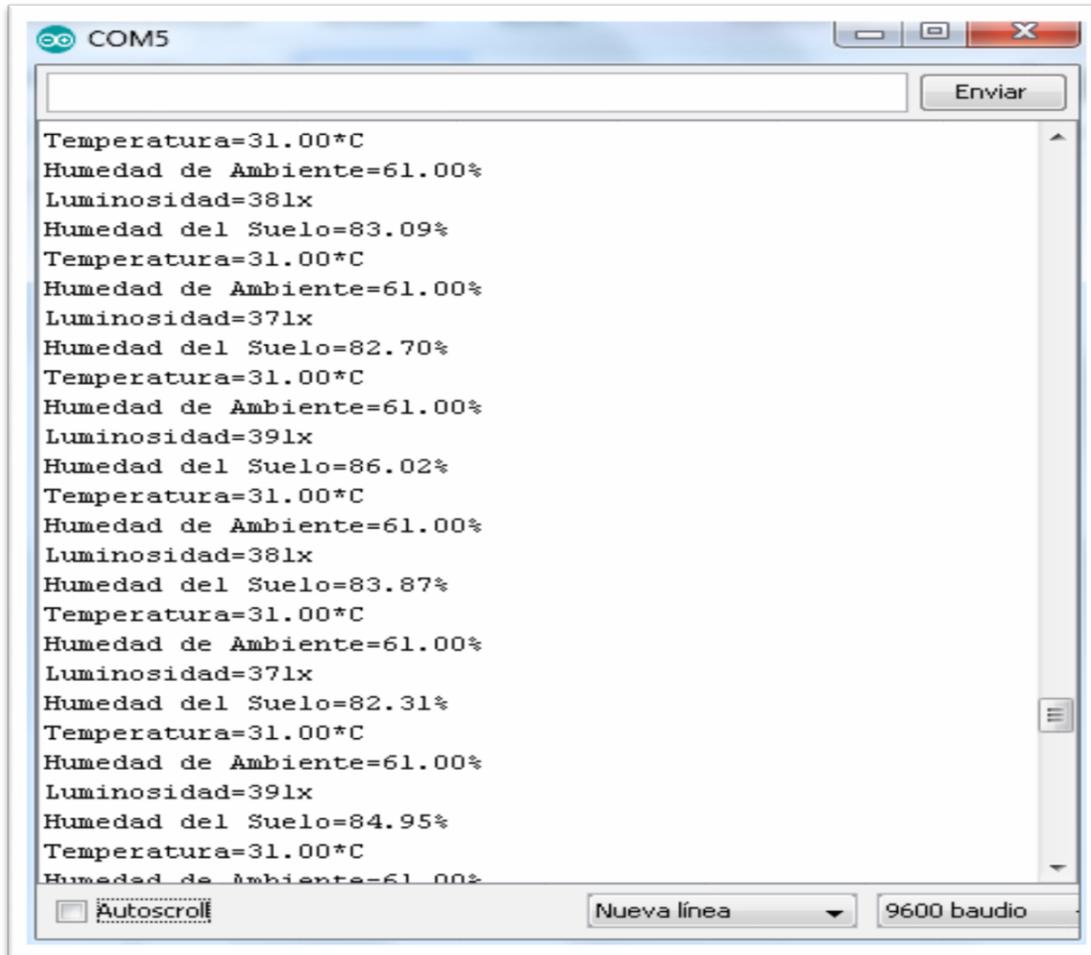
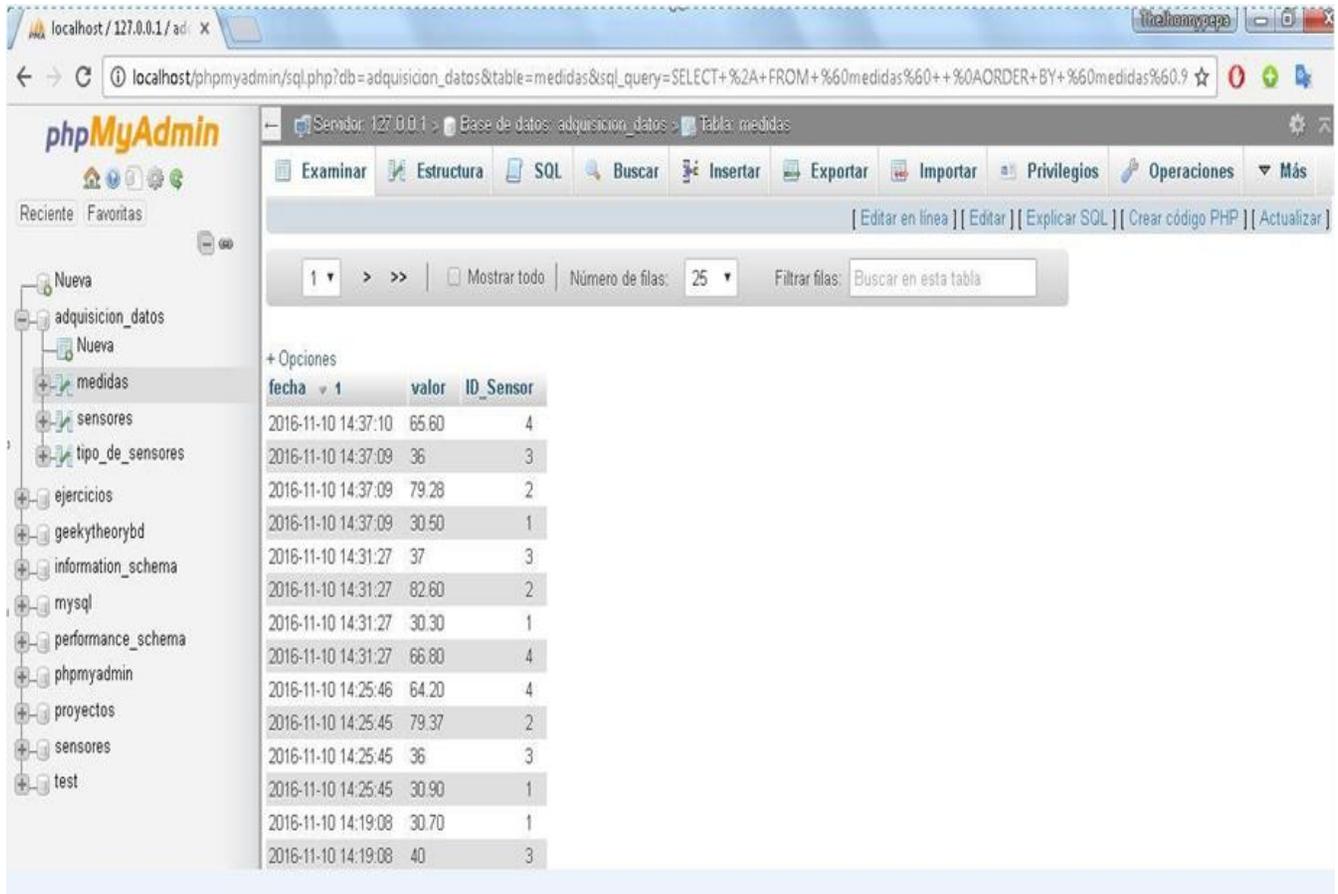


Ilustración 14.- Visualización del COM Arduino.

En la Ilustración 14 se puede observar los datos sensados de las diferentes variables mediante el puerto serial del microcontrolador Arduino.

Base de datos



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database named 'adquisicion_datos'. The selected table is 'medidas'. The table structure is as follows:

fecha	valor	ID_Sensor
2016-11-10 14:37:10	65.60	4
2016-11-10 14:37:09	36	3
2016-11-10 14:37:09	79.28	2
2016-11-10 14:37:09	30.50	1
2016-11-10 14:31:27	37	3
2016-11-10 14:31:27	82.60	2
2016-11-10 14:31:27	30.30	1
2016-11-10 14:31:27	66.80	4
2016-11-10 14:25:46	64.20	4
2016-11-10 14:25:45	79.37	2
2016-11-10 14:25:45	36	3
2016-11-10 14:25:45	30.90	1
2016-11-10 14:19:08	30.70	1
2016-11-10 14:19:08	40	3

Ilustración 15 Visualización de la base de datos en MySQL.

En la Ilustración Se puede observar que los datos sensados se registran de manera oportuna en la base de datos en internet, donde además se puede notar que el registro se realiza por orden cronológico (fecha y hora), el valor de la variable sensada y un id para identificar qué medida corresponde a cada sensor.

CONCLUSIONES

- Con el progreso de la tecnología Wireless, se encuentra en el mercado internacional los dispositivos encargados de interconectar redes cableadas y wireless. Lo que permite que los dispositivos actualmente instalados en el laboratorio con tiempo de operación ya considerable o no tan considerable pero que desean actualizarse pueda hacerlo sin que el choque de tecnología sea crucial.
- Para el diseño de una red de sensores inalámbricos, los principales aspectos dentro su desarrollo son: La Planeación de la red y La Instalación de la red e integración de los datos.
- La implementación de una red de sensores, tiene una gran versatilidad, ya que se encuentran diversos fabricantes, con soluciones que se ajustan a presupuestos y objetivos específicos, lo que convierte en esta tecnología en una gran herramienta para la integración de datos del sistema de control de la planta, en un sistema distribuido de información.

Aportes

El aporte más significativo del proyecto es que permite conectarse a través de una red de wifi con microcontroladores (Node MCU) con un servidor web para el almacenamiento de medidas en una base de datos en PostgreSQL además de permitir la consulta y manipulación estadística de dichas variables. Además de ser un producto final que permitirá al grupo de investigación del Laboratorio De Iluminación Artificial desarrollar trabajos futuros con el mismo.

Recomendaciones

- Reemplazar la fuente de suministro de energía por sistemas alternativos, tales como paneles solares o un conjunto de baterías.
- Agregar más variables de medición.
- Por medio del análisis de la información recopilada permitir que en trabajos futuros se puedan realizar detección de enfermedades, fumigación automática, entre otras.