



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA DE LOS ORDENADORES**

**TEMA
“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y
MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA UN AULA DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA
BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE.”**

**AUTOR
NAULA MOREIRA ERICK RODRIGO**

**DIRECTORA DEL TRABAJO
ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.**

GUAYAQUIL, OCTUBRE 2019



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

| | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| REPOSITORIONACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA | | | |
| FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN | | | |
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | | | |
| Implementación de un prototipo de control y monitoreo en tiempo real para un aula de la carrera de ingeniería en teleinformática basado en tecnología zigbee. | | | |
| AUTOR(ES): | | Naula Moreira Erick Rodrigo | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES): | | Ing. Veintimilla Andrade Miguel Ángel, Mg. / Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg. | |
| INSTITUCIÓN: | | Universidad de Guayaquil | |
| UNIDAD/FACULTAD: | | Facultad de Ingeniería Industrial | |
| MAESTRÍA/ESPECIALIDAD: | | | |
| GRADO OBTENIDO: | | Ingeniería en Teleinformática | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | | 12 Junio 2020 | No. DE PÁGINAS: 69 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | | Tecnología de los Ordenadores | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | | Prototipo, Zigbee, Xbee, Sensores, aula inteligente/ Prototype, Zigbee, Xbee, Sensors, smart classroom | |
| RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): <p>Este proyecto propone el desarrollo de un aula inteligente a través de un prototipo de control y monitoreo, que ofrece una alternativa a las necesidades de la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería Industrial. De acuerdo con los resultados arrojados en las encuestas realizadas se corroboró que el 86% consideró necesaria la implementación de un prototipo de control y monitoreo en las aulas de clase, por ende, se definieron parámetros de funcionamiento los cuales deberá regirse el prototipo. Se decidió trabajar con el protocolo de transmisión de datos Zigbee, ya que permitirá obtener un ahorro en el consumo energético del prototipo. A partir de un análisis comparativo se determinaron los sensores a emplearse tales como: DHT22 para la temperatura, KY-018 para la luminosidad y el módulo RFID RC522 para el control de acceso, siendo el Arduino y Xbee el nodo central que receptorá la información en tiempo real.</p> <p>This project proposes the development of an intelligent classroom through a control and monitoring prototype, which offers an alternative to the needs of the university community of the Faculty of Industrial Engineering. According to the results of the surveys carried out, 86% considered it necessary to implement a control and monitoring prototype in the classrooms. It was decided to work with the Zigbee data transmission protocol, as it will allow savings in the energy consumption of the prototype. Based on a comparative analysis, the sensors to be used were determined, such as: DHT22 for temperature, KY-018 for luminosity and the RC522 RFID module for access control, with the Arduino and Xbee being the central node that will receive the information in real time.</p> | | | |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------------------------|
| ADJUNTO PDF: | SI X | NO |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: 0969565104 | E-mail: erick_namor@hotmail.es |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: | Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola, MG | |
| | Teléfono: 593-2658128 | |
| | E-mail: direccionTi@ug.edu.ec | |



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA
CON FINES NO ACADÉMICOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **NAULA MOREIRA ERICK RODRIGO**, con C.C. No. **0925665614**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA UN AULA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE.**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

NAULA MOREIRA ERICK RODRIGO
C.C.No. 0925665614



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrada **ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA**, tutora del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **NAULA MOREIRA ERICK RODRIGO**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA UN AULA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE.”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Anti plagio (URKUND) quedando el 7% de coincidencia.

The screenshot displays the Urkund web interface. On the left, document details are listed: 'Documento: Naula Moreira Erick-Urkund.pdf (D64963809)', 'Presentado: 2020-03-06 08:19 (-05:00)', 'Presentado por: Ximena (ximena.trujillo@ug.edu.ec)', 'Recibido: ximena.trujillo@analysis.orkund.com', and 'Mensaje: tesis. Mostrar el mensaje completo'. A summary bar indicates '7% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.' The main area shows a 'Lista de fuentes' (List of sources) table with columns for 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. Sources include 'TESIS-MARCO SACOTO.docx', 'Urkund_Erika Ortega.docx', and two URLs from 'publicaciones.ucuenca.edu.ec' and 'docplayer.es'. A yellow banner at the bottom shows a '68%' similarity score for a specific block, with a preview of the text: 'se plantea la problemática encontrada en la carrera de Ingeniería en telecomunicaciones, los objetivos del presente proyecto, la justificación, delimitación e importancia de realizar un prototipo de control y monitoreo en la facultad, así como la hipótesis y alcance del mismo. A continuación, se presenta el marco teórico, conceptual, contextual'.

<https://secure.orkund.com/view/62984058-255244-101924>



Firmado electrónicamente por:
**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.
DOCENTE TUTOR
C.C. 0603375395
FECHA: 09/03/2020



ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 09 de Marzo del 2020

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA UN AULA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE** del estudiante **NAULA MOREIRA ERICK RODRIGO**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**XIMENA FABIOLA
TRUJILLO BORJA**

Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C. 0603375395

FECHA: 09/03/2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 24 de Abril del 2020

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA UN AULA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE.”** del estudiante **NAULA MOREIRA ERICK RODRIGO**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 25 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

MIGUEL ANGEL
VEINTIMILLA
ANDRADE

ING. MIGUEL VEINTIMILLA ANDRADE

C.C: 0922668017

FECHA: 24/04/2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Dedicatoria

La presente tesis se la dedico con todo el amor y cariño del mundo a mi gran familia, a mis padres quienes creyeron en mis capacidades y siempre tuvieron palabras de aliento y motivación para que no decaiga y siga adelante para culminar mi carrera universitaria, a mi hermano que también estuvo en todo momento apoyándome. A mis abuelitos paternos Rodrigo y Targelia, que siempre me apoyaron y mis abuelitos maternos Grismaldo e Isabela que me cuidan desde el cielo. A mis compañeros de aula, que ahora somos colegas, quienes a lo largo de esta travesía se han convertido en parte de mi familia. Y en especial esta meta cumplida se la dedico a mi angelito en el cielo mi tía Marthita que ve como estoy cumpliendo lo que me dijo antes de irse. Solo me queda decirles eternamente gracias a todos por estar conmigo cada etapa y hacer realidad este gran sueño.

Agradecimiento

Agradezco a los Ingenieros de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, docentes que fueron parte de mi formación universitaria, que con sus conocimientos y dedicación me apoyaron día a día a crecer académica y profesionalmente. Agradezco a mis tutores de tesis la Ing. Ximena Trujillo y el Ing. Neiser Ortiz por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su habilidades y conocimiento científico, así como también tenido la paciencia del mundo para guiarme durante el desarrollo de la tesis.

Índice General

| N° | Descripción | Pág. |
|----|--------------|------|
| | Introducción | 1 |

Capítulo I El Problema

| N° | Descripción | Pág. |
|--------|-------------------------------|------|
| 1.1. | Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2. | Formulación del problema | 3 |
| 1.3. | Objetivos de la investigación | 3 |
| 1.3.1. | Objetivo General | 3 |
| 1.3.2. | Objetivos específicos | 3 |
| 1.4. | Justificación | 3 |
| 1.5. | Delimitación | 4 |
| 1.6. | Hipótesis de investigación | 4 |
| 1.7. | Alcance | 4 |
| 1.8. | Sistematización del problema | 4 |
| 1.9. | Operacionalización | 5 |

Capítulo II Marco Teórico

| N° | Descripción | Pág. |
|-------|--|------|
| 2.1. | Antecedentes de Investigación | 6 |
| 2.2. | Marco Contextual | 7 |
| 2.3. | Marco Conceptual | 10 |
| 2.3.1 | Dispositivos de desarrollo Electrónico | 10 |
| 2.3.2 | Arduino | 10 |
| 2.3.3 | Lenguajes de Programación | 11 |
| 2.3.4 | Xbee Series 2 | 11 |
| 2.3.5 | Protocolo Zigbee | 12 |
| 2.3.6 | Sensores | 13 |
| 2.4. | Marco Legal | 14 |

Capítulo III Metodología

| N° | Descripción | Pág. |
|-------|--------------------------------|------|
| 3.1. | Metodología bibliográfica | 16 |
| 3.2. | Metodología descriptiva | 16 |
| 3.3. | Metodología experimental | 19 |
| 3.4. | Población y Muestra de Estudio | 20 |
| 3.4.1 | Población | 20 |
| 3.4.2 | Muestra | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.4.3 | Tamaño de la muestra tomada | 22 |
| 3.4.4 | Herramientas o Estrategias de Investigación | 23 |
| 3.5. | Tabulación y Análisis de resultados | 24 |
| 3.5.1 | Tabulación de encuesta a los estudiantes | 24 |
| 3.5.2 | Tabulación de encuesta a los docentes | 28 |
| 3.5.3 | Análisis de resultados | 33 |

Capítulo IV

La Propuesta

| N° | Descripción | Pág. |
|-----------|---|-------------|
| 4.1 | Estructura de un aula inteligente | 34 |
| 4.2 | Esquematización del prototipo | 34 |
| 4.2.1 | Funcionamiento de Sensores | 34 |
| 4.3. | Diseño de la red de sensores | 35 |
| 4.3.1. | Escenario de prueba | 35 |
| 4.3.2. | Tecnología de la red de sensores | 35 |
| 4.4. | Materiales y Métodos | 35 |
| 4.5. | Diseño del PCB | 37 |
| 4.6. | Sistema de alimentación del proyecto | 37 |
| 4.7. | Diagrama de conexión de los nodos sensores, central y control de acceso | 37 |
| 4.8. | Elaboración y evaluación del prototipo | 39 |
| 4.8.1 | Implementación de red a pequeña escala | 39 |
| 4.8.2 | Presupuesto total del prototipo | 39 |
| 4.8.3 | Evaluación del prototipo | 40 |
| 4.8.3.1 | Funcionalidad del Prototipo El prototipo contiene las siguientes funcionalidades: | 40 |
| 4.8.3.2 | Características técnicas del prototipo | 40 |
| 4.8.3.3 | Valores obtenidos con un termómetro de mercurio | 40 |
| 4.8.3.4 | Valores obtenidos a través del prototipo | 41 |
| 4.8.3.5 | Valores obtenidos a través del prototipo | 41 |
| 4.9. | Análisis final de las evaluaciones realizadas | 41 |
| 4.10. | Conclusiones | 42 |
| 4.11. | Recomendaciones | 42 |
| | Anexos | 44 |
| | Bibliografía | 51 |

Índice de Tablas

| N° | Descripción | Pág. |
|-----|--|------|
| 1. | Operacionalización de las variables | 5 |
| 2. | Iluminancias mínimas para locales educacionales y asistenciales | 9 |
| 3. | Especificaciones técnicas de las placas Arduino | 11 |
| 4. | Especificaciones técnicas de Sensores de Temperatura | 13 |
| 5. | Especificaciones técnicas de Sensores de Luminosidad | 13 |
| 6. | Especificaciones técnicas de módulos RFID | 14 |
| 7. | Estudiantes existentes por carrera | 21 |
| 8. | Docentes existentes por carrera | 21 |
| 9. | Población y muestra de alumnos | 22 |
| 10. | Población y muestra de docentes | 23 |
| 11. | Nivel de satisfacción de estudiantes con las facilidades que le ofrece la facultad | 24 |
| 12. | Elementos necesarios en un aula de clases encuesta alumnos | 25 |
| 13. | Método de conexión a Internet | 26 |
| 14. | Nivel de aceptación del prototipo en encuestas alumnos | 26 |
| 15. | Nivel de confort en las aulas de clase encuesta estudiantes | 27 |
| 16. | Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta estudiantes | 27 |
| 17. | Nivel de satisfacción de docentes con las facilidades que le ofrece la facultad | 28 |
| 18. | Elementos necesarios en un aula de clases encuesta docentes | 29 |
| 19. | Método de conexión a Internet encuesta docentes | 30 |
| 20. | Nivel de aceptación del prototipo en encuestas docentes. | 30 |
| 21. | Nivel de confort en las aulas de clase encuesta docentes | 31 |
| 22. | Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta docentes | 31 |
| 23. | Implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase | 32 |
| 24. | Distribución de pines RFID522 – Arduino Uno | 38 |
| 25. | Presupuesto total del proyecto | 39 |
| 26. | Características técnicas del prototipo | 40 |
| 27. | Valores obtenidos a través de un termómetro de mercurio y el prototipo | 41 |

Índice de Figuras

| N° | Descripción | Pág. |
|-----|--|------|
| 1. | Arduino Uno | 17 |
| 2. | Sensor de Temperatura DHT22 | 18 |
| 3. | Sensor de Luminosidad KY-018 | 18 |
| 4. | Kit Módulo RFID-RC522 | 19 |
| 5. | Nivel de satisfacción de estudiantes con las facilidades que le ofrece la facultad | 24 |
| 6. | Elementos necesarios en un aula de clases encuesta alumnos | 25 |
| 7. | Método de conexión a Internet | 26 |
| 8. | Nivel de aceptación del prototipo en encuestas alumnos | 26 |
| 9. | Nivel de confort en las aulas de clase encuesta estudiantes | 27 |
| 10. | Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta estudiantes | 28 |
| 11. | Nivel de satisfacción de docentes con las facilidades que le ofrece la facultad | 28 |
| 12. | Elementos necesarios en un aula de clases encuesta docentes | 29 |
| 13. | Método de conexión a Internet encuesta docentes | 30 |
| 14. | Nivel de aceptación del prototipo en encuestas docentes | 30 |
| 15. | Nivel de confort en las aulas de clase encuesta docentes | 31 |
| 16. | Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta docentes | 32 |
| 17. | Implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase | 32 |
| 18. | Diseño propuesto de los nodos sensores de temperatura | 35 |
| 19. | Diseño propuesto de los nodos sensores de luminosidad | 36 |
| 20. | Diseño del PCB de los nodos sensores | 37 |
| 21. | Diagrama de conexión general del prototipo | 38 |
| 22. | Prototipo de control y monitorea a pequeña escala | 39 |
| 23. | Valores obtenidos por el termómetro de mercurio | 40 |
| 24. | Valores obtenidos del prototipo | 41 |

Índice de Anexos

| Nº | Descripción | Pág. |
|-----------|---|-------------|
| 1. | Constitución de la República Del Ecuador | 45 |
| 2. | Programación en Arduino de la Red de Sensores | 46 |



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA UN AULA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA BASADO EN TECNOLOGÍA ZIGBEE.”

AUTOR: Naula Moreira Erick Rodrigo

TUTOR: Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

Resumen

Este proyecto propone el desarrollo de un aula inteligente a través de un prototipo de control y monitoreo, que ofrece una alternativa a las necesidades de la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería Industrial. De acuerdo con los resultados arrojados en las encuestas realizadas se corroboró que el 86% consideró necesaria la implementación de un prototipo de control y monitoreo en las aulas de clase, por ende, se definieron parámetros de funcionamiento los cuales deberá regirse el prototipo. Se decidió trabajar con el protocolo de transmisión de datos Zigbee, ya que permitirá obtener un ahorro en el consumo energético del prototipo. A partir de un análisis comparativo se determinaron los sensores a emplearse tales como: DHT22 para la temperatura, KY-018 para la luminosidad y el módulo RFID RC522 para el control de acceso, siendo el Arduino y Xbee el nodo central que receptorá la información en tiempo real.

Palabras claves: Prototipo, Zigbee, Xbee, Sensores, aula inteligente



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLÉS)**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



“IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE OF CONTROL AND MONITORING IN REAL TIME FOR A CLASSROOM OF THE ENGINEERING CAREER IN TELEMATICS BASED ON ZIGBEE TECHNOLOGY.”

AUTHOR: Naula Moreira Erick Rodrigo

TUTOR: Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

Abstract

This project proposes the development of an intelligent classroom through a control and monitoring prototype, which offers an alternative to the needs of the university community of the Faculty of Industrial Engineering. According to the results of the surveys carried out, 86% considered it necessary to implement a control and monitoring prototype in the classrooms. It was decided to work with the Zigbee data transmission protocol, as it will allow savings in the energy consumption of the prototype. Based on a comparative analysis, the sensors to be used were determined, such as: DHT22 for temperature, KY-018 for luminosity and the RC522 RFID module for access control, with the Arduino and Xbee being the central node that will receive the information in real time.

Keywords: Prototype, Zigbee, Xbee, Sensors, smart classroom

Introducción

En la actualidad la educación se está inclinando hacia una tendencia que va en aumento gracias al auge tecnológico, con la implementación de aulas inteligentes ya sean en instituciones educativas básicas o de nivel superior se logrará constituir un Smart Campus, ya que ese espacio es fundamental para el proceso educativo del estudiante el cual le permitirá desarrollar habilidades y asimilar conocimientos que aporten en su progreso profesional.

Con la implementación de este proyecto propuesto se plantea la resolución a la problemática existente que agobia a la comunidad universitaria de dicha facultad, mejorando el ambiente de trabajo, aumentando la motivación del alumno y optimizando el ingreso de los docentes a las aulas.

Inicialmente se plantea la problemática encontrada en la carrera de Ingeniería en Teleinformática, los objetivos del presente proyecto, la justificación, delimitación e importancia de realizar un prototipo de control y monitoreo en la facultad, así como la hipótesis y alcance del mismo.

A continuación, se presenta el marco teórico, conceptual, contextual del proyecto y se fundamenta bajo un marco legal constitucional.

Después se da a conocer la metodología que se utilizará para el desarrollo del proceso investigativo y el desarrollo del prototipo, para así cumplir con los requerimientos de una aula inteligente, se hará la elección de los dispositivos ideales para el funcionamiento del prototipo final y las encuestas que presentan el nivel de aceptación de la comunidad universitaria ante la posible implementación del prototipo.

Finalmente, en la propuesta se describirá el prototipo, sus etapas de elaboración, desarrollo, diseño y su funcionamiento en un escenario real, donde también se encuentran las pruebas realizadas para la implementación del prototipo final.

Capítulo I

El Problema

1.1. Planteamiento del problema

Los estudiantes de tercer nivel tienen derecho a un ambiente de aprendizaje óptimo para poder desarrollar diversas habilidades a lo largo de su carrera universitaria, por lo cual una de las normativas establecidas por las autoridades de educación superior se enfoca principalmente en brindar al estudiante no solo el derecho a una educación de excelencia, sino también un medio en el cual pueda desenvolverse aménamente y tenga a disposición todo el material de trabajo, implementos y equipos tecnológicos requeridos para el crecimiento y desarrollo profesional del mismo.

Una problemática existente en la carrera de Ingeniería en Teleinformática de la facultad de Ingeniería Industrial en la Universidad de Guayaquil ocurre al momento de asignar las aulas a los docentes, ya que algunos no cuentan con los equipos necesarios tales como computadoras, proyectores o speaker, lo cual impide en ocasiones que el docente desarrolle actividades complementarias al cronograma establecido.

A esto se le suma la falta del sistema de A/C en algunos cursos lo cual en ocasiones dificulta las cátedras, ya que algunos docentes tienen hasta 4 horas seguidas de clases, a lo que al estar en un ambiente caluroso crea malestar y desatención en los alumnos, o viceversa, debido a que algunos A/C están desconfigurados y se encuentran a temperaturas bajas.

Otra problemática que agobia a las autoridades de la carrera de Ingeniería en Teleinformática se presenta cuando el docente acude al curso asignado y se encuentra cerrado, al no contar con las llaves para abrirlo genera cierto malestar en el docente ya que su hora clase establecida se acorta, por ende se vio la necesidad de implementar un sistema de monitoreo y control en tiempo real que le facilite a los docentes localizar con anticipación su aula de clases, agilizando el espacio de tiempo que existe en los cambios de hora sin incomodar al docente que este impartiendo cátedra en ese momento, en caso de serlo.

Este proyecto tendrá un impacto tecnológico significativo en la facultad de Ingeniería Industrial, ya que para la comunicación entre nodos centrales se utilizará tecnología Zigbee, se mejorará el entorno de la comunidad universitaria, y a su vez, contribuirá con el proyecto FCI “Diseño de una facultad inteligente comunicada e integrada con las nuevas tecnologías convergentes.”, gracias a que el prototipo a implementarse tiene directrices similares y utiliza una de las tecnologías que convergen en el FCI.

1.2. Formulación del problema

¿Qué beneficios tendrían los estudiantes y docentes con la implementación del prototipo de control y monitoreo en las aulas de la carrera de Ingeniería en Teleinformática?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un prototipo electrónico que permita controlar y monitorear en tiempo real un aula de clases de la carrera de Ingeniería en Teleinformática que se comunique mediante tecnología Zigbee beneficiando a la comunidad universitaria y aporte con el proyecto FCI “Diseño de un facultad inteligente comunicada e integrada con las nuevas tecnologías convergentes.”

1.3.2. Objetivos específicos

- Estudiar las tecnologías de comunicaciones y de desarrollo electrónico.
- Determinar los requerimientos para control y monitoreo de un aula de clases de la carrera de Ingeniería en Teleinformática.
- Implementar un prototipo que permita controlar y monitorear un aula de clases según los requerimientos obtenidos.

1.4. Justificación

Este trabajo de investigación es importante ya que prioriza el uso de dispositivos electrónicos y protocolos de transmisión que regularmente no son muy utilizados y poco conocidos en el área tecnológica de la carrera. Por ende, una nueva información que aporta esta investigación es la creación de nodos de transmisión mediante el protocolo Zigbee.

Un lugar idóneo para la aplicación de estas nuevas tecnologías son las aulas de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, ya que carecen de recursos importantes para el desarrollo de los estudiantes y en ocasiones las condiciones ambientales en las que se encuentra el curso no son las más idóneas, por ende, se vio la necesidad de implementar un prototipo de control y monitoreo el cual, no solo beneficiará a los estudiantes, también a los docentes ya que podrán observar en tiempo real la disponibilidad de las aulas.

Gracias a este proyecto se espera resolver la problemática existente en la comunidad universitaria de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, con la finalidad de llegar a tener cursos inteligentes y con esto optimizar el proceso de aprendizaje los de alumnos. Otro aspecto en el cual sería un factor relevante la implementación de dicho prototipo, es en el riguroso

proceso de acreditación, ya que se generará información importante la cual ayuda a tener mejores réditos ante el mencionado proceso a nivel sistemático, ya que a nivel de infraestructura se mejorará visiblemente el aula de clases gracias a que el prototipo de este proyecto consta de una placa de Arduino complementada por dos tipos de sensores (Temperatura-Luminosidad) y un pequeño sistema de control de acceso.

1.5. Delimitación

La investigación se la realizará en las instalaciones de la facultad de Ingeniería Industrial, en la cual se procederá a instalar en un aula de clases de la carrera de Ingeniería en Teleinformática el prototipo propuesto, siendo la única fuente principal de recopilación de datos para efectos del proyecto, la información receptada será en tiempo real con una frecuencia de muestreo equivalente a 1 minuto.

Este proyecto está enfocado específicamente al monitoreo de los diferentes datos recopilados por el prototipo, por ende, no se incluirá la comunicación y envío de los datos a las plataformas web o apps compatibles con smartphones.

1.6. Hipótesis de investigación

La carrera de Ingeniería en Teleinformática no cuenta con un prototipo de monitoreo y control en tiempo real que permita saber cuáles son las condiciones óptimas de las aulas y su estado, lo cual conlleva a una incomodidad por parte de la comunidad universitaria.

Este escenario se podría mejorar con la implementación de dicho prototipo, con su implementación el ambiente en el cual se encuentran los estudiantes se podrá optimizar y a su vez los docentes tendrán un sistema de control de acceso a las aulas de la carrera de Ingeniería en Teleinformática. Con el prototipo implementado en los cursos, se eliminarán los inconvenientes de incomodidad en los estudiantes y se reducirá el tiempo de espera existente en la transición de docente en el aulas optimizando la hora de clases del mismo.

1.7. Alcance

El prototipo propuesto será instalado en un aula de clases de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, el cual permitirá controlar y monitorear la misma según los parámetros requeridos por la comunidad universitaria.

1.8. Sistematización del problema

- ¿Es necesario la implementación de un prototipo de control y monitoreo en tiempo real para un aula de la carrera de Ingeniería en Teleinformática?

- ¿Qué protocolo se utilizará para el correcto funcionamiento de los sensores a implementarse?
- ¿Cuáles son los tipos de sensores que cumplen con los requerimientos de la comunidad universitaria?
- ¿Los cursos de la carrera de Ingeniería en Teleinformática requieren un sistema de monitoreo y control para indicar que están en condiciones óptimas para los alumnos y docentes?
- ¿Cuál es la versión de la placa Arduino más compatible con los sensores a utilizar para una transferencia de datos eficiente?

1.9. Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de las variables

| Variables | Tipos | Dimensión | Indicadores |
|---|----------------|--|--|
| Monitoreo y Control de las condiciones actuales de las aulas | Dependientes | - Rendimiento de la red - Alcance - Disponibilidad - Tráfico de datos | - Velocidad de la red - Despliegue de equipos - Fiabilidad - Cantidad de usuarios |
| Administración deficiente en la distribución de las aulas | Independientes | -Personal Administrativo -Docentes | -Número de cursos -Número docentes |

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: Naula Moreira Erick

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes de Investigación

En el país se intenta difundir e incursionar en el ámbito tecnológico con el desarrollo de prototipos que vayan automatizando procesos a través de protocolos que sean de bajo costo, fácil instalación y con una disminución en el consumo de energía eléctrica.

Un ejemplo claro de esto se lo puede apreciar en la universidad técnica estatal de Quevedo donde diseñaron un prototipo para monitoreo y control de actividades cotidianas para personas adultas mayores utilizando tecnología Zigbee. Esta información será utilizada para el desarrollo de futuros proyectos con redes inteligentes; además, permite controlar la activación y desactivación de los dispositivos de forma remota generando reportes. (Intriago, 2016)

Otra buena propuesta es expuesta en Quito (Sanchez, 2019), Ahí se desarrolló una red de módulos Xbee para el control y monitoreo de temperatura e intensidad luminosa para criaderos avícolas, beneficiando completamente a la industria avícola ya que a través de una red de módulos Xbee controlan y monitorean los niveles de temperatura y luminosidad que son factores en los cuales una sola persona no puede abarcar.

Por lo que la automatización de esos factores permitirá eficiencia, eficacia y una respuesta inmediata al mantenimiento de las condiciones requeridas.

También en (Quinche, Quinche, Carrión, & Díaz, 2016) se detalla el diseño y puesta en marcha de una red de sensores destinada a la prevención de incendios forestales, donde su objetivo principal es apoyarse en la tecnología como alternativa de alerta temprana.

Con los conocimientos adquiridos y la prueba fehaciente del funcionamiento e implementación de estos prototipos de similares características se pretende transformar la facultad en una facultad inteligente o Smart Campus que vienen a ser semejantes a las ciudades inteligentes, como lo expone (Gonzalez E. , 2018) Las ciudades inteligentes están orientadas a mejorar la eficiencia de infraestructuras para hacerlas sostenibles.

Como se lo detalla en (Martinez, 2017) Muchos campus se establecen como una pequeña ciudad, organismos interconectados en los que estudiantes y profesorado pueden encontrar todo lo que necesitan.

Llevar su existencia a otro nivel y aprovechar el impulso de la vida universitaria, esa energía y esa reivindicación de futuro a un ámbito en el que la sostenibilidad y las nuevas tecnologías se den la mano, parece un desarrollo bastante lógico.

Por lo tanto, la idea de una facultad inteligente es tener todo interconectado y a la mano, obteniendo como resultado procesos sin tanto tiempo de ejecución; tratando de llevar la comunicación a otro nivel, lo que implica que los docentes y los alumnos estarán, siempre en contacto, sobre toda información real. (Gonzalez D. , 2018)

Un claro ejemplo del funcionamiento de un Smart Campus se lo observó en (Cantalejo, Sánchez, Atienza, & Serrano, 2016) El sistema propuesto, consiste en utilizar la potente intranet local que comunica todos los edificios y servicios en fibra óptica, gestionado por el servicio de informática, como troncal que comunica los distintos sistema inmódicos basados en buses de campo con control distribuido.

Mediante el sistema propuesto se consiguió una notable mejoría y agilización en los procesos administrativos y en su gestión técnica de las infraestructuras. La universidad tuvo grandes cambios en los cuales se destacan los realizados tanto en los campos tecnológicos y arquitectónicos.

En el tecnológico (Cantalejo, Sánchez, Atienza, & Serrano, 2016) Se dispone de medios técnicos basados en sistemas abiertos con la posibilidad de plantear la instalación presente y futura con diferentes fabricantes de producto que soporten los estándares contemplados. Se automatizan el funcionamiento habitual de las instalaciones evitando el factor humano para tareas rutinarias (encendidos y apagados diarios, programación de días festivos, vigilancia de situaciones anómalas, etc). Y en el arquitectónico (Cantalejo, Sánchez, Atienza, & Serrano, 2016) Se favorece el ahorro energético gracias a la gestión y análisis permanente de los principales parámetros eléctricos y comportamiento de instalaciones. La reducción de emisiones de CO₂ se consigue al reducir los tiempos innecesarios de funcionamiento de equipos e instalaciones, así como la detección de comportamientos anómalos que implique un consumo o calidad de suministro inadecuado.

Con estos grandes avances tecnológicos se pretende tener una facultad inteligente optimizando y automatizando algunas acciones que se realizan, lo que permitirá estar en un entorno tecnológico necesario para el desarrollo eficiente y requerido por la comunidad universitaria.

2.2. Marco Contextual

La facultad de Ingeniería Industrial no cuenta con dispositivos de última milla para el monitoreo y control, los cuales deberían ser analizados y utilizados por los alumnos de la carrera de Teleinformática, ya que una de sus ramas de estudio está ligada a las tecnologías en redes y dispositivos electrónicos.

Antes de profundizar en dichos dispositivos se debería tener discernimiento acerca de lo que es una red, que por lo general no es nada más que el medio de comunicación que existe entre una determinada cantidad de computadoras o usuarios a través de dispositivos de transmisión inalámbrica.

El término "última milla" inicialmente se lo utilizó en el área de las telecomunicación haciendo referencia a la conexión existente entre el abonado y la central telefónica. En la actualidad con los avances tecnológicos este término se aplicó de igual manera a las redes telemáticas teniendo una aplicación similar siendo la conexión final entre el usuario y el dispositivo de control o la central por medios alámbricos o inalámbricos.

Los dispositivos de última milla son los que van a proveer la información a los usuarios de manera simultánea en tiempo real, que en el caso de este proyecto el dispositivo de última milla sería el módulo Xbee el encargado de enviar los datos receptados por los sensores a la red.

Los sensores también ocupan un rol indispensable en este proyecto ya que son los encargados según su funcionalidad, de monitorear las condiciones idóneas del aula de clases requeridas por la comunidad universitaria, y complementario a eso un sistema de control de acceso a través de RFID.

Debido a que se va a medir niveles de temperatura y luminosidad en el ambiente se requieren sensores que estén ubicados estratégicamente en el espacio físico del análisis creando una red de sensores inalámbricas.

Las redes de sensores inalámbricas (WSN - Wireless Sensor Network) se basan en dispositivos de bajo costo y consumo (nodos de sensores) que son autónomos, capaces de recopilar información de su entorno, procesarla y enviarla a través de una comunicación inalámbricas hasta un nodo central, estas redes también forman parte de lo que se conoce como inteligencia ambiental que es un terreno delimitado por los últimos avances computacionales y los nuevos conceptos de interacción inteligente entre el usuario y la máquina.

Estas redes dependen completamente de su aplicación, por lo que se deberá considerar los requerimientos del diseño que se va a implementar, ya que eso facilitará la elección de los dispositivos y definirá los parámetros a estimar.

Su integración con otras tecnologías les permite ser implementadas en lugares donde se requiera recoger lecturas durante un periodo de tiempo y su aplicación puede ser tanto en ambientes industriales, en la agricultura, oficinas, empresas, etc.

Lo que caracteriza a una red de sensores inalámbrica es su:

- Tiempo de vida

- Cobertura de la red
- Coste y facilidad de instalación
- Tiempo de respuesta
- Precisión y frecuencia de las mediciones

Y a su vez para el funcionamiento eficaz de los nodos sensores se deberá priorizar los siguientes parámetros:

- Tamaño y coste
- Facilidad de sincronización
- Capacidad de comunicación
- Gasto de energía
- Flexibilidad

Otro factor para considerar son los rangos establecidos al momento de poner en funcionamiento e implementar los sensores. En cuanto al rango de temperatura según (Leal, 2017) La ley obliga a que en los centros de trabajo se encuentren a una temperatura de entre los 17 y los 27 grados centígrados.

En los niveles de luminosidad se determinaron los parámetros de acuerdo con el área de trabajo, como el proyecto se implementará en una institución de educación superior el nivel de iluminancia deberá ser 300 lux como se lo detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Iluminancias mínimas para locales educacionales y asistenciales*

| Tipo de Recinto | Iluminancia (Lux) |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Bibliotecas | 400 |
| Oficinas | 400 |
| Pasillos | 100 |
| Salas de clases, educación básica | 200 |
| Salas de clases, educación media | 250 |
| Salas de clases, educación superior | 300 |
| Salas de Dibujo | 600 |
| Salas de Profesores | 400 |
| Salas de Espera | 150 |
| Atención administrativa | 300 |

Información tomada de https://www.noao.edu/education/QLTkit/es/Safety_Activity_Poster Elaborado por el autor.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1 Dispositivos de desarrollo Electrónico

Son utilizados para transmitir ordenes de control a dispositivos que sean compatibles o que lo soporten. Uno de sus principales usos son el control, monitoreo, procesado y distribución de datos recopilados en su haber.

Debido a los avances tecnológicos en la actualidad la producción y consumo de estos dispositivos ha aumentado exponencialmente, dando paso a la automatización de grandes procesos y la autonomía en los sistemas.

Dispositivos como la raspberry, Arduino, Xbee, una gran variedad de sensores, etc., son los más requeridos y adquiridos por los usuarios ya sean para fines educativos o lucrativos. Particularmente en este proyecto se utilizará una placa Arduino debido a su compatibilidad con la mayoría de estos dispositivos, el módulo Xbee Series 2 y sensores de temperatura, luminosidad, control de acceso al medio.

2.3.2 Arduino

Es una placa con un microcontrolador que permitirá manejar los elementos electrónicos a través de su plataforma de desarrollo que es de código abierto facilitando el uso de la electrónica en los proyectos. Debido a su versatilidad y sencillez en su lenguaje de programación es utilizado para realizar desde pequeños y sencillos proyectos de nivel educativo hasta el desarrollo de elementos autónomos.

Arduino es una tecnología en auge, de fácil aprendizaje que requiere conocimientos básicos de programación y electrónica que permite automatizar cualquier proceso creando elementos autónomos, permitiendo la conexión a los dispositivos e interactuar con el hardware y el software, ya que posee un software consistente en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación de Arduino que es un lenguaje de bajo nivel, e incluso permite desarrollar proyectos en el ámbito de las Smart Cities, el Internet de las cosas, salud, educación, robótica, etc.

Un factor fundamental de Arduino es su comunidad que apoya constantemente compartiendo conocimientos, elaborando librerías para facilitar su uso y sobre todo publica proyectos realizados para que puedan ser replicados, modificados o siendo base para proyectos similares.

Arduino tiene a su haber diversas placas con diferentes funcionamientos diseñadas de acuerdo con las necesidades de los usuarios, de los cuales se mencionará los más importantes en la siguiente tabla.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de las placas Arduino

| | Arduino Uno | Arduino Mega | Arduino MKR1000 | Arduino Nano |
|--|----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|
| Microcontrolador | ATmega328 | ATmega2560 | ARM MCU Cortex- M0 SAM D21 | Atmel ATmega328 |
| Voltaje Operativo | 5v | 5v | 5v | 5v |
| Voltaje de Entrada | 7 – 12 v | 7 – 12 v | 7 – 12 v | 7 – 12 v |
| Pines de Entradas/Salidas Digital | 14 | 54 | 9 | 14 |
| Pines de Entradas Análogas | 6 | 16 | 19 | 8 |
| Memoria Flash | 32 KB | 256 KB | 256 KB | 32 KB |
| Velocidad del Reloj | 16 MHZ | 16 MHZ | 48 MHz | 16 MHz |

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: Naula Moreira Erick

2.3.3 Lenguajes de Programación

Los lenguajes de programación son importantes porque influyen en la ejecución de un programa para una combinación específica de software y hardware. Para que la codificación se implemente exitosamente tiene que pasar por los filtros de compilación y ejecución, donde en la compilación el código es traducido a un lenguaje que pueda utilizar la máquina.

Los lenguajes de programación se dividen en 2 los cuales son:

2.3.3.1 Lenguaje de bajo nivel

Depende del hardware, en otras palabras: es un lenguaje donde sus instrucciones de actuación están sujetas a las instrucciones del hardware al cual está ligado.

2.3.3.2 Lenguaje de alto nivel

Es el tipo de lenguaje que se usa según las capacidades y el nivel de conocimiento del usuario, que permite resolver problemas de una forma sencilla y rápida.

Son considerados de alto nivel porque son similares al lenguaje natural humano y se alejan al lenguaje de las computadoras, es decir que le permite al programador realizar las instrucciones utilizando palabras y expresiones muy similares al inglés.

2.3.4 Xbee Series 2

También conocidos como Xbee Znet 2.5, son pequeños módulos inalámbricos que permiten una comunicación punto a punto, punto-multipunto, redes mesh y son de bajo consumo. Antes

de su uso necesitan ser configurados por medio de comandos API o en modo transparente y para el funcionamiento adecuado del Xbee se deberá trabajar en base al protocolo Zigbee.

2.3.5 Protocolo Zigbee

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (Albornoz & Soto, 2018)

Se dividen los roles de tal manera que Zigbee es la que se encarga de definir las capas de aplicación y red, y 802.15.4 las capas físicas y MAC.

Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. Convirtiéndose en una alternativa ideal para redes de sensores, ya que además presenta la posibilidad de generar redes en malla para admitir la comunicación entre un gran número de dispositivos. Permite que elementos electrónicos de bajo consumo realicen sus comunicaciones inalámbricas, es útil para redes de sensores en ambientes industriales especialmente domóticos. (Albornoz & Soto, 2018)

Zigbee fue desarrollado con el propósito de llegar a satisfacer los requerimientos de un estándar seguro, flexible y extensible, bajo costo y consumo de energía, fácil implementación, soportando topologías comunes en redes como lo son la topología estrella y árbol, aunque cabe destacar que estas últimas topologías deben ser implementadas manualmente por el usuario. En particular, Zigbee soporta por defecto una topología de malla o Mesh la cual entrega las ventajas de ser calculada de forma algorítmica al momento de inicializar la red y de su capacidad auto regenerativa si es que un dispositivo enrutador sale de la red (Albornoz & Soto, 2018).

Zigbee es muy recomendado y utilizado para implementar redes sensoriales industriales y en el campo de la automatización de procesos que se lo conoce como la domótica, lo puede hacer debido a que permite una gran cantidad de dispositivos y a la disminución y eficiencia en el consumo energético generando un considerable ahorro de energía.

Una desventaja que tendría Zigbee con respecto a los demás estándares es la baja tasa de transmisión de datos con respecto a WIFI o bluetooth, pero que no es muy notoria o tomada en cuenta ya que la mayoría de los dispositivos acaparados por Zigbee no necesitan implementaciones de transferencia audiovisual o de archivos.

Además de la cantidad de dispositivos que es capaz de soportar y su diseño inteligente de configuración de red, una de las grandes ventajas de Zigbee es su uso inteligente, en

comparación a otras implementaciones en la misma banda de frecuencia, Zigbee consume varias órdenes de magnitud de potencia, aunque a cambio de una tasa de transmisión de datos menor que otros estándares como Bluetooth o Wifi. (Albornoz & Soto, 2018).

2.3.6 Sensores

Para la implementación de este proyecto se utilizará sensores de temperatura, luminosidad y control de acceso, para lo cual se realizó una tabla comparativa con las especificaciones técnicas de cada uno de los sensores que se presenta a continuación:

Tabla 4. Especificaciones técnicas de Sensores de Temperatura

| | LM35 | TMP36 | DHT11 | DHT22 |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|
| Rango | -55°C a 150°C | -40°C a 125°C | 0°C a 50°C | -40°C a 125°C |
| Alimentación | 5V | 2,7V a 5,5V | 3V a 5,5V | 3,3V a 6V |
| Salida | Analógica | Analógica | Digital | Digital |
| Corriente de Operación | 60 µA | 50 µA | 0,2mA a 0,5Ma | 2,5 mA (máx.) |
| Cobertura | 1m o por contacto | 1m o por contacto | 3m | hasta 4m |
| Costo | \$2 | \$1.70 | \$2 | \$9 |

Información adaptada de <https://sites.google.com>. Elaborado por Naula Moreira Erick

Tabla 5. Especificaciones técnicas de Sensores de Luminosidad

| | BH1750 | TSL2561 | KY-018 |
|---------------------------------|--------------|------------------|-------------|
| Salida | Digital | Digital | Analógica |
| Alimentación | 5V | 5V | 5V |
| Interfaz de Comunicación | I2C | I2C | I2C |
| Rango de Medición | 1 – 65535 lx | 188 - 88,000 Lux | 0 – 2500 lx |
| Costo | \$7 | \$9 | \$2 |

Información adaptada de <https://sites.google.com>. Elaborado por Naula Moreira Erick

Tabla 6. *Especificaciones técnicas de módulos RFID*

| | RFID-RC522 | PN532 NFC RFID | RDM6300 |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------|
| Distancia de Lectura | 0 a 60mm | 0 a 10cm | 20 a 50mm |
| Alimentación | 5V | 5V | 5V |
| Frecuencia de Operación | 13.56Mhz | 13.56Mhz | 125KHZ |
| Costo | \$5 | \$14 | \$8 |
| Protocolo de Comunicación | SPI | I2C/SPI/UART | UART |
| Velocidad de Datos | 10Mbit/s | 10Mbit/s | 10Mbit/s |

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: Naula Moreira Erick

2.4. Marco Legal

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se tuvo como base legal la Constitución de la república del Ecuador en la cual el Art. 16 inciso 2 destaca “El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación”, donde dispone que toda persona tiene derecho al conocimiento de las nuevas tecnologías y aplicaciones, motivando al crecimiento tecnológico y digital del país.

En el Art. 347 inciso 1 se provee fortalecer la educación pública perfeccionando constantemente tanto la calidad de la infraestructura física y equipamiento necesario, lo que brindará al estudiante un ambiente optimo y necesario para el progresivo aprendizaje y desarrollo de innovadores proyectos científicos y tecnológicos.

El Art. 385 tendrá como finalidad en los incisos 1 y 3 de: "Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos" y "Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir" por lo que el auge digital y tecnológico en la actualidad promoverá a la automatización de algunos procesos creando una "Smart City". Por lo que para el cumplimiento de dichos objetivos el estado será responsable según el Art. 387 inciso 3 de: “Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley”.

En general se pretende lograr concientizar que con estos dispositivos se mejorará la calidad de vida de las personas, ya que se reducirá el consumo de energía al mínimo necesario logrando

que poco a poco se pueda lograr constituir una Smart City, ya que se aplicarían las tecnologías de la información y comunicación abasteciéndose de un desarrollo sostenible y de una mejor eficacia en los recursos a disposición.

Según el Ministerio de Telecomunicaciones en su plan de Ecuador digital enfatizó que:

“Para administrar y mejorar las ciudades, es necesario conocer sus necesidades; así como también lo que sucede en ellas y en sus diferentes regiones. En este sentido, transformar “ciudades tradicionales” en Smart Cities, o Ciudades Inteligentes, es una demanda cada vez más significativa y también una oportunidad para gobiernos y ciudadanos. Con el surgimiento de la tecnología digital, de internet y de las tecnologías móviles, dicha transformación es cada vez más viable.”

En Ecuador se direcciona más hacia los territorios digitales en vez de ciudades inteligentes ya que se procuró adoptar un concepto que integre no sólo las grandes ciudades sino también los diversos escenarios que puedan existir.

Capítulo III

Metodología

3.1. Metodología bibliográfica

El uso de esta metodología será fundamental a la hora de adquirir la información adecuada para realizar correctamente este proyecto, ya que es necesario buscar una gran cantidad de información para lograr conocer mejor las herramientas que se usaran y darles un manejo óptimo al momento de realizar las pruebas de funcionamiento del proyecto (Gonzalez D. , 2018).

Según la publicación de (Prado, 2009) El método de investigación bibliográfica es el sistema que se sigue para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, el método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.

Por lo que, en esta metodología se investigará toda la información que resuelva y sustente la problemática del presente proyecto.

Este proyecto se basa en la implementación de un prototipo de control y monitoreo en tiempo real, en el cual se podrá medir los niveles de temperatura en el ambiente y a su vez un sistema de control de acceso mediante RFID para brindar a los docentes una mayor facilidad en el acceso a las aulas de clase.

Puesto que para el funcionamiento de este prototipo el módulo RFID va a estar colocado en la puerta del aula de clases, por consiguiente los módulos de temperatura y luminosidad van a estar colocados estratégicamente en cada esquina del aula para que pueda realizar respectivamente su función y finalmente los datos recopilados tanto del sensor de temperatura, luminosidad y del RFID son enviados a un nodo central ubicado en la misma aula, que está compuesto de un Arduino el cual recepta toda la información y se la envía a un módulo Xbee, el cual está instalado mediante un shield a la placa Arduino.

3.2. Metodología descriptiva

El método descriptivo es uno de los métodos cualitativos que se usan en investigaciones que tienen como objetivo la evaluación de algunas características de una población o situación en particular. (OKDIARIO, 2018) La descripción implica la observación sistemática del objeto de estudio y catalogar la información que es observada para que pueda usarse y replicarse por otros. (OKDIARIO, 2018).

El objetivo principal de este método es obtener datos precisos que puedan ser aplicados en promedios estadísticos que reflejen tendencia, ya que este tipo de investigación son la base para otros de mayor profundidad respecto a un fenómeno en concreto.

Por lo que se describirá el funcionamiento de todos los equipos a utilizarse y a su vez se realizará la elección y descripción de los dispositivos seleccionados.

Para realizar la preselección de los dispositivos se procederá a guiarse de los datos de la tabla 2 para la placa de Arduino, la tabla 3 para el sensor de temperatura, la tabla 4 para el sensor de luminosidad y la tabla 5 para el módulo RFID.

Dentro de la tabla 2 se presentó una variada cantidad de placas Arduino para lo cual se decidió utilizar la placa Arduino Uno, la cual posee un microcontrolador ATmega328, voltaje operativo común de 5V y un total de 20 pines de entrada y salida, dividiéndose en 14 pines de entradas y salidas digitales y 6 pines de entradas análogas.

Un factor importante en la elección de esta placa fue su costo, ya que de todas las demás opciones era el de menos costo y más accesibilidad en el mercado. A su vez se comprobó que a pesar de ser uno de los más económicos del mercado cumple con los requerimientos necesarios para el funcionamiento del prototipo en cuanto a su velocidad de procesamiento, tasa de transmisión de datos y la compatibilidad que posee al trabajar con una gran variedad de protocolos y sensores.

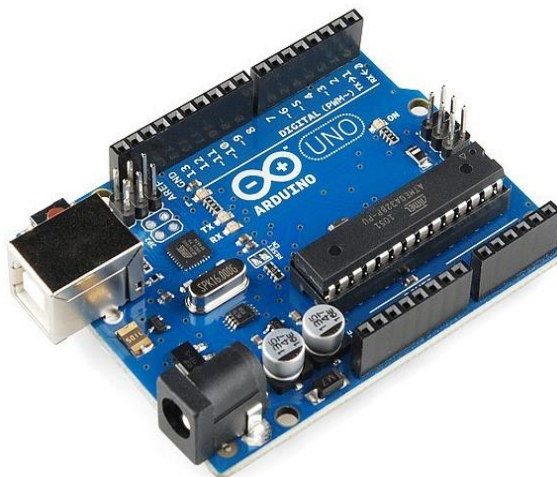


Figura 1. Arduino Uno. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

En la tabla 3 se decidió trabajar con el sensor DHT22 a pesar de pertenecer a la misma familia que el DHT11, el DHT22 posee mejores características para poder implementarlo en proyectos reales de monitorización que requieran una precisión media, pero aun así como lo explica (Llamas, 2016) Estos sensores disponen de un procesador interno que realiza el proceso de medición, proporcionando la medición mediante una señal digital, por lo que resulta muy sencillo obtener la medición desde un microprocesador como Arduino.

Por ende, no va a existir problemas en envío de datos recogidos al nodo central porque el sensor DHT22 es compatible con la plataforma de Arduino.

El rango de medición de este sensor es aceptable a pesar de no ser considerado uno de alta precisión, va desde los -40°C hasta 125°C con una precisión de 0.5°C , capaz de medir la humedad ya que utiliza un sensor capacitivo de humedad para medir el aire circundante con una precisión de 2 a 5%. Su campo de acción es de aproximadamente 4 metros a la redonda y posee una frecuencia de muestreo de 2Hz, es decir 2 muestras por segundo.

Cabe recalcar que su costo es de aproximadamente \$9, siendo el más caro de las opciones, pero el más idóneo para este proyecto de monitorización donde se requieren sensores de precisión media.



Figura 2. Sensor de Temperatura DHT22. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

En la siguiente tabla, la número 4, se optó por trabajar con el sensor KY-018, por la facilidad de adquirirlo en el mercado local y su costo, en cuanto a rendimiento no es uno de los más exactos, pero contiene características que para efectos de este proyecto cumplen con las metas propuestas.

Como lo expone (Goplani, 2017) El sensor Fotorresistor KEYES KY-018 es un dispositivo capaz de generar un voltaje (0V a 5V) proporcional a la luz que incide sobre él. Esto se basa en las propiedades de una resistencia foto dependiente.

La relación que guarda el valor de resistencia con la incidencia de luz en su superficie es inversamente proporcional, es decir, cuanta más luz incida, menor será el valor de la resistencia y viceversa. (Goplani, 2017)



Figura 3. Sensor de Luminosidad KY-018. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

Y por último en la tabla 5 se escogió el módulo RFID-RC522 RF, con una distancia de lectura de 0 a 60 mm, el protocolo de comunicación es SPI compatible con Arduino con un costo aproximado de \$6, siendo este el único sensor disponible en el mercado local.

RFID (siglas de Radio Frecuencia Identificación, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID. (Alcon Baltzar, 2016)

Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. (Alcon Baltzar, 2016)

Es decir, se trata de una tecnología de transmisión automática de datos que utiliza radiofrecuencias para enviar datos entre un lector y una etiqueta electrónica, mientras que para la transferencia de datos desde la etiqueta al lector utiliza ondas electromagnéticas, lo que permite al sistema grabar y capturar datos sin la necesidad que exista contacto entre el lector y la etiqueta.



Figura 4. Kit Módulo RFID-RC522. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

3.3. Metodología experimental

De acuerdo con (Babbie, 1999) define a la investigación experimental como un estudio que se adhiere estrictamente a un diseño de investigación científica, el mismo que Incluye una hipótesis, una variable que puede ser manipulada por el investigador y variables que se pueden medir, calcular y comparar. Lo más importante es que esta investigación es completada en un entorno controlado donde el investigador hace una recopilación de los datos, luego del análisis

de los mismo indicarán si los resultados apoyarán o rechazarán la hipótesis. Este método de investigación está enfocado en hipótesis donde dicha hipótesis es el centro de la investigación. Después de que el experimentador define el problema encontrado, debe presentar una respuesta tentativa al problema o hipótesis para luego confirmarla o desconfirmarla.

Mediante esta metodología se realizarán pruebas y se creará el prototipo, incluyendo el lenguaje de programación en el cual se configurarán los dispositivos de medición y control de acceso. Para la implementación de este proyecto se va a utilizar el Arduino Uno, un módulo Xbee series 2, un sensor de temperatura DHT22, un sensor de luminosidad KY-018 y el módulo RFID RC522.

Inicialmente se realizará el diseño de la simulación en Proteus del escenario de trabajo para el funcionamiento del prototipo. Dentro del programa se realizó un análisis del consumo de corriente y voltaje de cada dispositivo, donde se llegó a la conclusión de energizar todos los sensores a través de la placa Arduino, la cual puede abastecer al prototipo sin ninguna complicación, luego de comprobar el funcionamiento idóneo del prototipo mediante simulaciones, se realiza las pruebas físicas implementando los sensores en un escenario real. Para lo cual se armó un prototipo de pequeña escala con los dispositivos en un protoboard donde se realizó la conexión en base a la simulación en proteus.

Para que el prototipo pueda realizar las mediciones propuestas se tuvo que programar los sensores en el entorno de programación de Arduino (Arduino IDE), para lo cual se fue asignando una función específica a cada sensor. Una vez que los sensores envían correctamente los datos al Arduino, esos mismos datos son mandados al Xbee el cual va a funcionar como transmisor y será el encargado de transmitir la información al Router Xbee cumpliendo con los requerimientos del protocolo Zigbee.

3.4. Población y Muestra de Estudio

3.4.1 Población

Para efectos de este proyecto de implementación se trabajó con la población de la comunidad universitaria de la facultad de Ingeniería Industrial específicamente con estudiantes y docentes de las tres carreras: Ingeniería en Teleinformática/Telemática, Ingeniería Industrial y Licenciatura de Sistemas de Información, con el propósito de tener conocimiento ante la necesidad de implementar un prototipo de control y monitoreo en las aulas de clases y sus respectivos valores puedan ser revisados en tiempo real por los beneficiarios.

Con base a la información brindada por el personal administrativo de la facultad de Ingeniería Industrial, la población de la misma cuenta con un total de 3967 estudiantes y 126

docentes. Los datos de estudiantes y docentes por carrera se los muestra en la Tabla 7 y Tabla 8 que se presentan a continuación.

Tabla 7. *Estudiantes existentes por carrera*

| Rol | Carrera | Población | Porcentaje |
|------------|--|------------------|-------------------|
| Estudiante | Ingeniería en Teleinformática | 293 | 7,4% |
| | Ingeniería en Telemática | 367 | 9,3% |
| | Licenciatura de Sistemas de información | 682 | 17,2% |
| | Ingeniería Industrial | 2625 | 66,2% |
| Total | | 3967 | 100% |

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Naula Moreira Erick

Tabla 8. *Docentes existentes por carrera*

| Rol | Carrera | Población | Porcentaje |
|------------|---|------------------|-------------------|
| Docente | Ingeniería en Teleinformática/Telemática | 24 | 19% |
| | Licenciatura de Sistemas de información | 29 | 23% |
| | Ingeniería Industrial | 73 | 57,9% |
| Total | | 126 | 100% |

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Naula Moreira Erick

3.4.2 Muestra

Se define como muestra a una parte finita de una población estadística cuyas propiedades se estudian para obtener información sobre el conjunto a analizar. Cuando se trata con personas, se puede definir como un conjunto de encuestados seleccionados de una población más grande para el propósito de una encuesta y así obtener un resultado deseado (Antonio, 2018). Debido a que en facultad existe una población excesiva de alumnos y docentes se aplicó una fórmula para destacar la probabilidad de ocurrencia, margen de error y nivel de confianza para poder calcular la muestra recolectando los datos referente al prototipo a implementarse.

3.4.3 Tamaño de la muestra tomada

Se consideró la siguiente fórmula matemática para determinar el tamaño de la muestra

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

- **n** = tamaño o cantidad de la muestra
- **N** = tamaño o cantidad de la población
- **σ** = desviación estándar, que comúnmente si no se tiene un valor se utiliza 0.5 como constante
- **Z** = Nivel de confianza. Es un valor constante que si no se tiene un valor se lo relaciona a un 95% (1,96) o en 99% (2,57).
- **e** = error muestral, que por lo general si no se tiene un valor se utilizan valores de un rango de 1% y el 9%

Al aplicar la fórmula se determinó los valores de muestra pertenecientes a estudiantes y docentes aplicando un nivel de confianza del 99% equivalentes a 2,57 que es asignado a Z, un margen de error del 10% debido a que se tenía una cantidad muy grande de población y un valor constante de 0.5 (50%) para la desviación estándar. En la Tabla 9 y la Tabla 10 se presentan los valores resultantes de población y muestra de estudiantes y docentes aplicada la fórmula planteada.

Tabla 9. Población y muestra de alumnos

| Rol | Carrera | Población | Muestra |
|------------|---|-----------|---------|
| Estudiante | Ingeniería en Teleinformática | 293 | 106 |
| | Ingeniería en Telemática | 367 | 115 |
| | Licenciatura de Sistemas de información | 682 | 134 |
| | Ingeniería Industrial | 2625 | 156 |
| Total | | 3967 | 511 |

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Naula Moreira Erick

Tabla 10. *Población y muestra de docentes*

| Rol | Carrera | Población | Muestra |
|------------|---|------------------|----------------|
| Docente | Teleinformática/Telemática | 24 | 22 |
| | Licenciatura de Sistemas de información | 29 | 25 |
| | Industrial | 73 | 51 |
| Total | | 126 | 98 |

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Naula Moreira Erick

3.4.4 Herramientas o Estrategias de Investigación

Para la recolección de datos se utilizó dos estrategias observación y encuesta, que se describen a continuación:

Observación: En el proceso de desarrollo del prototipo se solicitó y verificó constantemente los valores arrojados por los nodos sensores implementados, a su vez se comprobó la existencia de un prototipo de similares características en la facultad, sin éxito alguno.

Encuestas: Permitirá la recopilación de una extensa cantidad de información de una población y permite estandarizar datos realizando simples comparaciones. Se realizó un banco de preguntas dirigido a docentes y estudiantes, con ello se logró comprobar el nivel de aceptación de la comunidad universitaria ante la necesidad de implementar el prototipo, la comodidad en el ambiente de trabajo y la importancia de contar con un prototipo de esas características en las aulas de clases. A continuación, se presenta los bancos de preguntas utilizados en las encuestas de los estudiantes y docentes:

Encuesta de Estudiantes

1. ¿Qué tan satisfecho está con las facilidades que le ofrece la facultad en las aulas de clase?
2. ¿Qué elementos considera que son necesarios dentro de un aula de clases?
3. ¿Normalmente a través de qué medio se conecta para tener acceso a internet en la facultad?
4. ¿Es necesario implementar un prototipo de control y monitoreo para mejorar las aulas de clase?
5. ¿Usted cree que con la implementación de dicho prototipo se logrará un ambiente de aprendizaje cómodo y confortable en las aulas de clase?
6. ¿Le gustaría conocer la disponibilidad de los cursos en tiempo real?

Encuesta de Docentes

1. ¿Qué tan satisfecho está con las facilidades que le ofrece la facultad en las aulas de clase?
2. ¿Qué elementos considera que son necesarios dentro de un aula de clases?
3. ¿Normalmente a través de qué medio se conecta para tener acceso a internet en la facultad?
4. ¿Es necesario implementar un prototipo de control y monitoreo para mejorar las aulas de clase?
5. ¿Usted cree que con la implementación de dicho prototipo se logrará un ambiente de aprendizaje cómodo y confortable en las aulas de clase?
6. ¿Le gustaría conocer la disponibilidad de los cursos en tiempo real?
7. Como docente de la facultad, ¿Está de acuerdo con la implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clases?

3.5. Tabulación y Análisis de resultados

3.5.1 Tabulación de encuesta a los estudiantes

1. ¿Qué tan satisfecho está con las facilidades que le ofrece la facultad en las aulas de clase?

Tabla 11. Nivel de satisfacción de estudiantes con las facilidades que le ofrece la facultad

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|------------------|-------------|------------|
| Muy satisfecho | 103 | 20% |
| Satisfecho | 68 | 13% |
| Neutral | 130 | 25% |
| Insatisfecho | 149 | 29% |
| Muy insatisfecho | 61 | 12% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

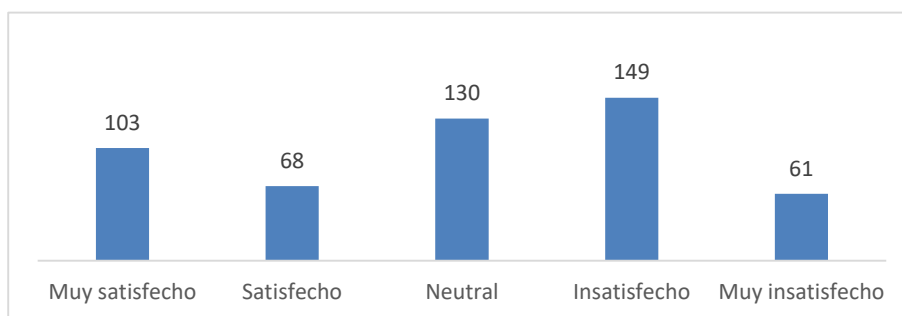


Figura 5. Nivel de satisfacción de estudiantes con las facilidades que le ofrece la facultad. Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 5, de los 511 estudiantes encuestados, el 29% están insatisfechos con las facilidades que le ofrece la facultad en las aulas de clase y consideran que podrían mejorar.

2. ¿Qué elementos considera que son necesarios dentro de un aula de clases?

Tabla 12. Elementos necesarios en un aula de clases encuesta alumnos

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|-----------------------------|-------------|------------|
| A/C | 82 | 16% |
| Puntos de Tomacorrientes | 51 | 10% |
| Computadoras en buen estado | 60 | 12% |
| Pupitres en buen estado | 66 | 13% |
| Iluminación | 57 | 11% |
| Proyector | 64 | 13% |
| Wifi | 116 | 23% |
| Otros | 15 | 3% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

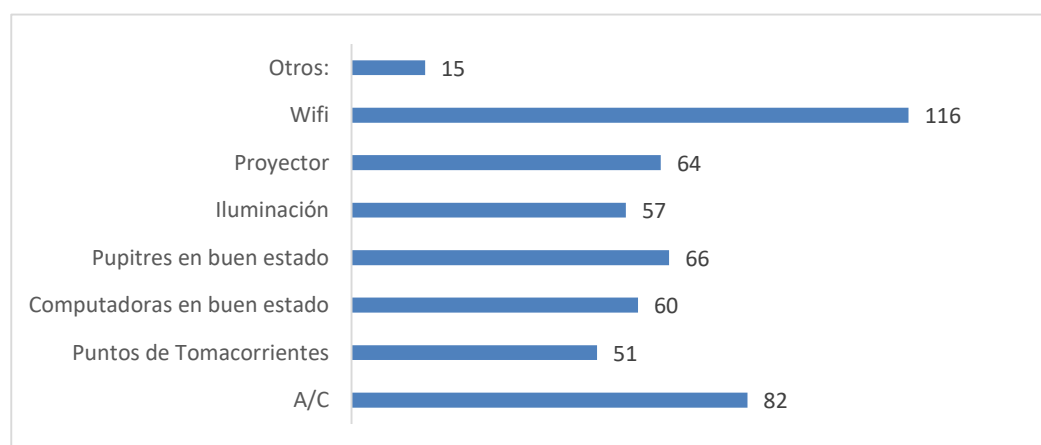


Figura 6. Elementos necesarios en un aula de clases encuesta alumnos. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 6, de los 511 estudiantes encuestados, el 23% y 16% consideran necesario tener a disposición una red Wifi y un sistema de A/C respectivamente, en las aulas de clases.

3. ¿Normalmente a través de que medio se conecta para tener acceso a internet en la facultad?

Tabla 13. Método de conexión a Internet

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|-----------------------|-------------|------------|
| Plan de datos móviles | 199 | 39% |
| Wifi de la facultad | 312 | 61% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

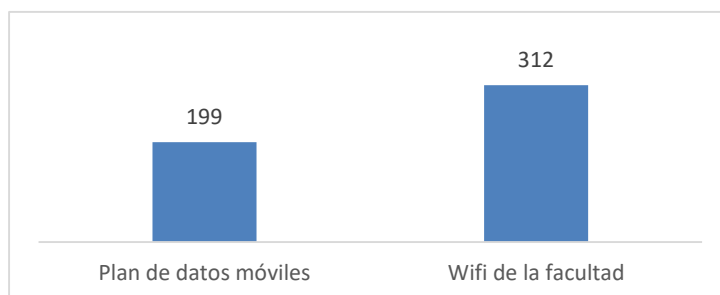


Figura 7. Método de conexión a Internet. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 7, de los 511 estudiantes encuestados, el 61% tiene acceso a internet a través del Wifi de la facultad.

4. ¿Es necesario implementar un prototipo de control y monitoreo para mejorar las aulas de clase?

Tabla 14. Nivel de aceptación del prototipo en encuestas alumnos

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|----------|-------------|------------|
| Si | 439 | 86% |
| No | 72 | 14% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

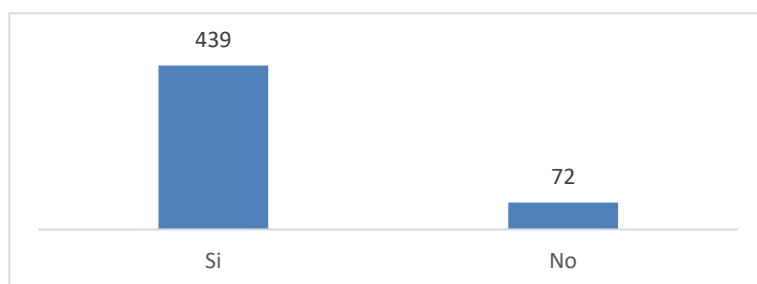


Figura 8. Nivel de aceptación del prototipo en encuestas alumnos. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 8, de los 511 estudiantes encuestados, el 86% consideran necesario implementar un prototipo de control y monitoreo para mejorar las aulas de clase.

5. ¿Usted cree que con la implementación de dicho prototipo se logrará un ambiente de aprendizaje cómodo y confortable en las aulas de clase?

Tabla 15. Nivel de confort en las aulas de clase encuesta estudiantes

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|----------|-------------|------------|
| Si | 436 | 85% |
| No | 75 | 15% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

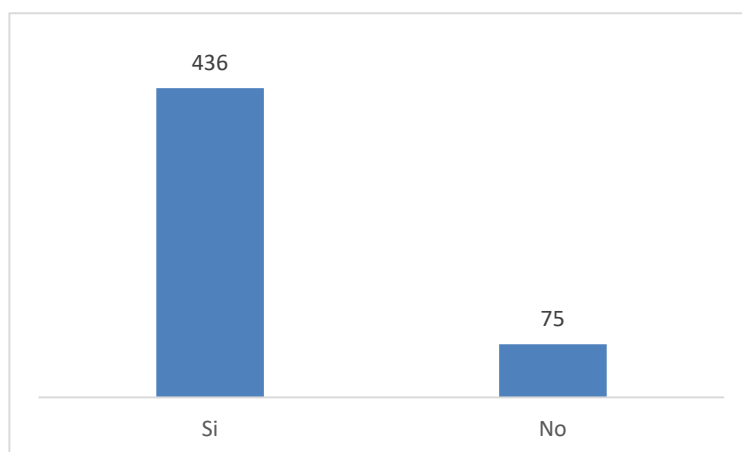


Figura 9. Nivel de confort en las aulas de clase encuesta estudiantes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 9, de los 511 estudiantes encuestados, el 85% creen que con la implementación del prototipo se logrará un ambiente de aprendizaje cómodo y confortable en las aulas de clase.

6. ¿Le gustaría conocer la disponibilidad de los cursos en tiempo real?

Tabla 16. Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta estudiantes

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|----------|-------------|------------|
| Si | 405 | 79% |
| No | 106 | 21% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

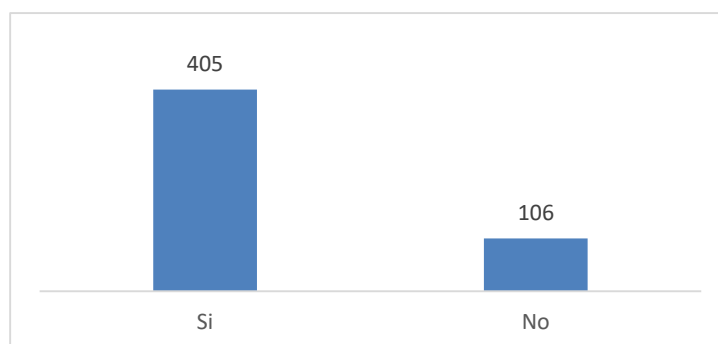


Figura 10. Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta estudiantes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 10, de los 511 estudiantes encuestados, el 79% les gustaría conocer la disponibilidad de los cursos en tiempo real.

3.5.2 Tabulación de encuesta a los docentes

1. ¿Qué tan satisfecho está con las facilidades que le ofrece la facultad en las aulas de clase?

Tabla 17. Nivel de satisfacción de docentes con las facilidades que le ofrece la facultad

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|------------------|-------------|------------|
| Muy satisfecho | 23 | 23% |
| Satisfecho | 38 | 39% |
| Neutral | 33 | 34% |
| Insatisfecho | 4 | 4% |
| Muy insatisfecho | 0 | 0% |
| Total | 98 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

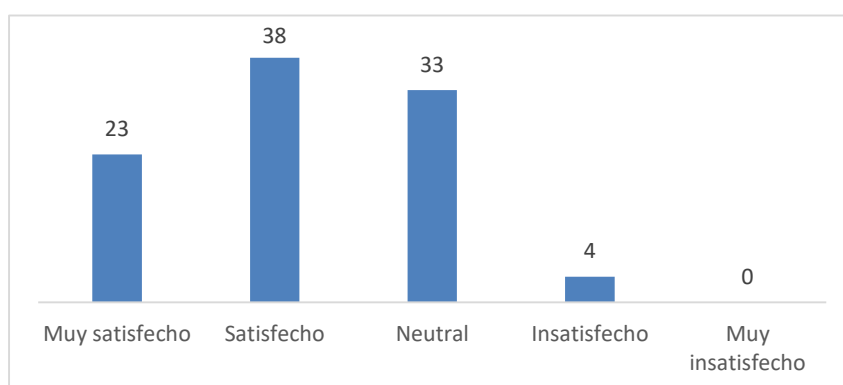


Figura 11. Nivel de satisfacción de docentes con las facilidades que le ofrece la facultad. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 11, de los 98 docentes encuestados, el 39% está satisfecho con las facilidades que les ofrece la facultad en las aulas de clase.

2. ¿Qué elementos considera que son necesarios dentro de un aula de clases?

Tabla 18. Elementos necesarios en un aula de clases encuesta docentes

| Opciones | Encuestados |
|-----------------------------|-------------|
| A/C | 13 |
| Puntos de Tomacorrientes | 11 |
| Computadoras en buen estado | 12 |
| Pupitres en buen estado | 8 |
| Iluminación | 10 |
| Proyector | 27 |
| Wifi | 17 |
| Otros | 0 |
| Total | 98 |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

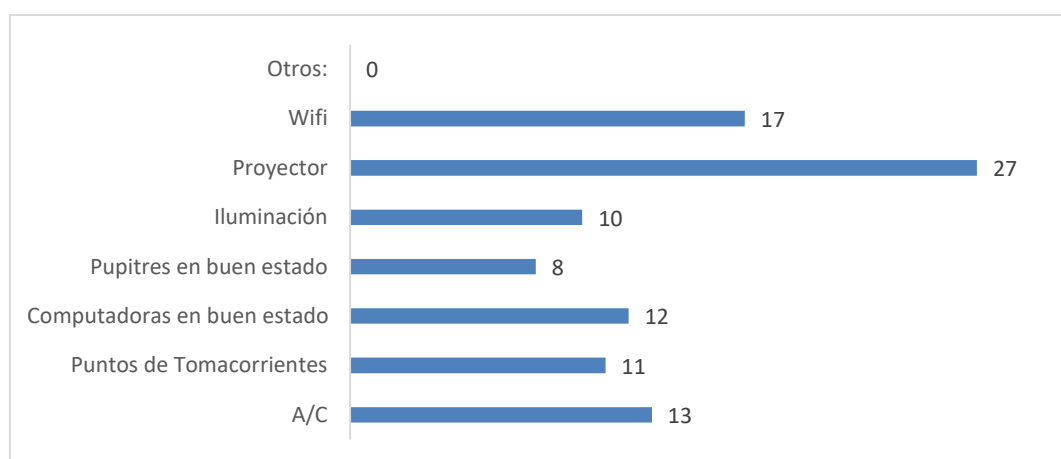


Figura 12. Elementos necesarios en un aula de clases encuesta docentes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 12, de los 98 docentes encuestados, 27 consideran necesario disponer de un proyector en las aulas de clases.

3. ¿Normalmente a través de que medio se conecta para tener acceso a internet en la facultad?

Tabla 19. Método de conexión a Internet encuesta docentes

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|-----------------------|-------------|------------|
| Plan de datos móviles | 73 | 74% |
| Wifi de la facultad | 25 | 26% |
| Total | 98 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

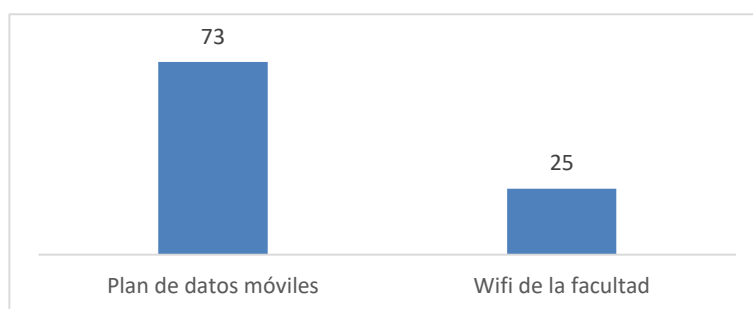


Figura 13. Método de conexión a Internet encuesta docentes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 13, de los 98 docentes encuestados, el 74% accede a internet mediante su plan de datos.

4. ¿Es necesario implementar un prototipo de control y monitoreo para mejorar las aulas de clase?

Tabla 20. Nivel de aceptación del prototipo en encuestas docentes.

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|----------|-------------|------------|
| Si | 439 | 86% |
| No | 72 | 14% |
| Total | 511 | 100% |

Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

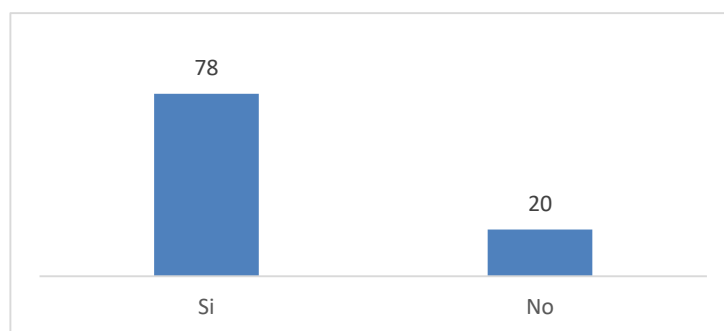


Figura 14. Nivel de aceptación del prototipo en encuestas docentes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 14, de los 98 docentes encuestados, el 86% estiman que es necesario implementar un prototipo de control y monitoreo para mejorar las aulas de clase.

5. ¿Usted cree que con la implementación de dicho prototipo se logrará un ambiente de aprendizaje cómodo y confortable en las aulas de clase?

Tabla 21. Nivel de confort en las aulas de clase encuesta docentes

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|----------|-------------|------------|
| Si | 68 | 69% |
| No | 30 | 31% |
| Total | 98 | 100% |

Información tomada por Google Forms, Elaborado por Naula Moreira Erick

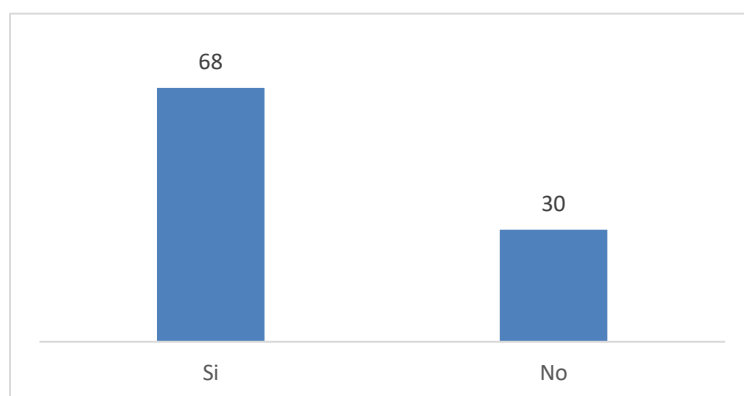


Figura 15. Nivel de confort en las aulas de clase encuesta docentes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 15, de los 98 docentes encuestados, el 69% estiman que la implementación del prototipo logrará un ambiente de aprendizaje cómodo y confortable en las aulas de clase.

6. ¿Le gustaría conocer la disponibilidad de los cursos en tiempo real?

Tabla 22. Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta docentes

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|----------|-------------|------------|
| Si | 91 | 93% |
| No | 7 | 7% |
| Total | 98 | 100% |

Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

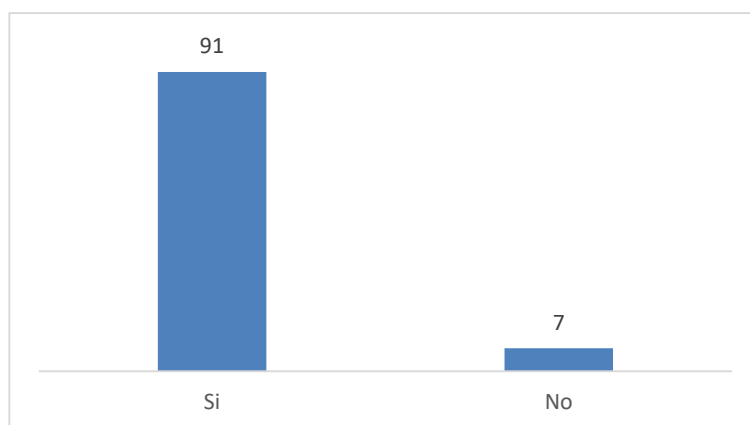


Figura 16. Disponibilidad de cursos en tiempo real encuesta docentes. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 10, de los 98 docentes encuestados, el 93% les gustaría saber la disponibilidad de los cursos en tiempo real.

7. Como docente de la facultad, ¿está de acuerdo con la implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase?

Tabla 23. Implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase

| Opciones | Encuestados | Porcentaje |
|-------------------|-------------|------------|
| Total, acuerdo | 32 | 33% |
| De acuerdo | 26 | 27% |
| Neutral | 40 | 41% |
| En desacuerdo | 0 | 0 |
| Total, desacuerdo | 0 | 0 |
| Total | 98 | 100% |

Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

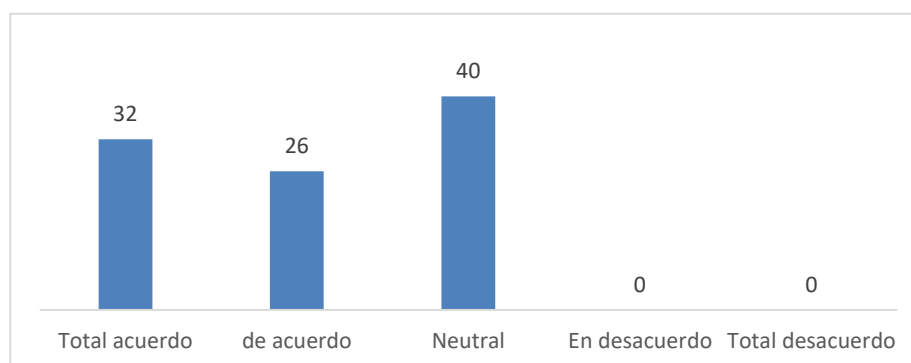


Figura 17. Implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase. Información tomada por Google Forms. Elaborado por Naula Moreira Erick

Análisis: Mediante los resultados presentados en el gráfico estadístico de la figura 17, de los 98 docentes encuestados, el 41% presentó una actitud neutral ante la implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase.

3.5.3 Análisis de resultados

Después de revisar las encuestas, se observó que la comunidad universitaria conformada por los estudiantes presentó un 86% de afinidad ante la idea de una posible implementación del prototipo y a su vez un alto porcentaje de aceptación por el mismo, por ende el 85% de los encuestados afirmaron que con este dispositivo de control y monitoreo se podrá mejorar el ambiente de trabajo y estudio en los salones de clases, por consiguiente les agradó la idea de tener a disposición los datos de los cursos en tiempo real, ya sea su disponibilidad o climatización del mismo. Con respecto al medio por el cual tienen acceso a internet en la facultad aproximadamente el 61% del alumnado, según la investigación de campo realizada afirmaron que se conectan a través de la red local de la facultad, lo que conlleva a otra pregunta en la cual el 23% del alumnado clama una mejora en el ancho de banda y cobertura de la red de la facultad.

Cierta similitud en las respuestas se obtuvo en las encuestas realizada a los docentes con la única diferencia que a ellos se les realizó una pregunta más con respecto a la implementación de un control de acceso en las aulas de clases teniendo opiniones divididas, entre neutrales y total acuerdo, siempre siendo el factor común la aceptación ante la implementación de un prototipo de control de acceso en las aulas de clase.

Capítulo IV

La Propuesta

4.1 Estructura de un aula inteligente

Uno de los pasos más importante para llegar a la calidad educativa es proporcionar una estructura para el desarrollo de sus habilidades y las actividades de aprendizaje para asimilar los conocimientos a los estudiante, motivo por el cual para garantizar la calidad de la enseñanza en la era digital se debe tener en cuenta que la estructura es uno de los factores que contribuye en el éxito de los alumnos, por ende, se estableció que en un aula de clases moderna deberá contar con un diseño novedoso con ambientes multifuncionales que impulsen el pensamiento diverso y la estimulación sensorial.

Para efectos de este proyecto el modelo idóneo del aula de clases, basados en pruebas realizadas dentro de las mismas, constará de 7 nodos sensores y 1 nodo central. Los nodos sensores están repartidos en 4 nodos conformados por sensores que estén monitoreando los niveles de temperatura, 2 nodos sensores que revisen la luminosidad del salón y 1 nodo destinado para el control de acceso que será para uso exclusivo de los docentes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, dejando un único nodo central conformado por un Arduino Uno y un Xbee Series 2, para la recepción de los datos recopilados en los nodos sensores a través del protocolo Zigbee.

4.2 Esquematización del prototipo

Se propone implementar el prototipo en un aula de la facultad de Ingeniería Industrial en la carrera de Ingeniería en Teleinformática con una dimensión promedio de 6m de ancho por 10m de largo, la cual tiene capacidad para 40 estudiantes aproximadamente, donde en el horario matutino diariamente circulan alrededor de 160 personas entre estudiantes, docentes y personal de limpieza.

4.2.1 Funcionamiento de Sensores

En este proyecto de implementación se propuso trabajar con 3 tipos de sensores los cuales su funcionamiento individual en red de nodos es de la siguiente manera: Los sensores de temperatura realizarán las mediciones del ambiente y se las mostrará en °C, este sensor ayudará a mantener el ambiente adecuado requerido para los estudiantes, de igual manera los sensores de luz permitirán que se mantenga el flujo luminoso para que los estudiantes y docentes tengan visibilidad por toda el área del salón de clases.

Finalmente, el control de acceso que se implementará en la puerta de entrada del aula de clases funcionará para que los docentes puedan ingresar al salón sin necesidad de llaves optimizando los tiempos de entrada y salida de cada docente en los cambios de hora.

4.3. Diseño de la red de sensores

4.3.1. Escenario de prueba

Para elaborar la red de sensores se escogió una aula de clases de la carrera de Ingeniería en Teleinformática en la facultad de ingeniería industrial, perteneciente a la Universidad de Guayaquil, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, sus dimensiones son 6m de ancho por 10m de largo.

4.3.2. Tecnología de la red de sensores

El protocolo de transmisión es fundamental para la red de sensores, se utilizará el protocolo Zigbee que a pesar de no tener velocidades muy alta, permitirá obtener un nivel de consumo energético muy bajo en la red de nodos.

4.4. Materiales y Métodos

Para la implementación de la red de sensores se consideró el tipo de comunicación, el sitio donde se va a desplegar la red de sensores y las dimensiones del lugar.

Para la ubicación del sensor de temperatura DHT22 que fue seleccionado previamente, se tomó en cuenta el alcance máximo de medición, el cual es de 4m a la redonda y la distancia de transmisión mínima que es de 10m.

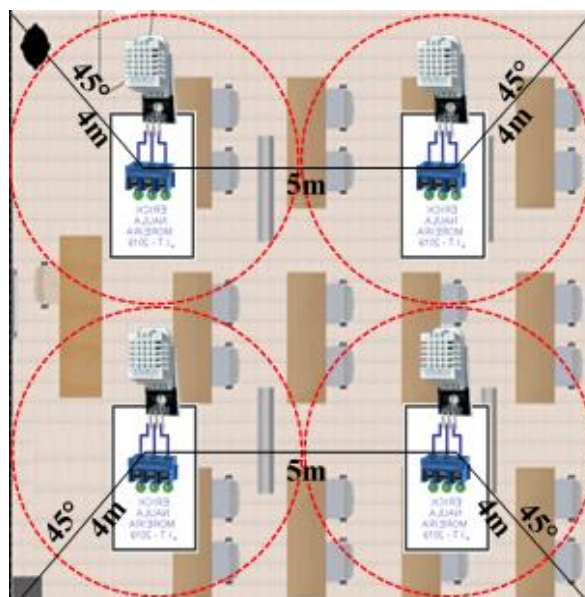


Figura 18. Diseño propuesto de los nodos sensores de temperatura. Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: Naula Moreira Erick

Como se puede apreciar en la figura 18, se propuso ubicar los nodos sensores de temperatura a 45° desde cada esquina a una distancia de 4m, separados entre ellos aproximadamente 5m para poder extender el radio de acción a una distancia de 16m, de tal forma que cada nodo cubriera con una parte del salón de clases.

En el caso del sensor de luminosidad KY-018 se buscó una ubicación central ya que el aula de clases cuenta con 4 bases de fluorescentes dividiéndose 2 bases para la parte de adelante y 2 bases para la parte de atrás del salón.

Por ende, como se observa en la Figura 19 los sensores irán colocados en los pilares centrales a aproximadamente 3m de altura para que pueda cumplir con su función de medir los niveles de luminosidad que necesitan los estudiantes para tener una buena visibilidad al momento de tomar apuntes.

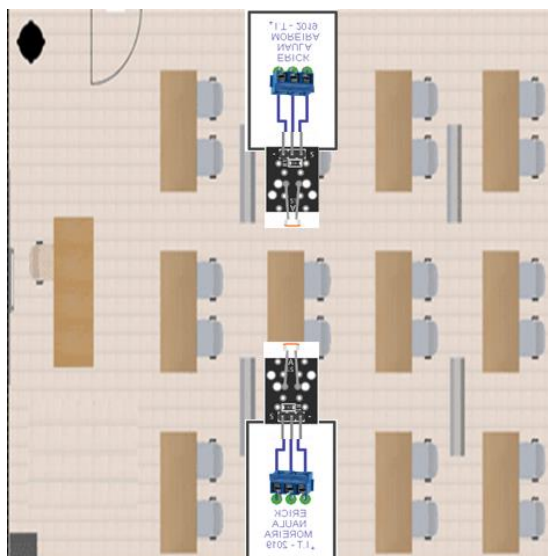


Figura 19. Diseño propuesto de los nodos sensores de luminosidad. Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: Naula Moreira Erick

El control de acceso se lo implementará en la puerta entrada principal del aula, cabe recalcar que los cursos de la facultad de Ingeniería Industrial cuentan con una única puerta que se la utiliza para la entrada y salida de estudiantes y docentes.

Para el acceso se tendrá que colocar un TAG el cual contendrá una ID asignada para cada docente, así se podrá conocer la disponibilidad de cada curso y el docente que se encuentra en el mismo en ese momento.

Finalmente, el nodo central conformado por un Arduino Uno y un Xbee series 2, se ubicará junto a la base del proyector que está en la parte central del aula aproximadamente a unos 5m del suelo, uno de los factores que se tomó en cuenta para la ubicación del nodo central fue la distancia máxima para que la transmisión de datos sea efectiva y no exista pérdida de información, y a su vez se evitará la manipulación constante del dispositivo.

4.5. Diseño del PCB

Una vez comprobado el funcionamiento del prototipo realizado a pequeña escala se procede con la siguiente fase donde se diseñan las pistas para cada nodo sensor tanto de temperatura como luminosidad, para lo cual utilizó el software “Eagle” donde se pudo diseñar las pistas de cada nodo según sus requerimientos como se muestra a continuación en la figura 20.

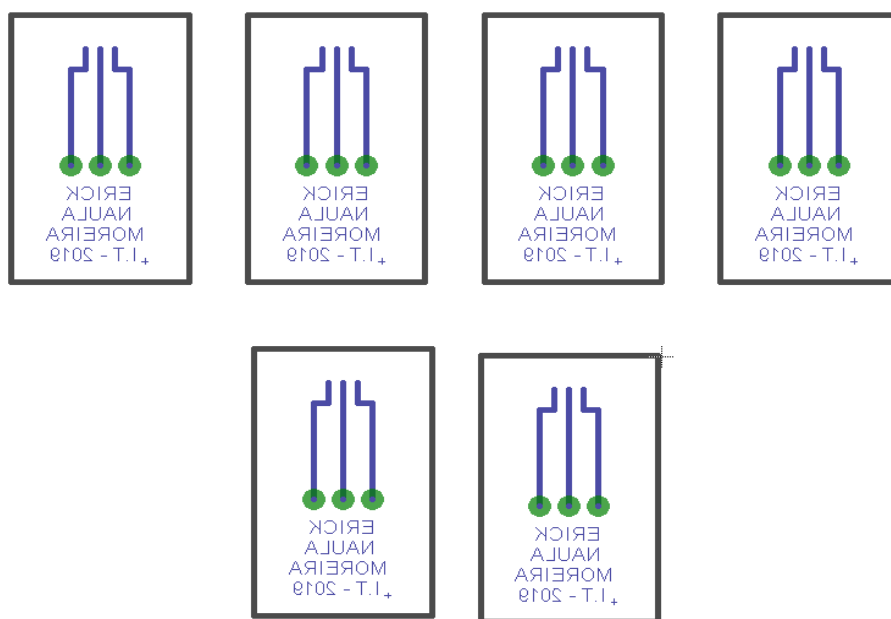


Figura 20. Diseño del PCB de los nodos sensores Información adaptada de Eagle Elaborado por: Naula Moreira Erick

4.6. Sistema de alimentación del proyecto

El sistema de alimentación del prototipo es la fuente de poder propia del Arduino que es de 12V a 1A, la cual permitirá que el Arduino funcione las 24 horas del día de manera continua sin ningún inconveniente y del mismo Arduino se alimentarán los nodos sensores y el Xbee. De esta manera se cumple con uno de los requisitos del protocolo Zigbee el cual exige que los dispositivos generen un bajo consumo energético.

4.7. Diagrama de conexión de los nodos sensores, central y control de acceso

Para establecer la conexión de todos los nodos sensores y central se requieren de varios pines digitales y analógicos del microcontrolador Arduino Uno. Un nodo sensor de temperatura consta de 3 pines cuyas conexiones salen a los pines GND, +5V o VCC y a un pin digital del Arduino (del pin 2 al pin 5). Las conexiones del nodo sensor de luminosidad son similares con la única diferencia que su pin de señal es analógico por lo tanto irán al pin AO y A1 respectivamente.

El módulo Xbee que forma parte del nodo central solo requerirá de 3 pines GND, 3.3V y RX que irán con el GND, VCC y TX respectivamente del Arduino.

Por último, el control de acceso requerirá de casi todos los pines digitales del Arduino siendo su conexión como se la presenta en la Tabla 24.

Tabla 24. Distribución de pines RFID522 – Arduino Uno

| Módulo RC522 | Arduino Uno |
|--------------|--------------|
| SDA (SS) | 10 |
| SCK | 13 |
| MOSI | 11 |
| MISO | 12 |
| IRQ | No conectado |
| GND | GND |
| RST | 9 |
| 3.3V | 3.3V |

Información tomada de https://naylampmechatronics.com/blog/22_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html
Elaborado por el autor

Teniendo como resultado final el diagrama general de las conexiones de los nodos de la siguiente manera observado en la figura 21.

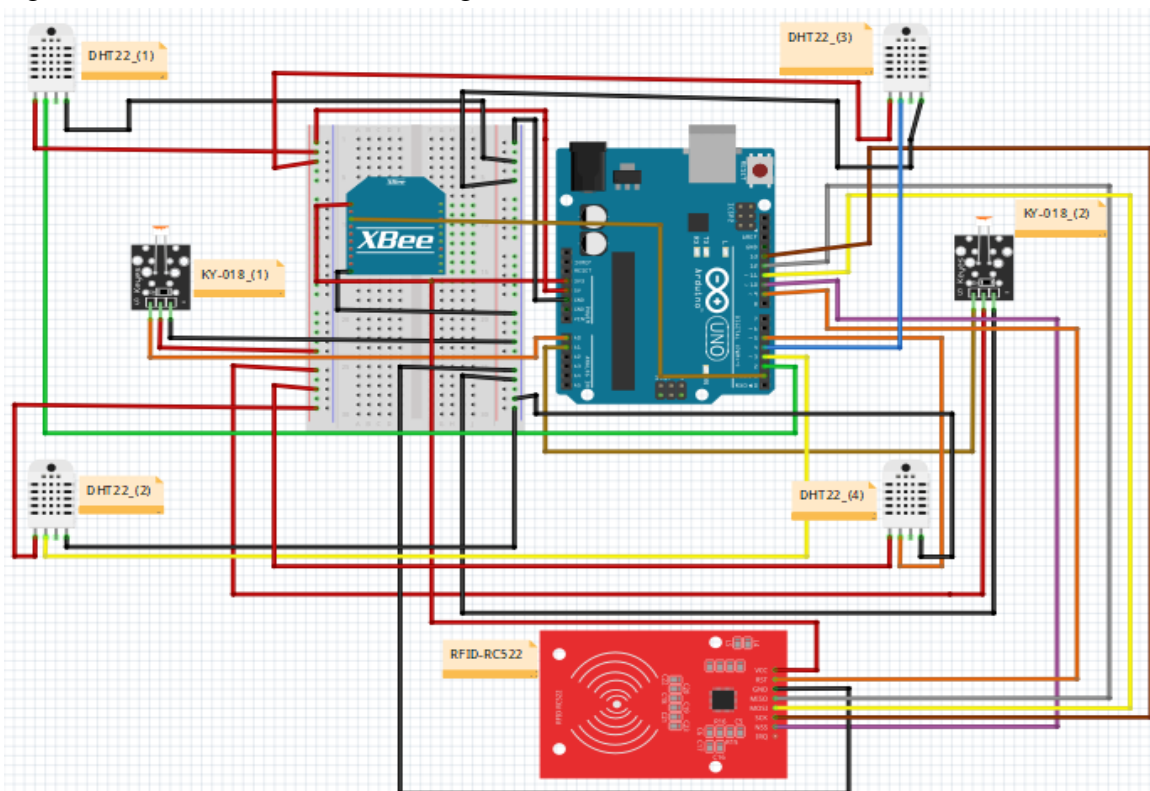


Figura 21. Diagrama de conexión general del prototipo Información adaptada de Fritzing Elaborada por Naula Moreira Erick

4.8. Elaboración y evaluación del prototipo

En esta etapa se elabora el prototipo final, donde se muestran paso a paso los dispositivos a implementarse

4.8.1 Implementación de red a pequeña escala

En la figura 22 presentada a continuación, se observa un prototipo implementado a pequeña escala, una vez que se comprobó su funcionamiento se procedió a la respectiva prueba de campo en el aula de clases.

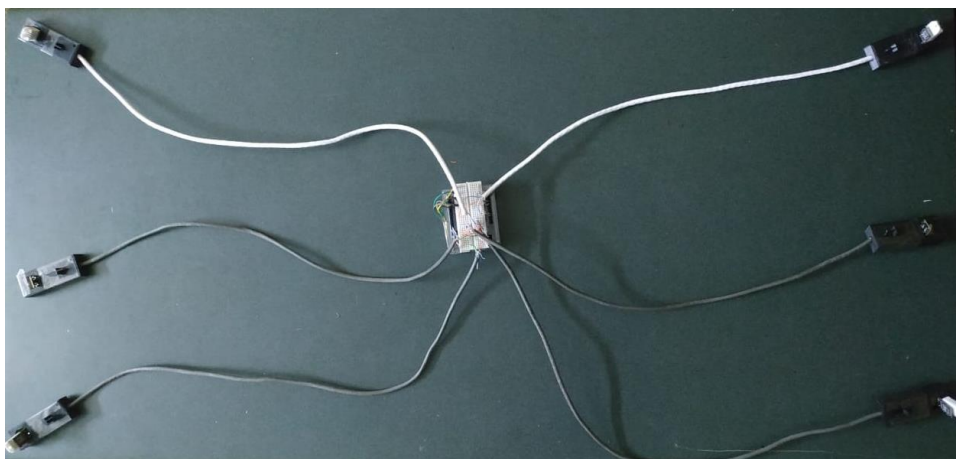


Figura 22. Prototipo de control y monitorea a pequeña escala. Información tomada desde el teléfono móvil iPhone 7 Elaborada por el autor

4.8.2 Presupuesto total del prototipo

En la implementación del proyecto se utilizó una serie de dispositivos los cuales en la tabla 25 se detalla su precio y la inversión total del proyecto como tal.

Tabla 25. Presupuesto total del proyecto

| Materiales | Cantidad | P. Unit. | Total |
|-----------------------------|----------|-----------|----------|
| RC522 | 1 | \$ 8,70 | \$ 8,70 |
| Sensor de Temperatura DHT22 | 4 | \$ 8,70 | \$ 34,80 |
| Sensor de Luz KY-018 | 2 | \$ 1,10 | \$ 2,20 |
| Arduino Uno | 1 | \$ 11,00 | \$ 11,00 |
| Jumpers | 20 | \$ 0,10 | \$ 2,00 |
| Baqelita | 5 | \$ 0,40 | \$ 2,00 |
| Cable UTP | 20m | \$0,5 c/m | \$ 10,00 |
| Percloruro | 5 | \$ 1,00 | \$ 5,00 |
| Borneras | 6 | \$ 0,20 | \$ 1,20 |
| Broca 1mm | 1 | \$ 1,10 | \$ 1,10 |

| Materiales | Cantidad | P. Unit. | Total |
|-------------------------|----------|----------|-----------|
| Case Arduino | 1 | \$ 2,20 | \$ 2,20 |
| Protoboard | 1 | \$ 2,00 | \$ 2,00 |
| Impresiones de cajas 3D | 6 | \$ 7,00 | \$ 42,00 |
| Xbee | 1 | \$ 15,00 | \$ 15,00 |
| Total | | | \$ 139,20 |

Información tomada desde DESKTOP-ERNM. Elaborada por el autor

4.8.3 Evaluación del prototipo

4.8.3.1 Funcionalidad del Prototipo

El prototipo contiene las siguientes funcionalidades:

- Transmisión de datos en tiempo real
- Bajo consumo energético
- Medición de temperatura ambiental
- Medición de luminosidad
- Control de acceso

4.8.3.2 Características técnicas del prototipo

Tabla 26. Características técnicas del prototipo

| Características | Especificaciones |
|-----------------|------------------|
| Alimentación | 12V |
| Nodos Sensores | 6 |
| Nodo central | 1 |

Información tomada de <https://sites.google.com> Elaborado por Naula Moreira Erick

4.8.3.3 Valores obtenidos con un termómetro de mercurio

En esta parte se observa la medición realizada en un aula de clases de la facultad de ingeniería industrial, en la cual la línea de mercurio roja marca 22°C.



Figura 23. Valores obtenidos por el termómetro de mercurio. Información tomada desde el teléfono móvil iPhone 7 Elaborada por el autor

4.8.3.4 Valores obtenidos a través del prototipo

Aquí se observa el funcionamiento del prototipo en un aula de clases de la facultad de Ingeniería Industrial con sus respectivos valores.

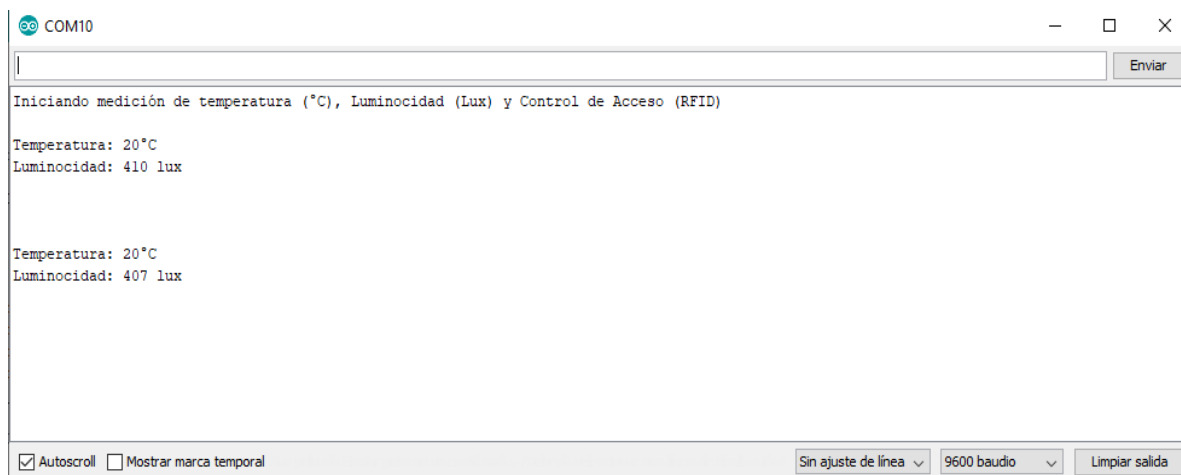


Figura 24. Valores obtenidos del prototipo. Información tomada desde DESKTOP-ERNM. Elaborada por el autor

4.8.3.5 Valores obtenidos a través del prototipo

Tabla 27. Valores obtenidos a través de un termómetro de mercurio y el prototipo

| Evaluación | Resultado de Medición |
|------------------------|-----------------------|
| Termómetro de Mercurio | 22°C |
| Prototipo | 20°C |

Información tomada de los dispositivos para la medición de temperatura Elaborado por Naula Moreira Erick

4.9. Análisis final de las evaluaciones realizadas

Una vez culminada las respectivas pruebas como se pudo observar en la figura 9 y la figura 10 en las mediciones realizadas en el aula de clases con el termómetro de mercurio y el prototipo realizado, se determinó que los valores obtenidos entre los dos dispositivos son similares con un margen de error aproximado del $\pm 5\%$, demostrando que el prototipo desarrollado presenta una confiabilidad del 95%, comprobando que funciona adecuadamente y puede ser implementado sin ningún inconveniente. Cabe recalcar que las pruebas realizadas solo se hicieron con los nodos sensores de temperatura ya que se tenía disposición de los elementos requeridos.

De igual manera se comprobó el funcionamiento de los nodo sensores de luminosidad, en el cual al estar encendidas todas las fluorescentes del aula marcaban valores estables que rondaban los 450 lux que son valores aceptables y requeridos como lo indica la Tabla 2, sin embargo, al momento de apagar 2 fluorescentes se notaba la diferencia ya que los valores si variaban rondando los 850 lux aproximadamente, marcando la tendencia del sensor de luz a la

cual a menos luminosidad mayor es la resistencia, por ende se verificó que los nodos sensores de luminosidad tienen un índice del 99% de efectividad.

Un punto que es importante acotar es que al momento de los nodos sensores enviar datos al nodo central no existió ninguna pérdida y los tiempos de transmisión de la información fueron eficientes, ya que la distancia no fue un factor que generó inconvenientes debido a que el cable UTP tiene un alcance de transmisión máximo sin interferencia aproximado de 10m.

4.10. Conclusiones

En la facultad de Ingeniería Industrial se planteó una posible implementación de un prototipo de control y monitoreo el cual tanto docentes y estudiantes podían verificar sus datos en tiempo real, mejorando los ámbitos de conocimiento del salón de clases aproximadamente en un 30%. Debido a eso se estableció un esquema de funcionamiento para las mediciones de temperatura y luminosidad, complementándolo con un sistema de control de acceso RFID, para lo cual se decidió trabajar con la tecnología Zigbee, que es una de las mejores técnicas de comunicación para una red de sensores de desarrollo electrónico la cual su infraestructura base es mediante cableado UTP.

Se tuvo presente las necesidades de la comunidad universitaria de la facultad y con base a los requerimientos, se determinó el escenario ideal para el funcionamiento del prototipo de control y monitoreo, por lo que se dispuso la instalación de 6 nodos sensores repartidos en temperatura y luminosidad para la climatización y confort de los usuarios.

Finalmente, mediante las pruebas de campo realizadas se pudo determinar el funcionamiento ideal del prototipo y la conexión adecuada del mismo, por ende, se puede realizar la implementación del mismo demostrando que es un sistema de bajo coste, bajo consumo energético y de fácil instalación.

4.11. Recomendaciones

1. Realizar un estudio más específico de los diferentes elementos existentes en el mercado tecnológico para que sea compatibilidad y se adapten a los requerimientos de futuros proyectos.
2. Investigar sobre las librerías en Arduino de los sensores de temperatura, luminosidad, RFID y módulo Xbee ya que por defecto algunas de estas librerías no vienen instaladas y eso es lo que generara errores de compilación y funcionamiento por lo que difícilmente se podrán visualizar los datos que envíen dichos componentes.

3. Ampliar el funcionamiento del prototipo para que en futuros trabajos sea capaz de administrar el sistema de control de acceso, permitiendo agregar, eliminar, bloquear y editar las tarjetas RFID asignadas a cada docente.
4. Motivar a la comunidad universitaria y personas que les interese temas tecnológicos, introducirse en proyectos o en campos de desarrollo investigativo-tecnológico que sean tendencia actual permitiendo el crecimiento y conocimiento de esta área.
5. Se recomienda reubicar el nodo central junto a la caja de alimentación de la cámara de seguridad ubicada en la entrada del curso, ya que en su actual ubicación al estar cerca del proyector puede llegar a generar inconvenientes, ya que este emana calor.

ANEXOS

Anexo 1. Constitución de la República Del Ecuador

TITULO II: Derechos CAPITULO SEGUNDO: Derechos del Buen Vivir SECCIÓN
TERCERA: Comunicación e Información

Art 16 Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.

Art 347 Será responsabilidad del Estado:

1. Fortalecer la educación pública y la coeducación; asegurar el mejoramiento permanente de la calidad, la ampliación de la cobertura, la infraestructura física y el equipamiento necesario de las instituciones educativas públicas.

Art 385 El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Art 387 Será responsabilidad del Estado:

3. Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.

Anexo 2. Programación en Arduino de la Red de Sensores

```
//LIBRERIAS DHT22
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
//LIBRERIAS RFID-RC522
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
//LIBRERIAS XBEE
#include <XBee.h>
XBee myXBee;
XBee xbee = XBee();
#include <SoftwareSerial.h>
//DECLARACIÓN DE VARIABLES Y ASIGNACIÓN DE PINES SENSOR DHT22
int SENSOR_1 = 2;
int SENSOR_2 = 3;
int SENSOR_3 = 4;
int SENSOR_4 = 5;
int TEMPERATURA_1;
int TEMPERATURA_2;
int TEMPERATURA_3;
int TEMPERATURA_4;
int PROMEDIO;
//DECLARACIÓN DE VARIABLES KY-018
int sensorPin_1 = A0;
int sensorPin_2 = A1;
int sensorValue_1 = 0;
int sensorValue_2 = 0;
int TOTAL;
//VARIABLES LUMINOSIDAD-XBEE
int a;
int b;
//VARIABLES RFID-XBEE
int y;
int z;
```

```

int RFID;
int c;
int d;
int t;
// CREACIÓN DEL OBJETO PARA DHT22
DHT dht_1(SENSOR_1, DHT22);
DHT dht_2(SENSOR_2, DHT22);
DHT dht_3(SENSOR_3, DHT22);
DHT dht_4(SENSOR_4, DHT22);
//DEFINICIÓN DE LOS PINES PARA EL RFID-RC522
#define RST_PIN 9//Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10//Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Creación del objeto para el RC522
//XBEE
uint8_t payload[8];
XBeeAddress64 addr64 = XBeeAddress64 (0x00000000, 0x00000000);
ZBTxRequest zbTx = ZBTxRequest(addr64, payload, sizeof(payload));
ZBTxStatusResponse txStatus = ZBTxStatusResponse();
void setup(){
//INICIALIZACIÓN DEL MONITOR SERIAL
Serial.begin(9600);
//PRESENTACION EN EL MONITOR SERIAL
Serial.println("Iniciando medición de temperatura (°C), Luminosidad (Lux) y Control de
Acceso (RFID)");
//INICIALIZACIÓN DHT22
dht_1.begin();
dht_2.begin();
dht_3.begin();
dht_4.begin();
//RFID-RC522
SPI.begin();//Inicia el Bus SPI
mfrc522.PCD_Init();//Inicia el MFRC522
//CONFIGURACIÓN XBEE
xbee.setSerial(Serial);

```



```

myXBee.setSerial(Serial);
} //FIN VOID LOOP GENERAL
//CONFIGURACIÓN DE TAGS Y USUARIOS RFID
byte ActualUID[4]; //almacenará el código del Tag leído
byte Usuario1[4]= {0x8E , 0xB4 , 0x96, 0x20} ; //código del usuario 1
byte Usuario2[4]= {0x05, 0xB9, 0x39, 0xA6} ; //código del usuario 2
void loop(){
//VOID LOOP DHT22
//VALORES DE TEMPERATURA
TEMPERATURA_1 = dht_1.readTemperature();
TEMPERATURA_2 = dht_2.readTemperature();
TEMPERATURA_3 = dht_3.readTemperature();
TEMPERATURA_4 = dht_4.readTemperature();
PROMEDIO = (((TEMPERATURA_1 + TEMPERATURA_2 + TEMPERATURA_3 +
TEMPERATURA_4)/4)+8);
//MOSTRAR RESULTADOS EN EL MONITOR SERIAL
Serial.println(" ");
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(PROMEDIO);
Serial.println("°C");
//VOID LOOP KY-018
sensorValue_1 = analogRead (sensorPin_1);
sensorValue_2 = analogRead (sensorPin_2);
TOTAL = ((sensorValue_1 + sensorValue_2)/2);
Serial.print("Luminosidad: ");
Serial.print(TOTAL);
Serial.println(" lux");
a = TOTAL / 10;
b = (TOTAL % 10);
//VOID LOOP RFID-RC522
// VERIFICACIÓN DE NUEVAS TARJETAS PRESENTES
if ( mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()){
//SELECCION DE TARJETA
if ( mfrc522.PICC_ReadCardSerial()){

```

```

//ENVIO SERIAL DE SU UID
Serial.print(F("Control de Acceso: "));
//Serial.print(RFID);
for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
//Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
//Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
ActualUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];}
//COMPARACIÓN DE UID PARA VERIFICACIÓN DE USUARIOS
//USUARIO 1
while (compareArray(ActualUID,Usuario1 )== 1) {
if(compareArray(ActualUID,Usuario1 )&& z==0){
Serial.println("----->Bienvenida Ing. Ximena Trujillo<-----");
RFID=1;
z=z+1;
payload[6] ='a';
}
else {
Serial.println("----->Hasta luego Ing. Ximena Trujillo<-----");
RFID = 1;
z=z+1;
}
if (z==2){
z=0;
c=0;
RFID = 0;}
break;
}
//USUARIO 2
while (compareArray(ActualUID,Usuario2)== 1){
if(compareArray(ActualUID,Usuario2 )&& y==0){//inicio3
Serial.println("----->Bienvenido Ing. Neiser Ortiz<-----");
RFID = 1;
y=y+1;
payload[6] ='b';

```

```

}
else {
Serial.println("----->Hasta luego Ing. Neiser Ortiz<-----");
RFID = 1;
y=y+1;
}
if (y==2){
y=0;
d=0;
RFID = 0;}
break;
}
mfrc522.PICC_HaltA();
}
}

//TRANSMISIÓN DE DATOS ARDUINO-XBEE
payload[0] = PROMEDIO / 10 + 48;
payload[1] = PROMEDIO % 10 + 48;
payload[2] = a / 10 + 48;
payload[3] = a % 10 + 48;
payload[4] = b % 10 + 48;
payload[5] = RFID % 10 + 48;
payload[7] = t % 10 + 48;
Serial.println(" ");
xbee.send(zbTx);
Serial.println(" ");
delay(2000);
} //FIN VOID LOOP

boolean compareArray(byte array1[],byte array2[]){
if(array1[0] != array2[0])return(false);
if(array1[1] != array2[1])return(false);
if(array1[2] != array2[2])return(false);
if(array1[3] != array2[3])return(false);
return(true);}

```

Bibliografía

- Albornoz, R., & Soto, E. (2018). Repositorio de Revista, Estudio del Estándar Zigbee. *Universidad Técnica Federico Santa María*.
- Alcon Baltzar, M. A. (2016). Repositorio de Revista, Sistema de control y monitoreo de asistencia de personal mediante Radiofrecuencia Y Nfc. *Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia*. .
- Antonio, S. P. (2018). Artículo de Revista, Implementación de un dispositivo de banda de Salud inteligente enfocado a los adultos Mayores. *Universidad de Guayaquil, Ecuador*.
- Babbie, E. R. (1999). *Libro, Los fundamentos de la investigación social*. México : Thomson, 2000.
- Cantalejo, R. D., Sánchez, A. L., Atienza, A. J., & Serrano, F. J. (27 de Septiembre de 2016). *Artículo web, Smart Campus, un entorno inteligente para la comunidad universitaria*. esmartcity.es: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/smart-campus-entorno-inteligente-comunidad-universitaria>
- Gonzalez, D. (2018). Repositorio de Revista, Desarrollo de un aplicativo móvil para procesos informativos entre docentes y alumnos. *Universidad Estatal de Guayaquil, Ecuador*.
- Gonzalez, E. (21 de Agosto de 2018). *Smart City: la ciudad inteligente*. Sitio web, webconsultas: <https://www.webconsultas.com/belleza-y-bienestar/medioambiente/ejemplos-de-smart-city-o-ciudades-inteligentes-en-el-mundo>
- Goplani, S. S. (Septiembre de 2017). Repositorio de Revista, Análisis, caracterización y calibración de sensores de bajo coste para Arduino. *Universidad de la Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España*.
- Intriago, J. A. (2016). Prototipo para monitoreo y control de actividades cotidianas para personas adultas mayores mediante un sistema de control domótico inalámbrico utilizando tecnología zigbee (tesis de pregrado). *Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador*.
- Leal, A. (16 de 06 de 2017). *¿A partir de qué temperatura no se puede dar clase en las aulas?* Sitio Web, teinteresa.es: http://www.teinteresa.es/espana/sociedad/partir-temperatura-puede-clase-aulas_0_1815418588.html
- Llamas, L. (29 de Marzo de 2016). *Medir temperatura y humedad con Arduino y sensor DHT11-DHT22*. Sitio Web, luisllamas.es: <https://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/>

- Martinez, N. (22 de Noviembre de 2017). *Smart Campus, construyendo universidades más inteligentes*. Sitio Web, nobbot: <https://www.nobbot.com/futuro/smart-campus-construyendo-universidades-mas-inteligentes/>
- Naylamp Mechatronics. (2016). *Tutorial módulo Lector RFID RC522*. Sitio Web, Naylamp Mechatronics: https://naylampmechatronics.com/blog/22_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html
- NIST. (23 de Abril de 2019). *Marco de Ciberseguridad*. Sitio Web, nist.gov: <https://www.nist.gov/cyberframework/new-framework>
- OKDIARIO. (21 de Junio de 2018). *¿Qué es el método descriptivo?* Sitio Web, okdiario: <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888>
- Prado, R. L. (Octubre de 2009). *El método de investigación bibliográfica*. Sitio Web, oocities.org: <http://www.oocities.org/zaguan2000/metodo.html#repertor>
- Quinche, J. G., Quinche, R. G., Carrión, H. T., & Díaz, R. F. (2016). Repositorio de Revista, Diseño de una red de sensores para la detección y protección de incendios forestales. *Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, Loja, Ecuador*.
- Sanchez, R. D. (2019). Red de módulos Xbee para el control y monitoreo de temperatura e intensidad luminosa para criaderos avícolas mediante modo API con visualización HMI (tesis de pregrado). *Universidad tecnológica de Israel, Quito, Ecuador*.