



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

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

**ÁREA
REDES INTELIGENTES**

**TEMA
“DISEÑO DE UNA RED LAN WSN BASADA EN
TECNOLOGÍA ZIGBEE PARA INTERCONECTAR A LA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”**

**AUTOR
ZAMBRANO LEONES TOBIAS ARMANDO**

**DIRECTOR 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:			
Diseño de una red LAN WSN basada en tecnología Zigbee para interconectar a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil			
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Zambrano Leones Tobias Armando	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):		Ing. Veintimilla Andrade Jairo Geovanny / Ing. Trujillo Borja Ximena Trujillo	
INSTITUCIÓN:		Universidad de Guayaquil	
UNIDAD/FACULTAD:		Facultad de Ingeniería Industrial	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:		Ingeniería en Teleinformática	
FECHA DE PUBLICACIÓN:		10 junio del 2020	No. DE PÁGINAS: 84
ÁREAS TEMÁTICAS:		Redes Inteligentes	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:		WSN, monitoreo, sensores, inalámbrico, Zigbee, nodo	
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El objetivo de este documento es diseñar una red WSN que permita transmitir diversos datos que pueden ser monitoreados en las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil. Esta red de sensores inalámbricos se diseña bajo el estándar Zigbee presentes en los módulos XBee que brindan un medio inalámbrico cumpliendo una su función determinada en la red según su configuración, como son es nodo final encargado de recopilar la información, el nodo router que encamina los paquetes y el nodo coordinador que recepta la información para posteriormente ser almacenada en una Raspberry por medio de Python. En este trabajo la metodología es utilizada en la recopilación de información que se realiza a través de encuestas a los estudiantes, docentes y personal administrativos de la facultada con la finalidad de determinar la necesidad de la red además con los resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento que se presentan en el capítulo 4 en este documento se evidencia que al momento de utilizar una red malla permite obtener redundancia en la red del mismo modo los pruebas determinaron según la ubicación de los módulos una latencia mínima esto da como resultado un diseño funcional de bajo recurso energético logrando conectar de forma inalámbrica a toda la facultad.</p>			

The objective of this document is to design a WSN network that allows the transmission of diverse data that can be monitored in the classrooms of the Faculty of Industrial Engineering of the University of Guayaquil. This network of wireless sensors is designed under the Zigbee standard present in the XBee modules that provide a wireless environment fulfilling a certain function in the network according to its configuration, such as the final node in charge of collecting the information, the router node that routes the packets and the coordinator node that receives the information to be later stored in a raspberry by means of Python. In this work the methodology is used in the collection of information that is made through surveys of students, teachers and administrative staff of the faculty in order to determine the need for the network also with the results obtained in the performance tests presented in Chapter 4 in this document is evident that when using a mesh network allows redundancy in the network in the same way the tests determined according to the location of the modules a minimum latency this results in a functional design of low power resources to connect wirelessly to the entire faculty.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0961267300	E-mail: az_ozd@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola, MG.	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direcciónTi@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, **ZAMBRANO LEONES TOBIAS ARMANDO**, con C.C. No. **1723590673**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**DISEÑO DE UNA RED LAN WSN BASADA EN TECNOLOGÍA ZIGBEE PARA INTERCONECTAR A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**” 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.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tobias Armando'.

ZAMBRANO LEONES TOBIAS ARMANDO
C.C.No. 1723590673



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado ZAMBRANO LEONES ARMANDO TOBIAS, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA. .

Se informa que el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA RED LAN WSN BASADA EN TECNOLOGÍA ZIGBEE PARA INTERCONECTAR A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 4% de coincidencia.

The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

- Documento:** Tesis Zambrano Armand-urkund.docx (D65065426)
- Presentado:** 2020-03-08 19:56 (-05:00)
- Presentado por:** Ximena (ximena.trujillob@ug.edu.ec)
- Recibido:** ximena.trujillob.ug@analysis.orkund.com
- Mensaje:** tesis [Mostrar el mensaje completo](#)
- 4%** de estas 16 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

The 'Lista de fuentes' (List of sources) section contains the following entries:

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Naula Moreira Erick-Urkund.pdf
	https://docplayer.es/35069916-Carabula-departamento-de-electrica-y-electronica.html
	urkund_chaglla.docx
	Roberto_Dender_final.docx

LINK: <https://secure.orkund.com/view/63082180-364271-950410>



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

Ximena Fabiola Trujillo Borja
DOCENTE TUTOR
C.C. 0603375395
FECHA: 06/03/2020



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



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

Guayaquil, 9 de marzo del 2020

Sra.

Ing. Annabelle Lizaraburu Mora, MG.

Directora 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 **DISEÑO DE UNA RED LAN WSN BASADA EN TECNOLOGÍA ZIGBEE PARA INTERCONECTAR A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL** del estudiante **ZAMBRANO LEONES TOBIAS ARMANDO**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

1. El trabajo es el resultado de una investigación.
2. El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
3. El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
4. 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. Trujillo Borja Ximena Fabiola, MG.

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C. 0603375395

FECHA: 9 de marzo 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 Lizaraburu 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 **“DISEÑO DE UNA RED LAN WSN BASADA EN TECNOLOGÍA ZIGBEE PARA INTERCONECTAR A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”** del estudiante **ZAMBRANO LEONES TOBIAS ARMANDO**. 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 23 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 el 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:

JAIRO GEOVANNY
VEINTIMILLA
ANDRADE

ING. JAIRO VEINTIMILLA ANDRADE

DOCENTE TUTOR REVISOR

C.C: 0922668025

FECHA: 24 de abril 2020

Dedicatoria

La presente tesis es dedicada a mi padre espiritual Dios quien guía todos mis pasos y me permite obtener logros al transcurso de toda mi vida de forma similar mi madre que encamina a todos sus hijos para seguir adelante, a mi padre que me ofrece una figura a seguir, a mis hermanos que con su incondicional apoyo son una parte indispensable en este logro, además con sus vidas formadas son un gran ejemplo, a mis amigos y familiares que siempre están en los buenos y malos momentos brindando soluciones, de esta forma he podido lograr metas tanto profesionales y personales.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a la Universidad de Guayaquil por permitirme formar parte de ella y brindarme formación por medio de sus docentes que ofrecen un apoyo constante a cualquier interrogante, del mismo modo agradezco a mi tutora de tesis Ing. Ximena Trujillo que deposito su confianza y dedicación contrastante en el proceso, formando una relación estudiante-docente de dirección y conocimiento.

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”

Zambrano Leones Tobias Armando
CC: 1723590673

Índice General del Contenido

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El problema

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

Capítulo II

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes	5
2.2.	Marco contextual	6
2.3.	Marco conceptual	7
2.3.1.	Redes Inalámbricas	7
2.4.	Redes de Sensores Inalámbricos	7
2.5.	Requerimiento de red WSN	8
2.6.	Distancia	8
2.7.	Velocidad de transmisión	9
2.8.	Consumo de energía de la red	9
2.9.	Componentes de una Red de Sensores Inalámbricos	9
2.10.	XBee	10
2.11.	XBee Explorer	10
2.12.	XCTU	11
2.13.	Fuente de alimentación (Batería)	11

N°	Descripción	Pág.
2.14.	Batería de Litio	12
2.15.	Baterías de plomo ácido	12
2.16.	Baterías de níquel-cadmio (nicd)	12
2.17.	Topologías	12
2.18.	Red de Malla	12
2.19.	Red de Estrella	13
2.20.	Red en Árbol	14
2.21.	Zigbee	15
2.22.	Python	16
2.23.	Marco legal	16

Capítulo III

Metodología

N°	Descripción	Pág.
3.1.	Metodología de la investigación	18
3.2.	Metodología bibliográfica	18
3.3.	Metodología experimental	18
3.4.	Población y muestra	18
3.5.	Calculo de la muestra	20
3.6.	Instrumentos de recolección de datos	21
3.7.	Desarrollo de encuestas	21
3.8.	Encuestas realiza a estudiante	23
3.9.	Encuesta realizada a docentes	31
3.10.	Encuesta realizada al personal administrativo	39
3.11.	Análisis de resultados	47

Capitulo IV

Desarrollo de Propuesta

N°	Descripción	Pág.
4.1.	Diseño de la Red Inalámbrica	49
4.2.	Conexión del módulo XBee al software X-CTU	52
4.3.	Configuración de red	52
4.4.	Configuración de dispositivo coordinador	54
4.5.	Configuración de los dispositivos como Router	55
4.6.	Configuración de los dispositivos finales	55

N°	Descripción	Pág.
4.7.	Trasmisión de datos a Python	55
4.8.	Pruebas de trasmisión de red	56
4.9.	Detalle de Costos	57
4.10.	Conclusiones	58
4.11.	Recomendaciones	59
	Anexos	60
	Bibliografía	64

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1.	Variables de Operacionalización	4
2.	Características de las redes inalámbricas	7
3.	Distancia requerida de red	8
4.	Velocidad de transmisión requerida de red	9
5.	Consumo energético de red	9
6.	Población total	19
7.	Muestra Total	20
8.	Inconveniente al conectarse a la red	23
9.	Dispositivo ingresando a la red	24
10.	Crecimiento tecnológico	25
11.	Necesidad de una red de senores	25
12.	Diversos sensores	26
13.	Facultada inteligente	27
14.	Ambiente de las instalaciones	28
15.	Lugar de red inalámbrica	29
16.	Desarrollo de nuevas tecnologías	29
17.	Implementación de una red inalámbrica	30
18.	Inconveniente al conectarse a la red	31
19.	Dispositivo ingresando a la red	32
20.	Crecimiento tecnológicoInformación	33
21.	Necesidad de una red de sensores	34
22.	Diversos sensores	35
23.	Facultada inteligente	36
24.	Ambiente de las instalaciones	36
25.	Lugar de red inalámbrica	37
26.	Desarrollo de nuevas tecnologías	38
27.	Implementación de una red inalámbrica	39
28.	Inconveniente al conectarse a la red	39
29.	Dispositivo ingresando a la red	40
30.	Crecimiento tecnológico	41
31.	Necesidad de una red de sensores	42
32.	Diversos sensores	43
33.	Facultada inteligente	43

N°	Descripción	Pág.
34.	Ambiente de las instalaciones	44
35.	Lugar de red inalámbrica	45
36.	Desarrollo de nuevas tecnologías	46
37.	Implementación de una red inalámbrica	46
38.	Implementación de una red inalámbrica	58

Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1.	Redes inalámbricas Información	8
2.	Módulo XBee	10
3.	Módulo explore	10
4.	Interface XCTU	11
5.	Baterías	11
6.	Red malla	13
7.	Red estrella	14
8.	Red árbol	15
9.	Población total	19
10.	Inconveniente al conectarse a la red	23
11.	Dispositivo ingresando a la red	24
12.	Crecimiento tecnológico	25
13.	Necesidad de una red de sensores	26
14.	Diversos sensores	26
15.	Facultada inteligente	27
16.	Ambiente de las instalaciones	28
17.	Lugar de red inalámbrica	29
18.	Desarrollo de nuevas tecnologías	30
19.	Implementación de una red inalámbrica	31
20.	Inconveniente al conectarse a la red	32
21.	Dispositivo ingresando a la red	32
22.	Crecimiento tecnológico	33
23.	Necesidad de una red de sensores	34
24.	Diversos sensores	35
25.	Facultada inteligente	36
26.	Ambiente de las instalaciones	37
27.	Lugar de red inalámbrica	37
28.	Desarrollo de nuevas tecnologías	38
29.	Implementación de una red inalámbrica	39
30.	Inconveniente al conectarse a la red	40
31.	Dispositivo ingresando a la red	41
32.	Crecimiento tecnológico	41
33.	Necesidad de una red de sensores	42

N°	Descripción	Pág.
34.	Diversos sensores	43
35.	Facultada inteligente	44
36.	Ambiente de las instalaciones	44
37.	Lugar de red inalámbrica	45
38.	Desarrollo de nuevas tecnologías	46
39.	Implementación de una red inalámbrica	47
40.	Diseño de plata baja	49
41.	Diseño de primer piso	50
42.	Diseño de segundo piso	50
43.	Diseño de planat baja y primer piso	51
44.	Diseño de conexión de puerta de ingreso	51
45.	Conexión de módulos XBee	52
46.	Configuración de red	53
47.	Parametros de configuracion iniciales	53
48.	Parametros de configuracion finales	54
49.	Parametros de configuracion del módulo coordinador	54
50.	Parametros de configuracion del módulos router	55
51.	Parametros de configuracion de dispositivos finales	55
52.	Datos mostrados por el programa XCTU	56
53.	Prueba de envio de datos de aulas	56
54.	Prueba de recepción de datos	57
55.	Prueba de envio de datos en la puerta de ingreso	57
56.	Pruebas de conexión	62
57.	Dispositivos de prueba	62
58.	Pruba de conexión en estacionemaineto	63
59.	Pruebas de transmisión de datos con Python	63

Índice de Anexo

N°	Descripción	Pág.
1.	Sección de Marco Legal	61
2.	Imágenes de pruebas en la institución	62
3.	Pruebas de transmisión de datos con Python	63



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



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“DISEÑO DE UNA RED LAN WSN BASADA EN TECNOLOGÍA ZIGBEE PARA INTERCONECTAR A LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

Autor: Zambrano Leones Tobias Armando

Tutora: Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

Resumen

El objetivo de este documento es diseñar una red WSN que permita transmitir diversos datos monitoreados de las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil. Esta red de sensores inalámbricos se diseña bajo el estándar Zigbee presentes en los módulos XBee que brindan un medio inalámbrico, estos dispositivos cumplen una su función determinada en la red según su configuración ya sea el nodo final encargado de recopilar la información, el nodo router que encamina los paquetes y el nodo coordinador que recepta la información para posteriormente ser almacenada en una Raspberry por medio de Python. En este trabajo se utiliza la recopilación de información a través de encuestas a los estudiantes, docentes y personal administrativos de la facultada con la finalidad de determinar la necesidad de la red. Con los resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento que se presentan en el capítulo 4, en este documento se evidencia que al momento de utilizar una red malla se obtiene redundancia en la red, del mismo modo los pruebas determinaron según la ubicación de los módulos una latencia mínima esto da como resultado un diseño funcional de bajos recursos energéticos logrando conectar de forma inalámbrica a toda la facultad.

Palabras claves: WSN, monitoreo, sensores, inalámbrico, Zigbee, nodo.



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



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

" DESIGN OF A WSN LAN NETWORK BASED ON ZIGBEE TECHNOLOGY TO INTERCONNECT THE INDUSTRIAL ENGINEERING FACULTY OF THE UNIVERSITY OF GUAYAQUIL "

Author: Zambrano Leones Tobias Armando

Advisor: Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

Abstract

The objective of this document is to design a WSN network that allows the transmission of diverse monitored data from the classrooms of the Faculty of Industrial Engineering of the University of Guayaquil. This wireless sensor network is designed under the Zigbee standard present in the XBee modules that provide a wireless environment, these devices fulfill a certain function in the network according to their configuration, either the final node in charge of collecting information, the router node that routes the packets and the coordinator node that receives the information to be later stored in a Raspberry through Python. This work uses the collection of information through surveys of students, teachers and administrative staff of the faculty in order to determine the need for the network. With the results obtained in the performance tests presented in Chapter 4, this document shows that when using a mesh network, network redundancy is obtained. Similarly, the tests determined a minimum latency according to the location of the modules, which results in a functional design with low energy resources, achieving a wireless connection to the entire faculty.

Keywords: WSN, monitored, sensors, wireless, Zigbee, node.

Introducción

Como es evidente en la actualidad las tecnologías más notorias constituyen las redes de datos de forma inalámbrica, dando la posibilidad de transmitir diversos recursos como video, voz y datos, esta información se puede compartir ofreciendo servicios, de las mismas formas la comunicación en cualquier establecimiento permite desarrollar funciones de mejora continua como es el aumento de la productividad y la seguridad. Por lo antes mencionado las tecnologías inalámbricas muestran resultados que mejoran periódicamente el aprovechamiento de los recursos.

Tomando como base el nivel de comunicación se evidencia las bondades brindadas por las tecnologías de comunicación, el presente proyecto busca mediante el desarrollo de un diseño de red basada en una innovadora tecnología ofrecer diversos beneficios a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil, aprovechando de forma más adecuada los recursos inalámbricos que en la actualidad no se encuentran explotados, buscando mejorar el ambiente de estudio mediante procesos de comunicación, involucrando a toda la comunidad universitaria incluido sus diferentes procesos administrativos

De este modo en el documento se encuentran los puntos empleados para el desarrollo del proyecto y las soluciones de los objetivos que se realiza mediante la investigación de teorías base fundamental para el desarrollo del diseño, reflejando los resultados obtenidos durante su ejecución

Capítulo I

El problema

1.1. Planteamiento del problema

Teniendo en cuenta que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil presenta canales de comunicación que son de gran utilidad para las diversas entidades que las conforman como los estudiantes, docentes y administración, esta comunicación se realiza mediante páginas web, la misma tiene que ser fiable ya que cualquier fallo en ella puede afectar al estudiante del mismo modo las aplicaciones móviles que no presentan una interacción entre el ambiente de las instalaciones para los estudiantes y docentes.

La red que presenta la Facultad origina una gran emisión de paquetes causando que la red se vuelva lenta y reduzca el ancho de banda esto resulta en una congestión de datos lo que causa que los usuarios tengan una mala recepción. Esta distribución ocasiona que se alarguen los tiempos de respuesta de los servicios que se ofrece por la red como lentitud en el acceso a sistemas de información, navegación web y una estabilidad de conexión deficiente.

Cabe mencionar que la administración de la red actual carece de diseño ya que al contar con diversos dispositivos existe ausencia en el manejo de calidad de tráfico LAN, la segmentación IP es deficiente, carece de análisis de los requerimientos previos de equipos que la conforman para el correcto funcionamiento del ancho de banda, por lo antes expuesto existen problemas de congestión en horas pico y los servicios se tornan lentos e inaccesibles.

1.2. Formulación del problema

¿Es posible diseñar una red LAN que mejore la calidad de servicio en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil otorgando una mejora del ambiente de estudio?

1.3. Sistematización del problema

- ¿Cómo se ha venido gestionando el servicio de internet en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil? ¿Cómo diseñar una red LAN eficiente para la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?
- ¿Qué tecnología actual en el ámbito de comunicación permite tener una mayor fiabilidad de conexión hacia una red inalámbrica?

- ¿Cuáles son las mejoras en el ambiente estudiantil que se pueden obtener aplicando la red WSN en las aulas de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Diseño de una red LAN WSN basada en tecnología Zigbee para interconectar a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la situación actual de la red física de la Facultad de Ingeniería Industrial.
- Determinar los parámetros físicos necesarios para un diseño de red idóneo.
- Diseñar una red WSN que abarque los requerimientos físicos de la Facultad de Ingeniería Industrial mediante tecnología Zigbee.

1.5. Justificación

La mejora en la tecnología y la notable presencia de las redes de sensores inalámbricos (WSN) en los diferentes campos apertura investigaciones donde se evidencie estos sistemas, corroborando sus grandes beneficios en el momento de utilizarlas (Casas, 2015), estos beneficios aparecen al momento de monitorear variables que intervienen en un proceso dando acceso y control remoto de datos.

En la actualidad en toda institución es importante llevar a cabo sus metas, ya que existen procesos de acreditación que indica la categoría que la universidad alcanza, esto garantizan la rigurosidad académica y la eficacia administrativa. Mediante este programa se evalúa el servicio de conectividad a internet que utiliza la comunidad universitaria en el proceso de aprendizaje y enseñanza.

Bajo el contexto de lo antes mencionado, la conexión a internet que muestra la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil presenta inconvenientes generando malestar en la comunidad universitaria principalmente al momento de ejecutar una de tipo de transmisión bastante requerida, el streaming o comunicación tiempo real que afecta el ambiente académico, en este trabajo se presenta un nuevo diseño la red, desarrollado mediante la tecnología Zigbee que posibilita obtener una red estable de sensores inteligentes,

que envíen datos en tiempo real y poca latencia que otorgue al usuario una calidad de información óptima.

1.6. Delimitación

El presente proyecto diseña una red WSN para la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil que integra un conjunto de etapas de los dispositivos que conforman la red para determinar el mecanismo de control ya sean de software o hardware otorgando disponibilidad para los usuarios.

1.7. Hipótesis de investigación

En el diseño de este proyecto, la comunicación de los datos utilizando tecnología Zigbee ayuda a transmitir la información de forma eficiente entre los distintos nodos finales de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil con tiempos de respuesta más rápidos y reduciendo los problemas de congestión en horas pico al mismo tiempo logrando tener un bajo consumo energético característicos de esta tecnología.

1.8. Alcance

Diseñar una red WSN para para monitorear las aulas de la Facultad de Ingeniería Industrial.

1.9. Operacionalización

Tabla 1. *Variables de Operacionalización.*

Variab les	variable	Dimensión	Indicadores
Congestión y retardos de información	Independiente	- Medios de Transmisión Inalámbrico - Ubicación de quipos	-Intensidad de red inalámbrica -Número equipos a distribuir - Ancho de Banda
Sistema de comunicación inalámbrico	Dependiente	- Red Zigbee -Transmisión	- Calidad del servicio - Medios Utilizados -Protocolos - Número de usuarios

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes

(Linero, 2015) hace un análisis del rendimiento en redes inalámbricas que utilizan el estándar IEEE 802.15.4 el estudio se basa en las medidas del tiempo de respuesta tomado en diferentes topologías de redes en la banda de frecuencia de 2400 MHz, se realizaron modelos estadísticos de tráfico de las redes que indican cuantos dispositivos pueden permanecer a una red de manera similar (Herrera, Barrios, & Pérez, 2014) en su investigación de un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos que se encarga de supervisar sensores para generar un control de procesos los cuales se encuentran funcionando de manera remota cubriendo una área específica al mismo tiempo utilizando herramientas como Arduino que permite anexar el módulo XBEE para realizar mediciones de sensores, como resultado se obtuvo un dispositivo cómodo que puede funcionar con diferentes sensores de forma remota entregando una señal limpia y útil para procesamientos futuros.

También para realizar el diseño de la red de sensores con esta tecnología se considera algunos factores como la demanda del espacio y sus variables a monitorear, se realiza el análisis del ambiente para definir la ubicación de los sensores y demás componentes, se define el hardware que solicita la red para su funcionamiento. Zigbee facilita la integración inalámbrica para la transmisión de datos de forma segura, cabe indicar que Zigbee garantiza la comunicación, pero son las compañías fabricantes que deben incorporar diferentes capas para implementación de protocolos a las aplicaciones, esto se logra apreciar en el documento Diseño de una Red Inalámbrica con Tecnología Zigbee para la Implementación de un Sistema Domótico (Dávila et al., 2017).

Según (Kling, 2017) La red de sensores inalámbricos se ha desarrollado con la tecnología informática, tecnología de sensores y tecnología de la comunicación. En términos de desarrollo la tecnología proporciona una base sólida de comunicación, el desarrollo de la red de sensores inalámbricos ha impulsado la capacidad de la comunidad de obtener diversa información permitiendo que esta pueda ser ampliamente utilizada en el control industrial, el tratamiento médico inteligente entre otras.

Una clara aplicación de esta tecnología se evidencia en el trabajo realizado por (Muños, 2018), aplicando una red WSN en la medición de variables micro-climáticas en el Relicto Vegetal Cedro Rosado ubicado dentro de la Universidad del Quindío, la implementación de

la red cuenta con tres nodos finales que permiten obtener los datos correspondientes a las variables como: humedad, temperatura, dirección del viento, y presión por consiguiente los datos son procesados y enviados a su puerta de enlace mediante la red inalámbrica pro medio de bandas como 900 MHz que son de libre uso, en el momento que los datos llegan a la puerta de enlace se comunican con el computador que cumple la función de una plataforma tecnológica.

La tecnología inalámbrica integrada con sensores es una opción para ser aplicada en el monitoreo de variables de este modo se da inclusión al diseño de nuevos dispositivos como se aprecia en la investigación realizada por (Kling, 2017), en su estudio tiene por objeto diseñar un nodo de red inalámbrica Zigbee basado ARM, el sensor mencionado está sujeto a la prueba de la antena, los parámetros de la antena y la frecuencia de barrido se optimizan mediante el análisis de investigación de la tecnología Zigbee que ejecuta pruebas de pérdida de retorno y la dirección de la antena. Los resultados que se logran apreciar en esta investigación muestran que cuando la longitud es de 14.9 mm, el efecto es el mejor y la potencia es -26,6 dB por lo tanto las antenas pueden cumplir los requisitos de red de sensores inalámbrica basada Zigbee en términos de rendimiento.

Por su parte (Benedito,2014), en el proyecto UJI Smart Campus incorpora en una sola aplicación toda la información referente a la Universidad Jaume I de Castelló, el Smart Campus es un visor web que utiliza mapas analizados por la tecnología ESRI que permite ubicar diferentes lugares con su respectiva información, además ofrece integra una geodatabase que facilita ingresar al directorio institucional de la universidad.

Este sistema permite incluir diversas funcionalidades como el monitoreo del consumo energético, la recolección de residuos y utilizarlo como guía para desarrollar futuras aplicaciones. Gracias a su escalabilidad este sistema permite desarrollarlo en otras universidades o ciudades. Por lo tanto, en el diseño de red que incorpore nuevas tecnologías da paso a la creación de los llamados campus inteligentes permitiendo el control de datos, además es una solución en los requerimientos de software que ahorra un tiempo significativo para los maestros para centrarse más en el desarrollo de toda la comunidad universitaria.

2.2. Marco contextual

El diseño de una Red WSN (Wireless Sensor Network) está basado en los protocolos Zigbee caracterizado por monitorear diferentes variables que define los estándares de comunicación inalámbrica que se usan en el diseño de la red. Las redes WSN entre sus características más relevantes se aprecia el conocer en tiempo real diferentes parámetros,

actualmente es una tecnología escalable empleada en proyectos que soliciten una gran cantidad de nodos al igual que sensores distribuidos a lo largo de las instalaciones donde se empleado.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Redes Inalámbricas.

La función principal de la redes inalámbricas es la conexión de nodos, de este modo las redes son herramienta fundamental para la comunicación utilizando ondas electromagnéticas que garantizada mediante la aplicación de estándares compatibles con diversos dispositivos una conexión fiable de forma similar este tipo de redes cuando se emplean en proyectos generan una visible disminución de costos en consecuencia de la reducción de medios cableados, por otra parte la transmisión por medios inalámbricos genera un aumento en la seguridad a la red (de Kuyper, 2019). Ante lo expuesto las redes inalámbricas dan apertura a diferentes clasificaciones:

Tabla 2 Características de las redes inalámbricas.

	WWAN	WMAN	WLAN	WPAN
Tecnología	GSM GPRS CDMA	802.16 802.16a 802.16e	802.11b 802.11g 802.11c 802.11d	Bluetooth ZigBee
Velocidad	42 Mb/s	128 Mb/s	600 Mb/s	55 Mb/s
Frecuencia	0.9 GHz 1.8 GHz 2.1 GHz	2 GHz 66 GHz	2.4 GHz 5 GHz	2.4 GHz
Rango	35 km	1- 50 km	30 -150 m	10 m
Itinerancia	Si	Si	Si	No

Información Recopilada de Investigación web Elaborada por: Armando Zambrano Leones.

2.4. Redes de Sensores Inalámbricos

Este tipo redes tienen como característica principal utilizar sensores automáticos diseñados para actuar mediante una comunicación inalámbrica de igual forma monitorizar diferentes situaciones que necesiten un análisis constante, sobre todo en el contexto ambiental debido a su disponibilidad y manejo en distintos sectores, al mismo tiempo poder transmitir los datos recopilados a ubicaciones predeterminadas además logra controlar mediante instrucciones que el administrador ejecute en la red. (Ketan, Hoda, Sharma, &

Goel, 2015) Las redes están formadas por nodos autónomos debido a esto tiene la necesidad de utilizar baterías con características que requiere la red.



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

2.5. Requerimiento de red WSN

Los requerimientos de una WSN son parámetros a considerar en el desarrollo de una red de este modo involucran posibles escenarios que puede afectar en una implementación ya sea la distancia entre los nodos o la velocidad de transmisión que soporten los equipos, estos requerimientos definen como se comportara la red y a su vez la eficiencia que puede brindar.

2.6. Distancia

La distancia designada entre los nodos cumple funciones indispensables en la red ya que se involucran en el rendimiento de este tipo de redes que tiene un contante monitoreo. El periodo tiempo que generar la trasmisión de los archivos en este tipo de redes puede generar latencia por lo consiguiente pérdida de datos de este modo se debe ubicar la distancia indicada disminuyendo la distancia de los dispositivos.

Tabla 3 Distancia requerida de red.

Rango	Cantidad en metros
Rango en exteriores	100
Rango en interiores	40

Información Recopilada de Investigación web Elaborada por: Armando Zambrano Leones.

2.7. Velocidad de transmisión

En este tipo de redes la velocidad de transmisión de datos depende de la tecnología a utilizar de este modo la cantidad de bits que se puede transmitir en un tiempo determinado es ideal en el momento del diseño de red a continuación se muestra una tabla en detalle de las tecnologías más representativas en este tipo de redes:

Tabla 4 *Velocidad de transmisión requerida de red.*

Tecnología	Tiempo de descarga	Velocidad de transmisión
Zigbee	3 seg	250 Kbps
Wifi	6 seg	54 Mbps

Información Recopilada de Investigación web Elaborada por: Armando Zambrano Leones

2.8. Consumo de energía de la red

Los requerimientos de energía de la red pueden definir el tiempo de ejecución de datos en la red de este modo se plantea que entre mayor cantidad de datos se recopile mayor consumo energético de la red presenta (Coque & Darío, 2015).

Tabla 5 *Consumo energético de red*

Tecnología	Vida útil de la batería	Voltaje de alimentación	Corriente de salida
Zigbee	365	3V a 3.4V	30 mA
Wifi	1	9V a 12V	350 mA

Información Recopilada de Investigación web Elaborada por: Armando Zambrano Leones

2.9. Componentes de una Red de Sensores Inalámbricos

Una WSN conforma diversos dispositivos entre ellos se encuentran los nodos que determinan su cantidad o tipo según su topología, del mismo modo muestra su forma de conexión y la comunicación que puede ser directa o indirecta dependiendo de su diseño inicial puesto que cada nodo puede cumplir diversas funciones predeterminadas como: monitoreo, transmisión y recepción de datos, almacenamiento, cada nodo se conforma con diversos componentes tales como: circuitos integrados, una antena que delimita su alcance y su fuente de poder o alimentación posteriormente su configuración determinara el tipo de nodo que se puede emplear en la red.

2.10. XBee

Los dispositivos XBee están diseñados como una respuesta para la comunicación de bajo consumo de forma inalámbrica mediante el estándar IEEE 802.15.4 el cual es ideal para establecer varias redes como pueden ser redes de punto a punto y redes punto a multipunto ideales para diversas aplicaciones tanto industrial como académico ya que estas redes pueden generar un tráfico de datos significativo, entre sus características principales se encuentra la baja latencia que posee su transmisión cabe mencionar que los dispositivos XBee son desarrollados por Digi los que utilizan el protocolo Zigbee en los dispositivos logrando un uso simple y escalable.

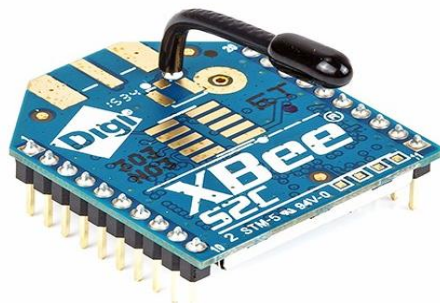


Figura 2 Módulo XBee. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

2.11. XBee Explorer

El módulo XBee Explorer USB permite la comunicación serial entre los dispositivos XBee y el pc esto permite realizar diferentes funciones como es la configuración de estos dispositivos y la recopilación de datos cabe destacar que la comunicación serial se entable mediante los puertos USB en la PC y el puerto mini USB en el módulo XBee Explorer

Este tipo de módulos son desarrollados para el uso el lugares reducidos de este modo lograr conectara los dispositivos XBee que son alimentados por el regulador de 3.3 voltios que tiene el módulo Explorer (Javier, 2018).

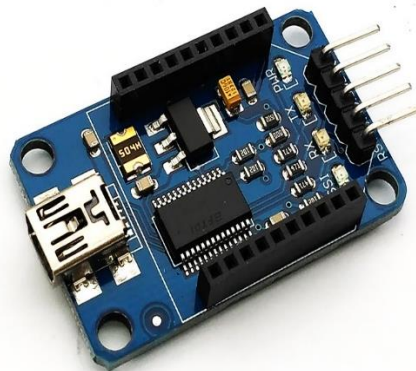


Figura 3 Módulo explore. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

2.12. XCTU

Este software permite configurar los dispositivos XBee su instalación es posible en diversas plataformas como Linux, Windows y Mac, este aplicativo comunica al usuario con los dispositivos mediante un entorno gráfico facilitando que permite realizar pruebas simuladas mediante herramientas de fácil acceso.

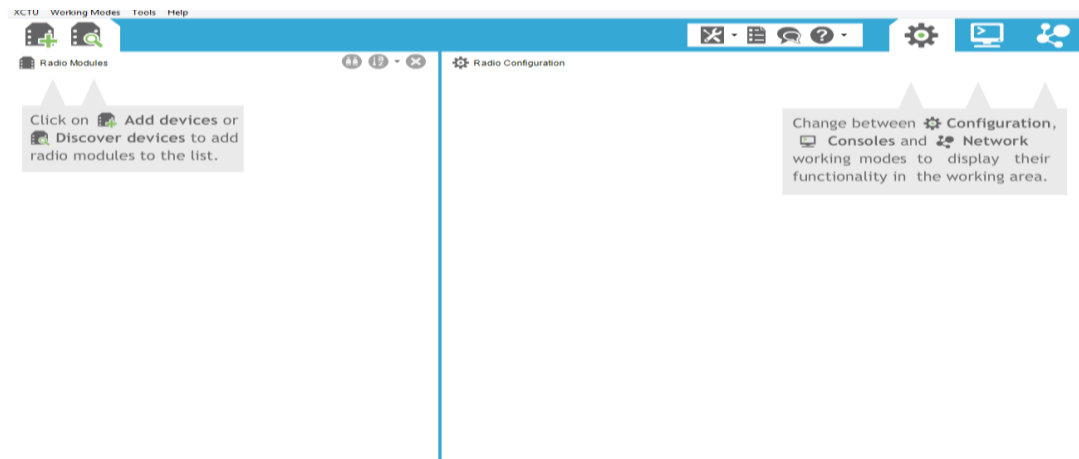


Figura 4 Interface XCTU. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

Al culminar la instalación es necesario descargar los controladores esto permite que el programa reconozca los dispositivos XBee conectados a la PC y observar los diferentes parámetros que poseen, al mismo tiempo indica la existencia de actualizaciones recientes otorgando al dispositivo las ultimas funcionalidades que brinda el desarrollador.(Kuyper,2019).

2.13. Fuente de alimentación (Batería)

El un elemento que producir energía eléctrica por medio de compuesto químicos en una WSN tiene la función de cumplir con los requerimientos de los dispositivos que la conforma. los dispositivos gracias a su desarrollo permiten la transmisión de datos a bajo consumo energético esto facilita el uso de baterías de un reducido tamaño y con características específicas como son: voltaje, intensidad, velocidad de descarga, Resistencia interna.



Figura 5 Baterías. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

2.14. Batería de Litio

Este tipo de baterías tiene una duración aproximadamente de 3 años con uso constante se caracteriza por una baja tasa de desgaste que tienen en estado de reposo, su rendimiento es poco proporcional a su peso por su gran utilidad además por su composición son baterías recargables.

2.15. Baterías de plomo ácido

Estas batería realizan el proceso de almacenamiento de energía mediante la teoría de celdas por su composición son batería recargables sin embargo utilizan una tecnología antigua que consta de dos electrodos y electrolitos (agua destilada) para su funcionamiento (de Kuyper, 2019).

2.16. Baterías de níquel-cadmio (nicd)

Este tipo de baterías se desarrolló alrededor de los años 50 su estructura está forma por dos electrodos uno de níquel y uno de cadmio además una solución salada que cumple la función de electrolítico, su diseño permite que los electrodos se enrollen disminuyendo la resistencia interna que esta posee debido a estas características este tipo de baterías son muy utilizadas en diferentes campos como pueden ser la industria, educativos entre otros.

2.17. Topologías

Al momento de mencionar las redes inalámbricas cabe destacar los estándares que se emplean en ella, puesto que su finalidad es un consumo de recursos eficiente se destaca el uso del estándar IEEE 802.15.4 que es aprovechado en las diversas topologías tales como: punto a punto, punto a multipunto, y multipunto a multipunto de este modo se convierte en el adecuado cuando se mencionan las redes WSN, este estándar se desarrolla principalmente en las redes estrella, árbol y malla que se denotan en la siguiente figura.

2.18. Red de Malla

La red malla es un tipo de red mejorada por ello que soporta diversos saltos logrando enrutar datos en distintos puntos de la red por lo tanto genera un desarrollo complejo al momento de facilitar la comunicación entre los nodos que conforman la red permitiendo emplear el modo AD-HOC, al comparar este tipo de red con estrella la topología implementada en la red malla es más eficiente cuando se toma en cuenta el consumo de

energía al momento de la conectividad ya que no tiene dependencia de un único nodo(Tennina et al., 2013).

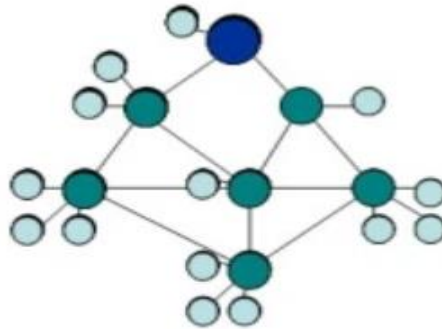


Figura 6 Red malla. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

Ventajas

- Bajos costos.
- Red confiable.
- Su mantenimiento se centra en el coordinador.
- Brinda rutas si existen fallos.
- La transmisión de datos no es interrumpida en presencia de fallos.

Desventajas.

- Manejo complejo.
- Costo significativo.
- Diferencia presentada en pruebas simuladas y en campo.

2.19. Red de Estrella

la red de estrella solo consta de un dispositivo que cumple la función de coordinador por lo tanto se encarga de toda la administración de la red tanto su encendido como la recopilación de los datos transmitidos, al momento de emplear la topología punto a punto en la comunicación de la red estrella los dispositivos finales que cumplen con cargos simples no se pueden comunicar con sus similares por otro lado los dispositivos coordinados o cargos múltiples puede entablar comunicación de similares dispositivos.

Según (Tennina et al., 2013) este tipo red no es recomendable al momento de utilizar dispositivos inalámbricos debido al alto consumo de energía por parte del coordinador del mismo modo cuando se mencionan de redes de gran escala este tipo de red se empela con dificultades.

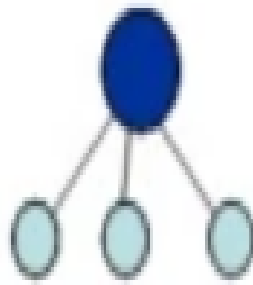


Figura 7 Red estrella. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

Ventajas.

- Atenuación reducida.
- Complejidad de red reducida.
- Mucho de los dispositivos tiene un requerimiento energético bajo.
- Manejo sencillo.
- Similitud presentada en pruebas simuladas y en campo.
- Topología robusta.

Desventajas.

- Solicitud de requerimientos bajos.
- Propenso a colisiones.
- Entre más presencia de dispositivos coordinadores aumenta la posibilidad de errores.
- Si el dispositivo coordinador presenta fallos la red falla.

2.20. Red en Árbol

Una red árbol está conformada por varios nodos router sin embargo estos nodos no se pueden comunicar de manera directa estos nodo se convierten en una sub-red la encargada de transmitir la información de los nodos finales como se puede observar en la figura siguiente la comunicación de los nodos router se posibilita mediante el nodo coordinador de acuerdo con (Moya, 2016) los dispositivos finales se comunican con los router y estos se comunican con los coordinadores de este modo se relaciona como si se hable de un árbol.



Figura 8 Red árbol. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor.

Ventajas.

- Semejante a la topología estrella.
- Presenta un bajo índice de colisión.
- Una red escalable.

Desventajas.

- Altos costos.
- Poca redundancia.
- No son tan confiables.

2.21. Zigbee

La tecnología Zigbee se desarrolló en el año 2004 permitiendo que las redes inalámbricas tengan un coste de implementación reducido en comparación a las principales tecnologías utilizadas en ese entonces como Wifi y el Bluetooth, esta nueva forma de comunicación trabaja mediante la banda ISM divididas según sus requerimientos dando posibilidad a las compañías o instituciones utilizar diversas bandas como 868 MHz, 915 MHz y la más solicitada 2.4GHz por su uso libre. En la actualidad esta tecnología puede ser empleada en campos como domótica creando instalaciones inteligentes automatizando los dispositivos que la componen. El protocolo Zigbee usa el estándar 802.15.4 de este modo otorga beneficios y funciones en la red que permiten delimitar la frecuencia, algunas de sus capas, su tipo de modulación además estas redes tienen un bajo consumo de energía que da paso al uso de baterías por un prolongado tiempo ideales en proyectos de monitoreo contante. (Fernández Martínez et al., 2009).

Zigbee en la mayoría de sus redes incorpora tres elementos indispensables para su funcionamiento de este modo brinda una jerarquía de control fácilmente configurables dependiendo el programa de desarrollo de este modo la tecnología puede operar varias topologías y realizar diversa funciones como en el uso de los diferentes modos de

configuración como es el modo transparente y el modo API este último sido el más funcional al momento de enrutar la red gracias a su protocolo.(Davila, 2017).

2.22. Python

Python es un software que se desarrollado como entornos de programación que mediante su interfaz simple y un manejo sencillo se convierte en una plataforma muy solicitada que permite al usuario flexibilidad en su uso como en el caso de ejecutar ordenes de manera independiente además en términos de administración de memoria relacionada con los objetos es eficiente ya que solo se asigna un espacio mientras se está ejecutado la orden y al finalizarla esta vuelve a su estado inicial.

En Python el uso de herramientas y fácil manejo de sus bibliotecas da al usuario la capacidad de trabaja con entornos diferentes y desarrollar nuevas aplicaciones o determinar funciones segundo requieran. (Bhasin,2019).

2.23. Marco legal

El presente trabajo de titulación se analiza los principales aspectos desde el punto de vista tecnológico y legal, unas de sus bases es la Constitución que remarca en su artículo 16 que todo individuo tiene acceso igualitario al utilizar las frecuencias del espectro radioeléctrico que posibilita utilizar frecuencias libres para el diseño de esta red.

De formas similar en el Plan Nacional para el buen vivir en el objetivo 4 informa que cada vez más personas acceden a las TIC que tienen un amplio benéfico de información y conocimiento.

A su vez el objetivo 9 Garantizar el ubicar de forma estratégica al País en la en el mundo que indica que el estado y la sociedad requieren mantener su presencia en el espacio nacional en este caso el espectro radioeléctrico.

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información en el documento Ecuador digital impulsan tecnologías emergentes como internet de las cosas que puede ser implementada para la interconexión de objetos como se muestra de forma semejante en este proyecto.

Bajo la Ley Orgánica de Telecomunicaciones a todos los establecimiento, instalación y explotación de redes, uso y explotación del espectro radioeléctrico deben regirse mediante estatutos a su vez garantiza el desarrollo y fortalecimiento del sector de telecomunicaciones, a continuación, se mencionará algunos artículos de dicha ley que se cumplen en este diseño de red.

De acuerdo al Artículo 22 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones menciona el derecho de los usuarios es recibir los servicios de telecomunicaciones de forma continua, regular, eficiente, con calidad y eficacia en su primer inciso y privacidad y protección de sus datos personales.

Capítulo III

Metodología

3.1. Metodología de la investigación

En este apartado de la investigación se indica cuáles son las metodologías aplicadas en este documento de titulación para el desarrollo y diseño de una WSN que permite conocer diversos factores de funcionamiento incluyendo la viabilidad económica que presenta este diseño por consiguiente se validaran los datos resultantes mediante la investigación realizada, la misma que sustenta la propuesta planteada y determina que tan factible puede ser su implementación. En desarrollo continuo del proyecto se implementaron diversa metodología que facilitaron la recopilación de información que contiene actividades como realizar encuestas.

3.2. Metodología bibliográfica

El uso de esta metodología hace hincapié en la recopilación de información de libros, revistas y artículos relacionados sobre el tema propuesto tomando en cuenta que esta documentación cumple con los requerimientos tanto en el tiempo de su publicación y de la confiabilidad del sitio donde es obtenida, de este modo permite validar la información y convertirla en reseña de estudio bajo su posterior análisis incorporando nuevos conocimientos en relación con el problema planteado que posibilita utilizar estos datos como sustentación de este trabajo.

3.3. Metodología experimental

Para realizar este documento se utilizó la metodología experimental en el manejo de software como XCTU, Python, Minicom que realizan tanto la comunicación y configuración de los dispositivos XBee, de esta forma es posible la visualización de los datos mediante el puerto serial, esto permite realizar recopilación de datos cuando los dispositivos están en funcionamiento además en base a esta metodología se ejecutaron diferentes pruebas de enrutamiento, de forma similar el manejo de un entorno simulado que detalla las diferencias en un entorno físico y uno lógico, estas pruebas verifican la interacción en la comunicación.

3.4. Población y muestra

Población: La población involucra a toda persona relacionadas con el proyecto planteado, por consiguiente todos los individuos pertenecientes a la población tienen características en común el cual mediante herramientas de estudio proporcionan datos para

el análisis del investigador, cabe mencionar la existencia de dos tipos de población: finita e infinita, la población finita tiene un número determinado de elementos en todo su conjunto mientras que la población infinita posee una gran cantidad de elementos en su conjunto.(Cevallos-torres, 2019).

En la siguiente tabla se muestra la población de estudio de este proyecto:

Tabla 6 Población total.

Detalle	Carrera	Cantidad	%
Estudiante	Ingeniería en Teleinformática	293	7,1%
Estudiante	Ingeniería en Telemática	367	8,9%
Docente	Ingeniería en Teleinformática/Telemática	24	0,6%
Estudiante	Licenciatura de Sistemas de información	682	16,5%
Docente	Licenciatura de Sistemas de información	29	0,7%
Estudiante	Ingeniería Industrial	2625	63,5%
Docente	Ingeniería Industrial	73	1,8%
Personal Administrativo	Todas las carreras	43	1%
Total		4136	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

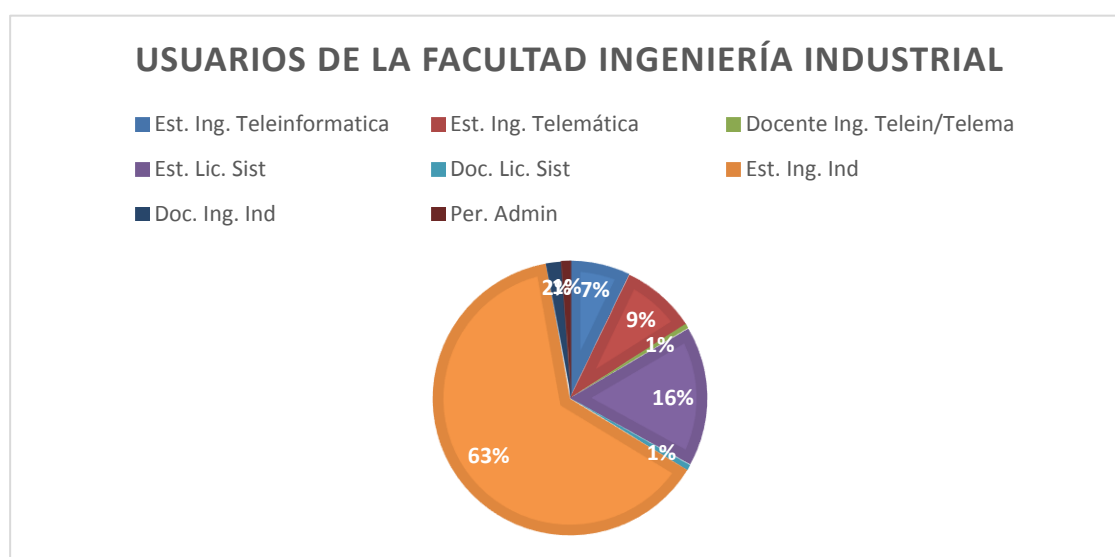


Figura 9 Población total. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Muestreo: El muestreo es utilizado para obtener una pequeña parte de la población de estudio de este modo se obtiene la representación de la población en un pequeño conjunto de individuos sin embargo esta muestra debe contener las características de los individuos en cuestión, debido a su composición el muestreo se aplica en diversos campos como la manufactura, control de calidad, etc.(Cevallos-torres, 2019).

3.5. Calculo de la muestra

Donde:

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

- n= Muestra
- z=Nivel de confianza (2.57)
- p=Probabilidad a favor (0.5)
- q=Probabilidad en contra (0.5)
- e=Margen de error (1)
- N=Población

Mediante la aplicación de la formula los resultados son los siguiente:

Tabla 7 *Muestra Total.*

Usuario	Carrera	Población	Muestra
Estudiante	Ingeniería en Teleinformática	293	106
Estudiante	Ingeniería en Telemática	367	115
Docente	Ingeniería en Teleinformática/Telemática	24	24
Estudiante	Licenciatura de Sistemas de información	682	134
Docente	Licenciatura de Sistemas de información	29	29
Estudiante	Ingeniería Industrial	2625	156
Docente	Ingeniería Industrial	73	51
Personal Administrativo	Todas las carreras	43	43

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

3.6. Instrumentos de recolección de datos

En este documento de titulación mediante las herramientas estadísticas como encuestas que se convierten en base para la sustentación del proyecto realizado en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil conforme a las muestras calculadas como son 104 docentes, 511 estudiantes y 43 del personal administrativo que conforman esta institución.

Encuesta: Las encuestas realizadas en este capítulo están conformadas por preguntas orientadas al diseño de una WSN actual, por lo consiguiente tiene la finalidad de recopilar información de la muestra planteada esto permite ver cuáles son los requerimientos necesarios en una red WSN por parte de los encuestados.

3.7. Desarrollo de encuestas

Nombre:

Fecha:

1. ¿Usted presenta inconveniente al conectarse a la red inalámbrica disponible en la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

- No
 - Conexión intermitente
 - se conecta a la red, pero no tiene servicio
 - no se conecta a la red
 - otros
-

2. ¿Usted con que dispositivo ingresas con más frecuencia a la red en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

- Teléfono celular
- Laptop
- Computadora de escritorio

3. ¿Usted cree que por el crecimiento tecnológico la transmisión en tiempo real es requerida para mejorar la calidad de aprendizaje?

- Si
- No

- 4. ¿Usted cree necesario el desarrollo de una red de sensores alámbrica en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil para el monitoreo de las aulas de clase?**
- De acuerdo.
 - Indiferente
 - En desacuerdo
- 5. ¿Cuáles de los siguientes sensores cree usted que una red inalámbrica debe monitorear en las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?**
- Sensor de temperatura
 - Sensor de humo
 - Sensor contaminación
 - Sensor de movimiento
 - Otros
- 6. ¿Usted está de acuerdo que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil se convierta en una facultad inteligente?**
- Si
 - No
- 7. ¿Usted como considera el ambiente en las instalaciones de estudio de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?**
- Óptimo
 - Bueno
 - Deficiente
- 8. ¿Dónde consideraría usted el desarrollo de una red de monitoreo inalámbrico en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?**
- Estacionamiento
 - Comedor
 - Sanitarios
 - Otros
 - _____

9. ¿Usted está de acuerdo que los desarrollos de nuevas tecnologías en las Unidades Educativas favorecen en el aprendizaje de los estudiantes?

- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

10. ¿Cree que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil al implementar una red de sensores inalámbricos mejoraría su prestigio al automatizar procesos carentes en la actualidad?

- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo

3.8. Encuestas realiza a estudiante

1. ¿Usted presenta inconveniente al conectarse a la red inalámbrica disponible en la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 8 *Inconveniente al conectarse a la red.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
No	0	0%
Conexión intermitente	360	70%
Se conecta a la red, pero no tiene servicio	15	3%
No se conecta a la red	44	9%
Otros	92	18%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

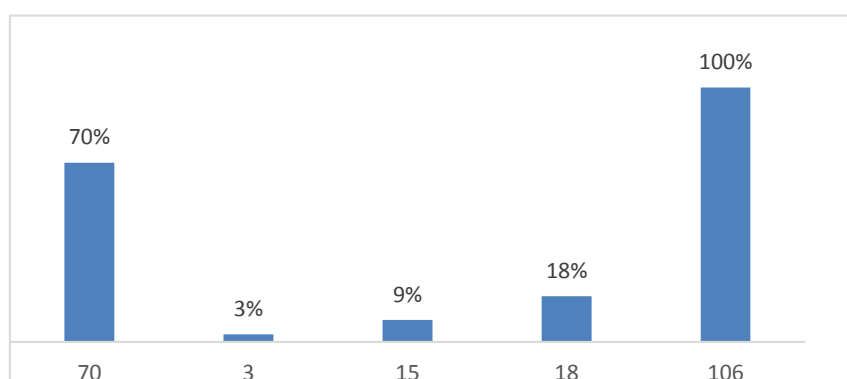


Figura 10 *Inconveniente al conectarse a la red. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Análisis: En la pregunta uno se pudo observar los problemas que existen con respecto a la red actualmente donde 70% de los alumnos encuestados indicaron que el problema que más causa es la interferencia, en cuanto un 18% menciona que hay otros problemas a los detallados en la encuesta, un 9% indica que no se conecta a la red debido a que no cuenta con dispositivo u otro motivo y un 3% que existe el servicio, pero no requiere conexión.

2. ¿Usted con que dispositivo ingresas con más frecuencia a la red en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 9 Dispositivo ingresando a la red.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Teléfono celular	387	76%
Laptop	98	19%
Computadora de escritorio	26	5%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

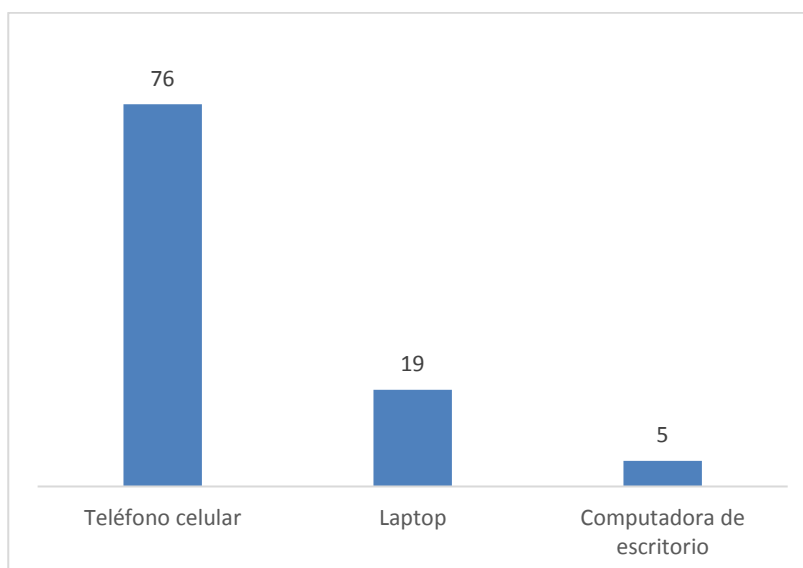


Figura 11 Dispositivo ingresando a la red. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Se observa en la siguiente encuesta que el 76% hace uso de un dispositivo móvil para acceder al internet de la facultad de ingeniería industrial el 19% a través del laptop y un 5% de un pc de escritorio.

3. ¿Usted cree que por el crecimiento tecnológico la transmisión en tiempo real es requerida para mejorar la calidad de aprendizaje?

Tabla 10 *Crecimiento tecnológico.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Si	341	67%
No	170	33%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

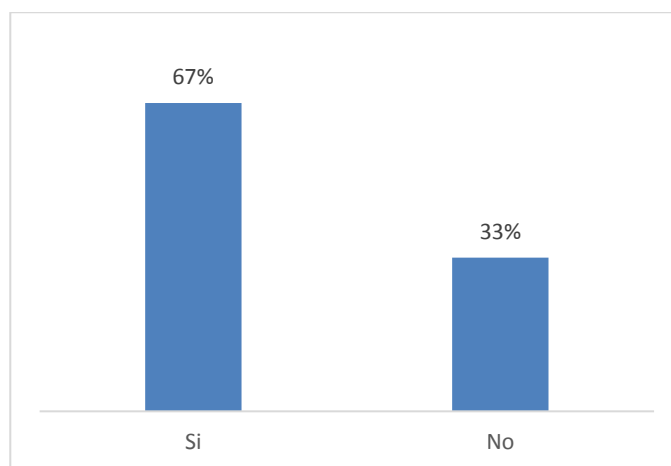


Figura 12 *Crecimiento tecnológico. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Análisis: En relación con la pregunta 3 se observa que el 67% de las personas menciona que si puede existir un crecimiento tecnológico y una mejora de aprendizaje en cuanto solo un 33% mencionan que no habría cambio alguno.

4. ¿Usted cree necesario el desarrollo de una red de sensores alámbrica en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil para el monitoreo de las aulas de clase?

Tabla 11 *Necesidad de una red de sensores.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo.	439	86%
Indiferente	72	14%
En desacuerdo	0	0%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

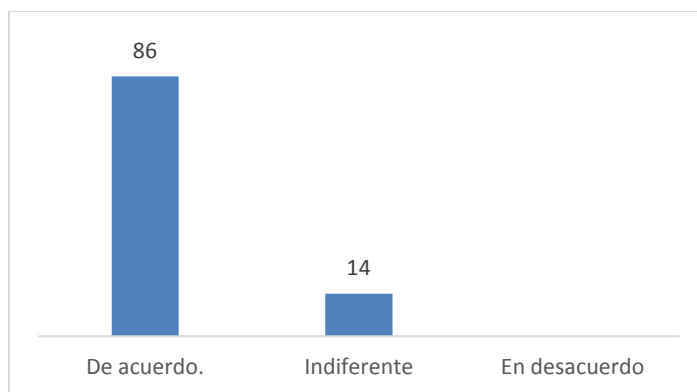


Figura 13 Necesidad de una red de sensores. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: El 86% de las personas encuestadas con respecto al grupo estudiante indican que si es necesario el uso o despliegue de una red es en la Facultad de ingeniería industrial en cambio un 14% indica que no cree necesario o es indiferente.

5. ¿Cuáles de los siguientes sensores cree usted que una red inalámbrica debe monitorear en las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 12 Diversos sensores.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Sensor de temperatura	340	67%
Sensor de humo	55	11%
Sensor contaminación	20	4%
Sensor de movimiento	66	13%
Otros	30	6%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

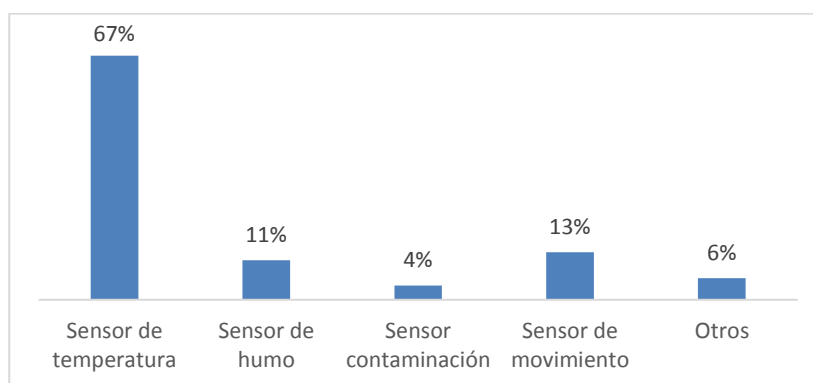


Figura 14 Diversos sensores. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: La pregunta 5 relacionada al monitoreo de las aulas de clase un 67% indica que el tipo de sensor que más se debería usar es el de temperatura debido a la falta de aire acondicionado en las aulas un 13% indica que un sensor de movimiento sería lo conveniente un 11% indica la utilización de un sensor de humo un 6% otros tipos de sensores y solo un 4% sensores de contaminación.

6. ¿Usted está de acuerdo que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil se convierta en una facultad inteligente?

Tabla 13 *Facultada inteligente.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Si	511	100%
No	0	0%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

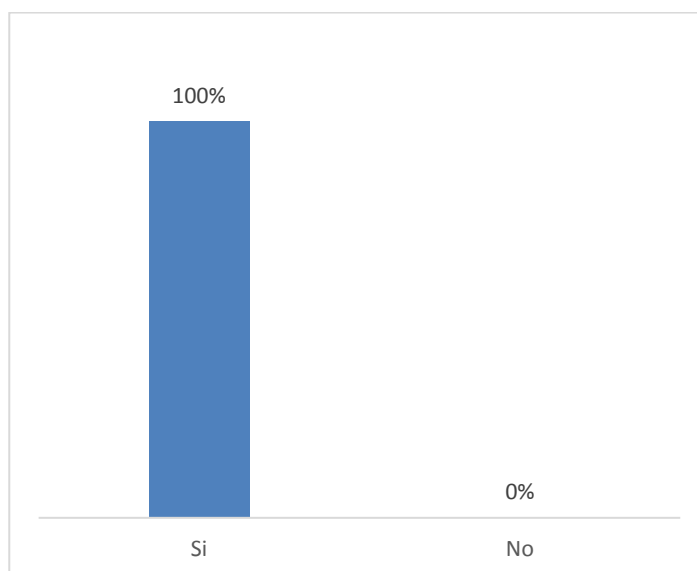


Figura 15 *Facultada inteligente. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Análisis: Con respecto a la sexta pregunta de convertir a la Facultad de Ingeniería Industrial en una facultad inteligente un 100% menciona que si sería lo más conveniente para las mejoras y procesos de la Universidad.

7. ¿Usted como considera el ambiente en las instalaciones de estudio de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 14 Ambiente de las instalaciones.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Óptimo	403	79%
Bueno	91	18%
Deficiente	16	3%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

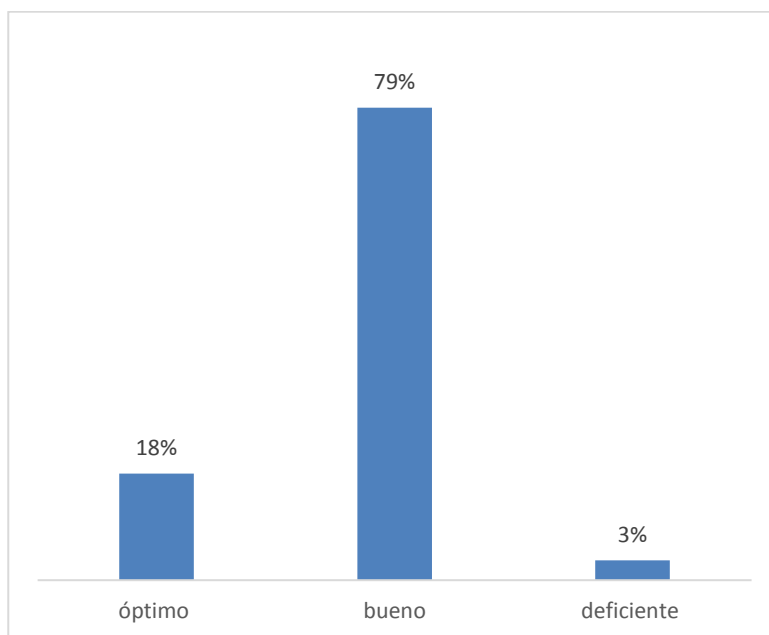


Figura 16 Ambiente de las instalaciones. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Actualmente un 79% considera buenas las instalaciones de la facultad en cuanto un 18% menciona que es óptimo y otro 3% que es deficiente.

8. ¿Dónde consideraría usted el desarrollo de una red de monitoreo inalámbrico en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 15 Lugar de red inalámbrica.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Estacionamiento	27	5%
Comedor	117	23%
Sanitarios	0	0%
Otros	367	72%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

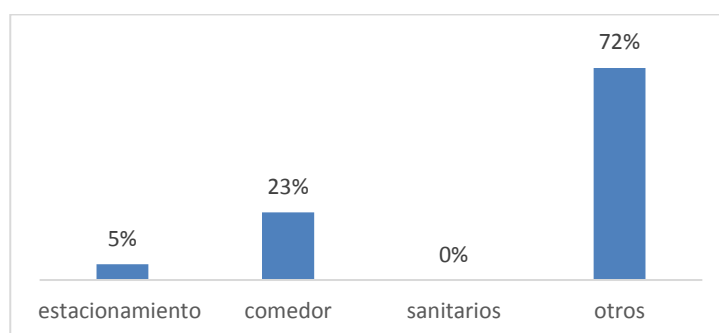


Figura 17 Lugar de red inalámbrica. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Con respecto a donde debería colocarse los sensores el 72% de las personas indican que otros lugares a los mencionados el 23% indica que en el comedor y solo un 5% en el estacionamiento.

9. ¿Usted está de acuerdo que los desarrollos de nuevas tecnologías en las Unidades Educativas favorecen en el aprendizaje de los estudiantes?

Tabla 16 Desarrollo de nuevas tecnologías.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo	468	92%
Indiferente	43	8%
En desacuerdo	0	0%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

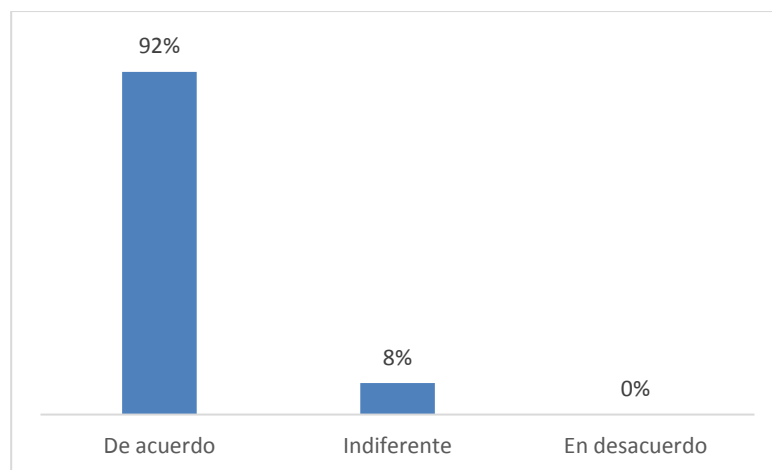


Figura 18 Desarrollo de nuevas tecnologías. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: El 92% de las personas mencionan que están de acuerdo con el desarrollo de nuevas tecnologías ya que mejora el aprendizaje y al avance académico, solo un 8% indica que no causaría ningún efecto este tipo de monitoreo o sensores.

10. ¿Cree que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil al implementar una red de sensores inalámbricos mejoraría su prestigio al automatizar procesos carentes en la actualidad?

Tabla 17 Implementación de una red inalámbrica.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo	488	95%
Indiferente	23	5%
En desacuerdo	0	0%
Total	511	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

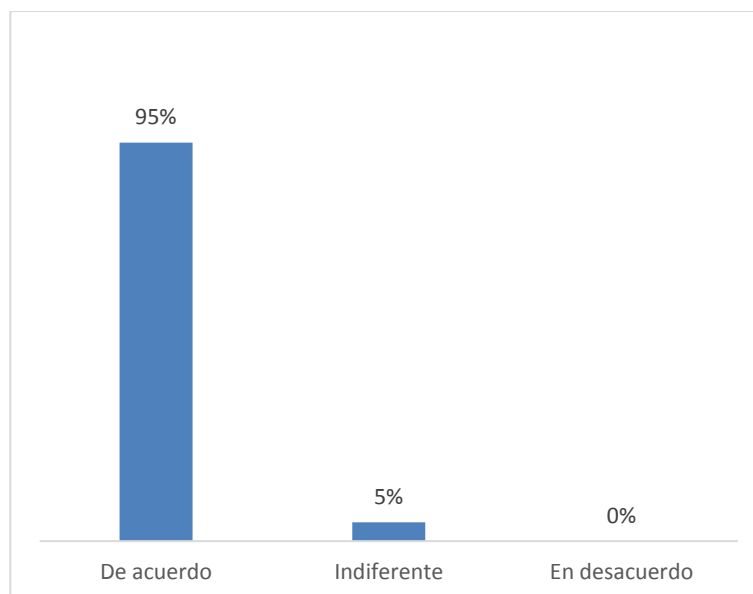


Figura 19 Implementación de una red inalámbrica. Información adaptada de Investigación de Campo
Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: El 95% de las personas encuestadas referente al grupo de estudiantes indican que de realizarse el diseño es mejoraría la calidad y posesionaria a la Facultad de Ingeniería industrial como las más privilegiadas en cuando un 5% menciona que no habría ningún cambio en el proceso.

3.9. Encuesta realizada a docentes

1. ¿Usted presenta inconveniente al conectarse a la red inalámbrica disponible en la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 18 Inconveniente al conectarse a la red.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
No	0	0%
Conexión intermitente	46	44%
Se conecta a la red, pero no tiene servicio	0	0%
No se conecta a la red	19	18%
Otros	39	38%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

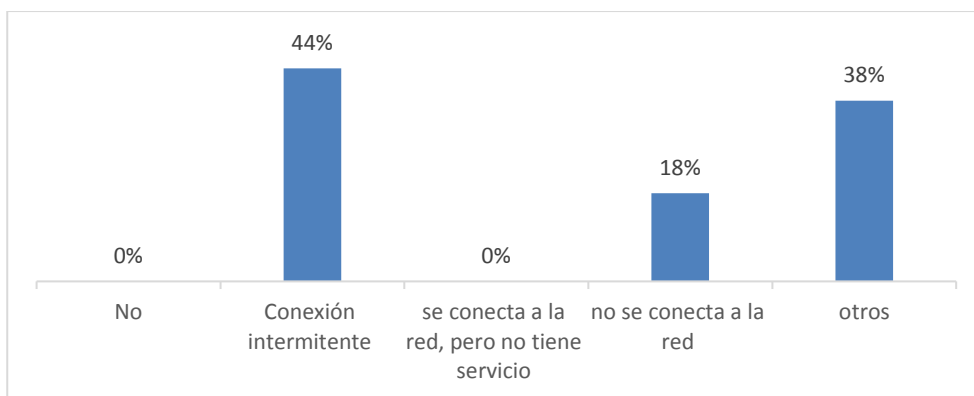


Figura 20 Inconveniente al conectarse a la red. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: La mayoría de los encuestados, en total el 44% han optado por la opción de conexión intermitente el 38% es los encuestados ha seleccionado otro lo cual quiere decir que tienen otros tipos de problemas para conectarse a la red inalámbrica y un 18% no se conecta a la red.

2. ¿Usted con que dispositivo ingresa con más frecuencia a la red en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 19 Dispositivo ingresando a la red.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Teléfono celular	72	69%
Laptop	25	24%
Computadora de escritorio	7	7%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

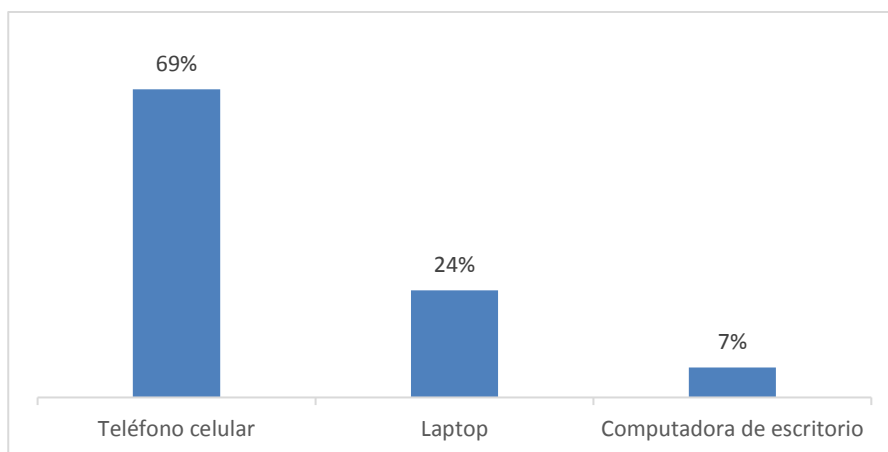


Figura 21 Dispositivo ingresando a la red. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: los dispositivos que más frecuentemente entran a la red de la facultad son los teléfonos celulares con un 69%, seguido por las laptops con un 24% y por último las computadoras de escritorio con un 7%.

3. ¿Usted cree que por el crecimiento tecnológico la transmisión en tiempo real es requerida para mejorar la calidad de aprendizaje?

Tabla 20 *Crecimiento tecnológico.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Si	95	91%
No	9	9%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

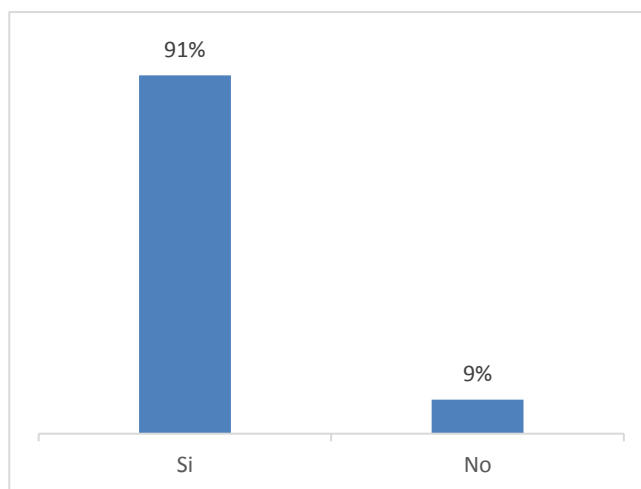


Figura 22 *Crecimiento tecnológico. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Análisis: En relación con la pregunta 3 se observa que el 91% de las personas menciona que si puede existir un crecimiento tecnológico y una mejora de aprendizaje en cuanto solo un 9% mencionan que no habría cambio alguno.

4. ¿Usted cree necesario el desarrollo de una red de sensores alámbrica en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil para el monitoreo de las aulas de clase?

Tabla 21 Necesidad de una red de sensores.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo.	77	74%
Indiferente	27	26%
En desacuerdo	0	0%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

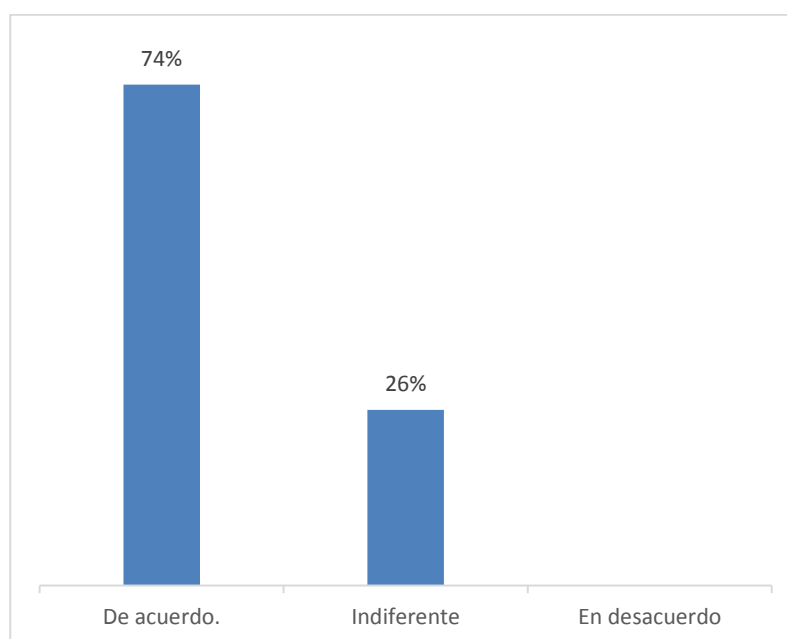


Figura 23 Necesidad de una red de sensores. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Un gran número de encuestados está de acuerdo con que se desarrolla una red de sensores alámbricos para el monitoreo de variables en un 74% y un 26% le es indiferente

5. ¿Cuáles de los siguientes sensores cree usted que una red inalámbrica debe monitorear en las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 22 *Diversos sensores.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Sensor de temperatura	42	40%
Sensor de humo	21	20%
Sensor contaminación	0	0%
Sensor de movimiento	24	23%
Otros	17	16%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

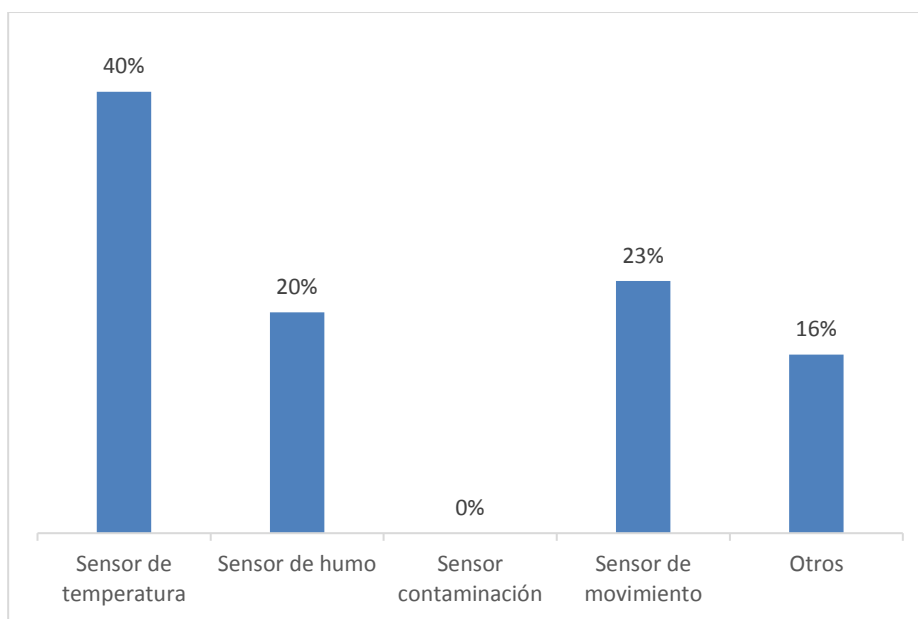


Figura 24 *Diversos sensores. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

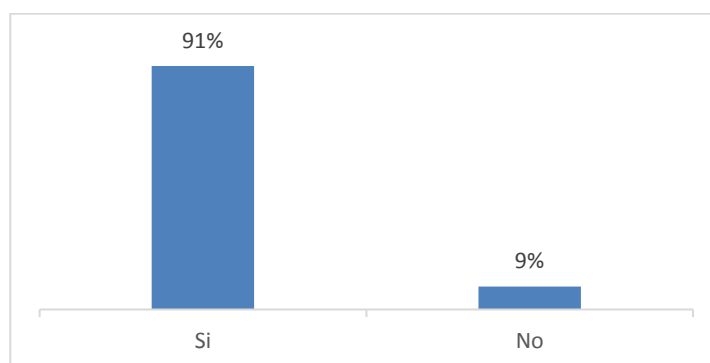
Análisis: Se realizó la encuesta cuestionando cuáles serían los mejores sensores para monitorear en las aulas, la mayoría con un 40% piensa que es el sensor de temperatura seguido por un 23% por un sensor de movimiento, un 20% por un sensor de humo y un 16% piensan en otro tipo de sensor.

6. ¿Usted está de acuerdo que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil se convierta en una facultad inteligente?

Tabla 23 *Facultada inteligente.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Si	95	91%
No	9	9%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

**Figura 25** *Facultada inteligente.* Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias

Análisis: La mayoría de la gente está de acuerdo en que la facultad de ingeniería industrial se convierta en una facultad inteligente con un 91% de aceptación y de negatividad un 9%.

7. ¿Usted como considera el ambiente en las instalaciones de estudio de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 24 *Ambiente de las instalaciones.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Óptimo	46	44%
Bueno	58	56%
Deficiente	0	0%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

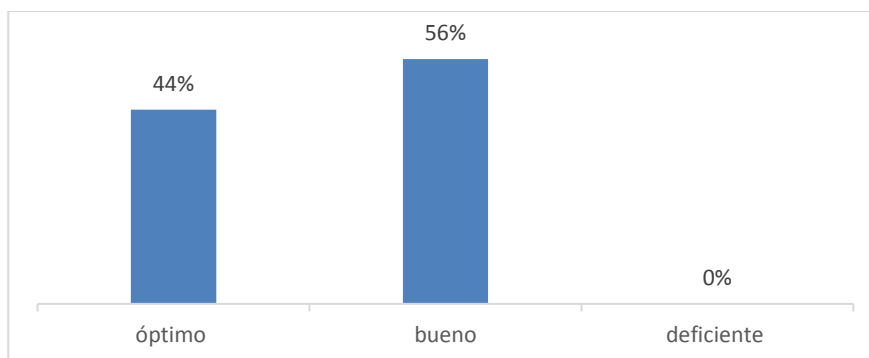


Figura 26 Ambiente de las instalaciones. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias

Análisis: Los encuestados consideran que el ambiente en las instalaciones de estudios de la facultad ingeniería industrial es bueno con un 56% y un 44% dice que es óptimo.

8. ¿Dónde consideraría usted el desarrollo de una red de monitoreo inalámbrico en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 25 Lugar de red inalámbrica.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Estacionamiento	3	3%
Comedor	33	32%
Sanitarios	0	0%
Otros	68	65%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

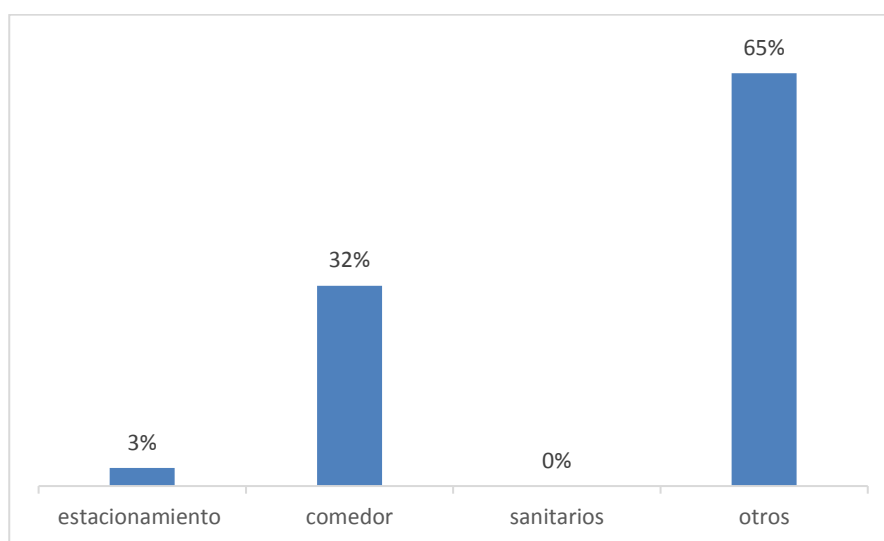


Figura 27 Lugar de red inalámbrica. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: A los encuestados se les preguntó dónde consideraría el desarrollo de una red de monitoreo inalámbrico en lo cual contestaron mayormente un 65% en otros lugares de los antes mencionados, un 32% en el comedor y un 3% en el estacionamiento.

9. ¿Usted está de acuerdo que los desarrollos de nuevas tecnologías en las Unidades Educativas favorecen en el aprendizaje de los estudiantes?

Tabla 26 Desarrollo de nuevas tecnologías.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo	104	100%
Indiferente	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

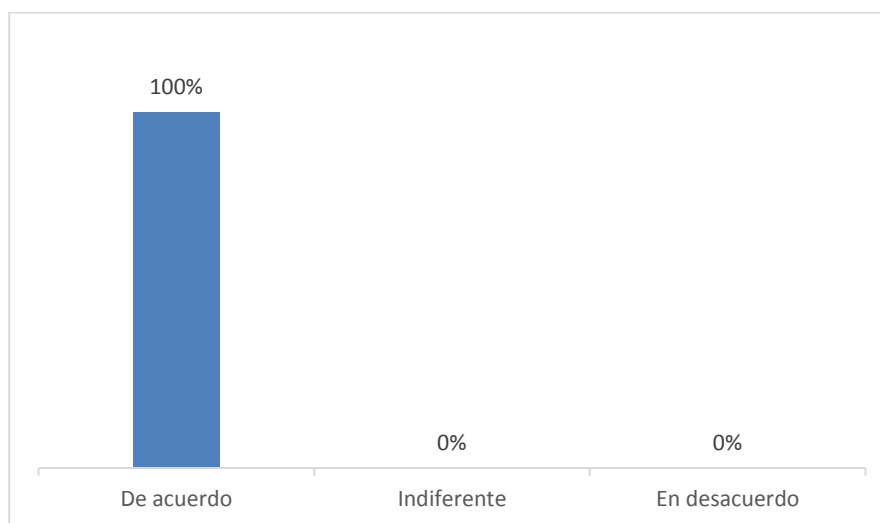


Figura 28 Desarrollo de nuevas tecnologías. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: A los encuestados se le preguntó qué si los desarrollos de nuevas tecnologías en las unidades educativas favorecen al aprendizaje de los estudiantes y respondieron con la opción "de acuerdo" un 100% de los encuestados.

10. ¿Cree que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil al implementar una red de sensores inalámbricos mejoraría su prestigio al automatizar procesos carentes en la actualidad?

Tabla 27 Implementación de una red inalámbrica.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo	87	84%
Indiferente	17	16%
En desacuerdo	0	0%
Total	104	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

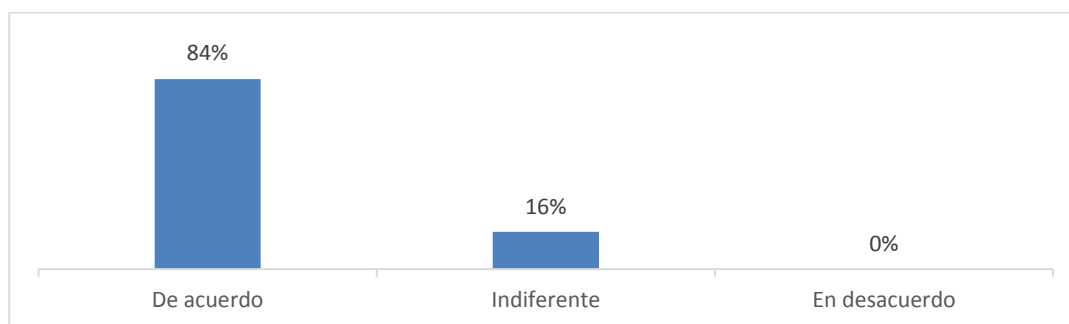


Figura 29 Implementación de una red inalámbrica. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Al implementar una red de sensores inalámbricos mejora el prestigio de la de Guayaquil con lo que un 84% de los encuestados estuvo de acuerdo y un 16% les parece indiferente.

3.10. Encuesta realizada al personal administrativo

1. ¿Usted presenta inconveniente al conectarse a la red inalámbrica disponible en la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 28 Inconveniente al conectarse a la red.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
No	0	0%
Conexión intermitente	18	42%
Se conecta a la red, pero no tiene servicio	0	0%
No se conecta a la red	12	28%
Otros	13	30%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

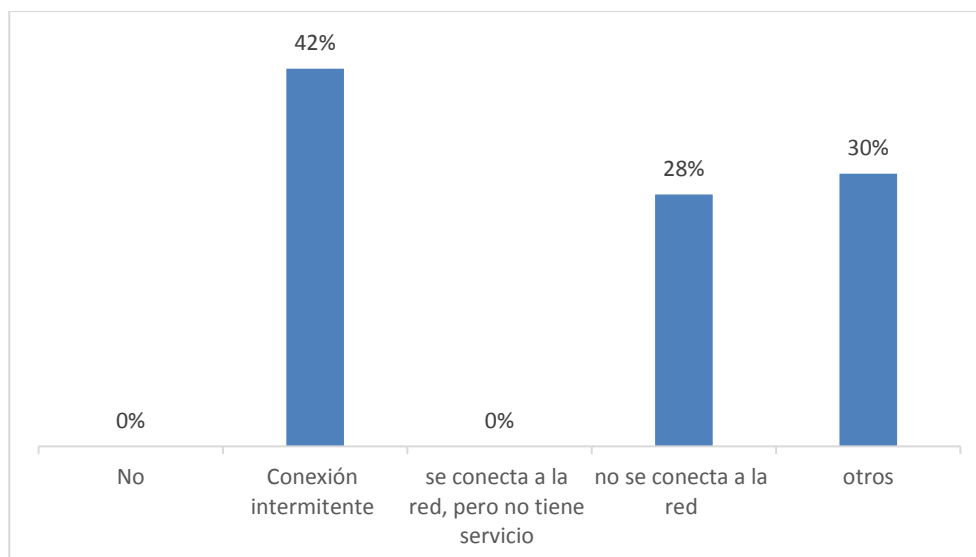


Figura 30 Inconveniente al conectarse a la red. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 30 se comprobó que de los 43 usuarios de administración encuestados el 42% presentan una conexión intermitente, un 28% no se conecta a la red.

2. ¿Usted con que dispositivo ingresas con más frecuencia a la red en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 29 Dispositivo ingresando a la red.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Teléfono celular	18	42%
Laptop	7	16%
Computadora de escritorio	18	42%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

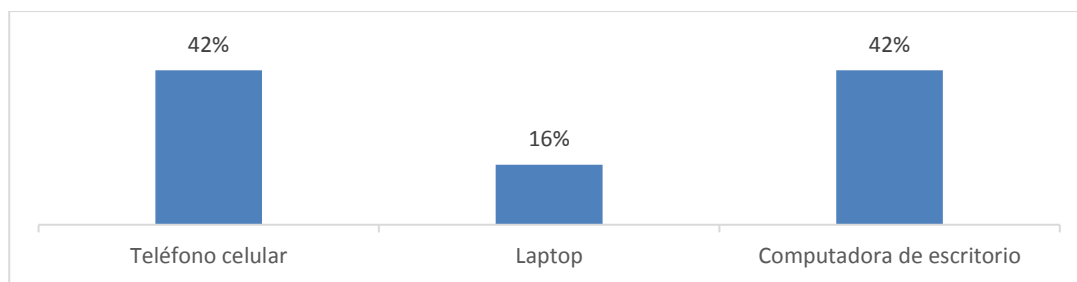


Figura 31 Dispositivo ingresando a la red. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 31 se constató que de los 43 usuarios de administración el 42%, es decir todos ingresan y se conectan a la red de la Facultad para realizar tareas o consultar información a través del celular o laptop

3. ¿Usted cree que por el crecimiento tecnológico la transmisión en tiempo real es requerida para mejorar la calidad de aprendizaje?

Tabla 30 Crecimiento tecnológico.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Si	43	100%
No	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

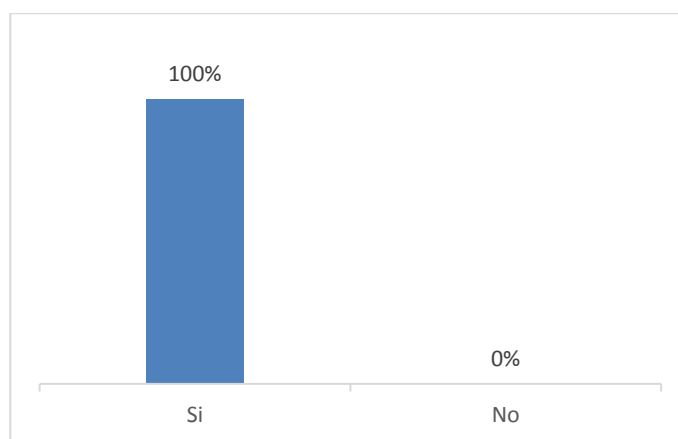


Figura 32 Crecimiento tecnológico. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 32 se constató que de los 43 usuarios encuestados el 100% opinan que los desarrollos de proyectos en tiempo real mejoran en un alto nivel la calidad del aprendizaje.

4. ¿Usted cree necesario el desarrollo de una red de sensores alámbrica en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil para el monitoreo de las aulas de clase?

Tabla 31 Necesidad de una red de sensores.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo.	14	33%
Indiferente	29	67%
En desacuerdo	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

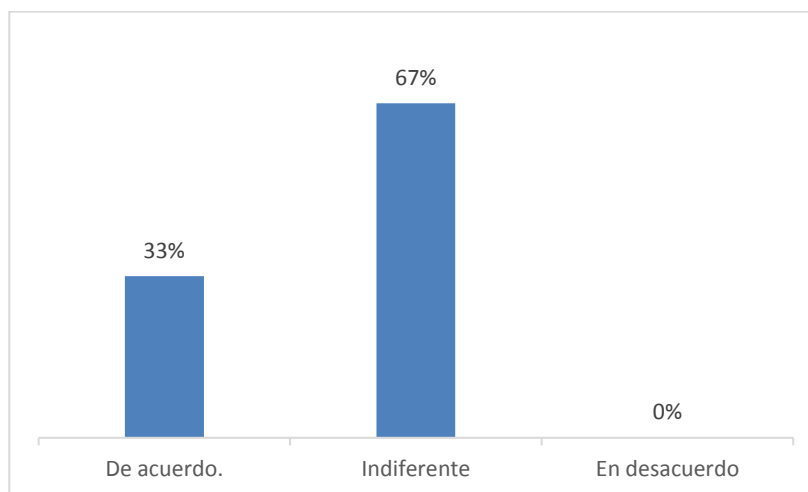


Figura 33 Necesidad de una red de sensores. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

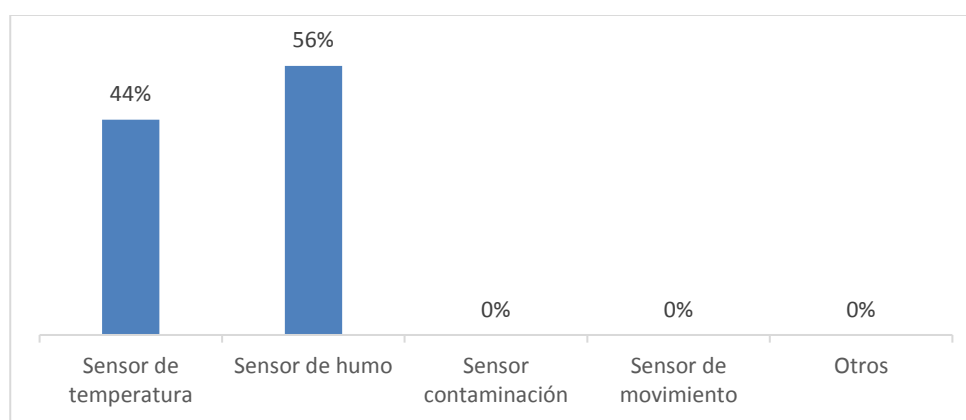
Análisis: Como se observa en la figura 33 se constató que de los 43 administradores encuestados el 67% opinan que el desarrollo de proyectos inalámbricos como monitoreo en las aulas podrían mejorar exuberantemente los procesos a realizar dentro de la Facultad.

5. ¿Cuáles de los siguientes sensores cree usted que una red inalámbrica debe monitorear en las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 32 *Diversos sensores.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Sensor de temperatura	16	44%
Sensor de humo	27	56%
Sensor contaminación	0	0%
Sensor de movimiento	0	0%
Otros	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

**Figura 34** *Diversos sensores.* Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 34 se constató que de los 27 usuarios encuestados el 56% opinan que las implementaciones de sensores de humo en el aula son eficientes para saber con exactitud el estado y condiciones.

6. ¿Usted está de acuerdo que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil se convierta en una facultad inteligente?

Tabla 33 *Facultada inteligente.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Si	43	100%
No	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

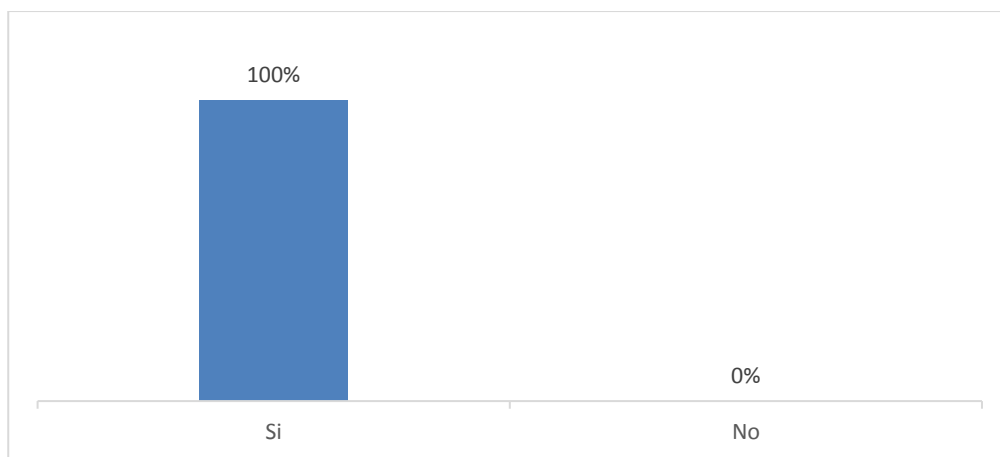


Figura 35 *Facultad inteligente. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Análisis: Como se observa en la figura 35 se comprobó que de los 43 usuarios encuestados el 100% están de acuerdo que se realicen implementaciones de proyectos inteligentes en la Facultad Ingeniería Industrial.

7. ¿Usted como considera el ambiente en las instalaciones de estudio de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 34 *Ambiente de las instalaciones.*

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Óptimo	43	100%
Bueno	0	0%
Deficiente	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

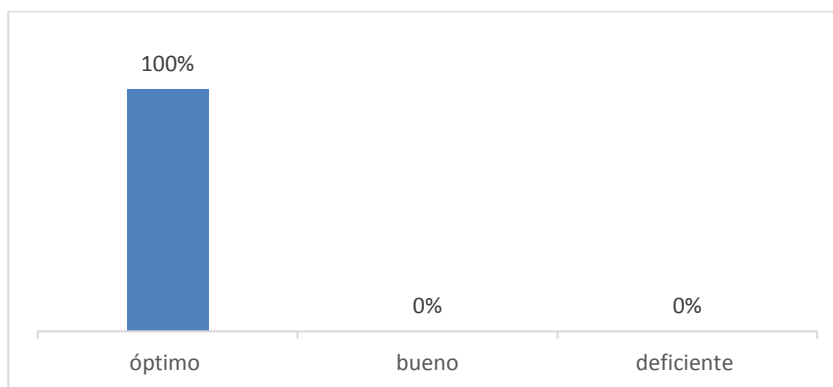


Figura 36 *Ambiente de las instalaciones. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Análisis: Como se observa en la figura 35 se comprobó que de los 43 usuarios encuestados el 100% considera que el ambiente que mantiene en la actualidad la Facultad de Ingeniería Industrial es adecuado para implementar proyectos para convertirla así en una Facultad Inteligente.

8. ¿Dónde consideraría usted el desarrollo de una red de monitoreo inalámbrico en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil?

Tabla 35 Lugar de red inalámbrica.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
Estacionamiento	0	0%
Comedor	17	40%
Sanitarios	0	0%
Otros	26	60%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

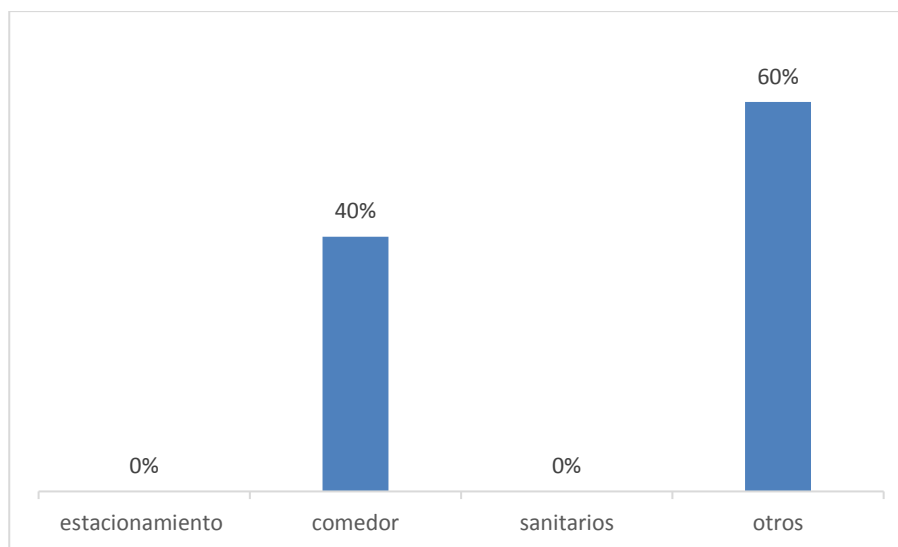


Figura 37 Lugar de red inalámbrica. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 37 se comprobó que de los 40 usuarios encuestados el 60% opinan que las implementaciones deben llevarse en un lugar amplio en la Facultad de Ingeniería Industrial.

9. ¿Usted está de acuerdo que los desarrollos de nuevas tecnologías en las Unidades Educativas favorecen en el aprendizaje de los estudiantes?

Tabla 36 Desarrollo de nuevas tecnologías.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo	43	100%
Indiferente	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

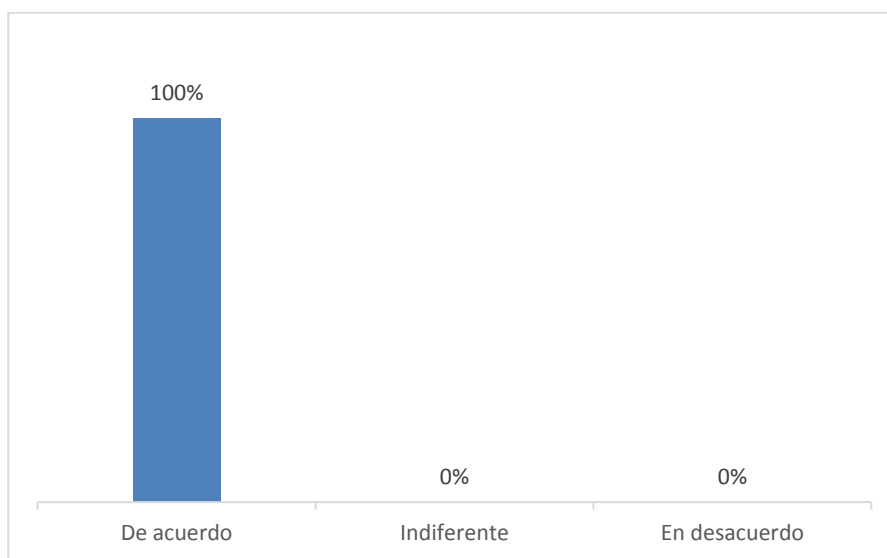


Figura 38 Desarrollo de nuevas tecnologías. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 38 se comprobó que de los 43 usuarios encuestados el 100% están conformes que esta implementación a realizarse mejora el aprendizaje de los estudiantes e inclusive la adquisición de conocimientos sobre nuevas tecnologías.

10. ¿Cree que la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil al implementar una red de sensores inalámbricos mejoraría su prestigio al automatizar procesos carentes en la actualidad?

Tabla 37 Implementación de una red inalámbrica.

Respuestas	Encuestados	Porcentaje
De acuerdo	43	100%
Indiferente	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Total	43	100%

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

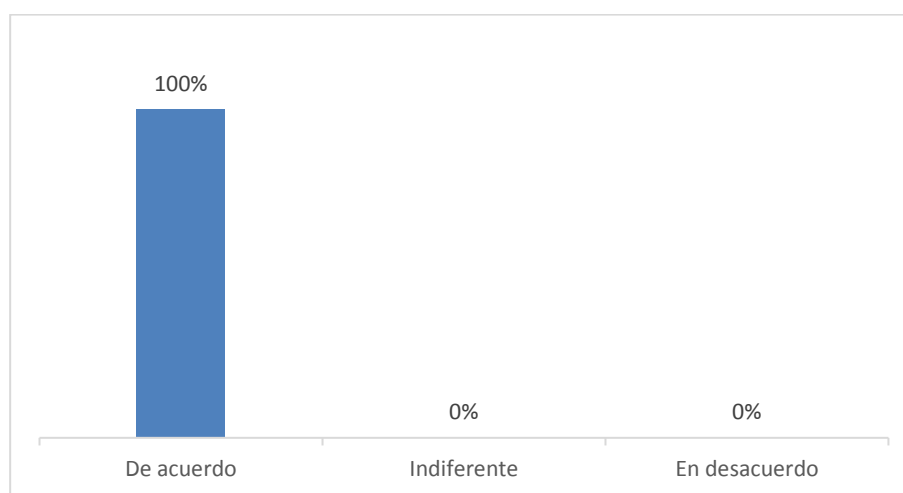


Figura 39 Implementación de una red inalámbrica. Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

Análisis: Como se observa en la figura 40 se comprobó que de los 43 usuarios encuestados el 100% opinan que mejoraría en todos los aspectos la institución con la implementación de sensores para así optimizar procesos manuales.

3.11. Análisis de resultados

Después de revisar las encuestas, se observó que la comunidad universitaria conformada por los estudiantes, docentes y personal administrativo en promedio presentan un 65% de afinidad ante la idea de un posible diseño de red y a su vez un alto porcentaje de aceptación por el mismo, por ende el 81% 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, a su vez 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 62% de los encuestados, según la investigación de campo realizada afirmaron que se conectan a través de teléfonos inteligentes a la facultad.

Cierta similitud en las respuestas se obtuvo en las encuestas realizada a los docentes y estudiantes ya que ellos utilizan las instalaciones diariamente lo cual no sucede con el personal administrativo que presentan algunas variantes significativas en algunas preguntas, pero siempre siendo el factor común la aceptación ante el diseño de red que permita monitorear las aulas de clase.

Capítulo IV

Desarrollo de Propuesta

4.1. Diseño de la Red Inalámbrica

En capítulo 2 se menciona las posibles topologías y los requerimientos para el diseño de red que se implementan en las WSN con el análisis respectivo se optó por el desarrollo de la topología punto a multipunto que se establecen en las redes malla de este modo permite conectar diversos dispositivos de forma jerárquica.

Los dispositivos utilizados que conforman toda la red inalámbrica están divididos en 3 secciones el coordinador, los router y las motas finales. en este diseño de red se utilizó el modo de operación API el cual permite la comunicación inalámbrica de los dispositivos mediante su previa configuración en el software XCTU esta comunicación se entabla por medio de tramas de datos UART encargada de recibir y envía la información.

Este diseño se despliega en distintas ubicaciones de Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil con la finalidad de plantear una facultad inteligente, comprende todas las instalaciones de clase del estudiantado tanto la planta baja, primer y segundo piso como se muestran en las siguientes figuras.

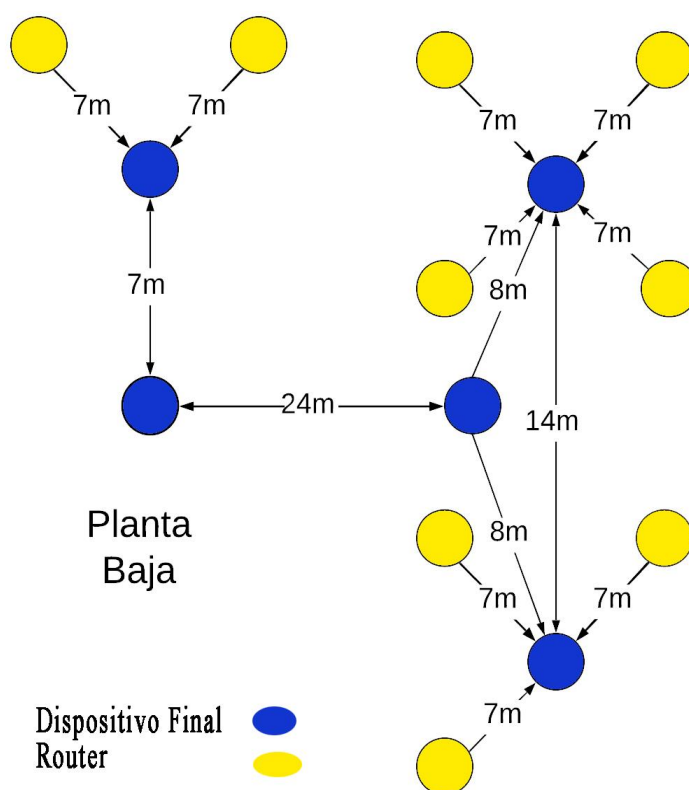


Figura 40 Diseño de planta baja. Elaborado por: Zambrano Leones Tobias

Cumpliendo los requerimientos de las redes inalámbricas las distancias se establecieron con pruebas de conexión mostradas en este capítulo más adelante, de igual forma en este diseño se establece la redundancia de la red para evitar pérdidas de información cuando equipos sufran cualquier desperfecto.

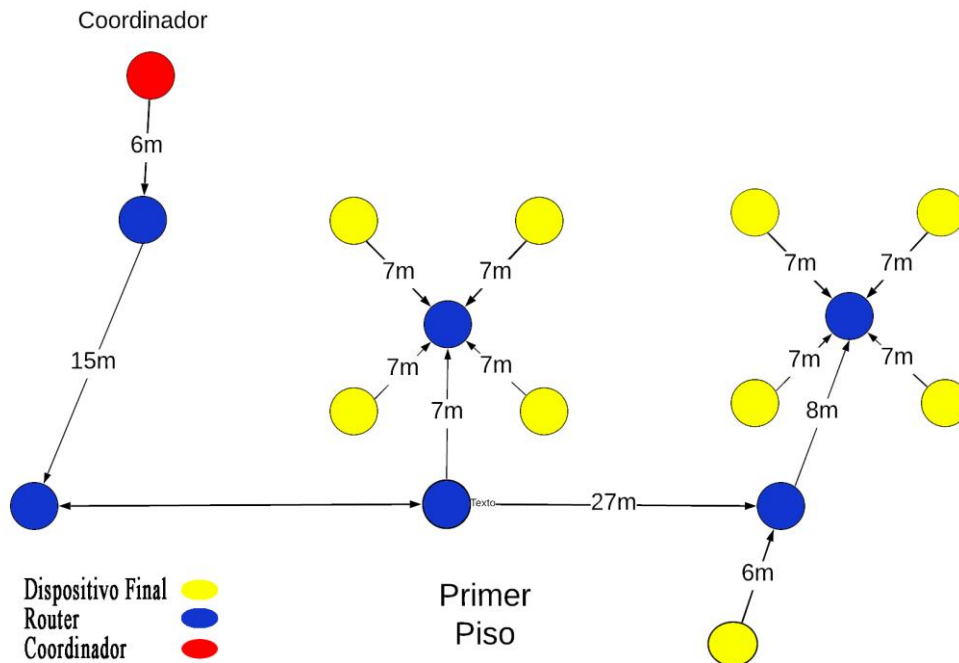


Figura 41 Diseño de primer piso. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias*

El dispositivo coordinador de la red se plantea ubicarlo en el centro de datos de la facultada teniendo un fácil acceso a la conexión a internet por medio de cableado.

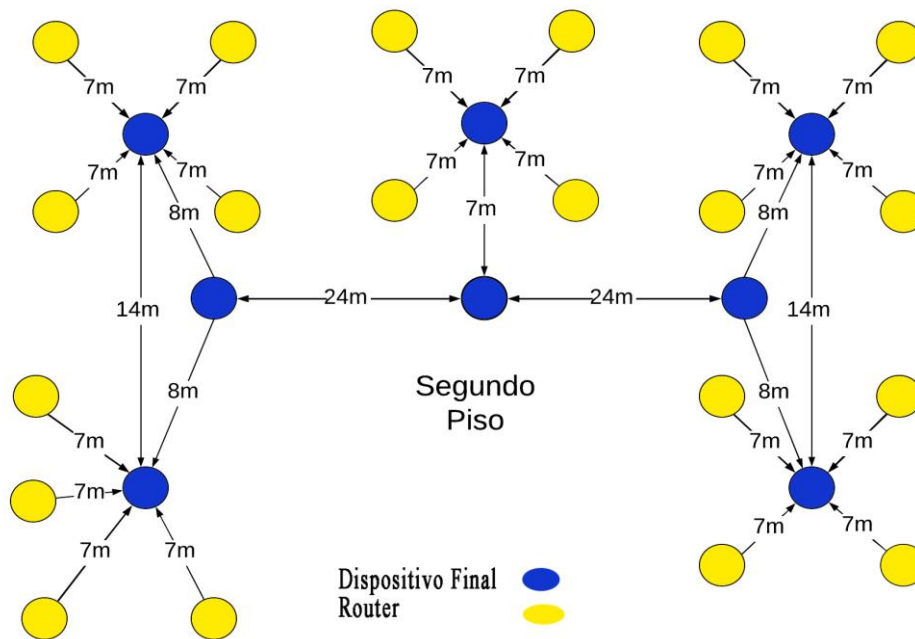


Figura 42 Diseño de segundo piso. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

La comunicación de este sector se establece mediante un nodo que se ubica en la primera planta junto al coordinador de esta forma se comunicándose con la red.

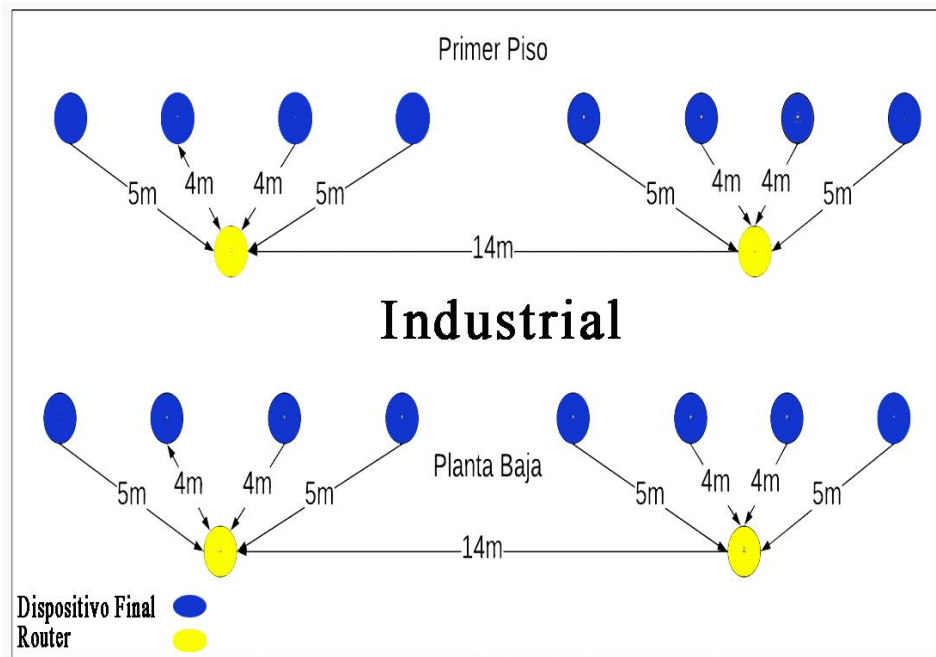


Figura 43 Diseño de planat baja y primer piso. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Mediante lo expuesto se plantea el diseño conforme a una facultad inteligente este es el motivo de ubicar nodos en las puertas de ingreso del estudiantado de igual forma en al parqueo de los vehículos, en las siguientes imágenes se denota la distancia que pueden cubrir los dispositivos XBee con línea de vista directa.

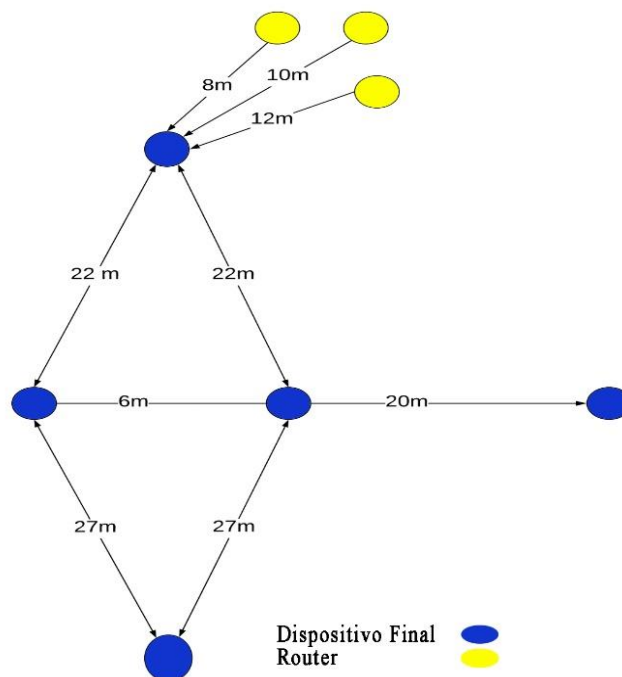


Figura 44 Diseño de conexión de puerta de ingreso. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

4.2. Conexión del módulo XBee al software X-CTU

Mediante el uso del módulo XBee Explorer se establece comunicación serial con los dispositivos XBee al computador, donde se encuentra el software XCTU, que reconocen los dispositivos mediante su puerto correspondiente, el software permite configurar la velocidad de transmisión de los dispositivos XBee que en caso del coordinador es necesario conocer al momento de realizar una conexión serial con la Raspberry para la recopilación de los datos.

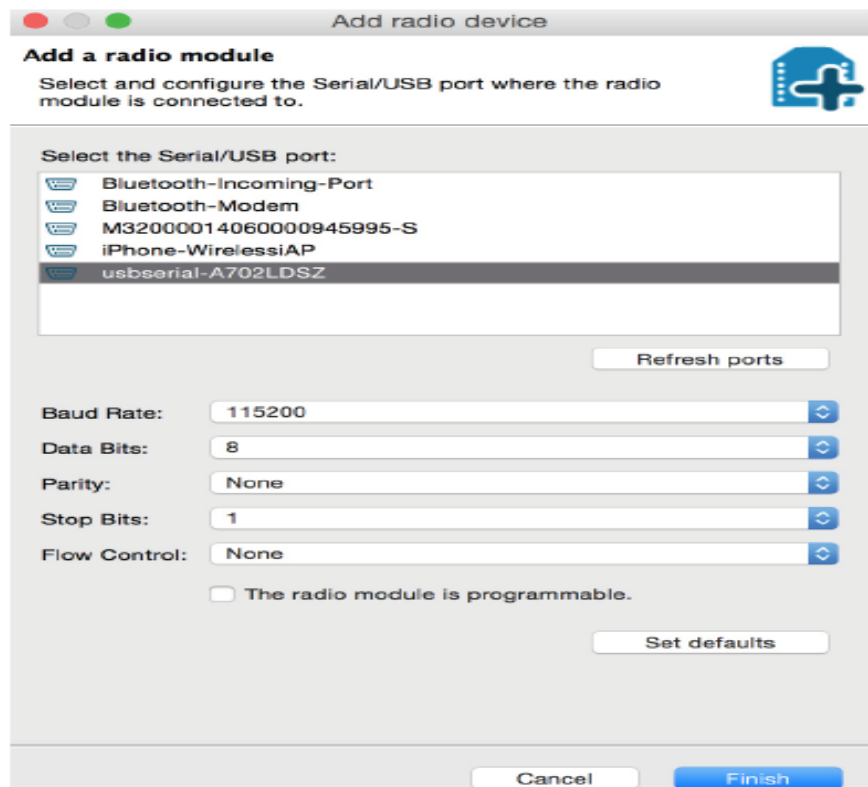


Figura 45 Conexión de módulos XBee . *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

4.3. Configuración de red

Al Continuar la configuración permite actualizar el firmware de los dispositivos si se requiere, mediante una nueva interfaz el software muestra los diferentes parámetros que tienen estos dispositivos XBee, cabe mencionar que algunos de los campos mostrados a continuación son similares para todos los dispositivos que conforman la red.

ID: Es el identificador de toda la red es decir si un dispositivo se quiere conectar a la red es obligatorio colocar el mismo PAN ID de la red, si una red posee un PAN ID diferente no puede establecer comunicación con ningún dispositivo de la red.

SC: Escanea los canales a utilizar.

NJ: permite que otros dispositivos se conecten.

SD: Tiempo de escaneo de los canales.

ZS: Configuración Zigbee.

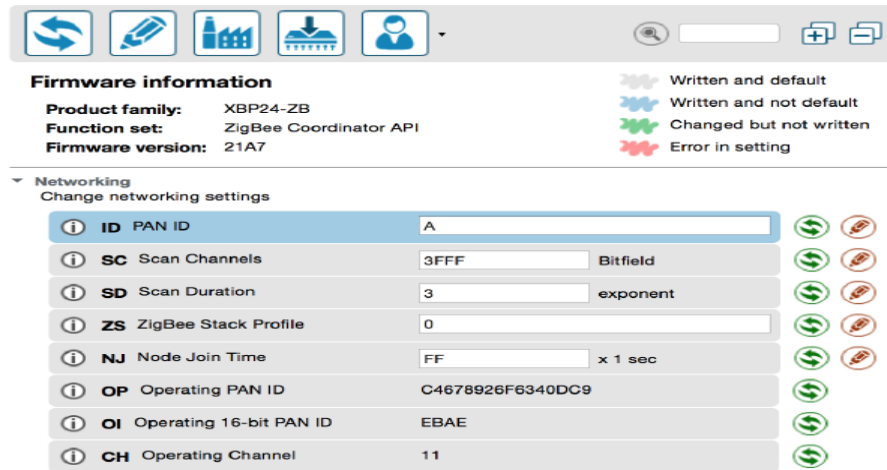


Figura 46 Configuración de red. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

A continuación, se muestra el direccionamiento de los módulos los campos de entrada y salida.

SH: Entrada de 32 bits.

SL: Salida de 32 bits.

Los siguientes campos configurados por defecto son valores que indican a los dispositivos que no tiene permiso al ingresar a la red dicha configuración está diseñada para albergar el número máximo de dispositivos en la red.

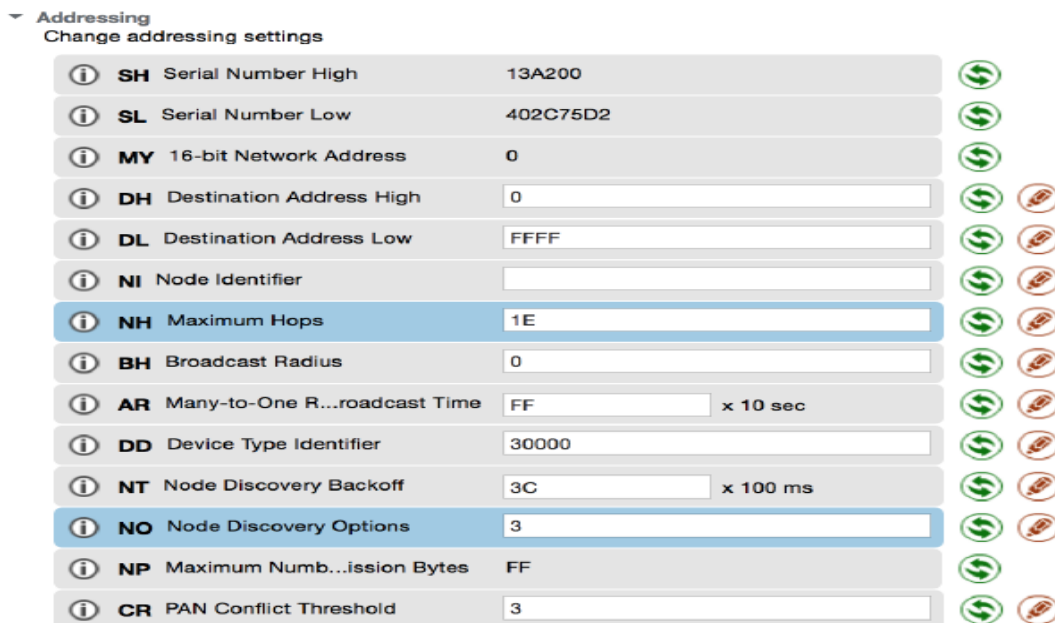


Figura 47 Parámetros de configuración iniciales. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

En la siguiente figura se muestra los campos modificados:

SP: Este parámetro indica al coordinador establece el tiempo de esperar para enviar paquetes a los nodos, este tiene que ser mayor al tiempo de reposo configurado en los nodos

caso contrario si el tiempo de respuesta del coordinador es menor al tiempo de reposo del nodo se desconectara de la red ya que el coordinador no tiene respuesta.

SN: Configuración de las entradas y salidas de los dispositivos.

Los parámetros siguientes se establecen por defecto de los dispositivos excepto el ultimo parámetro.

Do: Informa que estado se encuentra el dispositivo

The screenshot displays two sections of a configuration interface:

- Sleep Modes:** Configure low power options to support end device children.
 - SP Cyclic Sleep Period:** 20 x 10 ms
 - SN Number of Cyclic Sleep Periods:** 1
- I/O Settings:** Modify DIO and ADC options.
 - D0 AD0/DIO0 Configuration:** Commissioning Button [1]
 - D1 AD1/DIO1 Configuration:** Disabled [0]
 - D2 AD2/DIO2 Configuration:** Disabled [0]
 - D3 AD3/DIO3 Configuration:** Disabled [0]
 - D4 DIO4 Configuration:** Disabled [0]
 - D5 DIO5/Assoc Configuration:** Associated indicator [1]
 - P0 DIO10/PWM0 Configuration:** RSSI PWM Output [1]
 - P1 DIO11 Configuration:** Disabled [0]
 - P2 DIO12 Configuration:** Disabled [0]
 - PR Pull-up Resistor Enable:** 1FFF
 - LT Associate LED Blink Time:** 0 x10 ms
 - RP RSSI PWM Timer:** 28 x 100 ms
 - DO Device Options:** 1 Bitfield

Figura 48 Parametros de configuración finales. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

4.4. Configuración de dispositivo coordinador

En el desarrollo de la configuración de los dispositivos por el uso de la topología de estudio se configuro un dispositivo como coordinador, se logra mediante algunos parámetros como son:

CE: El estado inicial de este parámetro se encuentra en deshabilitado, una vez habilitado se posiciona este dispositivo como coordinador en la red.

The screenshot shows two configuration parameters:

- NC Number of Remaining Children:** 14
- CE Coordinator Enable:** Enabled [1]

Figura 49 Parametros de configuración del módulo coordinador . *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias*

Se recalca que el coordinador en el parámetro ID define con algunos caracteres como todos los dispositivos que se quieren contar la pueden encontrar.

4.5. Configuración de los dispositivos como Router

En el desarrollo de la configuración de los dispositivos por el uso de la topología de estudio se configura los dispositivos que cumplen la función de router, se logra mediante algunos parámetros como son:

CE: El estado inicial de este parámetro se encuentra en deshabilitado, esto define el dispositivo puede ser un router o dispositivo final.

SM: Al editar este parámetro se configurará el dispositivo como router.

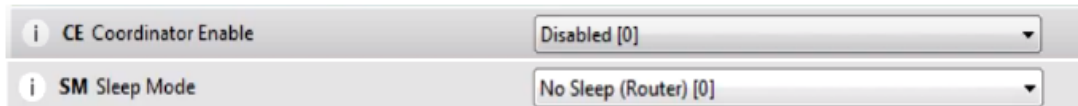


Figura 50 Parametros de configuración del módulos router. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

4.6. Configuración de los dispositivos finales

En el desarrollo de la configuración por el uso de la topología de estudio se configura los dispositivos que cumplen la función de dispositivo final, se logra mediante algunos parámetros como son:

CE: El estado inicial de este parámetro se encuentra en deshabilitado, esto define el dispositivo puede ser un router o dispositivo final.

SM: Al editar este parámetro se configurará el XBee como dispositivo final.

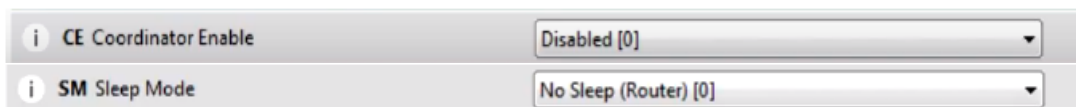


Figura 51 Parametros de configuración de dispositivos finales. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

4.7. Trasmisión de datos con Python

Al culminar la prueba de conexión se utilizó Python con la finalidad de tratar la información para su posterior uso, se utilizó una Raspberry PI para la instalación de Python 3 que permitió la comunicación de los dispositivos mediante el uso de librerías como:

Librería serial: El uso de esta librería realiza la conexión serial de los dispositivos

Librería XBee: El uso de esta librería hace que los datos que el XBee envía de forma serial sean comprendidos por Python.

En lo expuesto con anterioridad se menciona que al momento de conectar los dispositivos XBee para configurarlos se designó la velocidad de trabajo la cual tiene que concordar en la codificación de Python de este modo se sincroniza la velocidad, en la cual ellos pueden comunicarse véase anexo 3 del mismo modo para poder presentar los datos al ejecutar el código en Python se necesita establecer el tiempo de espera de cada sensor.

4.8. Pruebas de transmisión de red

Para realizar las pruebas de transmisión todos los dispositivos XBee necesitan estar configurados conforme al diseño de red planteado, la prueba se realiza mediante la conexión del router que envía información de forma inalámbrica al coordinador conectado de manera serial al computador para mostrar los datos en el software XCTU, los datos recopilados por el dispositivo XBee router se recopilados mediante un sensor conectado a un Arduino.



Figura 52 Datos mostrados por el programa XCTU. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Se realizó pruebas en distintas ubicaciones como las aulas de clase de toda la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil incluyendo el estacionamiento y puerta de ingreso de los estudiantes véase en anexo 2 estas pruebas determinaron la ubicación de los dispositivos puesto que la infraestructura interna de la institución de estudio generaba latencia en la red por diversos obstáculos entre los dispositivos sin embargo en las partes externas los dispositivos XBee logran una línea de vista directa entre ellos facilitando la transmisión de datos.

Las pruebas se realizaron en distintas localidades de la institución, se determinó que los dispositivos XBee disminuyen su alcance en la presencia de obstáculos como paredes y puertas metálicas, sin embargo, mediante estas pruebas se estableció la distancia idónea para la latencia mínima de los datos, en la siguientes se muestra un aula de clase con su dispositivo XBee monitoreando la temperatura actual.



Figura 53 Prueba de envío de datos de aulas. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

En la figura a continuación muestra la recepción de datos del módulo router cumpliendo con el diseño red propuesto.

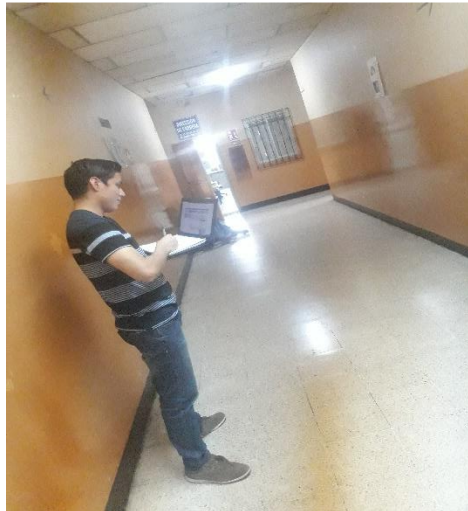


Figura 54 Prueba de recepción de datos. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

Las imágenes siguientes muestran las pruebas realizadas en la puerta de ingreso de la institución, estas pruebas fuera de las aulas de clase presentan menos obstáculos comprueban en alcance los módulos XBee establecido en sus especificaciones en capítulos anteriores, de este modo la comunicación mediante una línea de vista directa tiene un mayor alcance con resultados obtenidos a cortas distancias.



Figura 55 Prueba de envío de datos en la puerta de ingreso. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.*

4.9. Detalle de Costos

En la tabla siguiente se muestran los dispositivos y complementos necesario para el diseño de red tales como 31 dispositivos que funcionen como router, 37 equipos como dispositivos finales, 1 coordinador, baterías tipo lipo y su protección plástica. Se calcula un coste total de 2.927,00 dólares.

Tabla 38 *Implementación de una red inalámbrica*

	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Xbee Coordinador	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Xbee Router	31	\$ 35,00	\$ 1.085,00
Xbee Dispositivo Final	37	\$ 35,00	\$ 1.295,00
Baterías Tipo Lipo	32	\$ 6,00	\$ 192,00
Cable de Comunicación PC Xbee	3	\$ 5,00	\$ 15,00
Caja Protectora	32	\$ 10,00	\$ 320,00
Componentes Eléctricos	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Total			\$ 2.927,00

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Zambrano Leones Tobias.

4.10. Conclusiones

En la actualidad las redes inalámbricas buscan eliminar el uso del cableado permaneciendo siempre conectados, reduciendo los costes en la implementación de redes, de ese modo otorgando más comodidad y beneficios, por consiguiente las redes de sensores inalámbricos buscan abordar campos donde muestren su utilidad como es el ámbito industrial de la igual forma el uso de la domótica en los hogares permitiendo conocer más las tecnologías venideras, algo similar sucede en las instituciones académicas que presentan redes en algunos casos inestables que requieren un alto consumo de energía y por la fluencia de usuarios el servicio decae, en este trabajo se muestra de una red WSN conformada por los módulos XBee que operan con el protocolo Zigbee permite un bajo consumo energético conveniente para redes de monitoreo con un prolongado uso y cubran grandes distancias esto en gran parte se debe a la topología malla que permite trabajar bajo una jerarquía de los dispositivos optimizando el consumo de toda la red ya que junto su protocolo de comunicación Zigbee permite a los equipos entren en modo sueño estableciendo su inactividad durante un tiempo indicado, por consiguiente la distribución de los dispositivos en el diseño de red se establecen por medio de pruebas que determinan su funcionalidad eficiente bajo sus requerimientos.

El diseño de red concluyó que mediante la incorporación de 69 equipos la Facultad de Ingeniería Industrial obtiene una cobertura completa en todas sus aulas de clases.

4.11. Recomendaciones

Se recomienda actualizar los dispositivos al momento de configurar para obtener la versión más actualizada y libre de errores de forma similar si se desea monitorear una variable en un ambiente externo incorporar paneles solares con protectores plásticos para obtener equipos autosustentables especialmente a aquellos equipos que por su línea de vista son muy difíciles de acceder.

Se recomienda aumentar la red en todas las ubicaciones de la institución de estudio dando la posibilidad de incorporación nuevas topologías para optimizar la red de esta forma incrementar el número de sensores que permitan conocer más sobre el estado de las aulas.

Al momento de realizar este tipo de redes se tiene que considerar su ubicación y su alcance puesto que estos parámetros definen las características de los dispositivos que conforman la red.

ANEXOS

Anexo 1

Sección de Marco Legal

Constitución de la República del Ecuador 2008

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección tercera

Comunicación e Información

Art. 16.- La creación de medios de comunicación social, y al acceso en igualdad de condiciones al uso de las frecuencias del espectro radioeléctrico para la gestión de estaciones de radio y televisión públicas, privadas y comunitarias, y a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas.

Plan nacional para el buen vivir 2017-2021

Objetivo 4

Fundamento

A esto se suma una provisión de energía eléctrica que proviene en su mayor parte de energías renovables y que abarata los costos de producción, y el desarrollo de una infraestructura tecnológica que permite que cada vez más personas accedan a TIC y a sus amplios beneficios de información y conocimiento.

Objetivo 9

Fundamento

En este marco, se requiere mantener la presencia del Estado y de la sociedad en todo el espacio nacional: continental, isleño, marítimo, aéreo, ultramarino y espacial, además del espectro radioeléctrico; así como garantizar la defensa y protección de nuestros recursos estratégicos.

Mintel Ecuador Digital

Ecuador conectado remarca

Fomentar la licitación de espectro para la masificación de 4G y despliegue de 5G, impulsando tecnologías emergentes como Internet de las cosas y BigData.

Ley Orgánica de Telecomunicaciones

Título I

Disposiciones Generales

Capítulo I

Consideraciones Preliminares

Artículo 2

La presente Ley se aplicará a todas las actividades de establecimiento, instalación y explotación de redes, uso y explotación del espectro radioeléctrico, servicios de telecomunicaciones y a todas aquellas personas naturales o jurídicas que realicen tales actividades a fin de garantizar el cumplimiento de los derechos y deberes de los prestadores de servicios y usuarios.

Artículo 22

A disponer y recibir los servicios de telecomunicaciones contratados de forma continua, regular, eficiente, con calidad y eficacia.

Anexo 2 Imágenes de pruebas en la institución



Figura 56 Pruebas de conexión. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias*

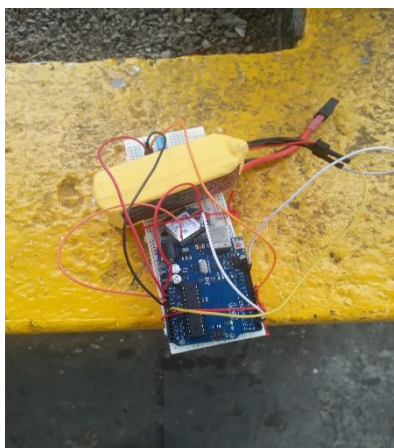


Figura 57 Dispositivos de prueba. *Elaborado por: Zambrano Leones Tobias*

Bibliografías

Kling Bi (2017). Artículo de revista. Diseño e implementación de la red de sensores inalámbrica ZigBee Basado en ARM. Liaoning.

Cevallos L. (2019). Libro. Studies in Computational Intelligence A Didactic Strategy in the Teaching of System Simulation. Springer.

Coque, D. & Darío M. (2015). Pdf. Diseño E Implementación De Una Red Wsn (Wireless Sensor Network) Basado En Los Protocolos Zigbee, Wifi Y Zigbee Mesh, Para El Monitoreo De Variables Climáticas En El Invernadero Ubicado En El Barrio Rumipamba Del Navas, Cantón Salcedo, Provincia De Cotopa. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/10067>

Dávila, M., Pérez, J., Mantilla, W., & Moreno, J. E. (2017). Artículo de revista. Diseño de una red inalámbrica tipo ZigBee para la implementación de un sistema domótico. Ciencia e ingeniería del Instituto Tecnológico.

Kuyper, (2019). Pdf . Principios Y Aplicaciones De La Energía Fotovoltaica Y De Las Baterías, <https://www.jstor.org/stable/j.ctvkjb50j>

Fernández Martínez & Lostado Lorza (2009). Libro. Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica. Universidad de La Rioja.

Herrera, J., Barrios, M., & Pérez, S. (2014). Artículo de revista. Diseño e implementación de un sistema scada inalámbrico mediante la tecnología zigbee y arduino. Universidad Autónoma del Caribe.

Javier, J. (2018). Pdf. Sistema De Comunicación Xbee Para Una Red De Sensores. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/29495/1%20Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ketan, B., Hoda, P., Sharma V., & Goel S. (2015). Libro. Nature Inspired Computing. Springer.

Linero D., Camargo L., & Medina B. (2015). Artículo de revista. Performance analysis of networks based on IEEE 802 . 15 . 4 standard. UIS Ingenierías.

Moya, E. J. G. (2016). Pdf. Diseño De Una Red De Sensores Inalámbricos (Wsn) Para Monitorear Parámetros Relacionados Con La Agricultura. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16809>

Tennina S., Kouba A., Daidone R., Alves M., Jurcík P., Severino R., Dini G. (2013). Artículo de revista. IEEE 802.15.4 and ZigBee as Enabling Technologies for Low-Power Wireless Systems with Quality-of-Service Constraints. Springer.