



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:
“INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES”

Título del proyecto:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE
ALERTA TEMPRANA PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y
TALA DE ÁRBOLES EN UNA ZONA BOSCOSA DE LA UNACH.

Autora:
Natalie Marina Ramos Castro

Directora
Ing. Deysi Inca Balseca

Riobamba – Ecuador
2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS Y TALA DE ÁRBOLES EN UNA ZONA BOSCOSEA DE LA UNACH**, presentado por: Natalie Marina Ramos Castro y dirigida por: Ing. Deysi Inca Balseca.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Carlos Peñafiel
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Deysi Inca Balseca
Directora de la tesis



Firma

Ing. Juan Carlos Cepeda
Miembro del Tribunal



Firma

DERECHO DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: **Natalie Marina Ramos Castro** y de la directora del proyecto **Ing. Deysi Inca Balseca** y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo”.



Natalie Marina Ramos Castro

C.I. 060317392-3

AGRADECIMIENTO

Al finalizar este arduo trabajo quiero ser justa y consecuente con Dios, mi Institución y con todas y cada una de las personas que han hecho posible que este, llegue a un feliz término. Por ello debo agradecer de manera especial y sincera al todo poderoso por permitir mi realización como ser humano y como profesional; a la Ing. Daisy Inca, por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable. Gracias por su paciente y sabia guía.

Mi agradecimiento a todos mis maestros que han aportado con un granito de arena para ilustrar mis conocimientos que han sido la base primordial de mi investigación.

A mi familia padres y hermanos por su amor incondicional.

A mi esposo y mi hijo, que son mi inspiración.

Gracias mil.

“La gratitud es la gema más preciada de los valores humanos”

Natalie Ramos Castro

“Solo el fruto que alcances con tu propio esfuerzo, te dará el néctar de la satisfacción del deber cumplido”

DEDICATORIA

Esta tesis se lo dedico con muchísimo amor a Dios por darme la vida y proveerme de las energías suficientes para salir adelante; a mis padres y hermanos que me proporcionaron de todo el cariño y revistieron mi espíritu de principios, seguridad y me dotaron de todos los valores humanos, los mismos que se constituyeron en mi fortaleza y guía para salir avante en esta dura contienda.

A mi esposo Daniel y mi hijo Christopher sustento de mi razón para conseguir mis más caros objetivos.

“La enseñanza que deja huella no es la que se hace de cabeza a cabeza, sino de corazón a corazón”.

Natalie Ramos Castro

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XIV
SUMMARY	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I.....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 Incendio Forestal.....	1
1.1.2 Deforestación	1
1.2 ESTADO DEL ARTE.....	2
1.2.1 A Nivel Mundial	2
1.2.2 En Ecuador	5
1.3 RED.....	6
1.3.1 Dispositivos De Una Red.....	6
1.3.2 Medio De Trasmisión de Una Red.....	7
1.3.3 Velocidades De Conexión.....	7
1.3.4 Clasificación De Una Red.....	7
1.3 REDES WIFI	8
1.4.1 Ventajas.....	9
1.3.2 Desventajas	10
1.5 DEFINICIÓN DE ARDUINO	11
1.5.1 Características Principales	11
1.5.2 Ventajas.....	12
1.6 ARDUINO UNO.....	13
1.6.1 Partes de Arduino Uno.....	13
1.6.2 Funcionamiento de pines de conexión.....	14

1.6.2.1	Alimentación	14
1.6.3	Características Arduino Uno R3	16
1.7	ARDUINO ETHERNET.....	16
1.8	SENSORES.....	19
1.8.1	Sensor de Temperatura.....	20
1.8.1.1	Características de un sensor de temperatura	20
1.8.1.2	Sensor de Temperatura y humedad DTH11.....	20
1.8.1.3	Sensor de Temperatura LM35.....	21
1.9	SENSOR DE SONIDO	22
1.9.1	Sensor de sonido fc-04.....	23
1.9.2	Características	23
1.9.3	Conexión	24
1.10	PROCESADO DE DATOS: MYSQL.....	24
1.10.1	Aplicaciones.....	24
1.10.2	Lenguajes de programación	25
CAPÍTULO II		27
2.	METODOLOGÍA	27
2.1	TIPO DE ESTUDIO	27
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	27
2.2.1	Población.....	27
2.2.2	Muestra.....	27
2.3.1	Variable Independiente	28
2.3.2	Variable Dependiente.....	28
2.3.3	Operacionalizacion de variables	28
2.4.1.	Delimitaciones.....	29
2.4.2	Definición De Políticas De Desarrollo.....	29
2.4.3	Definición e instalación de las herramientas de desarrollo.....	29
2.5	INSTALACIÓN DE XAMP COMO MOTOR DE BASE DE DATOS	30
2.6	INSTALACIÓN DE NETBEANS.....	36
2.6.1	Descarga.....	36
2.6.2	Instalación.	38
2.6.3	Instalación IDE De Arduino Uno.....	43

2.6.4	Primera ejecución del IDE de Arduino y configuración inicial para desarrollar proyectos hardware	50
2.7	PLANIFICACIÓN	52
2.7.1	Desarrollo.....	52
2.7.2	Diagrama De Componentes	55
2.7.2.1	Diagrama de Componentes	55
2.7.2.2	Diagrama de despliegue	57
2.7.3	Arquitectura del sistema.....	58
2.8	PROGRAMACIÓN	58
2.8.1	Script De La Creación De La Base De Datos	58
2.8.2	Programación Del Arduino	60
2.8.3.	Creación De Los Archivos PHP.....	63
2.8.4	Pantalla de Inicio.....	65
2.8.5	Pantalla Logueo.....	66
2.9	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	72
2.9.1	Planteamiento de la hipótesis	72
2.9.2	Demostración de la hipótesis	73
2.9.3	Paquetes Intercambiados en la Transmisión	74
2.9.4	Velocidad en la transmisión	75
2.9.5	Tiempo de transmisión.....	76
2.10	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	77
	CAPÍTULO III.....	78
3	RESULTADOS	78
3.1	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	79
3.1.1	Interpretación de los Paquetes Intercambiados	79
3.1.2	Interpretación de la Velocidad de Transmisión	80
3.1.3	Interpretación del Tiempo de Transmisión.	80
3.2	DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS	80
	CAPÍTULO IV.....	82
4	DISCUSIÓN	82
	CAPÍTULO V	83
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83

5.1 CONCLUSIONES	83
5.2 RECOMENDACIONES	84
CAPÍTULO VI.....	85
6 PROPUESTA.....	85
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	85
6.2 INTRODUCCIÓN	85
6.3 OBJETIVOS	86
6.3.1 Objetivo General	86
6.3.2 Objetivos Específicos.....	86
6.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA	86
6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	87
6.6 DISEÑO ORGANIZACIONAL.....	88
6.7 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	88
CAPÍTULO VII	89
7. BIBLIOGRAFÍA	89
CAPÍTULO VIII.....	91
8. ANEXOS	91
8.1 ANEXO I.- DATASHEET DEL SENSOR DE TEMPERATURA LM53	91
ANEXO II.- DATASHEET DEL SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	92
ANEXO III.- DATASHEET DEL SENSOR DE SONIDO FC04	93
ANEXO IV.- FOTOGRAFÍAS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Arduino Uno R3	16
Tabla 2. Operacionalizacion de Variables	28
Tabla 3. Herramientas de Desarrollo	29
Tabla 4. Descripción de la tabla usuario	54
Tabla 5. Descripción de la tabla sensor temperatura.....	54
Tabla 6. Descripción de la tabla sensor_humo.....	55
Tabla 7. Descripción de la tabla sensor_sonido	55
Tabla 8. Medición de paquetes durante la Transmisión.....	74
Tabla 9. Velocidad de Transmisión	75
Tabla 10. Tiempo de Transmisión	76
Tabla 11. Resumen de los Pesos	78
Tabla 12. Resumen de los Peso del 100%.....	78
Tabla 13. Variabilidad.....	79
Tabla 14. Resumen de las Variables Obtenidas	80
Tabla 15. Variables de los Datos Esperados	81
Tabla 16. Comprobación de Hipótesis	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red Wi-Fi.	9
Figura 2. Partes de un Arduino Uno.....	13
Figura 3. Tarjeta Ethernet Shield.	17
Figura 4. Tipos de Sensores.	19
Figura 5. Sensor de Temperatura y Humedad DTH11.	21
Figura 6. Sensor de Temperatura LM35.	22
Figura 7. Datasheet del sensor de sonido fc.04.....	23
Figura 8. Elección de Lenguaje en Xamp	30
Figura 9. Pantalla de bienvenida.	31
Figura 10. Ruta de instalación.....	31
Figura 11. Sección de servicios.....	32
Figura 12. Instalación de ficheros.	33
Figura 13. Pantalla de consola	33
Figura 14. Finalización de instalación de servicios.	33
Figura 15. Arranques de servicios Xamp.....	34
Figura 16. Finalización de instalación	34
Figura 17. Menú de servicios de xamp	34
Figura 18. Selección de idioma.....	35
Figura 19. Selección de idioma (Español)	35
Figura 20. Motor de arranque de desarrollo IDE.....	36
Figura 21. Descarga de NetBeans	37
Figura 22. Página de descarga.....	37
Figura 23. Guardar el archivo de descarga de NetBeans.	38
Figura 24. Proceso de Instalación de NetBeans.....	38
Figura 25. Paquete de instalación de NetBeans	39
Figura 26. Servidor Apache Tomcat	39
Figura 27. Visualización de los paquetes de Netbeans a instalar.....	40
Figura 28. Aceptación de Licencia.....	40
Figura 29. Dirección de instalación Netbeans y JDK	41
Figura 30. Localización instalación GlassFish.....	41

Figura 31. Localización instalación Apache Tomcat.....	42
Figura 32. Proceso de Instalación	42
Figura 33. Fin Instalación Netbeans.....	43
Figura 34. Conexión PC-Arduino	44
Figura35. Actualización Dispositivo W7.....	44
Figura 36. No se encontró controlador.....	45
Figura 37. Panel de control	45
Figura 38. Configuración equipo	45
Figura 39. Administración Dispositivos	46
Figura 40. Actualización de controladores.....	46
Figura 41. Búsqueda Controlador	47
Figura 42. Ubicación Driver.	47
Figura 43. Ubicación del driver	48
Figura 44. Instalación driver	48
Figura 45. Instalación correcta.....	49
Figura 46. Puerto de Comunicación.....	49
Figura 47. Ejecución IDE.....	50
Figura 48. Modelos de Arduino	51
Figura 49. Puertos de Comunicación	51
Figura 50. Diagrama Entidad Relación	52
Figura 51. Diagrama Conceptual de Base de datos.....	53
Figura 52. Diagrama Físico de Base de Datos	53
Figura 53. Diagrama de componentes.....	56
Figura 54. Diagrama de despliegue.....	57
Figura 55. Arquitectura del sistema	58
Figura 56. Creación de la base de datos Tesis y la tabla usuario	59
Figura 57. Creación de la tabla sensor_temperatura	59
Figura 58. Creación de la tabla sensor_sonido	60
Figura 59. Programación arduino.....	60
Figura 60. Código de Programación del módulo Arduino.....	63
Figura 61. Código de Programación del módulo Arduino.....	63
Figura 62. Código de almacenamiento sensor temperatura.	64

Figura 63. Código de almacenamiento sensor sonido.....	65
Figura 64. Página de Inicio	65
Figura 65. Ingreso al Sistema.....	66
Figura 66. Pantalla de Menú Principal.....	66
Figura 67. Registro Nuevo Usuario	67
Figura 68. Pantalla de monitoreo	67
Figura 69. Historial sensor LM35	68
Figura 70. Historial sensor Sonido FC-04.....	68
Figura 71. Historial sensor temperatura DHT 11	69
Figura 72. Historial sensor humedad DHT11	69
Figura 73. Gráfica temperatura Lm35.....	70
Figura 74. Gráfica sonido fc04	70
Figura 75. Gráfica sensor humedad DHT11	71
Figura 76. Gráfica sensor de temperatura DHT11	71
Figura 77. Pantalla de monitoreo	72
Figura 78. Paquetes Transmitidos	75
Figura 79. Velocidad de Transmisión	76
Figura 80. Tiempo de Transmisión	77
Figura 81. Diseño Organizacional.....	88

RESUMEN

El presente proyecto describe el uso de la tecnología inalámbrica Wi-Fi por medio de la plataforma Arduino, sensores; de temperatura, humedad y de sonido, creando así el diseño de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa, y a la vez permite enviar una alerta e informar al personal de cuidado para que realicen las acciones necesarias.

Se realizó un estudio básico del protocolo de comunicación inalámbrica Wi-Fi, las tarjetas Arduino Uno R3, Arduino Ethernet, Modulo Wi-Fi a utilizarse y los sensores de temperatura, humedad y sonido que sean compatibles, se implementó el control necesario para mantener las variables tanto de temperatura como de humedad y sonido dentro de los rangos establecidos, para ello se acondicionaron las señales de los sensores para que puedan acoplarse al módulo inalámbrico a fin de que se puedan transmitir los datos de forma adecuada.

El prototipo está estructurado por una red wi-fi que mediante la interconexión de sensores (sensor de temperatura y humedad para prevención de incendios; sensor de sonido para detectar el sonido de motosierras eléctricas), y tarjetas Arduino brindan un fácil monitoreo y recepción de señales las cuales son almacenadas en una base de datos encargada de recolectar toda la información de forma inalámbrica enviada por los dispositivos sensoriales, ésta información será visualizada en una página web que muestra reportes estadísticos acerca del área forestal monitoreada además se mostrará una alerta de incendio forestal y/o tala de árboles bajo los parámetros establecidos.

Mediante la utilización de nuevas tecnologías en hardware y software, en este caso la utilización de dispositivos Arduino, sensores y redes de telecomunicaciones Wi-Fi se puede proteger y conservar las zonas boscosas que son los pulmones de la naturaleza.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

CENTRO DE IDIOMAS



Msc. Ruth Molina

23 de Febrero del 2016

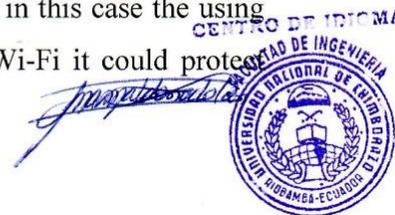
SUMMARY

The present project describes the use of the wireless technology Wi - Fi by means of the platform Arduino, sensors: of temperature, dampness and of sound, creating this way the design of a prototype system of Early Alert for the prevention of fires and felling tree in a wooded zone, and simultaneously it allows to send an alert and to report to the personnel of care in order they perform the necessary actions.

A basic study of wireless communication protocol was performed Wi-Fi, the Arduino cards Uno R3, Arduino Ethernet, Wi- Fi module to being in used and the sensors of temperature, dampness and sound that are compatible, the necessary control was implemented to support the variables both of temperature and of dampness and sound within established features, for it the signs of the sensors were conditioned in order that they can be combined to the wireless module so that data could be transmitted in proper form.

The prototype is structured by a network Wi-Fi that by means of the interconnection of sensors (sensor of temperature and dampness for prevention of fires; sound sensor to detect the sound of electric chainsaws), and the Arduino cards offer an easy monitoring and receipt of signs which are stored in a database entrusted to gather all the information of wireless form sent by the sensory devices, this one information will be visualized in a web page that shows statistical reports it brings over of the forest area monitored in addition there will appear an alert of forest fire and / or felling tree under the established parameters.

By means the use of new technologies in hardware and software, in this case the using the Arduino devices, sensors and telecommunications network Wi-Fi it could protect and preserve the wooded zones that are the lungs of the nature.



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se viene observando un incremento en la frecuencia y severidad de los desastres y catástrofes en todo el mundo, como resultado de la mezcla de una serie de elementos relacionados con cambios climáticos, factores socioeconómicos y el comportamiento humano; dichos fenómenos se ven agravados en muchas ocasiones por la falta de una cultura de prevención y protección es así que cada año los incendios afectan a una superficie de 350 millones de hectáreas, con daños a la propiedad, medios de subsistencia y con frecuencia, pérdida de vidas humanas. Los incendios forestales no controlados contribuyen además al calentamiento global, la contaminación del aire, la desertificación y la pérdida de biodiversidad.

En Ecuador se registra una de las tasas más altas de deforestación de Latinoamérica, con una pérdida anual de entre unas 60.000 a 200.000 hectáreas de bosques nativos, fruto de la tala ilegal, e incendios forestales. El país cuenta con unos 9,6 millones de hectáreas de bosques primarios, según el Gobierno, y es uno de los países de la región con más variedad de árboles, debido a la amplia diferencia climática de su territorio.

Este proyecto incluye diferentes tópicos que son desarrollados simultáneamente. En el capítulo I, presenta un estudio del estado del arte de sistemas de alerta temprana en el medio ambiente, así como conceptos básicos, características, de redes inalámbricas Wi-Fi, sensores (temperatura, sonido, humo), tarjetas Arduino, aplicaciones web, base de datos etc., utilizados para el escenario del proyecto.

En el capítulo II se encuentra los métodos y procedimientos a utilizarse durante el desarrollo del prototipo, la comprobación de hipótesis, software implementado, en el capítulo III se presenta los resultados, tablas estadísticas, capítulo IV expone los amplios conocimientos que tiene sobre el tema. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo de este trabajo seguido de la bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente capítulo abarca temas conceptuales necesarios para poder entender el avance tecnológico de redes inalámbricas, módulos arduino, sensores, aplicaciones web y dispositivos utilizados para la prevención de incendios forestales y tala de bosques de forma resumida, clara y precisa para la ejecución de este proyecto.

1.1 ANTECEDENTES

En los últimos años, se viene observando un incremento en la frecuencia y severidad de los desastres y catástrofes en todo el mundo, como resultado de la mezcla de una serie de elementos relacionados con cambios climáticos, factores socioeconómicos y el comportamiento humano; dichos fenómenos se ven agravados en muchas ocasiones por la falta de una cultura de prevención y protección es así que cada año los incendios y la tala ilegal de árboles afectan a medios de subsistencia y contaminan el medio ambiente.

1.1.1 Incendio Forestal

Es un fenómeno que se presenta cuando uno o varios materiales combustibles en bosques, selvas y otro tipo de zonas con vegetación son consumidos en forma incontrolada por el fuego, el mismo que puede salirse de control y expandirse muy fácilmente sobre extensas áreas, este puede ser provocado por el ser humano o por el clima seco y caliente.

1.1.2 Deforestación

Deforestación o tala de bosques es la destrucción de grandes áreas de bosque provocadas por la acción humana.

La tala de bosques en muchos países del mundo es una actividad ilegal que destruye grandes hectáreas de bosques.

1.2 ESTADO DEL ARTE

El impacto observado por la influencia de eventos generadores de deforestación e incendios en los últimos años en zonas boscosas en el Ecuador y en el mundo ha ido ascendiendo, esto pone en manifiesto la necesidad de prepararse. Es notorio que las pérdidas de fauna y flora e incluso vidas humanas por estos eventos son muy grandes por la falta de una comunicación rápida y oportuna. Como en la actualidad la tecnología ha ido evolucionando a pasos agigantados, se tiene en las manos una herramienta muy poderosa para la prevención de estos desastres.

1.2.1 A Nivel Mundial

➤ SISVIA Vigilancia y Seguimiento Ambiental

En el verano de 2007, más de 80 personas murieron en Grecia a causa de diversos incendios forestales que arrasaron con una extensión de 271.100 hectáreas. Este mismo año, en California, los incendios quemaron 202.700 hectáreas y causaron al menos 17 muertes.

DIMAP-FactorLink, Bajo la denominación SISVIA Vigilancia y Seguimiento Ambiental comercializan conjuntamente proyectos para la protección medioambiental, han desarrollado e integrado un sistema de detección de incendios forestales, el objetivo era proporcionar a diversas organizaciones una infraestructura de monitorización medioambiental, que tuviera capacidad para gestionar alertas y para entregar avisos de alarma temprana.

Se tiene 3 partes principales en el sistema como son:

La Red Sensorial Inalámbrica (Wireless Sensor Network), La Red de Comunicaciones, El Centro de Recepción se desplegaron un total de 90 Waspnotes en puntos estratégicos, cada 5 minutos se miden la Temperatura, Humedad relativa, Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂). (Solobera, 2010).

- **El Laboratorio Harvard Forest de la Universidad de Harvard monitorea un bosque experimental con sensores**, el bosque experimental tiene más de 3500 hectáreas lo que ha llevado a la Universidad de Harvard a recurrir a soluciones tecnológicas de la Internet para recoger la mayor información posible que permita a los investigadores seguir en tiempo real casi todos los procesos físicos y biológicos que tienen lugar en dicha área.

El lugar ha sido objeto de investigaciones científicas de la Universidad de Harvard desde 1907, principalmente en temas referidos a la salud de los árboles y la vegetación para la silvicultura. Pero desde 1988, el Harvard Forest se convirtió en un sitio de Investigación Ecológica a Largo Plazo (LTER), designación que implicó la ampliación de sus funciones a la observación de la dinámica forestal, así como también los cambios en el aire.

Por ese motivo, en la actualidad del bosque se encuentra completamente cubierto por una red digitalizada de sensores que recogen información que sirve para los distintos proyectos de investigación que se llevan adelante en el lugar.

Por ejemplo, la estación meteorológica de Fisher se encarga de tomar segundo a segundo datos como la temperatura del aire y del suelo, la humedad, las precipitaciones y la radiación solar. Asimismo, una serie de medidores de presión permite hacer un seguimiento del nivel y caudal de arroyos y otros cursos de agua. En todos los casos, se generan gráficos en tiempo real se actualizan con una frecuencia de 15 minutos y que pueden consultarse a través de la Web. (Harvard, 2015).

- **Red de sensores inalámbrica para la detección de incendios forestales**

El problema de los incendios forestales es una amenaza constante para los ecosistemas del planeta. Su incidencia aumenta durante el verano, destruye su alrededor y provoca costos económicos incalculables en la recuperación de zonas boscosas, entre otros. Una red de sensores inalámbrica es una tecnología

emergente con la capacidad de extraer datos de las condiciones ambientales del entorno para su procesamiento. La fusión de información permite combinar diferentes fuentes de datos para mejorar la calidad de la respuesta ante un evento de interés. En este artículo se propone un método para la detección de incendios forestales, utilizando una red de sensores inalámbrica y métodos de fusión de información. Su principal contribución es la implementación de un algoritmo de baja complejidad computacional con la capacidad de detectar un evento de incendio utilizando tan solo sensores de temperatura y humedad. La evaluación del método propuesto muestra una tasa de detección de incendios del 100 % cuando los nodos de la red no están expuestos directamente a los rayos del sol. (Mexico-Jorge Antonio Atempa Camacho, 2015).

➤ **Redes de sensores que vigilan el medio ambiente en tiempo real**

La zona boscosa de Estellencs, (islas Baleares - España) un área catalogada como de especial riesgo de incendios en verano, ha servido de ejemplo para desplegar, al menos de manera virtual, una red de sensores que, mediante la medición de parámetros relevantes, como la temperatura y la humedad relativa en múltiples puntos, alertaría en el caso de que existiese una situación de peligro de fuego.

El proyecto NetLife: Control y Monitorización Ambiental.- permite por medio de redes de sensores inalámbricos obtener en tiempo real, y con mapas de evolución, medidas de toda la zona monitorizada, de forma que se puede detectar con gran resolución y rapidez los puntos de mayor riesgo de fuego (en el caso de la aplicación de control y prevención de incendios).

Las redes de sensores consisten en pequeños nodos (dispositivos electrónicos capaces de obtener medidas de diferentes variables del entorno y procesarlas) para posteriormente transmitir las a otro dispositivo llamado estación base, desde donde se envían a un centro de gestión de datos que puede ser un simple PC. En dicho envío se puede emplear una red privada o Internet. De esta forma, se diseña una

estructura de red que semeja un árbol, que incluye a todos los sensores de la misma y cuya raíz es la estación base.

Como el flujo de datos es continuo y en tiempo real, el mapa de riesgo se va reajustando con la información proporcionada por la red de sensores. Toda esta información servirá para decidir qué estrategias o medios son los más convenientes para prevenir un incendio. (NetLife Control y Monitorización Ambiental, 2009).

1.2.2 En Ecuador

➤ Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales inalámbricas (Zigbee).

Mediante la implementación de una red de dispositivos sensoriales de bajo costo y mínimo consumo de energía en un área forestal, se obtendrá datos de variables ambientales como temperatura, humedad, luz y lluvia que permitirá determinar el estado climático del área monitoreada en diferentes periodos del año, para de esta forma captar los cambios bruscos de temperatura, presencia de humo.

Para la prevención de incendios forestales, la WSN consta de dispositivos electrónicos, que mediante tecnologías Zigbee y Arduino que haciendo uso de un conjunto de sensores proporcionarán la información necesaria en tiempo real sobre la temperatura, humedad, cantidad de luz, presencia de lluvia y de humo desde diferentes puntos estratégicos ubicados dentro del área forestal, éstos dispositivos enviarán de forma inalámbrica los datos tomados hasta una base de control central proporcionado cada dispositivo dentro del área hacia una aplicación, para el tratamiento adecuado de la información.

La aplicación gestiona la información recibida por cada nodo sensorial para su visualización y manejo de eventos ocurridos en cada nodo de la red. Esta aplicación está construida mediante Visual Studio con lenguaje de programación Visual Basic el cual está dirigido por eventos basado en .NET. (jennyfer K. Erazo, 2014).

➤ **En la Escuela Superior Politécnica del Ejército se realizó la Implementación de una Red de Sensores Inalámbricos para el Control de Temperatura.**

Una red de sensores inalámbrica (WSN) consta de un gran número de nodos desplegados en un área determinada e integrados para colaborar en la misma red. La necesidad de una distribución inteligente y adecuada de una WSN lo suficientemente capaz de trabajar con cada uno de los parámetros necesarios dentro de un medio determinado, tiene grandes metas alcanzadas gracias a los avances tecnológicos de los medios y principios inalámbricos, metas tales como la reducción de los costos en equipos de procesamiento de señales, esto a causa de que las plataformas de sensores ya no necesitan la misma capacidad de procesamiento individual, distribuida en tuberías llenas de cable. Además la susceptibilidad a fallas se observa considerablemente debido a que los sistemas de procesamiento y de red se encuentran entre sensores. (ESPE, 2012).

1.3 RED

Una red es un conjunto de dispositivos interconectados entre sí a través de un medio, que intercambian información y comparten recursos. La comunicación en una red es un proceso donde los dispositivos conectados tienen dos roles emisor y receptor, que intercambian mensajes. La estructura y el modo de funcionamiento de las redes informáticas actuales están definidos en varios estándares, siendo el más extendido de todo el modelo TCP/IP, basado en el modelo de referencia o teórico OSI.

1.3.1 Dispositivos De Una Red

Se clasifican en dos tipos: los que gestionan el acceso y las comunicaciones en una red (dispositivos de red), como módem, router, switch, access point, bridge, etc.; y los que se conectan para utilizarla (dispositivos de usuario final), como computadora, notebook, tablet, teléfono celular, impresora, televisor inteligente,

consola de videojuegos, etc.

1.3.2 Medio De Trasmisión de Una Red

Es la conexión que hace posible que los dispositivos se relacionen entre sí. Los medios de comunicación pueden clasificarse por tipo de conexión como guiados o dirigidos, en donde se encuentran: el cable coaxial, el cable de par trenzado (UTP/STP) y la fibra óptica; y no guiados, en donde se encuentran las ondas de radio (Wi-Fi y Bluetooth), infrarrojas y las microondas. Los medios guiados son aquellos conformados por cables, en tanto que los no guiados son inalámbricos.

1.3.3 Velocidades De Conexión

La información que viaja en una red está dada por la velocidad máxima que soporta el medio de transporte. Entre los medios más comunes se encuentra

1. La fibra óptica es la más veloz, con aproximadamente 2 Gbps
2. Par trenzado, con 100 Mbps a 1000 Mbps
3. Wi-Fi, con 54 Mbps en promedio.

Las velocidades pueden variar de acuerdo con los protocolos de red utilizados.

1.3.4 Clasificación De Una Red

Considerando el tamaño o la amplitud de una red, se clasifica de la siguiente manera:

- PAN (Personal Area Network) o red de área personal: está conformada por dispositivos utilizados por una sola persona. Tiene un rango de alcance de unos pocos metros.
- WPAN (Wireless Personal Area Network) o red inalámbrica de área personal: es una red PAN que utiliza tecnologías inalámbricas como medio.

- LAN (Local Area Network) o red de área local: es una red cuyo rango de alcance se limita a un área relativamente pequeña, como una habitación, un edificio, un avión, etc. No integra medios de uso público.
- WLAN (Wireless Local Area Network) o red de área local inalámbrica: es una red LAN que emplea medios inalámbricos de comunicación. Es una configuración muy utilizada por su escalabilidad y porque no requiere instalación de cables.
- CAN (Campus Area Network) o red de área de campus: es una red de dispositivos de alta velocidad que conecta redes de área local a través de un área geográfica limitada, como un campus universitario, una base militar, etc. No utiliza medios públicos.
- MAN (Metropolitan Area Network) o red de área metropolitana: es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica más extensa que un campus, pero aun así, limitada.
- WAN (Wide Area Network) o red de área amplia: se extiende sobre un área geográfica extensa empleando medios de comunicación poco habituales, como satélites, cables interoceánicos, fibra óptica, etc. Utiliza medios públicos.
- VLAN: es un tipo de red LAN lógica o virtual, montada sobre una red física, con el fin de incrementar la seguridad y el rendimiento. En casos especiales, gracias al protocolo 802.11Q (también llamado QinQ), es posible montar redes virtuales sobre redes WAN. Es importante no confundir esta implementación con la tecnología VPN.

1.3 REDES WiFi

El término Wi-Fi (wireless fidelity o fidelidad sin cables) designa a todas las

soluciones informáticas que utilizan tecnología inalámbrica 802.11 para crear redes. 802.11 es el estándar más utilizado para conectar dispositivos móviles a distancia. El intercambio de datos se realiza por medio de la propagación de ondas electromagnéticas que llevan información, permitiendo la comunicación de los dispositivos móviles que se encuentra dentro del rango de radiación y le sea permitido el ingreso a la red como se muestra en la figura 1.

Uno de los principales defectos atribuidos a la conectividad WiFi es su poca seguridad. Existen, sin embargo, diversos protocolos de cifrado que permiten codificar la transmisión de los datos y garantizar su confidencialidad. La infraestructura de una conexión WiFi incluye puntos de acceso (emisores remotos), routers (que reciben la señal que emite) y dispositivos de recepción.

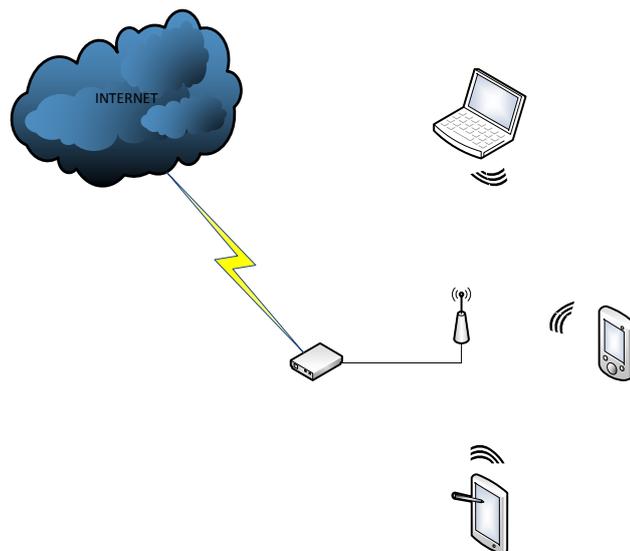


Figura 1. Red Wi-Fi.

Fuente: Autora

1.4.1 Ventajas

- El punto fuerte de esta tecnología es la ausencia de cables; se trata de un

tipo de conexión que puede unir un sin fin de dispositivos de diversas características (tales como consolas de video juegos, teléfonos y televisores) evitando a los usuarios los dolores de cabeza asociados a la búsqueda y la adquisición del cable adecuado para cada uno de ellos.

- Las redes WiFi resultan especialmente útiles en los casos que no admiten el uso de cables.
- Elección entre varias señales libres o con seguridad.
- Facilidad de instalación y bajo costo en infraestructura en comparación con otra tecnología por cable.
- Compatibilidad total entre dispositivos wifi en cual parte del mundo.

1.3.2 Desventajas

- La calidad de la conexión es el resultado de una serie de factores, tales como la radiación electromagnética que generan los electrodomésticos, y esto afecta directamente la velocidad de transmisión. A pesar de su estandarización a nivel global, muchos dispositivos de diferentes marcas no son absolutamente compatibles con la tecnología WiFi, lo cual también repercute en la velocidad.
- El consumo de electricidad es demasiado alto comparado con otros estándares haciendo la vida de la batería corta y calentándole.
- El sistema wifi tiene la menor velocidad en comparación a una conexión cableada debido a las interferencias y pérdidas de la señal que el ambiente puede acarrear.
- Esta tecnología no es compatible con otras que utilizan cable como bluetooth, gprs, umts, etc.

1.5 DEFINICIÓN DE ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es un dispositivo que conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital.

1.5.1 Características Principales

- **Entradas:** son los pines de la placa que se utiliza para hacer lecturas. En la placa Uno son los pines digitales (del 0 al 13) y los analógicos (del A0 al A5).
- **Salidas:** los pines de salidas se utilizan para el envío de señales. En este caso los pines de salida son sólo los digitales (0 a 13).
- **Otros pines:** GND (tierra), 5V que proporciona 5 Voltios, 3.3V que proporciona 3.3 Voltios, los pines REF de referencia de voltaje, TX (transmisión) y RX (lectura) también usados para comunicación serial, RESET para resetear, Vin para alimentar la placa y los pines ICSP para comunicación SPI.
- **Alimentación:** El pin Vin sirve para alimentar la placa, se alimenta por el jack usando una tensión de 7 a 12 Voltios. También se puede alimentar por el puerto USB.
- **Comunicación:** Es por Arduino mediante USB para cargar los programas o enviar/recibir datos. Sin embargo no es la única forma que tiene Arduino de comunicarse. Cuando inserta una shield ésta se comunica con la placa utilizando los pines ICSP (comunicación ISP), los pines 10 a 13 (también usados para comunicación ISP), los pines TX/RX o cualquiera de los digitales ya que son capaces de configurarse como pines de entrada o salida

y recibir o enviar pulsos digitales.

- **Shields:** traducido del inglés significa escudo. Se llama así a las placas que se insertan sobre Arduino a modo de escudo ampliando sus posibilidades de uso. En el mercado existen infinidad de shields para cada tipo de Arduino. Algunas de las más comunes son las de Ethernet, Wi-Fi, Ultrasonidos, Pantallas LCD, relés, matrices LED's, GPS...

1.5.2 Ventajas

- Hay distintas soluciones comerciales que facilitan el trabajo de programar un micro-controlador y poder interactuar con ellos, además de simplificar el proceso.
- Asequible - Las placas Arduino son más asequibles comparadas con otras plataformas de micro-controladores.
- Multi-Plataforma - El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para micro-controladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y directo - El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados.
- Software ampliable y de código abierto - El software Arduino está publicado bajo una licencia libre, y preparado para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje C en el que está basado. De igual modo se puede añadir directamente código en C en los programas.

- Hardware ampliable y de Código abierto - Arduino está basado en los micro-controladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280. Los planos de los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons.

1.6 ARDUINO UNO

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un 16 MHz resonador cerámico, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador, simplemente conectarlo a un ordenador con un cable USB, o alimentarla con un adaptador de corriente AC a DC para empezar.

1.6.1 Partes de Arduino Uno

Mirando a la placa desde la parte de arriba, el esquema es el siguiente: Figura 2.

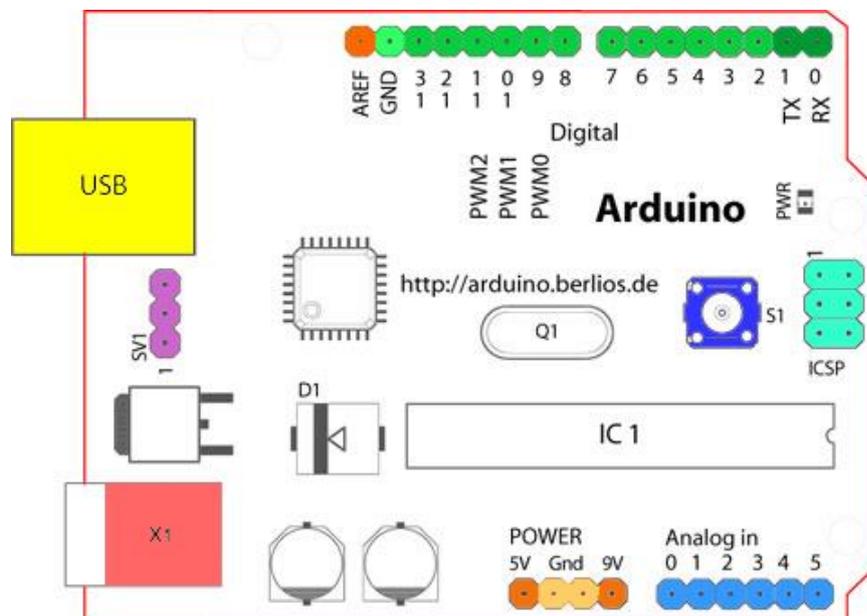


Figura 2. Partes de un Arduino Uno.

Fuente: (cc) menosmedia :Theme by Christian-pansch
<http://www.menosmedia.org/spip.php?article43>

Empezando según las agujas del reloj:

- Terminal de referencia analógica (naranja)
- Tierra digital (verde claro)
- Terminales digitales 2-13 (verde)
- Terminales digitales 0-1/ E/S serie - TX/RX (verde oscuro) - Estos pines no se pueden utilizar como e/s digitales (digitalRead() y digitalWrite()) si estás utilizando comunicación serie (por ejemplo Serial.begin).
- Botón de reinicio - S1 (azul oscuro)
- Programador serie en circuito "In-circuit Serial Programmer" o "ICSP" (azul celeste).
- Terminales de entrada analógica 0-5 (azul claro)
- Terminales de alimentación y tierra (alimentación: naranja, tierras: naranja claro)
- Entrada de alimentación externa (9-12VDC) - X1 (rosa)
- Selector de alimentación externa o por USB (coloca un jumper en los dos pines más cercanos de la alimentación que quieras) - SV1 (púrpura). En las versiones nuevas de Arduino la selección de alimentación es automática por lo que puede que no tengas este selector.
- USB (utilizado para subir programas a la placa y para comunicaciones serie entre la placa y el ordenador; puede utilizarse como alimentación de la placa) (amarillo)

1.6.2 Funcionamiento de pines de conexión

1.6.2.1 Alimentación

- **Vin.-** Pin para tensión de entrada a la placa Arduino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa (en lugar de 5 voltios de la conexión USB o de alimentación por jack).
- **3.3V y 5V.-** Estos pines ofrecen salidas de 3.3V y 5V. La Intensidad proviene de la alimentación y no se aconseja el usar estas salidas de voltaje

sobre todo con una demanda de corriente grande ya que pueden dañar la placa (cómo mucho 50 mA).

- **GND.-** Pines de tierra.
- **IOREF.-** Este pin proporciona la referencia de voltaje con la que el microcontrolador trabaja.
- **PINES 0 a 13.-** 14 Pines digitales de entrada/salida según se configuren. Funcionan a 5 voltios y cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA. Tiene una resistencia interna de pull-up (desconectada por defecto) de 20-50 kOhmios. Algunos pines además tienen funciones especializadas.
- **PINES RX<-0 y TX->1.-** Estos pines pueden ser utilizados para la función específica de recibir (RX) y transmitir (TX) datos serie TTL.
- **PINES 2 y 3.-** Estos pines pueden ser configurados también para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.
- **PINES PWM (~): 3, 5, 6, 9, 10 y 11.-** Proporcionan 8-bit de salida PWM (señales moduladas por ancho de pulso).
- **PINES SPI: 10, 11, 12 y 13.-** Estos pins soportan comunicación SPI utilizando la biblioteca de SPI.
- **PIN LED 13.-** Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el pasador es bajo, es apagado.
- **PINES A0 a A5.-** 6 entradas analógicas, cada una de las cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por

defecto se mide desde 0 a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango mediante programación y el pin AREF. Además, algunos pines tienen funciones especializadas, cómo:

- **PINES A4 y A5.-** Apoyo TWI comunicación con la biblioteca Wire.
- **AREF.-** Para establecer la tensión de referencia para las entradas analógicas.
- **RESET.-** Entrada a nivel bajo reinicia el microcontrolador. Tabla 1.

1.6.3 Características Arduino Uno R3

Tabla 1. Características Arduino Uno R3

Microcontroladores	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital I / O Pins	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para las E / S Pin	40 Ma
Corriente de la CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz

Fuente: <https://wordpress.com/2014/03/14/arduinounoR3/>

1.7 ARDUINO ETHERNET

Es similar a arduino UNO, incluso en el aspecto, pero tiene capacidades de red. Su microcontrolador es un ATmega328 que trabaja a 16Mhz (5v). Va acompañado de

2KB de SRAM, 1KB de EEPROM y 32KB de flash. El resto de características electrónicas son como las de UNO solo que añade capacidad para conexión Ethernet gracias a un controlador W5100 TCP/IP embebido y posibilidad de conectar tarjetas de memoria micro SD. Los pines disponibles son 14 digitales (4 PWM) y 6 analógicos. Lo que hay que tener en cuenta es que Arduino reserva los pines 10-13 para ser usado para SPI, el 4 para la tarjeta SD y el 2 para el interruptor W5100. Figura 3. (M., 2012).

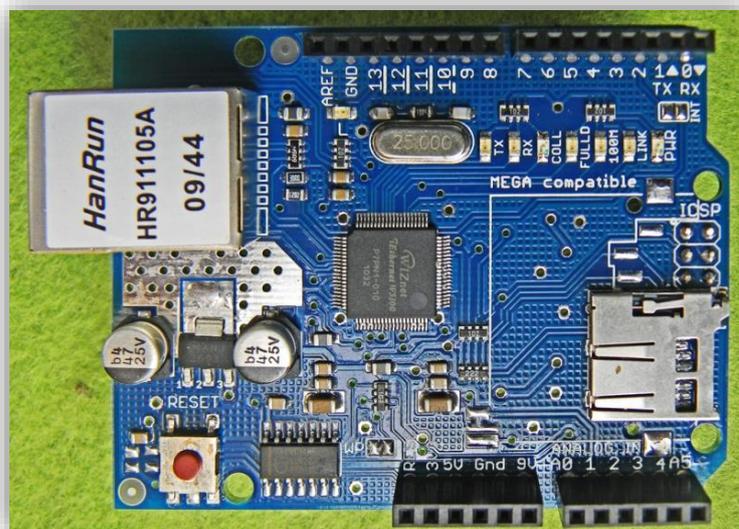


Figura 3. Tarjeta Ethernet Shield.

Fuente: <http://yourduino.com/W5100Shield.jpg>

Arduino se comunica tanto con el W5100 y la tarjeta SD usando el bus SPI (a través de la cabecera ICSP). Esto es en los pines digitales 10, 11, 12, y 13 en el Uno y los pines 50, 51 y 52 en los Mega. En ambas tablas, el pin 10 se utiliza para seleccionar el W5100 y el pin 4 de la tarjeta SD. Estos pines no se pueden utilizar para general I/O. En los Mega, el pin SS hardware, de 53 años, no se utiliza para seleccionar el W5100 o la tarjeta SD, pero debe mantenerse como la interfaz SPI no funcionará de salida o.

Tenga en cuenta que debido a que la cuota de W5100 y SD tarjeta del bus SPI, sólo uno puede estar activo a la vez. Si está utilizando ambos periféricos en su programa, esto debe ser atendido por las bibliotecas correspondientes. Si usted no está

utilizando uno de los periféricos en su programa, sin embargo, tendrá que anular la selección explícitamente. Para hacer esto con la tarjeta SD, ajuste el pin 4 como salida y escribir un alto a la misma. Para el W5100, establezca pin digital 10 como una salida de alta.

- El protector provee un conector Ethernet estándar RJ45.
- El botón de reinicio en el escudo restablece tanto el W5100 y la placa Arduino.
- El escudo contiene una serie de LEDs informativos:
- PWR: indica que la placa y el escudo son potencia
- LINK: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando el escudo transmite o recibe datos.
- FULLD: indica que la conexión de red es full dúplex
- 100M: indica la presencia de un Mb / s 100 conexión de red (en contraposición a 10 Mb / s).
- RX: Parpadea cuando el escudo recibe datos
- TX: parpadea cuando el escudo envía datos
- COLL: parpadea cuando se detectan colisiones de red

El puente de soldadura marcada "INT" puede conectarse y permite que la placa Arduino reciba la notificación de interrupción impulsada por los acontecimientos de la W5100, pero esto no es apoyado por la biblioteca de Ethernet. El puente conecta el pin INT del W5100 al pin digital 2 de la Arduino.

1.8 SENSORES

Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles. Esto se realiza en tres fases:

- Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física.
- La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje.
- El sensor dispone de una circuitería que transforma y/o amplifica la tensión de salida, la cual pasa a un convertor A/D, conectado a un PC. El convertidor A/D transforma la señal de tensión continua en una señal discreta.

Los sensores, en definitiva, son artefactos que permiten obtener información del entorno e interactuar con ella. Así como los seres humanos apelan a su sistema sensorial para dicha tarea. Cuando se desarrollan computadoras capaces de responder a órdenes de voz, por ejemplo, se las provee de micrófonos, que son sensores capaces de captar las ondas sonoras y transformarlas. Existen varios tipos de sensores como son los mecánicos, fotoeléctricos, inductivos, capacitivos, ultrasónicos. Figura 4.



Figura 4. Tipos de Sensores.

Fuente: <http://www.lostipos.com/de/sensores.html>

1.8.1 Sensor de Temperatura

Un sensor de temperatura es un dispositivo capaz de interpretar señales de cambio de temperaturas y transformar esta información en señales eléctricas y enviándola a otro dispositivo para poder ser interpretada.

1.8.1.1 Características de un sensor de temperatura

- **RANGO DE MEDIDA:** dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor. **PRECISIÓN:** es el error de medida máximo esperado.

- **OFFSET O DESVIACIÓN DE CERO:** valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.

- **LINEALIDAD O CORRELACIÓN LINEAL.**

- **SENSIBILIDAD DE UN SENSOR:** relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

1.8.1.2 Sensor de Temperatura y humedad DHT11

El DHT11 es un sensor básico de humedad y temperatura de costo reducido. Usa un sensor de capacidad para medir la humedad y un termistor para medir la temperatura del aire que lo rodea. Está diseñado para medir temperaturas entre 0 y 50°C con una precisión de $\pm 2^\circ\text{C}$ y para medir humedad entre 20% y 80% con una precisión de 5% con periodos de muestreo de 1 segundo. El formato de presentación es una pequeña caja de plástico de 15.5mm x 12mm x 5.5mm con una cara en la cual tiene una rejilla que le permite obtener las lecturas del aire que lo rodea.

El DHT11 dispone de una salida digital calibrada. Su tecnología garantiza la alta fiabilidad y una excelente estabilidad a largo plazo.

El sensor de temperatura DHT11 tiene solo 3 pines: (Figura 5)

- ❖ VCC
- ❖ GND
- ❖ OUT

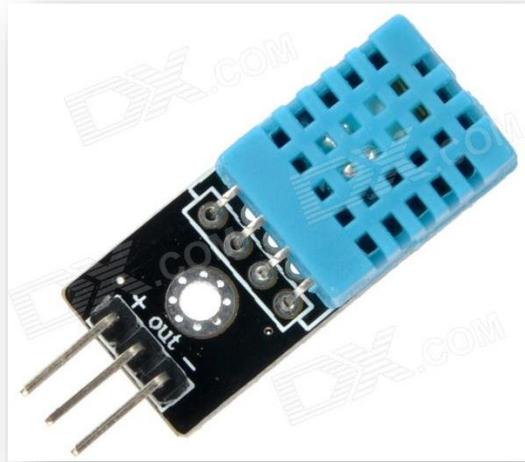


Figura 5. Sensor de Temperatura y Humedad DTH11.

Fuente: [www. Sensortem/DX.com](http://www.Sensortem/DX.com)

Es compatible con la tecnología Arduino, PIC, AVR, COP, DSP, STM32, etc.

- Compatible con sistemas electrónicos operando entre 3v-5v
- Corriente máxima de 2.5 mA cuando se realiza la conversión.
- Humedad relativa: 0-80% ($\pm 5\%$)
- Temperatura: 0-50°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
- Tiempo de respuesta: ≈ 10 segundos
- 4 pines de conexión
- No requiere componentes activos externos.
- Para utilizar con Arduino descarga, descomprime y pega la librería DHT11 en tu carpeta de librerías.

1.8.1.3 Sensor de Temperatura LM35

El LM35 es un sensor de temperatura. Esta calibrado de fábrica con una precisión de 1°C y es capaz de tomar lecturas entre -55°C y 150°C .

❖ Sus Terminales

Pin	Función	Descripción
1	Vcc	Alimentación (5V)
2	OUT	Salida. Devuelve lo que el sensor a captado
3	GND	Conectado a tierra.



Figura 6. Sensor de Temperatura LM35.

Fuente: http://www.trastejant.es/tutoriales/electronica/sensordetemperatura_lm35.html

Como se ve en la Figura 6, el sensor consta solo de 3 patillas, dos de alimentación y otra que entrega la lectura tomada. Lo hace de forma lineal, cada grado que sube la temperatura son 10mV más en esta salida.

1.9 SENSOR DE SONIDO

Detecta parámetros audibles llamados decibel que es una medida de presión del sonido.

dB_A: en la detección de decibeles ajustados, la sensibilidad del sensor es adaptada a la sensibilidad del oído humano. En otras palabras, estos son los sonidos que tus oídos son capaces de escuchar.

dB: en la detección de decibeles estándar (sin ajustar), todos los sonidos son medidos con igual sensibilidad. Así, estos sonidos pueden incluir algunos que son demasiado altos o demasiado bajos para que el oído humano pueda escucharlos.

El Sensor de Sonido puede medir niveles de presión de sonido hasta 90 dB (el nivel de ruido que hace una podadora de pasto). Los niveles de presión del sonido son extremadamente complicados, de modo que las lecturas del Sensor de Sonido en el MINDSTORMS NXT se muestran en porcentaje (%). A un porcentaje bajo corresponde un leve sonido. Por ejemplo:

- 4-5% es como el silencio de una habitación
- 5-10% es como la voz del alguien hablando a la distancia
- 10-30% es un conversación normal cerca del sensor o música tocada a un nivel normal
- 30-100% es como gente gritando o música siendo tocada a alto volumen

1.9.1 Sensor de sonido fc-04

En la figura 7, muestra de datasheet de sensor de sonido fc-04 que consta de salida digital.

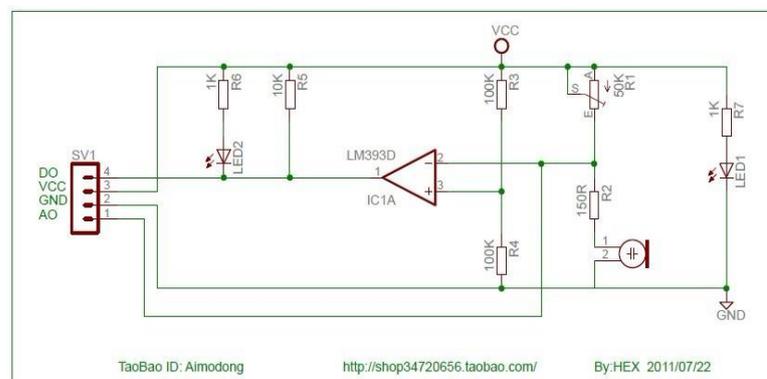


Figura 7. Datasheet del sensor de sonido fc.04.

Fuente: <http://www.marcmart.com/ebay/o/OT927/OT927.jpg>

1.9.2 Características

- Se puede detectar la intensidad del sonido ambiente es decir el sensor identifica la presencia (de acuerdo con el principio de vibración) de sonido, no reconoce el volumen de sonido o el de la frecuencia particular de sonido
- La sensibilidad es ajustable. (utilizando el potenciómetro digital azul)

- El rango de trabajo de tensión es de 3,3 V a 5 V CC
- Las Salida: salida Digita (1 Alta y Baja 0)
- Con agujero de perno fijo, conveniente para su fijación
- Mini tamaño: 3,2 cm * 1,7 c

1.9.3 Conexión

- 1 pin VCC: Externo de 3,3 V a 5 V de tensión (que puede ser conectado directamente a 5 V y 3,3 V microcontrolador)
- GND pin: GND externo
- OUT pin: nivel de salida digital 0 (Bajo) y 1 (alta)
 - a. El módulo de sonido es más sensible a la intensidad del sonido del medio ambiente, por lo general utiliza para comprobar la intensidad del sonido del medio ambiente.
 - b. Módulos en la intensidad ambiental del sonido no sean hasta el umbral de ajuste, la salida de alto nivel - 1, cuando la intensidad del volumen de sonido más de umbral establecido, la salida de nivel bajo - 0;
 - c. Pin OUT se puede conectar directamente a la MCU para detectar el nivel alto y bajo gasto, tanto para detectar la voz del medio ambiente, también se puede conducir directamente el módulo de relé, que puede formar un interruptor de control de voz.

1.10 PROCESADO DE DATOS: MYSQL

1.10.1 Aplicaciones

MySQL es muy utilizado en aplicaciones web, como Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/), y por herramientas de

seguimiento de errores como Bugzilla. Su popularidad como aplicación web está muy ligada a PHP, que a menudo aparece en combinación con MySQL.

MySQL es una base de datos muy rápida en la lectura cuando utiliza el motor no transaccional MyISAM, pero puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la modificación. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones. Es importante monitorizar el rendimiento para detectar y corregir errores tanto de SQL como de programación.

1.10.2 Lenguajes de programación

Existen varias interfaces de programación de aplicaciones que permiten, a aplicaciones escritas en diversos lenguajes de programación, acceder a las bases de datos MySQL, incluyendo C, C++, Pascal, Delphi, Java, PHP, Python, Ruby, Gambas, REALbasic (Mac y Linux), (x)Harbour (Eagle1), FreeBASIC y Tcl; cada uno de estos utiliza una interfaz de programación de aplicaciones específica. También existe una interfaz ODBC, llamado MyODBC que permite a cualquier lenguaje de programación que soporte ODBC comunicarse con las bases de datos MySQL. También se puede acceder desde el sistema SAP, lenguaje ABAP.

PHP es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos.

El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante. PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. Puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo.

PHP se considera uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento conocidos hasta el día de hoy lo que ha atraído el interés de múltiples sitios con gran demanda de tráfico, como Facebook, para optar por el mismo como tecnología de servicio.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Es una INVESTIGACIÓN APLICADA.

Los métodos que se utilizarán son:

- ✓ **Método Investigativo Experimental.-** mediante un largo estudio en el capítulo anterior de conceptos, características, ventajas etc se ha seleccionado los componentes eléctricos, micro – controladores, lenguajes de programación eficientes para el desarrollo del prototipo además se efectuó las pruebas adecuadas para determinar el mejor diseño y correcto funcionamiento.
- ✓ **Método Analítico.-** analiza en forma particular el funcionamiento de cada uno de los componentes eléctricos necesarios para el desarrollo del prototipo, utilización de software y hardware para el sistema.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1 Población

Para el trabajo de investigación se considera como población al conjunto de pruebas, para esto se toma datos de los sensores de temperatura y de sonido.

2.2.2 Muestra

El proceso de muestreo es no aleatorio debido a que no se generalizaran los resultados obtenidos para toda la población. Al momento de la conexión entre el servidor web y los otros dispositivos se realiza un análisis de la velocidad de transmisión y recepción de datos.

2.3 VARIABLES

2.3.1 Variable Independiente

Diseño e Implementación de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH.

2.3.2 Variable Dependiente

Monitorear el bosque ubicado en la UNACH para evitar posibles incendios y contaminación del medio ambiente

2.3.3 Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Diseño e Implementación de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH.	<ul style="list-style-type: none"> - Incendios Forestales - Talas de árboles por cortes de sierras eléctricas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura (°C) - Sonido (decibelius) 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Transmisión y Recepción de Información 	<ul style="list-style-type: none"> - Software - Hardware - Lenguaje de programación - Bases de Datos
Monitorear el bosque ubicado en la UNACH para evitar posibles incendios y contaminación del medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Mediciones - Sistema de Comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de temperatura - dB de ruido - Tipo de Red - Cobertura - Velocidad de transferencia de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación - Procesamiento de información - Resultados 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores (Temperatura Sonido) - Equipos terminales del monitoreo. - Antenas para tx de información - Tarjeta Arduino - Alertas

Fuente: Autora

2.4 PROCEDIMIENTOS

Durante el desarrollo del prototipo de sistema se realizó el estudio e investigación de los componentes eléctricos, software y hardware que se utiliza en el sistema.

2.4.1. Delimitaciones

- Sensor de temperatura que sirva para monitorear y prevenir incendios en el bosque.
- Sensor de sonido que se encarga del monitoreo de sonido de motosierras eléctricas para la prevención de la tala de árboles.
- Módulo de interconexión inalámbrica de sensores para la transmisión y recepción de datos.
- Aplicación Web para la visualización de datos y monitoreo de las señales emitidas por los sensores.

2.4.2 Definición De Políticas De Desarrollo.

Las políticas de desarrollo del diseño e implementación de un prototipo de sistema de alerta temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH., es la utilización de herramientas libres de acuerdo al decreto 1014 que estipula la utilización de software libre.

2.4.3 Definición e instalación de las herramientas de desarrollo.

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema, se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Herramientas de Desarrollo

HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN
Xamp	Es un servidor independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl.

Java	Es una tecnología y framework para aplicaciones Java.
NetBeans 7.3	Es el IDE de desarrollo base usado para la creación de la aplicación.
IDE Arduino	IDE de desarrollo para dispositivos arduino
Visio	Utilizado para diseñar el modelo entidad relación de la base de datos del proyecto

Fuente: Autora

2.5 INSTALACIÓN DE XAMPP COMO MOTOR DE BASE DE DATOS

XAMPP: Es un servidor independiente de plataforma de código libre. Permite instalar de Apache en tu propio ordenador. Incluye además servidores de bases de datos como MySQL y SQLite con sus respectivos gestores phpMyAdmin y phpSQLiteAdmin. Incorpora también el intérprete de PHP, el intérprete de Perl, servidores de FTP como ProFTPD o FileZilla FTP Serve, etc. XAMPP es una herramienta de desarrollo que te permite probar tu trabajo (páginas web o programación) en tu propio ordenador sin necesidad de tener que acceder a internet.

Pasos:

Primero se descargan XAMPP para Windows, el instalador (installer). La versión utilizada es la 1.6.6a. Una vez finalizada la descarga se ejecuta el fichero xampp-win32-1.6.6a-installer.exe, y lo primero será elegir el idioma. Hay pocas posibilidades, así que la instalación es en “English”.



Figura 8. Elección de Lenguaje en Xamp

Fuente: Autora

Clic en “OK” y se ve el asistente que guía en la instalación. Figura 8.



Figura 9. Pantalla de bienvenida.

Fuente: Autora

XAMPP da la bienvenida. Se Pulsa “Next”. Figura 9

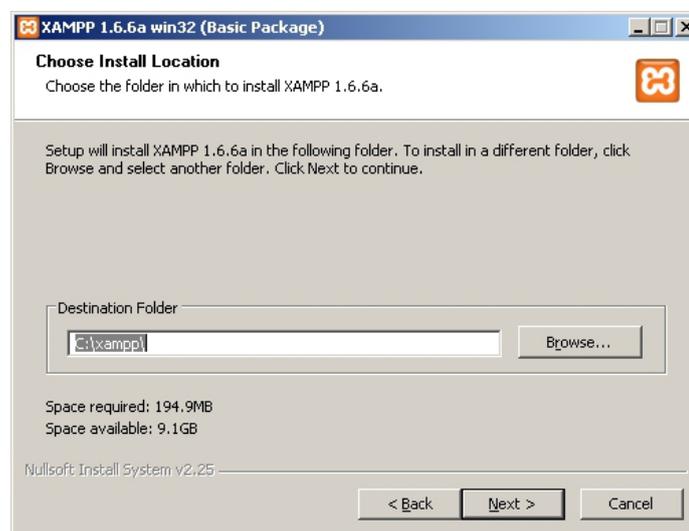


Figura 10. Ruta de instalación.

Fuente: Autora

En el siguiente paso se escribe la ruta donde se quiere instalar, y luego clic en “Next”. Figura 10.

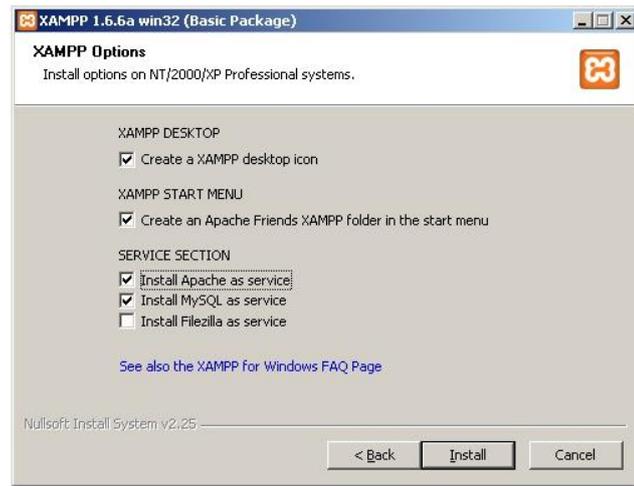


Figura 11. Sección de servicios

Fuente: Autora

Opciones de XAMPP: en esta pantalla se fija donde se pone “SERVICE SECTION”. Hay tres opciones que se puede marcar o dejar desmarcadas. Figura 11.

Lo que van hacer estas opciones es instalar los servidores **Apache** (servidor web), **MySQL** (base de datos) y **Filezilla** (servidor FTP) como servicios, es decir, que se cargarán automáticamente al arrancar Windows.

Finalizada la instalación, se inicializa manualmente desde el panel de control de XAMPP cada vez que lo necesite, donde también hay la posibilidad de instalarlos como servicios en caso de que no se los ha marcado en este paso, como se verá más adelante. En este caso se marcara las dos primeras: Apache y MySQL. También la opción de FTP.

A lo largo del siguiente paso, como se ha marcado Apache y MySQL, aparecerán un par de ventanas de consola, que es la instalación de los servicios. Atentos a esto si hay algún antivirus o firewall instalado avisará, seguramente, de que se está accediendo a algunos puertos o se está intentando instalar servicios. Se debe dar paso y permitir estas acciones, ya que si no, no funcionarán dichos servicios y se tendrá q desbloquear.

Dar clic en “Install”. El asistente empieza la copia de ficheros. Figura 12

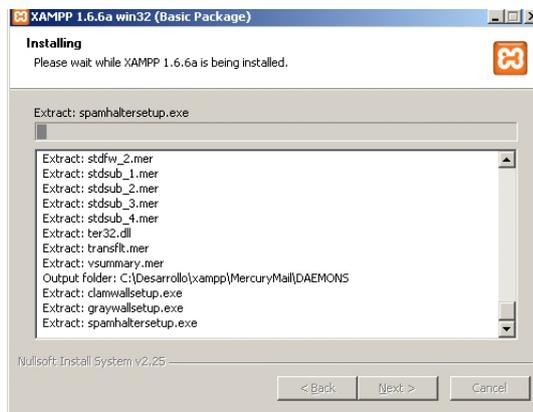


Figura 12. Instalación de ficheros.

Fuente: Autora

Una vez termine de copiar los ficheros instalará los servicios seleccionados y aparecerán las ventanas de consola. Figura 13.

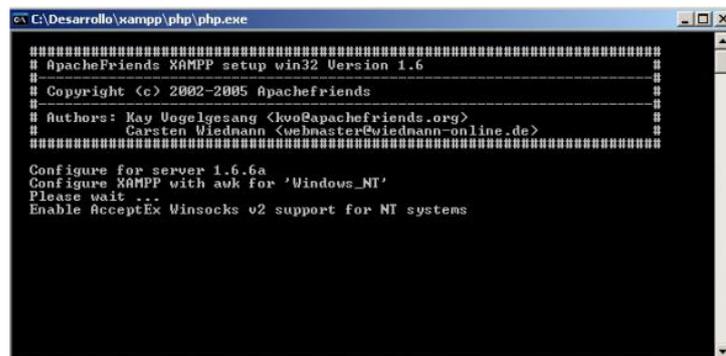


Figura 13. Pantalla de consola

Fuente: Autora

Finalización de instalación de servicios. Figura 14



Figura 14. Finalización de instalación de servicios.

Fuente: Autora

En esta pantalla pregunta si se quiere arrancar el panel de control. Figura 15



Figura 15. Arranques de servicios Xamp.

Fuente: Autora

Si la respuesta es NO, terminará la instalación. Figura 16



Figura 16. Finalización de instalación

Fuente: Autora

Si la respuesta es SI, mostrará el Panel de Control. Figura 17.

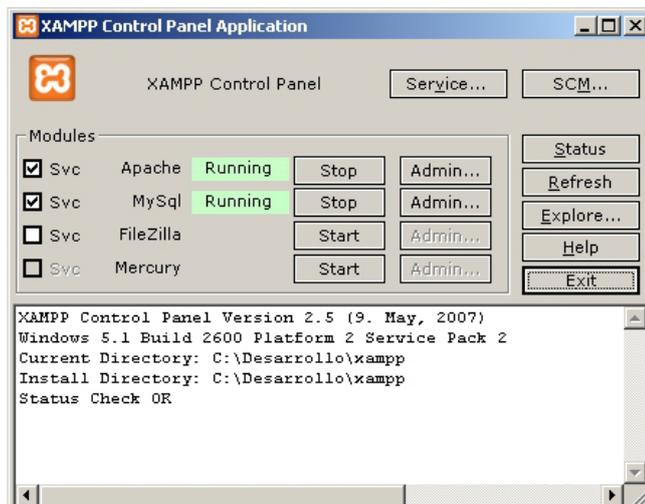


Figura 17. Menú de servicios de xamp

Fuente: Autora

Si todo ha ido bien, debería aparecer los servicios de Apache y MySQL en ejecución (Running), y además, instalados como servicios (etiquetas Svc marcadas). Hasta aquí la instalación. Lo siguiente es comprobar que funciona. Para ello, se abre el navegador y se escribe la siguiente dirección: <http://localhost>.

Si todo ha ido bien debería aparecer una pantalla para seleccionar el idioma como esta. Figura 18.



Figura 18. Selección de idioma.

Fuente: Autora

Clic en español. Figura 19.

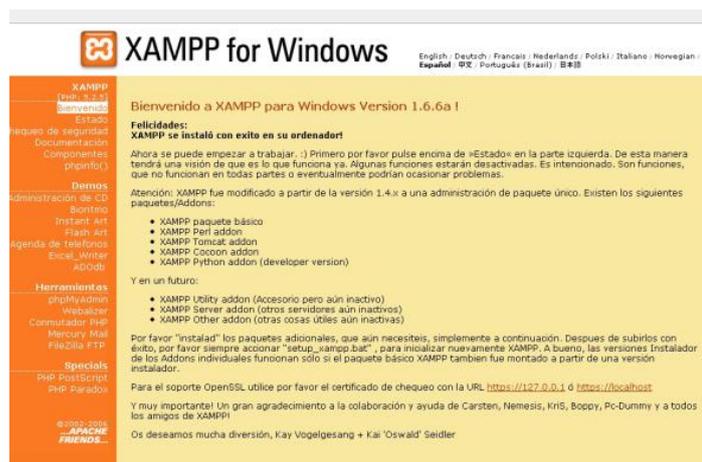


Figura 19. Selección de idioma (Español)

Fuente: Autora

Listo nuestro servidor web.

2.6 INSTALACIÓN DE NETBEANS

Es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE2 es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso.

2.6.1 Descarga.

En estos momentos, la última versión es NetBeans IDE 7.3, ir a su web oficial. En la página de bienvenida se pulsa sobre el botón “Download“. Figura 20.



Figura 20. Motor de arranque de desarrollo IDE.

Fuente: Autora

La siguiente página corresponde a la selección de paquetes funcionales. Lo primero que hay que hacer es seleccionar el idioma. Para ello se despliega el combo de idioma y se realiza la selección que en este caso es español.

El segundo paso es seleccionar la plataforma. Para ello se despliega el combo de plataforma y se realiza la selección. En este caso Windows.

En tercer y último término hay que seleccionar el paquete funcional. Las opciones disponibles son:

- **Java SE.** La versión estándar que contiene lo básico.
- **Java EE.** La versión empresarial para desarrollar aplicaciones web.
- **C/C++.** Para programar en C/C++. El compilador va aparte.
- **PHP.** Para programar en PHP. El intérprete PHP también va aparte.
- **All.** Todo en uno y más.

Si no hay problemas de espacio en el disco duro es mejor descargar la opción completa en caso contrario hay que discriminar la versión, y su tamaño, en función de las necesidades. En este caso el objetivo es “Todo en uno” que tiene un peso de poco más de 200 Mbytes y que se obtiene pulsando sobre el correspondiente botón “Download“. Figura 21.

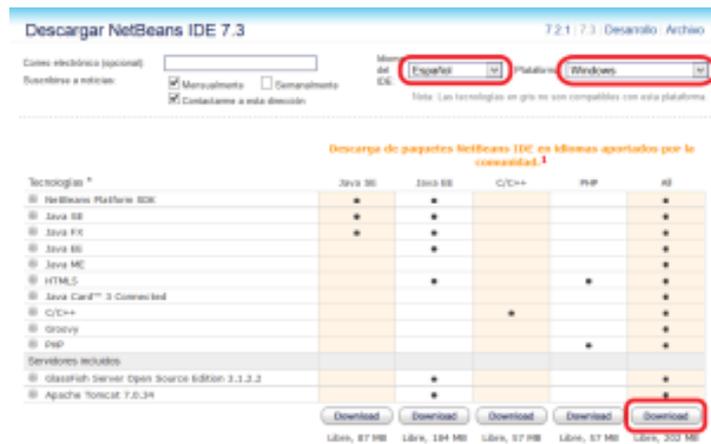


Figura 21. Descarga de NetBeans

Fuente: Autora

El navegador mostrará una página en donde se informa de que la descarga va a empezar y en la que se puede encontrar información y recursos adicionales para NetBeans. Figura 22.



Figura 22. Página de descarga.

Fuente: Autora

Después debe aparecer un diálogo en el que se pide la confirmación de la descarga. Para ello hay que pulsar sobre el botón “Guardar archivo“. Figura 23.



Figura 23. Guardar el archivo de descarga de NetBeans.

Fuente: Autora

2.6.2 Instalación.

Antes de nada hay que tener en cuenta que Windows debe tener instalado un entorno JDK conveniente para que NetBeans funcione correctamente. Lo recomendable es tener instalado un único JDK, de la versión más alta y con la última actualización disponible. En el momento de escribir esta entrada se corresponde con Java Platform (JDK) 7u21. Figura 24.

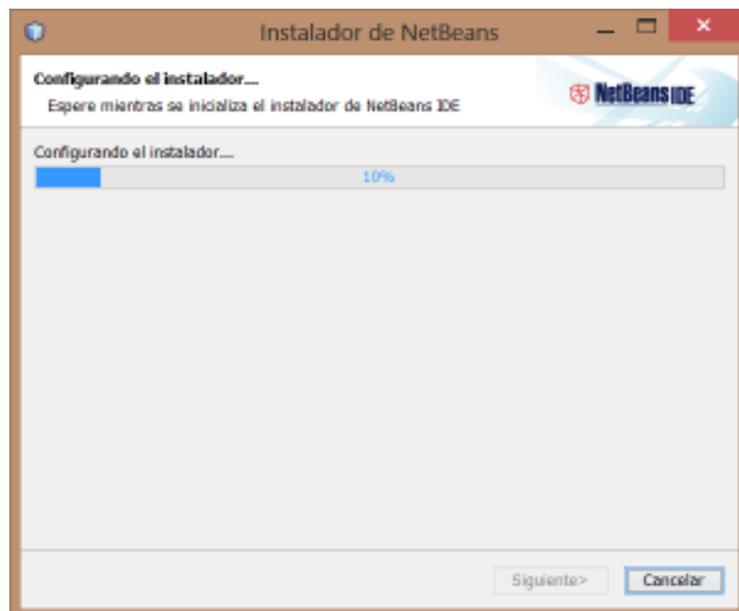


Figura 24. Proceso de Instalación de NetBeans.

Fuente: Autora

Luego aparece el cuadro de diálogo Figura 25. Hay que pulsar sobre el botón “Personalizar” para añadir el servidor Apache Tomcat.

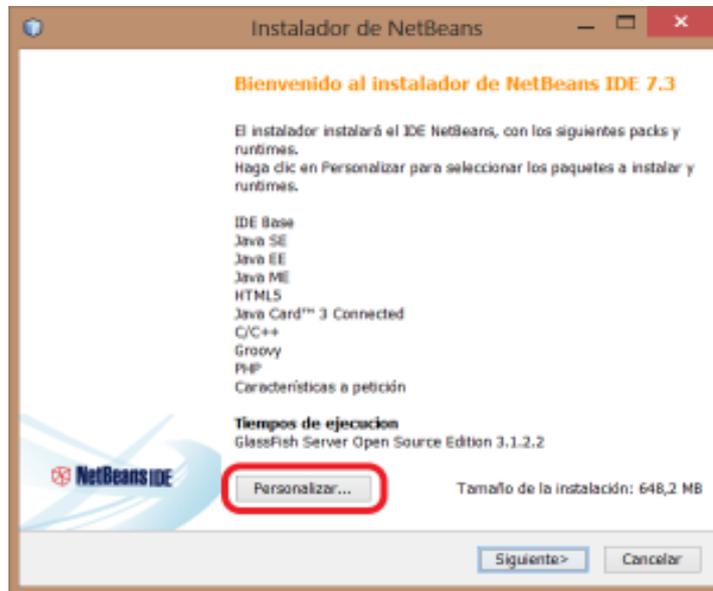


Figura 25. Paquete de instalación de NetBeans

Fuente: Autora

En el diálogo Personalizar de la instalación Figura 26, marcar la casilla de verificación en servidor Apache Tomcat 7.0.34 y se pulsa el botón “Aceptar”.

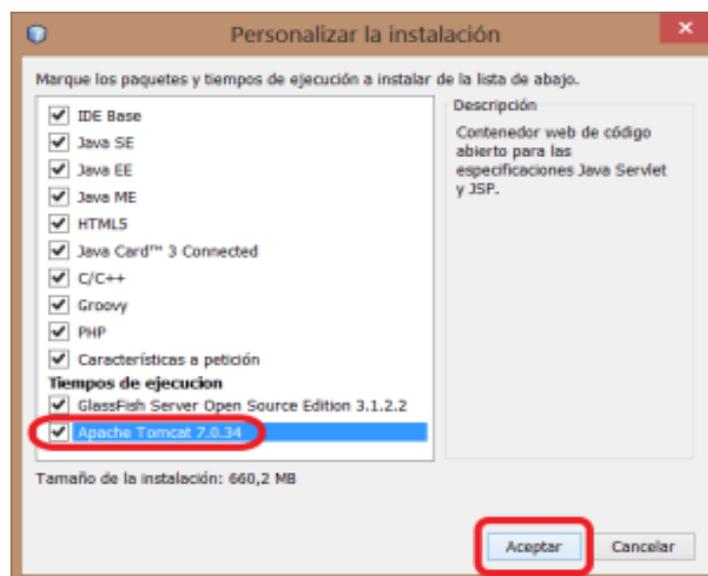


Figura 26. Servidor Apache Tomcat

Fuente: Autora

Ahora la ventana de instalación de NetBeans Figura 27 muestra que se van a instalar todos los productos disponibles. Hay que pulsar sobre el botón “Siguiente”.

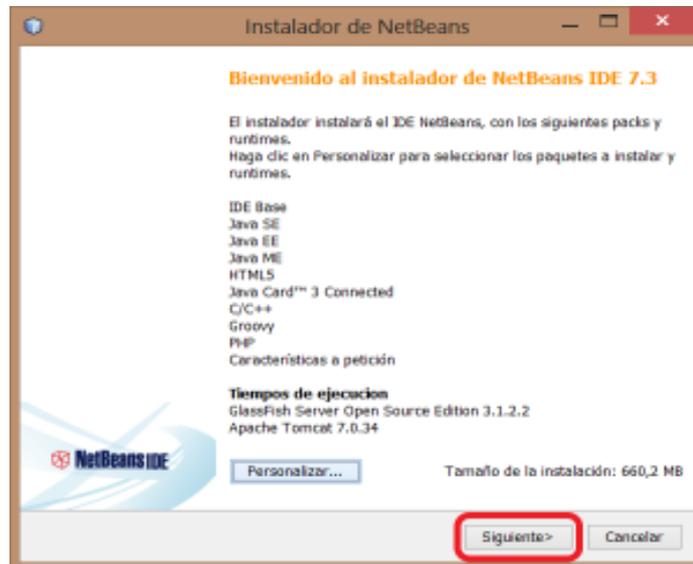


Figura 27. Visualización de los paquetes de Netbeans a instalar

Fuente: Autora

Luego muestra el Contrato de Licencia de NetBeans “Aceptar los términos del acuerdo de licencia” Pulsar el botón “Siguiente”. Figura 28.

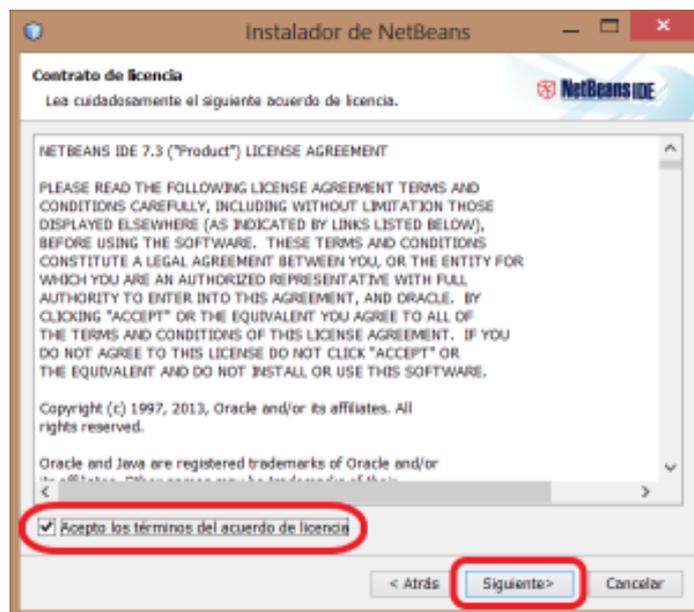


Figura 28. Aceptación de Licencia

Fuente: Autora

La siguiente ventana muestra la localización de la carpeta donde se va a instalar NetBeans y la carpeta de la distribución JDK predeterminada Figura 29. Pulsar el botón “Siguiente”.

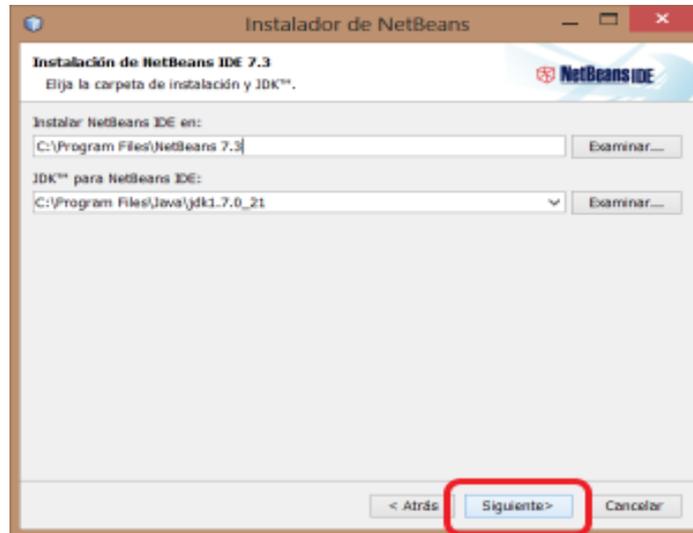


Figura 29. Dirección de instalación Netbeans y JDK

Fuente: Autora

La siguiente ventana muestra la localización de la carpeta donde se va a instalar el servidor GlassFish. Pulsar el botón “Siguiente”. Figura 30.

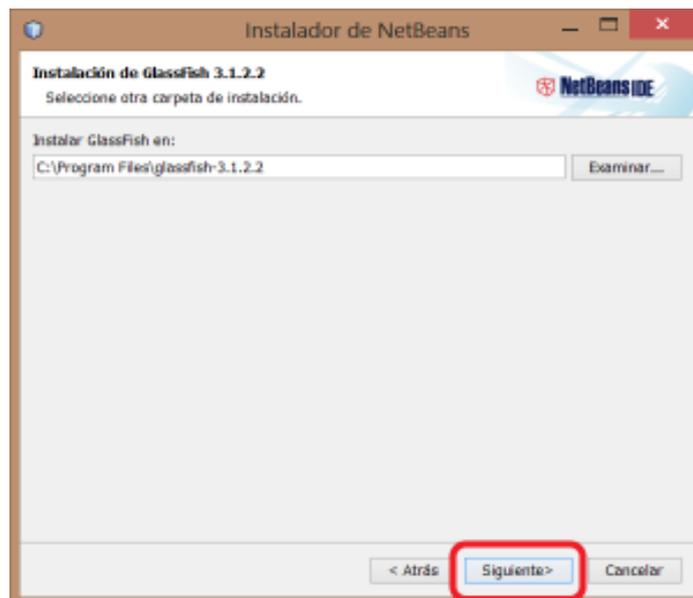


Figura 30. Localización instalación GlassFish

Fuente: Autora

La siguiente ventana muestra la localización de la carpeta donde se va a instalar el servidor Apache Tomcat. Pulsar el botón “Siguiente“. Figura 31.

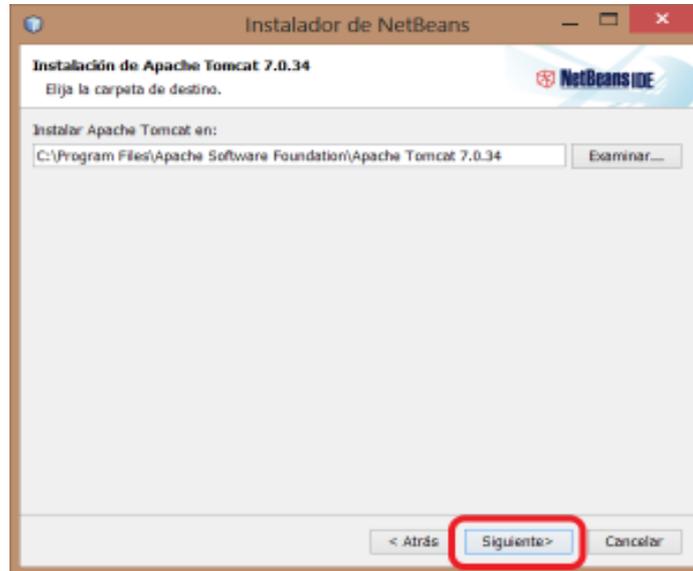


Figura 31. Localización instalación Apache Tomcat

Fuente: Autora

En la ventana se ve el progreso de la instalación cuya duración puede estimarse en 5 minutos al menos, y puede que más. Figura 32.

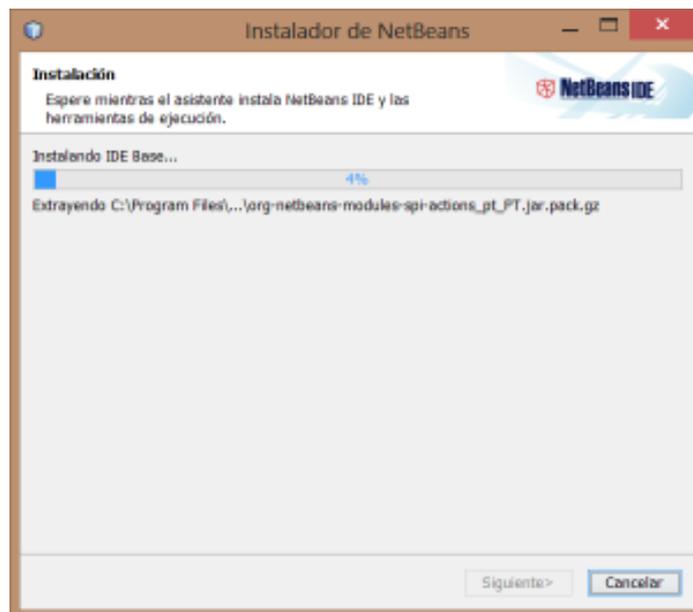


Figura 32. Proceso de Instalación

Fuente: Autora

Una vez terminada la instalación de NetBeans, el instalador se conectará automáticamente a Internet para bajar e instalar JUnit y las actualizaciones disponibles. Cuando termine mostrará una ventana informando de que la instalación se ha completado. Puede dejarse activado o no el envío de estadísticas de utilización. Al pulsar sobre el botón “Terminar” el asistente terminará. Figura 33.

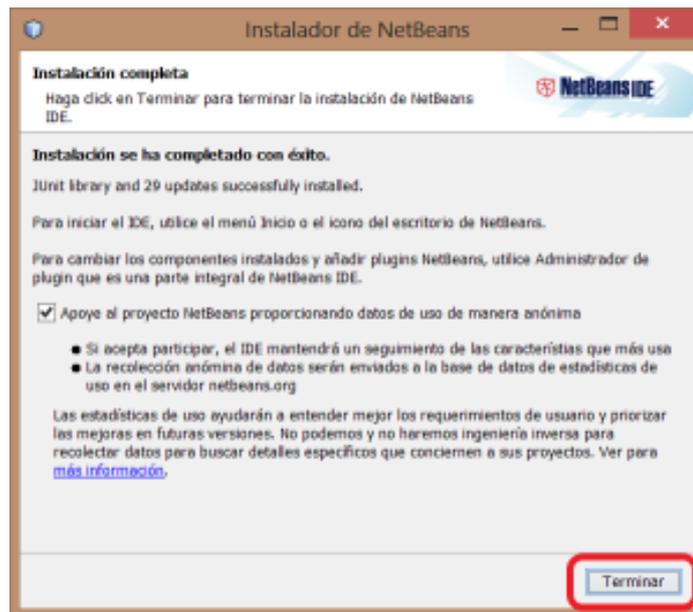


Figura 33. Fin Instalación Netbeans

Fuente: Autora

Clic terminar.

2.6.3 Instalación IDE De Arduino Uno

Para poder programar el Arduino UNO usar el propio IDE que proporciona Arduino, descargar la última versión desde:

<http://arduino.cc/en/Main/Software>

Actualmente la versión 0022 de Arduino IDE, para el caso de Windows el fichero arduino-0022.zip de 86 MB. Descomprimir el fichero descargado en una carpeta. Esta carpeta contiene tanto el IDE de desarrollo de Arduino como los drivers (controladores) para la conexión USB en Windows.

Tras descargar el fichero y descomprimirlo, en el caso de Linux no será necesario instalar drivers, pero en el caso de Microsoft Windows 7 hay que instalar los controladores para el emulador de puerto USB a puerto serie. Aunque Arduino se conecta al PC mediante el puerto USB en realidad, internamente, emula un puerto serie, por ello, en Microsoft Windows 7 realizar los siguientes pasos para instalar los drivers:

1. Conectar Arduino UNO al PC mediante el cable USB de tipo A-B: Figura 34.



Figura 34. Conexión PC-Arduino

Fuente: Autora

2. Microsoft Windows 7 detectará el dispositivo e intentará instalar los drivers: Figura 35.

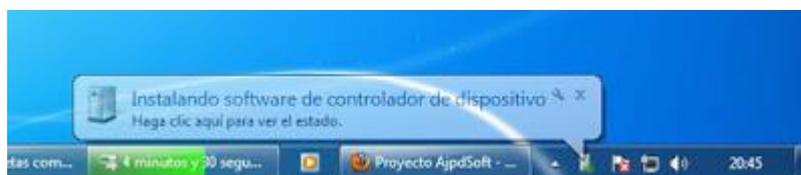


Figura35. Actualización Dispositivo W7

Fuente: Autora

3. No encontrará los drivers, por lo que dará error. Figura 36. No será problema, se ignora.

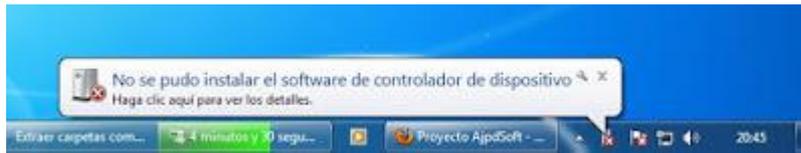


Figura 36. No se encontró controlador

Fuente: Autora

4. Acceder al botón "Inicio" - "Panel de control": Figura 37.



Figura 37. Panel de control

Fuente: Autora

5. Pulsar en "Hardware y sonido": Figura 38.



Figura 38. Configuración equipo

Fuente: Autora

6. Pulsar en "Administrador de dispositivos": Figura 39.



Figura 39. Administración Dispositivos

Fuente: Autora

7. En la ventana del Administrador de dispositivos, en "Otros dispositivos" mostrará con admiración "Arduino Uno", pulsar con el botón derecho del ratón y seleccionar "Actualizar software de controlador": Figura 40.

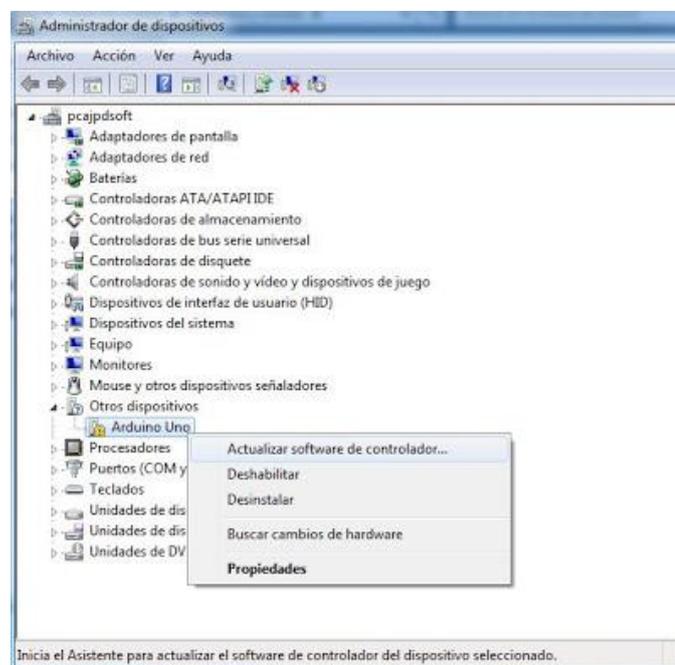


Figura 40. Actualización de controladores

Fuente: Autora

8. Pulsar en "Buscar software de controlador en el equipo. Buscar e instalar el software de controlador de forma manual": Figura 41.

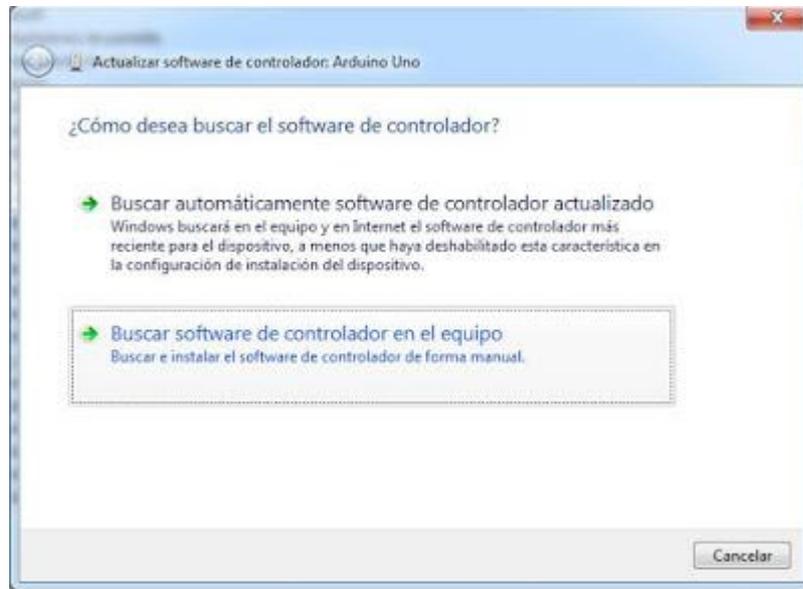


Figura 41. Búsqueda Controlador

Fuente: Autora

9. Pulsar en el botón "Examinar" para seleccionar la carpeta donde se encuentran los drivers: Figura 42.

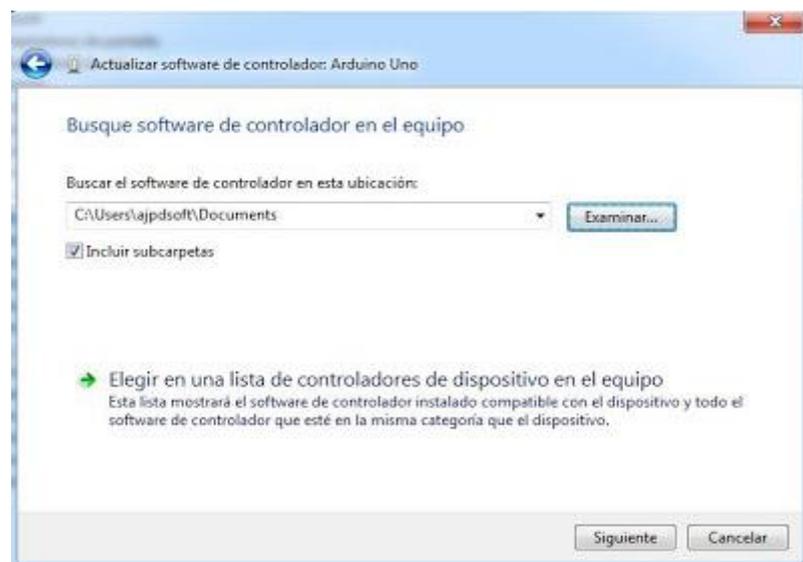


Figura 42. Ubicación Driver.

Fuente: Autora

10. Seleccionar la carpeta "arduino-0022" (descomprimida anteriormente) y, dentro de esta, la carpeta "drivers": Figura 43.

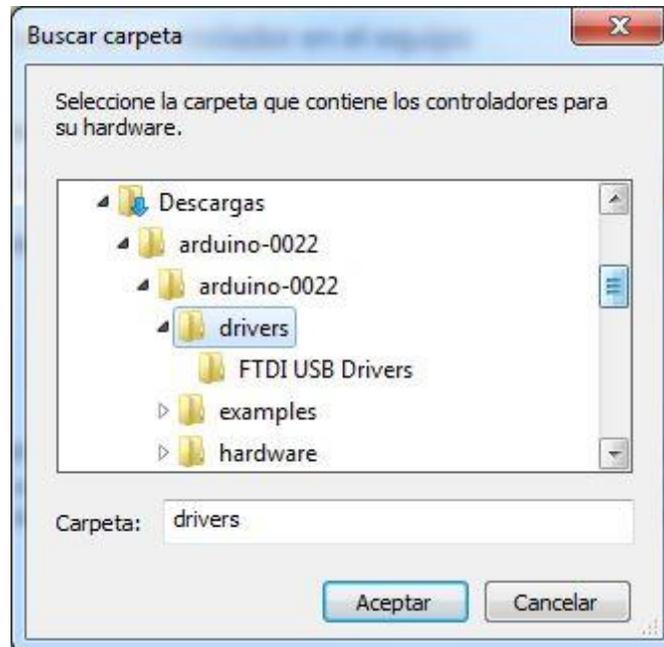


Figura 43. Ubicación del driver

Fuente: Autora

12. El asistente para instalar un nuevo controlador mostrará un aviso de seguridad, pulsar "Instalar este software de controlador de todas formas": Figura 44.



Figura 44. Instalación driver

Fuente: Autora

13. Si todo es correcto, el asistente ha instalado el controlador para Arduino UNO y mostrará la siguiente ventana: Figura 45.

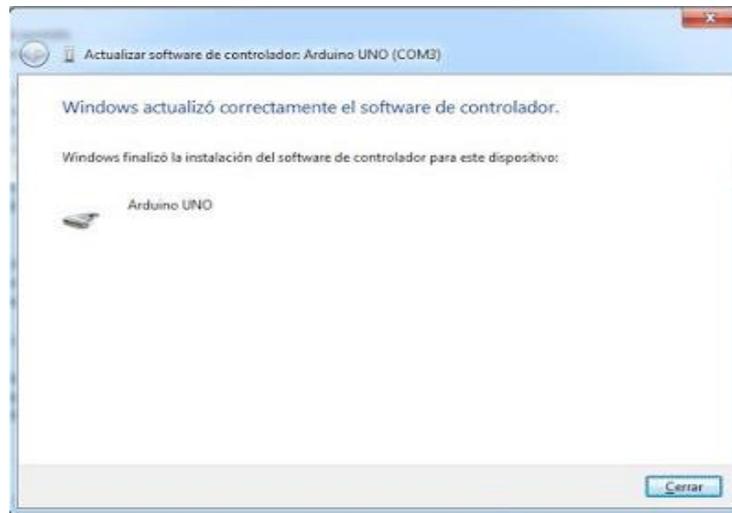


Figura 45. Instalación correcta

Fuente: Autora

14. En el Administrador de dispositivos de Microsoft Windows 7 mostrará el nuevo controlador instalado, en "Puertos (COM y LPT)". Figura 46.

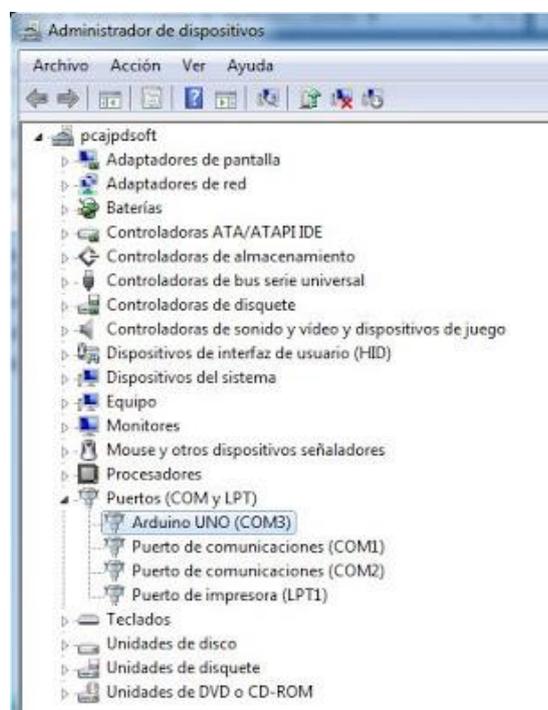


Figura 46. Puerto de Comunicación

Fuente: Autora

2.6.4 Primera ejecución del IDE de Arduino y configuración inicial para desarrollar proyectos hardware

Tras instalar el controlador de Arduino, ahora se realiza una primera ejecución para configurar el IDE de desarrollo, pulsar el botón derecho del ratón sobre el ejecutable "arduino.exe" de la carpeta descomprimida anteriormente y seleccionar.

"Ejecutar como administrador" (no es necesario, pero así se evita posibles problemas de limitaciones de Microsoft Windows 7): Figura 47.

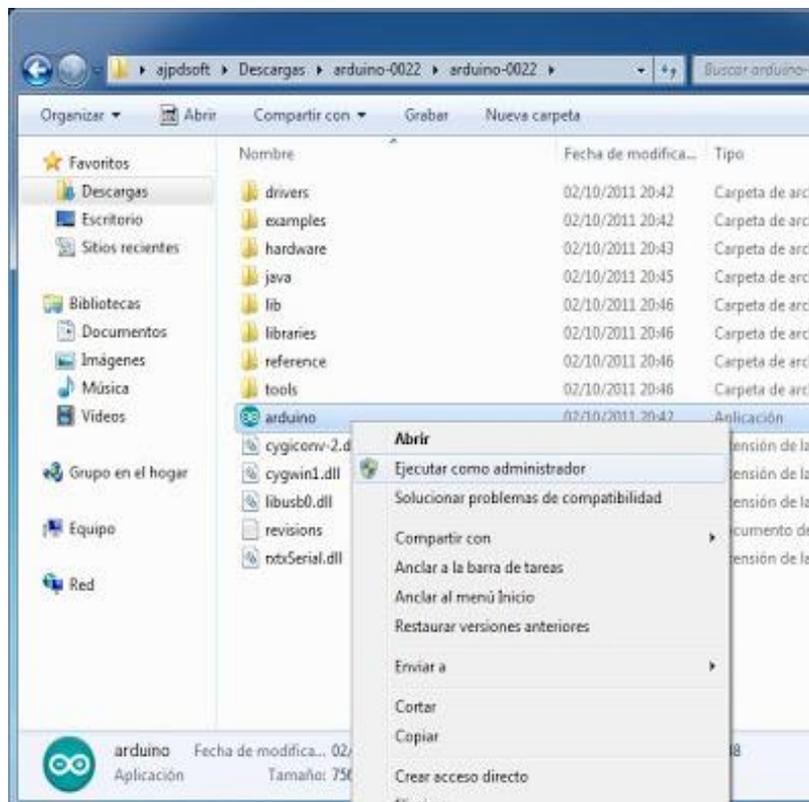


Figura 47. Ejecución IDE

Fuente: Autora

En el IDE de desarrollo de Arduino, en primer lugar seleccionar el tipo de dispositivo (Board). Para ello pulsar en el menú "Tools" - "Board" y seleccionar "Arduino Uno" (o el que se haya adquirido): Figura 48.

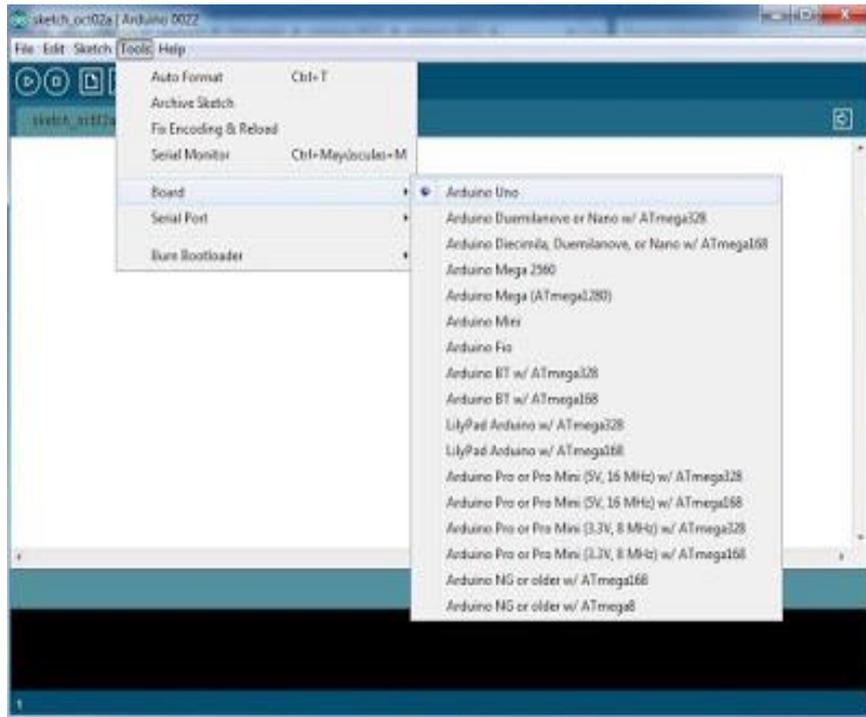


Figura 48. Modelos de Arduino

Fuente: Autora

Seleccionar también el puerto serie asignado al controlador de Arduino (en este caso COM3), para ello se accede al menú "Tools" - "Serial Port" - "COM3": Figura 49

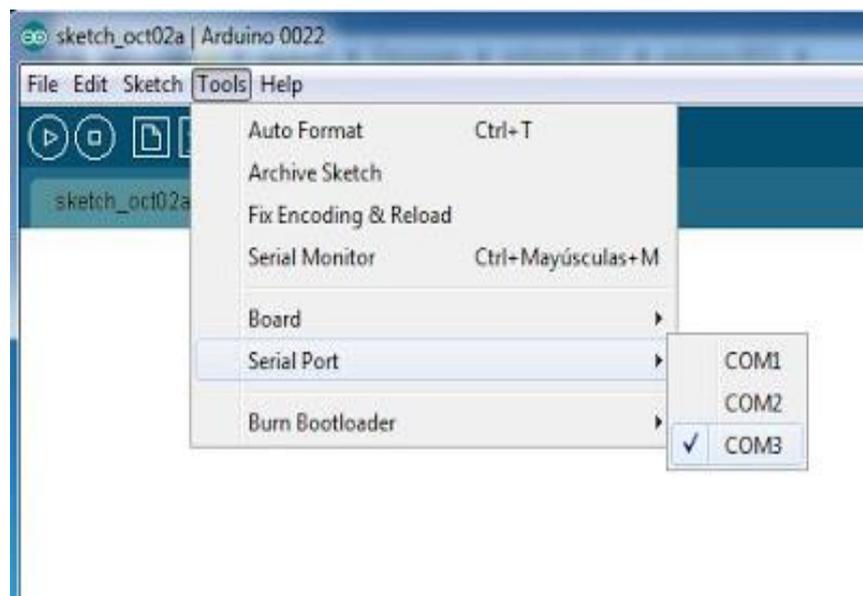


Figura 49. Puertos de Comunicación

Fuente: Autora

2.7 PLANIFICACIÓN

Requerimientos

Los siguientes requerimientos fueron creados en base a la información que se necesita para el prototipo.

- El sistema permitirá el acceso al administrador o usuario
- El sistema permitirá generar ver la gráfica de los datos tomados.
- El sistema permitirá ver un historial de los datos tomados
- El sistema permitirá mostrar una alerta si se sobrepasa los rangos.

2.7.1 Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se tomo en cuenta muchos puntos fundamentales como son el analisis de los requerimiento, el diseño de la base de datos, instalación de los servidores y software necesario para cumplir este proyecto.

A continuación se presenta el Diagrama de Entidad Relación conocido como DER utilizado para el desarrollo del sistema En la Figura 50. se presenta las tablas creadas en el modelo DER y necesarias para el funcionamiento del sistema (autenticación_usuario, sensor_sonido, sensor_temperatura, sensro_humo,) con sus atributos, reglas y restricciones.

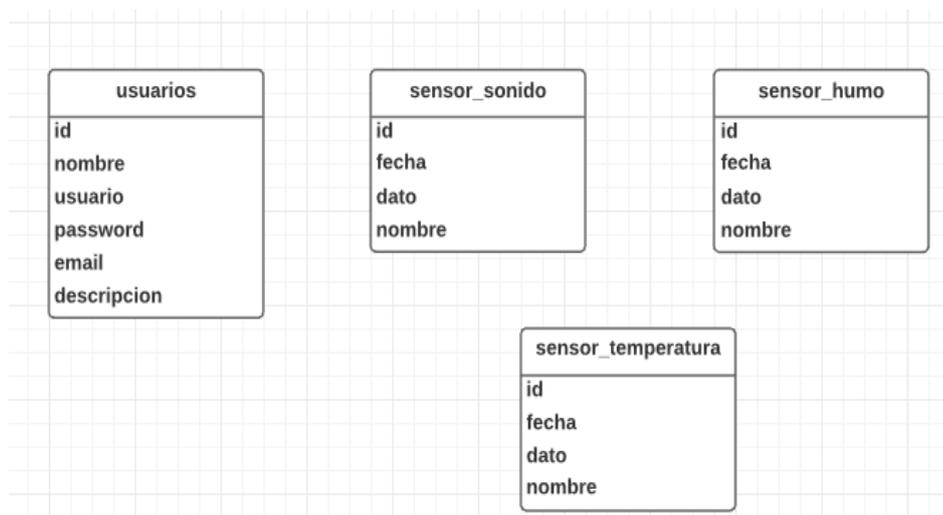


Figura 50. Diagrama Entidad Relación

Fuente: Autora

A continuación se presenta el Diseño Conceptual de la base de datos utilizado para el desarrollo del sistema. ver la Figura 51.

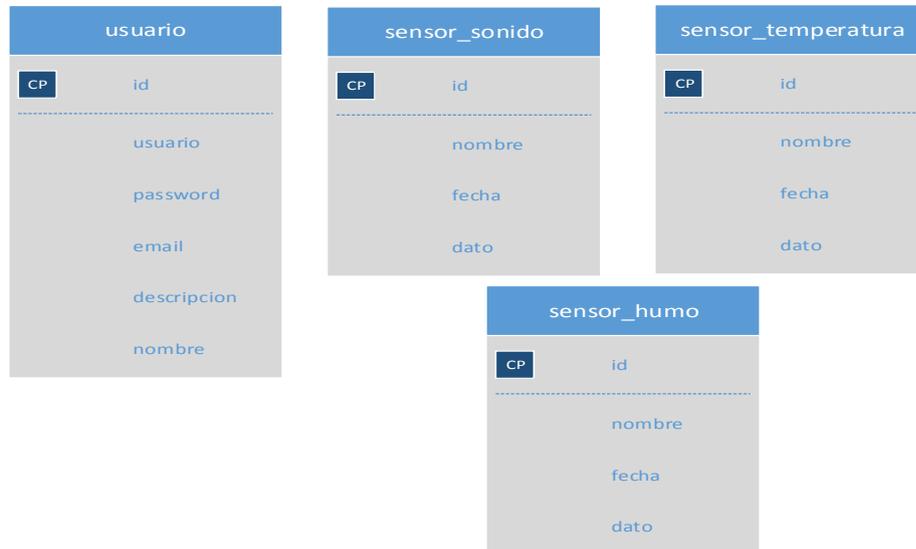


Figura 51. Diagrama Conceptual de Base de datos

Fuente: Autora

A continuación se presenta el Diseño Físico de la base de datos utilizado para el desarrollo del sistema. ver la Figura 52.

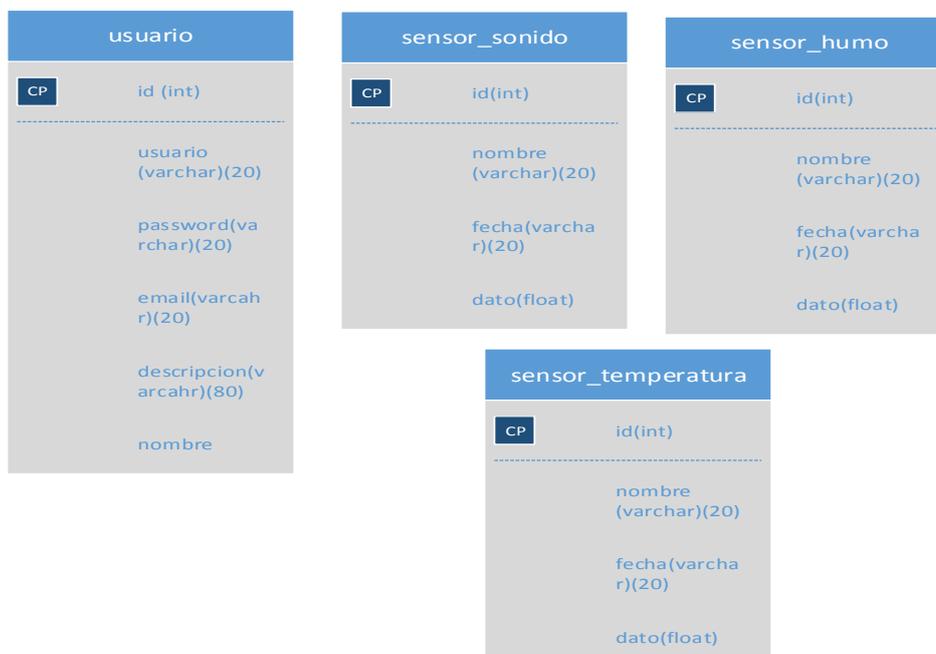


Figura 52. Diagrama Físico de Base de Datos

Fuente: Autora

Una buena práctica de ingeniería es generar un Diccionario de Datos, pues esto es fundamental a la hora de conocer su estructura por técnicos ajenos que vengan a dar el mantenimiento a este proyecto.

A continuación se describe las principales tablas creadas con sus respectivos atributos.

- **Tabla Usuario**

Esta tabla almacena toda la información de los usuarios, ver Tabla 4

Tabla 4. Descripción de la tabla usuario

Nombre	Tipo de dato	Llave Primaria	Acepta Nulos	Incremental
Id	Int	SI	SI	SI
Usuario	Varchar 20	NO	NO	NO
Password	Varchar 20	NO	NO	NO
Nombre	Int 4	NO	NO	NO
Email	Int 4	NO	NO	NO
Descripcion	Float (5)	NO	NO	NO

Fuente: Autora

- **Tabla Sensor_Temperatura**

Esta tabla almacena toda la información del sensor de temperatura, ver Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de la tabla sensor temperatura

Nombre	Tipo de dato	Llave Primaria	Acepta Nulos	Incremental
Id	Int	SI	SI	SI
Fecha	Date	NO	NO	NO
Nombre	Int 5	NO	NO	NO
Datos	Characters 20	NO	NO	NO

Fuente: Autora

- **Tabla Sensor_Humo**

Esta tabla almacena toda la información del sensor de humo, ver Tabla 6.

Tabla 6. Descripción de la tabla sensor_humo

Nombre	Tipo de dato	Llave Primaria	Acepta Nulos	Incremental
Id	Int	SI	SI	SI
Fecha	Date	NO	NO	NO
Nombre	Int 5	NO	NO	NO
Datos	Characters 20	NO	NO	NO

Fuente: Autora

- **Tabla Sensor_Sonido**

Esta tabla almacena toda la información del sensor de sonido, ver Tabla 7.

Tabla 7. Descripción de la tabla sensor_sonido

Nombre	Tipo de dato	Llave Primaria	Acepta Nulos	Incremental
Id	Int	SI	SI	SI
Fecha	Date	NO	NO	NO
Nombre	Int 5	NO	NO	NO
Datos	Characters 20	NO	NO	NO

Fuente: Autora

La base de datos se desarrolló en MySQL, la conexión con la base de datos se lo hizo a través de xamp.

2.7.2 Diagrama De Componentes

Para lo cual se expone diagrama de componente, diagrama de despliegue y arquitectura del sistema utilizados en el desarrollo de la aplicación.

2.7.2.1 Diagrama de Componentes

Los diagramas de componentes se utilizan para modelar la vista estática del sistema, muestra la organización y las dependencias entre un conjunto de componentes. No es necesario que un diagrama incluya todos los elementos del sistema, normalmente se realizan por partes. A continuación se describe cada uno de elementos de un diagrama de componentes:

- ✓ **Componentes:** Representan el empaquetamiento físico de elementos lógicos tales como: clases, interfaces y colaboraciones, es decir representa una unidad de código (fuente, binario o ejecutable). Gráficamente un componente es un rectángulo atravesado por dos rectángulos más pequeños a un lado.
- ✓ **Asociación:** Implica que dos elementos de modelo tienen una relación, usualmente implementada como una variable de instancia en una clase.

El diagrama de componentes que se puede observar en la Figura 53. Está compuesto de un componente de base de datos, que tiene una relación con la aplicación mediante una conexión TCP que permite un envío seguro de información. Además la aplicación está formada por tres capas, las mismas que son Acceso Datos, Lógica Negocio y la Presentación.

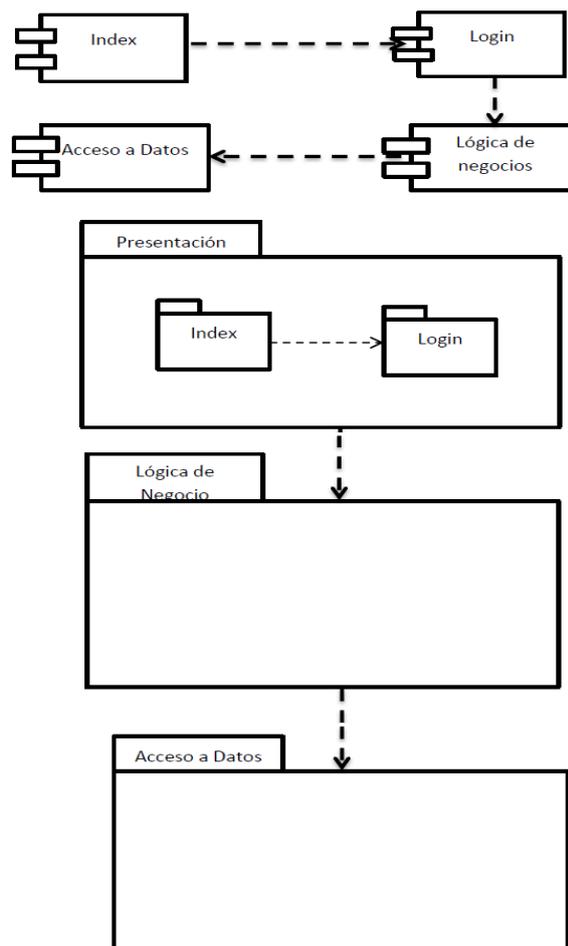


Figura 53. Diagrama de componentes

Fuente: Autora

Los diagramas de componentes permiten tener una visión sobre la organización y las dependencias entre un conjunto de componentes, por ende, proporcionan información sobre la arquitectura del sistema.

2.7.2.2 Diagrama de despliegue

Un diagrama de Despliegue permitirá mostrar cómo y dónde se desplegará el sistema. Las máquinas físicas y los procesadores se representan como nodos, y la construcción interna puede ser representada por nodos o artefactos. Como los artefactos se ubican en los nodos para modelar el despliegue del sistema, la ubicación es guiada por el uso de las especificaciones de despliegue.

Para la realización de estos diagramas es necesario conocer algunos conceptos de los elementos usados los mismos que se detallan a continuación:

- **Nodos:** Es una pieza física de equipamiento sobre el que se desplegará el sistema por ejemplo, un servidor de grupo de trabajo o una estación de trabajo. Un nodo usualmente aloja componentes y otras piezas ejecutables de código, los cuales a su vez pueden ser vinculados a procesos particulares o a espacios de ejecución. Gráficamente un nodo se representa como un cubo 3D.
- **Asociaciones:** Representan una ruta de comunicación entre los nodos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se lo ha adaptado al proyecto, obteniendo el diagrama de despliegue mostrado en la Figura 54.

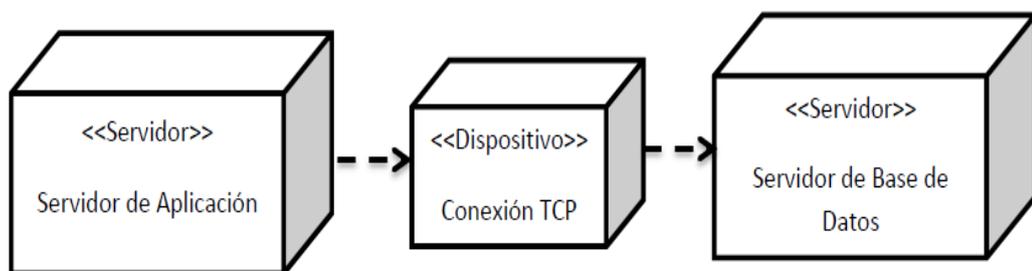


Figura 54. Diagrama de despliegue

Fuente: Autora

Después de haber realizado los distintos diagrama como componentes y de despliegue se ha logrado tener información importante sobre la arquitectura del sistema. De esta manera conocer el funcionamiento de la arquitectura del sistema.

2.7.3 Arquitectura del sistema

El sistema cuenta con una arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador), en el que están separados los datos de la aplicación, interfaz de usuario y la lógica de negocio, de esta manera tener un mejor control en el desarrollo del Sistema, como se muestra en la Figura 55.

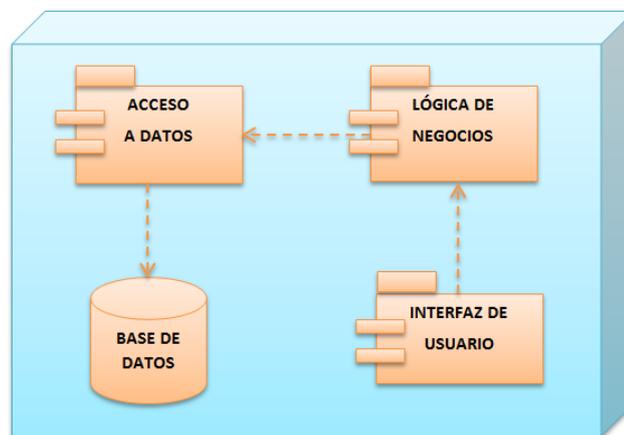


Figura 55. Arquitectura del sistema

Fuente: Autora

La arquitectura del sistema está dada por las bases de datos, donde se conectan a la capa de acceso de datos, ésta a su vez a la lógica de negocios donde interactúa directamente con la interfaz de usuario lo que constituye la arquitectura del sistema.

2.8 PROGRAMACIÓN

2.8.1 Script De La Creación De La Base De Datos

En el script de la Figura 56. Muestra la creación de la base de datos Tesis, si no existe la tabla usuarios se crea dicha tabla, en la cual se almacenara los datos de los usuarios que van a tener acceso al monitoreo del sistema.

```

CREATE DATABASE tesis;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS
`usuarios` ( `id` int NOT NULL,
  `usuario` varchar(11) NOT NULL,
  `password` varchar(10) NOT NULL
  `nombre` varchar(100) NOT NULL,
  `email` varchar(20) NULL,
  `descripcion` varchar NULL,
  KEY (id)
);

```

Figura 56. Creación de la base de datos Tesis y la tabla usuario

Fuente: Autora

El script de la figura 57. muestra la creación de la table sensor_temperatura si no existe, donde se almacenara los datos enviados por el sensor de temperatura.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS
`sensor_temperatura` (
  `id` int NOT NULL,
  `fecha` datetime NOT NULL,
  `nombre` varchar(100) NOT NULL,
  `valor` float NOT NULL,
  KEY (id)
);

```

Figura 57. Creación de la tabla sensor_temperatura

Fuente: Autora

El script de la figura 58 muestra la creación de la tabla sensor_sonido si no existe, donde se almacenara los datos enviados por el sensor de sonido.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS
`sensor_sonido` (
  `id` int NOT NULL,
  `fecha` datetime NOT NULL,
  `nombre` varchar(100) NOT NULL,
  `valor` float NOT NULL,
  KEY (id)
);

```

Figura 58. Creación de la tabla sensor_sonido

Fuente: Autora

2.8.2 Programación Del Arduino

En la figura 59 y 60 se muestra la programación Del modulo arduino, en el IDE del arduino.



```

prueba_lm35.2 Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
prueba_lm35.2 $
// Script que obtiene la temperatura desde un sensor LM35
// y la envia a un servidor web

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

// Mac unica de cada EthernetShield (deben cambiarla)
byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0D, 0x4E, 0xD7 };

// Descomentar esta linea si se desea un IP fijo
byte ip[] = {192,168,1,100};

// Descomentar esta linea para asignar un DNS fijo
//IPAddress myDns(172,17,17,1);

// Inicializa la instancia client
EthernetClient client;

```

Figura 59. Programación arduino

Fuente: Autor

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0D, 0x4E, 0xD7 };
byte ip[] = {192,168,1,100};
EthernetClient client;
byte server[] = {192,168,1,6};
unsigned long ultimaConexion = 0;
boolean ultimoEstado = false;
const unsigned long intervaloConexion = 120000;
float tempC; // Temperatura en celsius
int LM35 = 0; // Pin A0 del Arduino
int sonido=0; // Pin D0 del arduino
int humo=0; // Pin D1 del arduino
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("#### Tesis ####");
    Serial.println("Sensor de temperatura LM35/ web");
    Serial.println("Sensor de sonido/ web");
    Serial.println("Sensor de humo/ web");
    delay(1000);
    Ethernet.begin(mac, ip);
    Serial.print("Direccion IP: ");
    Serial.println(Ethernet.localIP());
}
void loop() {
    tempC = analogRead(LM35);
    tempC = (5.0 * tempC * 100.0)/1024.0;
    sonidoC = digitalRead(sonido);
    sonidoC = (5.0 * sonidoC * 100.0)/1024.0;
    humoC = digitalRead(humo);
    humoC = (5.0 * humoC * 100.0)/1024.0;
    if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.print(c);
    }
    if (!client.connected() && ultimoEstado) {

```



```

        client.print(humoC);  client.println("
HTTP/1.1");
        client.print("Host: ");
client.println("User-Agent: Arduino-Ethernet");
        client.println("Connection: close");
        client.println();          ultimaConexion =
millis();
    }
    else {
        Serial.println("Error al conectarse al
servidor");
        Serial.println("Desconectando...");
client.stop();
    }
}

```

Figura 60. Código de Programación del módulo Arduino

Fuente: Autora

2.8.3. Creación De Los Archivos PHP

En las figuras 61 y 62 se muestra el código php que conecta al arduino en red con la base de datos y almacena la información receptada por el sensor.

```

//Sensor arduino temperatura.php
<?php
// Parametros de base de datos
$mysql_servidor = "localhost";
$mysql_base = "tesis";
$mysql_usuario = "";
$mysql_clave = "";
$id = htmlspecialchars($_GET["id"], ENT_QUOTES);
$nombre =
htmlspecialchars($_GET["nombre"], ENT_QUOTES);

```

```

$valor =
htmlspecialchars($_GET["valor"],ENT_QUOTES);
// Valida que esten presente todos los parametros
if (($id!="") and ($nombre!="") and ($valor!="")) {
    mysql_connect($mysql_servidor,$mysql_usuario,$mysql_clave) or die("Imposible conectarse al
servidor.");
    mysql_select_db($mysql_base) or die("Imposible
abrir Base de datos");
    $sql = "insert into sensor_temperatura (fecha,
id, nombre, valor) values
(NOW(), '$id', '$nombre', '$valor')";
    mysql_query($sql);
}
?>

```

Figura 62. Código de almacenamiento sensor temperatura.

Fuente: Autora

```

//Sensor arduino sonido.php
<?php
// Parametros de base de datos
$mysql_servidor = "localhost";
$mysql_base = "tesis1";
$mysql_usuario = "";
$mysql_clave = "";
$id = htmlspecialchars($_GET["id"],ENT_QUOTES);
$nombre =
htmlspecialchars($_GET["nombre"],ENT_QUOTES);
$valor = htmlspecialchars($_GET["valor"],ENT_QUOTES);
// Valida que esten presente todos los parametros
if (($id!="") and ($nombre!="") and ($valor!="")) {
    mysql_connect($mysql_servidor,$mysql_usuario,$mysql_clave) or die("Imposible conectarse al
servidor.");

```

```

mysql_select_db($mysql_base) or die("Imposible
abrir Base de datos"); $sql = "insert into
sensor_sonido (fecha, id, nombre, valor) values
(NOW(), '$id', '$nombre', '$valor')";
mysql_query($sql);

}
? >

```

Figura 63. Código de almacenamiento sensor sonido.

Fuente: Autora

2.8.4 Pantalla de Inicio

Esta pantalla se muestra al ingresar al Sistema en la cual indica información general de las alertas tempranas, donde existen los botones de: Ingresar y Contactos. Figura 64.

Figura 64. Página de Inicio

Fuente: Autora

2.8.5 Pantalla Logueo

En la Figura 65 se debe ingresar el usuario y la contraseña para tener acceso al Sistema.



Figura 65. Ingreso al Sistema

Fuente: Autora

Luego de poner el usuario y la contraseña, el sistema valida, si es correcto muestra la pantalla del menú principal. Figura 66.



Figura 66. Pantalla de Menú Principal

Fuente: Autora

Si se desea ingresar un nuevo usuario, puede hacerlo llenando los campos solicitados. Figura 67.



Regresar

Usuario:
Pon tu nombre de usuario

Nombres:
Pon tus nombres

Correo:
Pon tu mail

Password:
Pon tu contraseña

Repetir Password:
Repite contraseña

Registrar

Sistema de Login Y Registro

Figura 67. Registro Nuevo Usuario

Fuente: Autora

Se muestra videos de incendios y tala de árboles que harán reflexionar al usuario, la gráfica del sensor y luego de validar los datos receptados de los sensores en la base de datos se mostrará una alerta de incendio o tala de árboles si supera un valor determinado. Figura 68.



Figura 68. Pantalla de monitoreo

Fuente: Autora

Muestra el Historial de la información almacenada en la base de datos del sensor de temperatura lm35 en formato pdf. Figura 69.

ID	NOMBRE	FECHA	VALOR
1	LM35	2016-02-21 17:26:45	24.41
2	LM35	2016-02-21 17:27:03	82.5
3	LM35	2016-02-21 17:27:22	48.83
4	LM35	2016-02-21 17:27:40	25.88
5	LM35	2016-02-21 17:27:58	25.88
6	LM35	2016-02-21 17:28:17	35.16
7	LM35	2016-02-21 17:28:35	52.25
8	LM35	2016-02-21 17:28:53	32.71
9	LM35	2016-02-21 17:29:11	44.43
10	LM35	2016-02-21 17:29:29	19.53
11	LM35	2016-02-21 17:29:41	18.55
12	LM35	2016-02-21 17:29:56	18.55
13	LM35	2016-02-21 17:30:14	42.48
14	LM35	2016-02-21 17:30:33	33.69
15	LM35	2016-02-21 17:30:51	41.02
16	LM35	2016-02-21 17:31:09	42.97
17	LM35	2016-02-21 17:31:27	29.3
18	LM35	2016-02-21 17:31:45	35.16
19	LM35	2016-02-21 17:32:04	22.95
20	LM35	2016-02-21 17:32:19	16.11
21	LM35	2016-02-21 17:32:37	33.69
22	LM35	2016-02-21 17:32:59	21.97
23	LM35	2016-02-21 17:33:14	16.6
24	LM35	2016-02-21 17:33:32	33.69
25	LM35	2016-02-21 17:33:47	19.53
26			
27			
28	LM35	2016-02-21 17:34:49	21.97

Figura 69. Historial sensor LM35

Fuente: Autora

Muestra el Historial de la información almacenada en la base de datos del sensor de sonido fc004 en formato pdf. Figura 70.

ID	NOMBRE	FECHA	VALOR
1	FC04	2016-02-21 17:48:14	1022
2	FC04	2016-02-21 17:48:47	1023
3	FC04	2016-02-21 17:49:21	1023
4	FC04	2016-02-21 17:49:51	1023
5	FC04	2016-02-21 17:50:24	1023
6	FC04	2016-02-21 17:50:58	1022
7	FC04	2016-02-21 17:51:28	1023
8	FC04	2016-02-21 17:52:01	1023
9	FC04	2016-02-21 17:52:35	1023
10	FC04	2016-02-21 17:53:08	1023
11	FC04	2016-02-21 17:53:41	1023
12	FC04	2016-02-21 17:54:15	1023
13	FC04	2016-02-21 17:54:45	1023
14	FC04	2016-02-21 17:55:18	1022
15	FC04	2016-02-21 17:55:51	1022
16	FC04	2016-02-21 17:56:22	1023
17	FC04	2016-02-21 17:56:55	1023
18	FC04	2016-02-21 17:57:28	1023
19	FC04	2016-02-21 17:58:02	1023
20	FC04	2016-02-21 17:58:35	1023
21	FC04	2016-02-21 17:59:05	1022
22	FC04	2016-02-21 17:59:38	1023
23	FC04	2016-02-21 18:00:12	1023
24	FC04	2016-02-21 18:00:42	1023
25	FC04	2016-02-21 18:01:16	1023
26			
27			
28	FC04	2016-02-21 18:02:52	1023

Figura 70. Historial sensor Sonido FC-04

Fuente: Autora

Muestra el Historial de la información almacenada en la base de datos del sensor de Temperatura DHT11 en formato pdf. Figura 71.

ID	NOMBRE	FECHA	VALOR
1	TemDTH	2016-02-21 18:22:09	22
2	TemDTH	2016-02-21 18:23:18	22
3	TemDTH	2016-02-21 18:24:27	22
4	TemDTH	2016-02-21 18:25:36	21
5	TemDTH	2016-02-21 18:26:45	21
6	TemDTH	2016-02-21 18:27:54	21
7	TemDTH	2016-02-21 18:29:03	21
8	TemDTH	2016-02-21 18:30:12	21
9	TemDTH	2016-02-21 18:31:21	21
10	TemDTH	2016-02-21 18:32:30	22
11	TemDTH	2016-02-21 18:33:39	21
12	TemDTH	2016-02-21 18:34:44	22
13	TemDTH	2016-02-21 18:35:53	22
14	TemDTH	2016-02-21 18:37:02	22
15	TemDTH	2016-02-21 18:38:08	22
16	TemDTH	2016-02-21 18:39:14	22
17	TemDTH	2016-02-21 18:40:23	22
18	TemDTH	2016-02-21 18:41:32	22
19	TemDTH	2016-02-21 18:42:41	22
20	TemDTH	2016-02-21 18:43:50	22
21	TemDTH	2016-02-21 18:44:56	22
22	TemDTH	2016-02-21 18:46:05	22
23	TemDTH	2016-02-21 18:47:14	22
24	TemDTH	2016-02-21 18:48:20	22
25	TemDTH	2016-02-21 18:49:29	21
26	TemDTH	2016-02-21 18:50:38	21
27	TemDTH	2016-02-21 18:51:47	21
28	TemDTH	2016-02-21 18:52:56	21

Figura 71. Historial sensor temperatura DHT 11

Fuente: Autora

Muestra el Historial de la información almacenada en la base de datos del sensor de Humedad DHT11 en formato pdf. Figura 72.

ID	NOMBRE	FECHA	VALOR
1	HumDHT	2016-02-21 18:21:54	46
2	HumDHT	2016-02-21 18:23:03	47
3	HumDHT	2016-02-21 18:24:12	47
4	HumDHT	2016-02-21 18:25:21	47
5	HumDHT	2016-02-21 18:26:30	47
6	HumDHT	2016-02-21 18:27:39	47
7	HumDHT	2016-02-21 18:28:48	47
8	HumDHT	2016-02-21 18:29:57	47
9	HumDHT	2016-02-21 18:31:06	47
10	HumDHT	2016-02-21 18:32:15	47
11	HumDHT	2016-02-21 18:33:24	47
12	HumDHT	2016-02-21 18:34:29	47
13	HumDHT	2016-02-21 18:35:38	47
14	HumDHT	2016-02-21 18:36:47	47
15	HumDHT	2016-02-21 18:37:53	47
16	HumDHT	2016-02-21 18:38:59	47
17	HumDHT	2016-02-21 18:40:08	47
18	HumDHT	2016-02-21 18:41:17	47
19	HumDHT	2016-02-21 18:42:26	47
20	HumDHT	2016-02-21 18:43:35	47
21	HumDHT	2016-02-21 18:44:41	47
22	HumDHT	2016-02-21 18:45:50	47
23	HumDHT	2016-02-21 18:46:59	47
24	HumDHT	2016-02-21 18:48:05	47
25	HumDHT	2016-02-21 18:49:14	47
26	HumDHT	2016-02-21 18:50:23	47
27	HumDHT	2016-02-21 18:51:32	47
28	HumDHT	2016-02-21 18:52:41	47

Figura 72. Historial sensor humedad DHT11

Fuente: Autora

En esta pantalla se muestra la gráfica de los datos almacenados del sensor de temperatura Lm35 de los 20 últimos datos almacenados en la base de datos. Figura 73.



Figura 73. Gráfica temperatura Lm35

Fuente: Autora

En esta pantalla se muestra la gráfica de los datos almacenados del sensor de temperatura sonido de los 20 últimos datos almacenados en la base de datos. Figura 74.

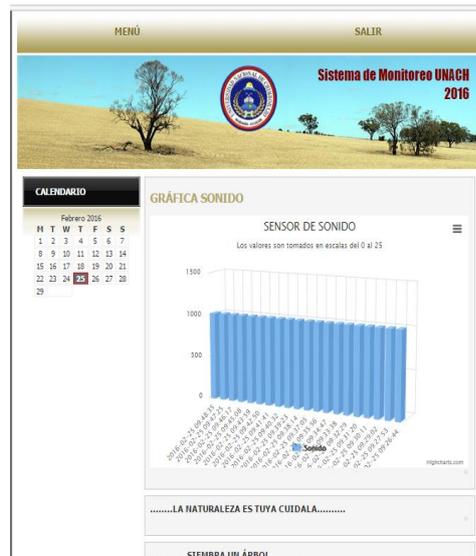


Figura 74. Gráfica sonido fc04

Fuente: Autora

En esta pantalla se muestra la gráfica de los datos almacenados del sensor de temperatura humedad DHT11 de los 20 últimos datos almacenados en la base de datos. Figura 75.



Figura 75. Gráfica sensor humedad DHT11

Fuente: Autora

En esta pantalla se muestra la gráfica de los datos almacenados del sensor de temperatura temperatura DHT11 de los 20 últimos datos almacenados en la base de datos. Figura 76.



Figura 76. Gráfica sensor de temperatura DHT11

Fuente: Autora

En esta pantalla muestra videos de incendios y tala de árboles que ayudaran a reflexionar acerca de este problema ambiental, muestra también las gráficas de los sensores para analizar el comportamiento de cada uno, mediante código y consultas en la base de datos se compara y si sobrepasa el rango establecido muestra una alerta cabe recalcar que esta pestaña se actualiza cada 30 segundos. Figura 77.

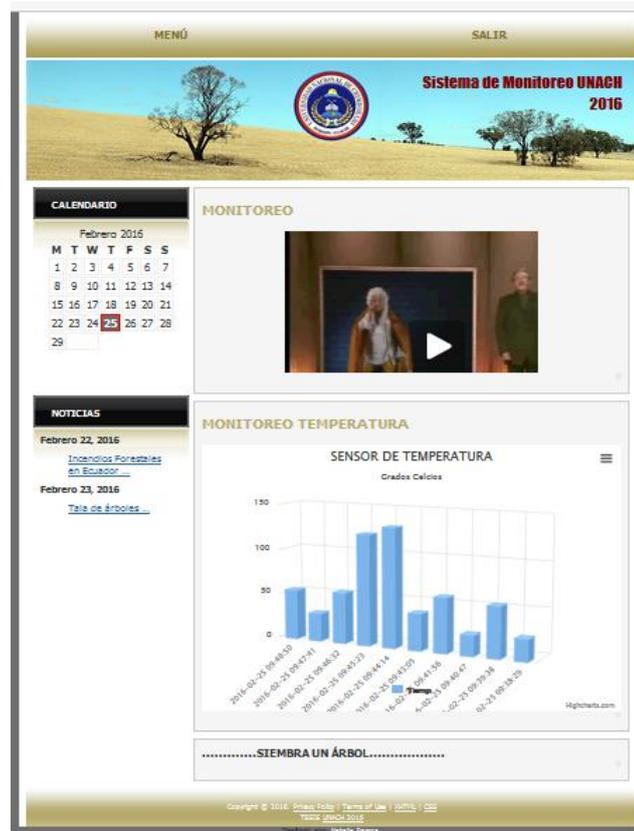


Figura 77. Pantalla de monitoreo

Fuente: Autora

2.9 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.9.1 Planteamiento de la hipótesis

El Diseño e implementación de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH permitirá monitorear el bosque ubicado en la UNACH para evitar posibles incendios y contaminación del medio ambiente.

2.9.2 Demostración de la hipótesis

El proceso de comprobación de la hipótesis en la investigación permite corroborar los hechos obtenidos que concuerden con la hipótesis expuesta. Las hipótesis se verifican con la realidad y pueden ser aprobada o rechazada, y para esto se usa modelos de simulación, diseños experimentales y procedimientos estadísticos.

Para realizar las pruebas se utilizan los siguientes equipos, materiales y dispositivos electrónicos:

- ✓ Tarjeta Arduino Uno R3
- ✓ Tarjeta Shieeld Ethernet
- ✓ Módulo Wi-Fi
- ✓ Switch
- ✓ Cable Rj45
- ✓ Computador portátil
- ✓ Sensor de temperatura LM35
- ✓ Sensor de temperatura y humedad DTH11
- ✓ Sensor de sonido Fc -04
- ✓ Batería de 9V

En software se utilizó lo siguiente:

- Navegador web (Firefox)
- Xamp
- MySql
- Apache
- NotePat ++
- Command
- IDE Arduino

Comprobación de hipótesis a través del método de la prueba del Chi - Cuadrado.
Para realizar la comprobación se utiliza los datos obtenidos durante las pruebas.

- ✓ Dato A: Se toma la muestra al solicitar la página web desde un dispositivo móvil al servidor Web.
- ✓ Dato B: Se toma la muestra al solicitar datos desde otro computador hasta el Servidor Web.
- ✓ Dato C: Se toma la muestra al enviar los datos del servidor Web al Shield Ethernet.

2.9.3 Paquetes Intercambiados en la Transmisión

Para la prueba de envío de paquetes se lo realiza mediante el comando ping, desde los dispositivos al servidor, en nuestro caso el servidor con la Ip 192.168.1.100 y los Ips de los distintos dispositivos, pero que están en la misma red, durante el tiempo de 5 minutos. Paquetes de 65500 bytes. Obteniendo los datos enviados, los datos recibidos y perdidos.

La el comando ping es un comando que ayuda mucho para poder observar datos paquetes enviados, paquetes recibidos y paquetes perdidos, también se analiza los tiempos mínimos, máximos y la media.

Tabla 8. Medición de paquetes durante la Transmisión

	Paq. Rx	Paq. Tx	Paq. Loss
Dato A	65500	52300	13200
Dato B	65500	58250	7250
Dato C	65500	65000	500

Fuente: Autora

En la tabla 8 y figura 78, se observa un resumen de los paquetes el momento de la transmisión del archivo.

Se puede observar y es necesario que la conexión entre el servidor de base de datos y la tarjeta arduino shiend ethernet no existan perdidas ni tiempos muertos, por la

razón que se está almacenando en tiempo real. Luego los datos de los sensores son solicitados por el servidor para mostrar en la página web para ser monitoreados.

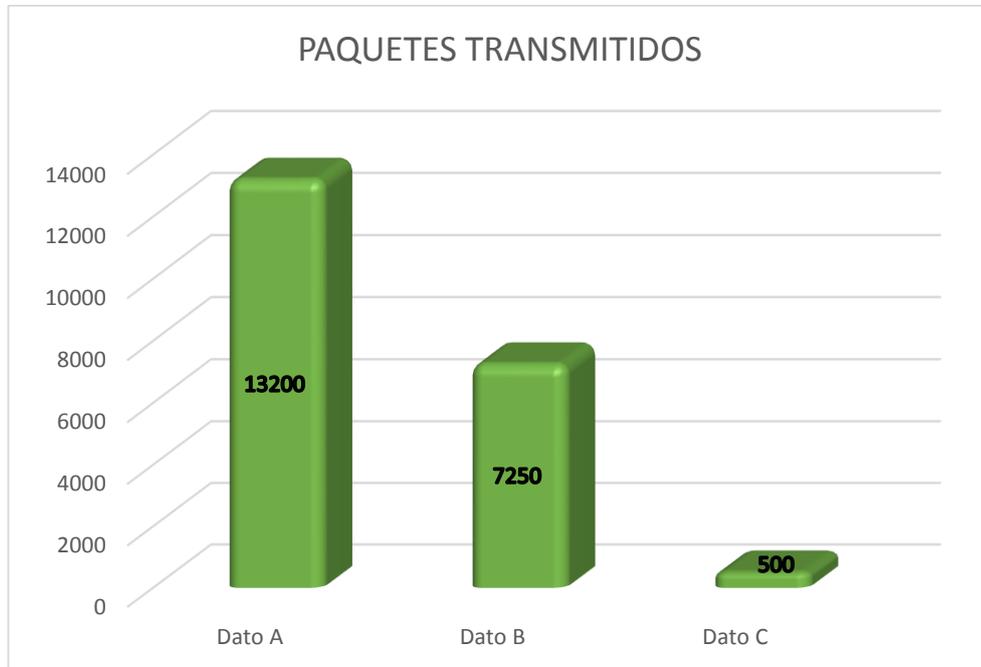


Figura 78. Paquetes Transmitidos

Fuente: Autora

2.9.4 Velocidad en la transmisión

En la Figura 71, se muestra las velocidades transmitidas para cada uno de los experimentos realizados, estos valores son capturados.

Tabla 9. Velocidad de Transmisión

	Rate(Kbps)	%
Dato A	65500	74,89
Dato B	65500	80,68
Dato C	65500	98

Fuente: Autora

En la tabla 9, Figura 79 muestra la velocidad de transmisión en paquetes por segundo y en porcentaje, considerando a la más alta velocidad con el peso de 100%, ya que se supone que es el nivel óptimo o máximo que va alcanzar el sistema.

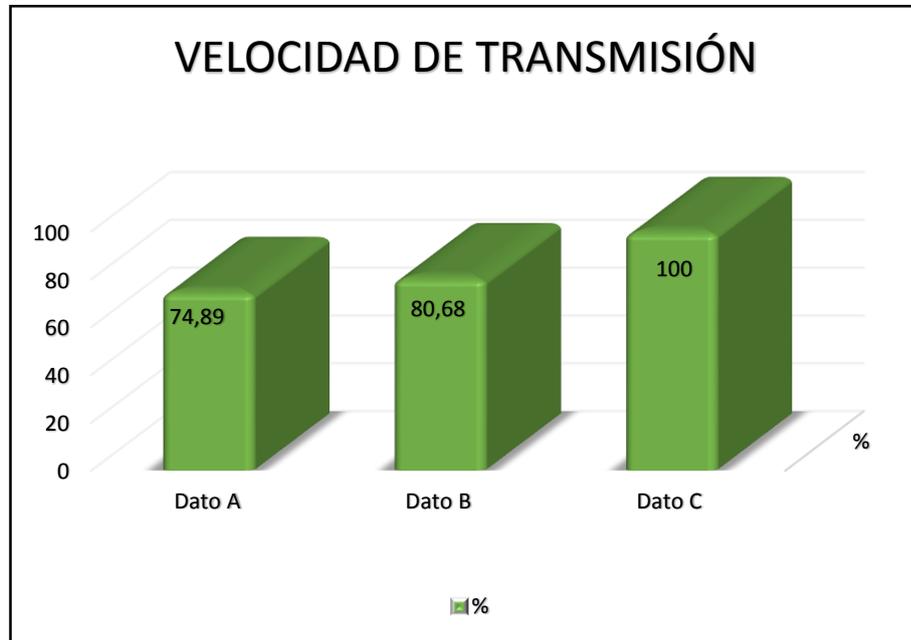


Figura 79. Velocidad de Transmisión

Fuente: Autora

2.9.5 Tiempo de transmisión

Otro factor importante es el tiempo que se demora en el envío de paquetes. En la tabla 11 y Figura 80, se muestra el porcentaje que se demoró en el envío de los paquetes. Mediante la herramienta ping.

Tabla 10. Tiempo de Transmisión

	Duración	Paquetes	%
Dato A	05:00	65500	83,333
Dato B	05:00	65500	87,500
Dato C	05:00	65500	100,000

Fuente: Autor

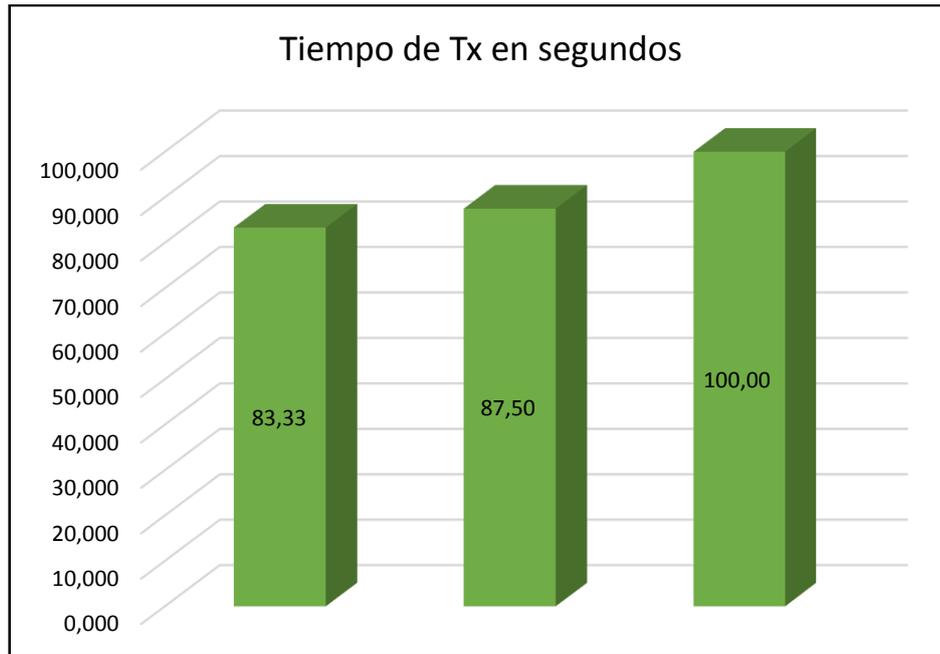


Figura 80. Tiempo de Transmisión

Fuente: Autora

2.10 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

El sistema utiliza una fuente de alimentación de 5V para las tarjetas Arduino Uno R3, Ethernet Shield, sensor de temperatura y humedad, sensor de sonido y los demás componentes electrónico.

Para ingresar a la página web contenida en el servidor se debe digitar la dirección IP correspondiente al dispositivo y el puerto 80 definido para este procedimiento en un navegador web. A continuación se explica el procedimiento efectuado para la comprobación del dispositivo construido.

El análisis lógico de la bibliografía, manuales, y mediciones, disponibles sobre el sistema de alerta temprana, utilizando los sensores de temperatura, humedad y sonido, determinará los beneficios del diseño e implementación del prototipo de sistema de alerta temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS

Se realiza un análisis de variabilidad para comprobar que las pruebas de conexión con los distintos dispositivos tengan una transmisión de datos en un rango aceptable por tanto se llega a determinar un grado de confiabilidad de los mismos. Tabla 11.

Tabla 11. Resumen de los Pesos

	Tiempo			Tx. Paquetes			Velocidad		
	60%	40%	100%	60%	40%	100%	60%	40%	100%
Dato A	30,00	20,00	50,00	20,00	13,33	33,33	19,76	8,78	28,54
Datos B	31,50	21,00	52,50	21,00	14,00	35,00	20,76	9,23	29,99
Datos C	36,00	24,00	60,00	24,00	16,00	40,00	36,00	16,00	52,00

Fuente: Autora

Tabla 12. Resumen de los Peso del 100%

	Tiempo (100%)	Tx. Paquetes (100%)	Velocidad (100%)
Datos A	83,33	91,78	54,89
Datos B	87,50	94,37	57,68
DatosC	100,00	100,00	100,00

Fuente: Autora

Para encontrar la variabilidad se usan la tabla 12 y 13 aplicando la fórmula descrita a continuación:

$$V.D. = 0.30 (\text{Tiempo } 100\%) + 0.40 (\text{Tx. Paquete } 100\%) + 0.30 (\text{Velocidad } 100\%)$$

En la tabla 13 se observa la variabilidad encontrada por las pruebas de los Datos B y C.

Tabla 13.Variabilidad

INDICADORES	VARIABILIDAD	
VD(Dato A)	78,18	74%
VD(Dato B)	81,30	80%
VD(Dato C)	100,00	95%

Fuente: Autora

Los datos obtenidos de la variabilidad muestran que las pruebas obtenidas del Dato C tiene un margen de fiabilidad del 95%. Se concluye que el prototipo del sistema funcionaria perfectamente. Tabla 13.

3.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez validado los datos se procede a interpretar los valores obtenidos y a establecer las condiciones que se dieron lugar a mejorar el rendimiento del sistema mediante wifi.

3.1.1 Interpretación de los Paquetes Intercambiados

Al realizar las pruebas con el Dato A, se observa que existe una cantidad moderada de paquetes perdidos en la red. Por esta razón el rendimiento del envío de paquetes de datos a dispositivos móviles se debería realizar instalando antenas wi-fi de más potencia.

Se destaca que la conexión en el Dato B, tiene un rendimiento considerable y aceptable por esta razón es fiable este tipo de conexión.

En el Dato C, la transmisión es segura y confiable, siendo un requerimiento esencial para el funcionamiento del prototipo, por motivo que se encuentran conectados los dispositivos Arduino con los diferentes sensores, Base de Datos y Servidor Web.

3.1.2 Interpretación de la Velocidad de Transmisión

En lo que respecta a la Tasa de transferencia, al utilizar WI-FI. En el primer experimento se observa una disminución de la velocidad por causa de interferencia. Para la transmisión y la comunicación entre la base de datos y los dispositivos arduino fue buena, porque es necesario que los datos sean confiables y no se corte dicha transmisión.

3.1.3 Interpretación del Tiempo de Transmisión.

Sobre el tiempo de transmisión se observó que no se demora más de 5ms, por lo que es un tiempo favorable y bueno en el aspecto de mostrar una alerta en la página web, en lo que se refiere a la conexión de la tarjeta arduino y el servidor de base de datos.

3.2 DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En esta investigación se utiliza para la comprobación de la hipótesis el método de la prueba del Chi- Cuadrado. Para realizar la comprobación se utiliza los datos obtenidos durante las pruebas y los datos esperados.

En la tabla 14 se observa un resumen de las variables obtenidas en las pruebas realizadas, que sirven para comparar con los datos esperados de la tabla 15.

Tabla 14.Resumen de las Variables Obtenidas

	Tiempo	Tx. Paquetes	Velocidad	Proporción Muestral
Dato A	83,33	91,78	54,89	0,30
Dato B	87,50	94,37	57,68	0,31
Dato C	100,00	100,00	100,00	0,39
Total	270,83	286,15	212,57	100%

Fuente: Autora

Tabla 15. Variables de los Datos Esperados

	Tiempo	Tx de Paquetes	Velocidad
Dato A	80,95	85,52	63,53
Dato B	84,31	89,07	66,17
Dato C	105,58	111,55	82,87

Fuente: Autora

Para comprobar la hipótesis se calcula los grados de Libertad, y el nivel de significancia que se observan en la tabla 16.

Ho: El análisis de rendimiento-eficiencia para dispositivos inalámbricos y alámbricos por medio de una red Wi-Fi i Ethernet permitirá obtener una propuesta de la red confiable.

Tabla 16. Comprobación de Hipótesis

	R	3
	K	3
Grados de Libertad	$(r-1)(k-1)$	4
Nivel de significación	A	0,005
X²Tabla	X2	14,860259
Probabilidad	P	0,082402954
X²Prueba		8,263079505

Fuente: Autora

Para dar por aceptada la hipótesis el valor de la Prueba del Chi cuadrado X^2_{Prueba} debe ser menor a la X^2_{Tabla} . Por tanto la propuesta presentada en el prototipo permite tener fiabilidad en el uso del sistema.

CAPÍTULO IV

4 DISCUSIÓN

El mundo de hoy se encuentra rodeado de medios técnicos y tecnológicos, aparatos que ayudan y facilitan la vida de las personas, tecnologías que ayudan a la protección del medio ambiente.

El desarrollo del prototipo presenta una guía que puede ser implementada en cualquier zona boscosa, pero con algunas restricciones y requerimientos una de ellas el acceso a redes Wi-Fi, por ser un medio de comunicación al cual tiene acceso la mayor parte de dispositivos móviles, facilitando de esa forma el monitoreo y la toma de decisiones de forma oportuna para prevenir incendios forestales y tala de árboles de forma ilegal.

Analizando los sensores (temperatura, humedad, sonido, humo) a utilizar en el prototipo y el servidor de base de datos donde se va almacenar la información enviada desde los sensores, en este caso se utilizó el motor de base de datos MySQL, el servidor Web xamp por ser software libre con todos sus componentes. La aplicación Web fue desarrollada en PHP y HTML, para la configuración de los equipos Arduino se programó en el IDE de Arduino mediante la conexión al puerto COM de un computador.

Las pruebas se realizaron en una red LAN por ser un prototipo, si se desea implementar se necesita contratar una IP pública, la cual permitirá tener acceso al monitoreo desde cualquier parte del mundo y con cualquier dispositivo que tenga navegación Web y acceso a internet.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Al realizar esta investigación se ha encontrado grandes ventajas de utilizar la tecnología arduino, como dispositivos para la Gestión de Riesgos en los monitores de zonas boscosas que se van destruyendo sin ningún control.
- Al realizar las conexiones de los equipos arduino se necesita tener conocimientos de bases de datos y páginas web, por el conflicto de las IPs, y la especificación de donde se va a realizar el almacenamiento.
- Para poder realizar un monitoreo externamente se debe tener en cuenta que se necesita una IP pública, por lo que para la realización del prototipo solo hizo las pruebas en forma privada.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar una adecuada conexión al servidor web donde se está almacenando los datos tomados por los sensores y que van a ser mostrados en la página web, programando los tiempos de cada 2 minutos tome las pruebas, por razón que son demasiados datos.

- La programación de la página web se lo realice en PHP y HTML para que facilite el diseño y se muestre de una forma ordenada los datos solicitados de la base de datos.

- La programación de los equipos arduino es similar a los demás lenguajes de programación, por lo que se recomienda revisar algunos comandos que son utilizados para que no exista conflictos ni errores.

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Diseño e implementación de un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH.

6.2 INTRODUCCIÓN

Si no existe un control constante y riguroso sobre la tala desmedida de árboles y la provocación de incendios forestales, los organismos que allí viven quedan sin hogar. En muchos casos los animales, plantas y otros organismos mueren o les toca emigrar a otro bosque. Destruir un bosque significa acabar con muchas de las especies nativas que viven en él. Algunas de estas especies no son conocidas por el hombre. De esta manera muchas especies se están perdiendo día a día y desapareciendo para siempre del planeta.

En la actualidad no existe un sistema de alerta temprana en incendios y tala de árboles en zonas forestales, lo que surge la necesidad de implementar una red que interconecte sensores (sensor de temperatura para prevención de incendios; sensor de sonido para detectar el sonido de motosierras eléctricas), almacenando en una base de datos la información emitida por los sensores para analizar resultados en fechas posteriores, brindando así un fácil monitoreo y recepción de señales sensoriales permitiendo enviar una alerta e informar al personal de cuidado para que realicen las acciones necesarias.

El proyecto se delimita en el diseño e implementación de un prototipo de sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en zonas boscosas de la UNACH.

El prototipo consta de lo siguiente:

- Sensores de temperatura que van a servir para monitorear y prevenir incendios en el bosque.
- Sensores de sonido que se encargarán del monitoreo de sonido de motosierras eléctricas para la prevención de la tala de árboles.
- Módulo de interconexión inalámbrica de sensores para la gestión que se va encontrar en la Universidad Nacional de Chimborazo- UNACH campus Edison Riera.
- Aplicación Web para el monitoreo de las señales emitidas por los sensores.

6.3 OBJETIVOS

6.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un prototipo de Sistema de Alerta Temprana para la prevención de incendios y tala de árboles en una zona boscosa de la UNACH.

6.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el estado del Arte sobre el monitoreo en incendios y tala de árboles en zonas boscosas y tipos de sensores a utilizar.
- Estudiar la mejor alternativa tecnológica de comunicación entre dispositivos repartidos en un bosque.
- Diseñar una aplicación Web para monitorear las señales recibidas y determinar la eficiencia del Sistema de alerta temprana.

6.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA

Para el desarrollo de este proyecto se toma en cuenta aspectos muy importantes en el ámbito de: base de datos, programación de páginas web y dispositivos arduino descritos a continuación:

- **Motor de base de datos MySql.-** Es un sistema de gestión de base de datos relacional. Este gestor de base de datos es multihilo y multiusuario, lo que le permite ser utilizado por varias personas al mismo tiempo, e incluso, realizar varias consultas a la vez, lo que lo hace sumamente versátil.

La sintaxis de su uso es bastante simple, lo que permite crear bases de datos simples o complejos con mucha facilidad. Además, es compatible con múltiples plataformas informáticas y ofrece una infinidad de aplicaciones que permiten acceder rápidamente a las sentencias del gestor de base de datos.

- **Programación Páginas Web.-** Para el desarrollo de la página web se partió desde el conocimiento de html y php 5, instalando el gestor de páginas web Xamp, donde se instala el software apache tomcat que ayuda a relacionar la página web con un navegador.

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

HTML siglas de HyperText Markup Language («lenguaje de marcas de hipertexto»). Es un estándar que sirve de referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos entre otros.

- **Programación Arduino.-** Para desarrollar y programar las placas arduino es necesario tener bases y conocimiento principalmente el C y C++, IDE arduino es el motor de desarrollo de arduino, cuenta con sentencias y nomenclaturas similares a C y con lógica de cualquier otro tipo de motor de desarrollo. Es compatible con varios lenguajes de programación, entre los más conocidos java, paithon, etc.

6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Este estudio se enfoca principalmente en la comunicación de los dispositivos Arduino y el servidor Web, mediante una conexión Wi-Fi donde los sensores

(temperatura, humedad, sonido) envían los datos capturados al servidor y se almacena en una base de datos cada 5 minutos. Para el desarrollo del prototipo se toma en cuenta aspectos importantes en la programación del dispositivo Arduino mediante el acople del Arduino Shield Ethernet y módulo Wi- Fi.

Para la realización del monitoreo de las señales sensoriales se implementa una página Web utilizando Html y PHP, mediante el logeo al sistema con un usuario y contraseña habilitados por el administrador permite acceder a un menú principal en donde se encuentra un historial, gráfica y el monitoreo en vivo de los datos recibidos de los sensores, en este último muestra una alerta si sobrepasan un rango obtenido por los sensores

6.6 DISEÑO ORGANIZACIONAL.

Se presenta la estructura funcional de la unidad administrativa con la que se ejecutó el proyecto (Figura 81).



Figura 81. Diseño Organizacional

Fuente: Autor

6.7 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Para el monitoreo y evaluación de la propuesta, se realizara pruebas de comunicación entre el dispositivo Arduino, el servidor y usuario (computadora y dispositivos móviles) así como el monitoreo de los sensores mediante la página Web. Documentando los avances alcanzados durante cada etapa del desarrollo.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ESPE. (2012). wicom energy group. Obtenido de UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS:
<http://wicom.espe.edu.ec/category/proyectos/>
- ✓ Harvard. (2 de Mayo de 2015). Todo Naturaleza y Medio Ambiente. Obtenido de <http://sdlmedioambiente.com/harvard-forest-el-bosque-experimental-que-es-monitoreado-con-sensores/>
- ✓ jennyfer K. Erazo, C. A. (2014).
http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21330/1/MATCH%2714_01_Erazo%20%26%20Hervas.pdf. Obtenido de Universidad de Cuenca:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21330>.
- ✓ M., B. (2012). What is arduino. Canada.
- ✓ Mexico-Jorge Antonio Atempa Camacho, A. D. (12 de 07 de 2015). Red de sensores inalámbrica para la detección de incendios forestales. Obtenido de Instituto Tecnológico de Mexicali MEXICO:
http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/Red%20de%20sensores%20inalambrica%20para%20la%20deteccion%20de%20incendios%20forestales.pdf.
- ✓ NetLife Control y Monitorizacion Ambiental. (22 de 12 de 2009). EL MUNDO. Obtenido de Redes de sensores que vigilan el medio ambiente en tiempo real :
<http://www.elmundo.es/elmundo/2009/12/22/baleares/1261469973.html>.
- ✓ Solobera, J. (4 de Septiembre de 2010). Libelium World. Obtenido de http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_detec_forest_fires/

Web grafía

- <http://www.redusers.com/noticias/que-es-una-red-informatica/>
- <https://norfipc.com/redes/tipos-redes-estandares-wi-fi-diferencias.php>
- <https://proyectoarduino.wordpress.com/%C2%BFque-es-arduino/>
- <https://adquisiciondedatos.wordpress.com/2014/03/14/arduinouno/>
- <http://es.slideshare.net/josueacerov/diapositivas-de-sensor-de-temperatura-jeison-torres-diego-diaz-jhonatan-mio>
- <http://es.slideshare.net/josueacerov/diapositivas-de-sensor-de-temperatura-jeison-torres-diego-diaz-jhonatan-mio>
- <http://www.internetdelascosas.cl/2014/07/08/midiendo-temperatura-y-humedad-con-arduino-y-el-sensor-dht11/>
- http://www.julio.sandria.org/archivos/articulos/robotica/lego-nxt/introduccion/Sensor_Sonido.html
- http://www.aliexpress.com/store/product/Sound-sensor-module-voice-sensor-module-whistle-module-with-gratis-dupont-line/704423_1417687269.html

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

8.1 ANEXO I.- DATASHEET DEL SENSOR DE TEMPERATURA LM35

La hoja de datos LM35 especifica que este ICs son sensores de temperatura de circuitos integrados de precisión, cuya tensión de salida es linealmente proporcional a la temperatura Celsius (centígrados).

El LM35 tiene una ventaja sobre los sensores de temperatura lineales calibradas en ° Kelvin, ya que el usuario no está obligado a restar una gran tensión constante de su producción para obtener escalamiento conveniente Centi grado. El LM35 no requiere ninguna calibración externa o recorte para proporcionar precisiones típicas de $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ a temperatura ambiente y $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ sobre un -55 a $+150^{\circ}\text{C}$ rango de temperatura.

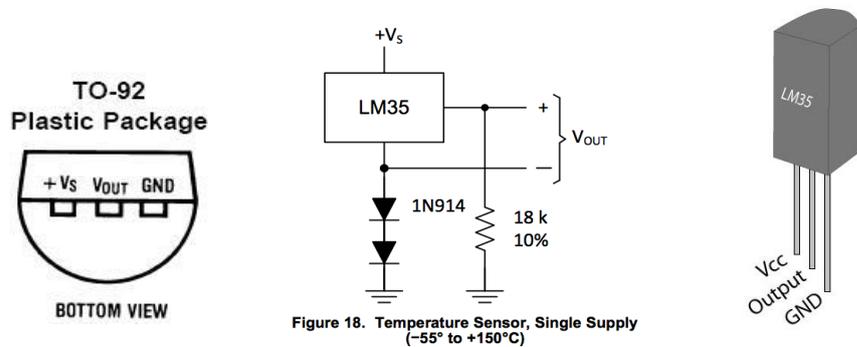


Figure 18. Temperature Sensor, Single Supply (-55° to $+150^{\circ}\text{C}$)

Características LM35

- Calibrada directamente en ° Celsius (centígrados)
- Factor de escala + 10,0 mV / °C Lineal
- 0,5 °C exactitud garantizable (a +25 °C)
- Clasificado para la gama completa ° -55 a +150 °C
- Adecuado para aplicaciones remotas
- Bajo costo debido a la oblea de nivel de recorte
- Funciona de 4 a 30 voltios
- Menos de 60 μA de drenaje actual

- Baja auto-calefacción, 0.08 °C con aire en calma
- Sólo no linealidad $\pm 1/4$ °C típica
- salida de baja impedancia, 0,1 Ω de carga de 1 mA

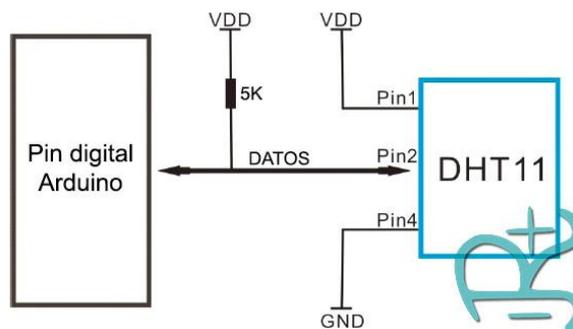
ANEXO II.- DATASHEET DEL SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

El sensor DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa del aire. Utiliza una comunicación digital con Arduino, de forma que no es necesaria la conexión a un pin analógico para realizar las lecturas.

Encapsulados

Existen 3 tipos de encapsulado del sensor y son:

- El sensor suelto, con un encapsulado azul y cuatro pines disponibles para conectar.
- El sensor con una placa soldada, con tres pines disponibles para conectar, y una resistencia pull-up (normalmente de 4,7-10 k Ω) presoldada.
- El mismo formato que el anterior, pero con un condensador de filtrado (normalmente de 100 nF).



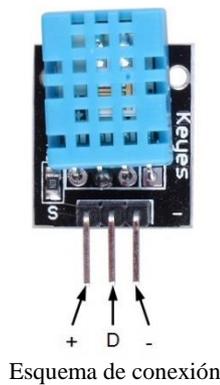
Esquema conexión DHT11



Sensor de temperatura humedad

Especificaciones técnicas

- Tensión de alimentación de 3 a 5 voltios
- Corriente máxima de alimentación 2.5 mA
- Rango de humedad relativa 20% a 80% con 5% de exactitud
- Rango de temperatura de 0 a 50°C con $\pm 2^{\circ}\text{C}$ de exactitud
- Velocidad de 1 medida por segundo
- Tamaño 15.5mm x 12mm x 5.5mm
- Conexión de 4 pines



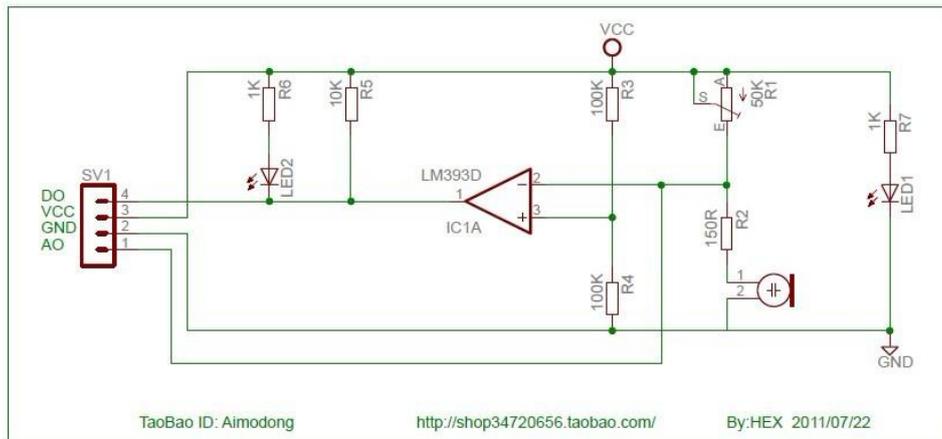
ANEXO III.- DATASHEET DEL SENSOR DE SONIDO FC04

Sensor de sonido FC04 mediante la placa Arduino. Mediante este sensor, si en un momento determinado se escucha un sonido, este sensor lo detecta. Se puede seleccionar la sensibilidad del sensor, el sensor empleado tiene un LED verde incorporado que indica cuando percibe un sonido y cuando no. Si está encendido significa que está recibiendo sonido, si está apagado lo contrario.



Sensor FC04

Datasheet sensor FC04



Pines del sensor de sonido fc04

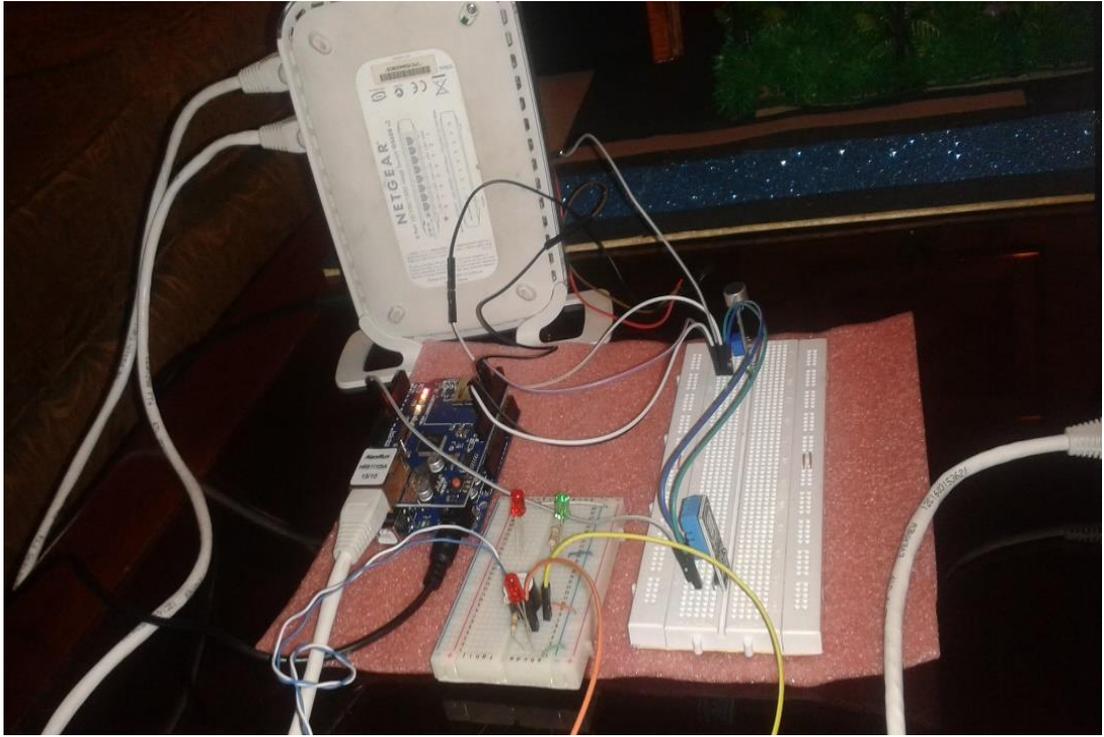
Existen 3 pines macho en el sensor: Vcc, GND y OUT.

Vcc es el pin que se debe de conectar a la fuente de tensión (5V).

GND es la toma a tierra.

OUT es el pin de salida al que se conecta el sensor. Cabe destacar que este sensor recoge datos analógicos, por lo que debe de conectarse a los pines hembra de la parte analógica, no en la digital (cosa fácilmente confundible, pues se puede pensar que simplemente recoge sonido (1) o no recoge sonido (0), pero no es así).

ANEXO IV.- FOTOGRAFÍAS



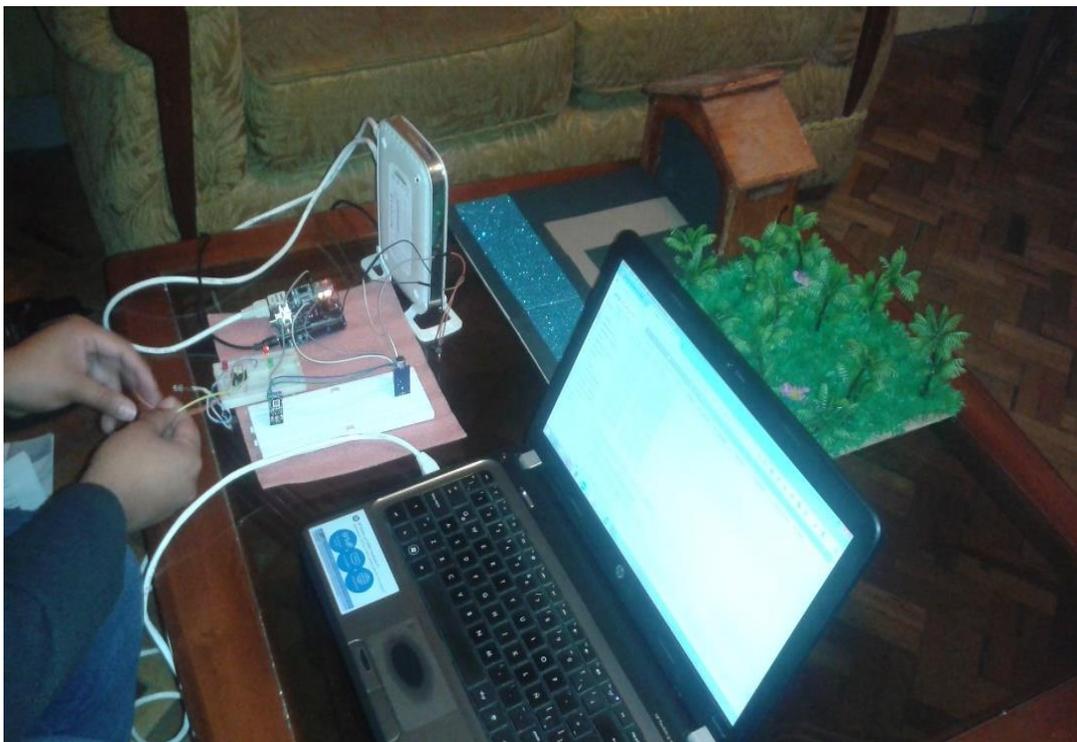
Conexión del Arduino a la Red



Maqueta de zona boscosa



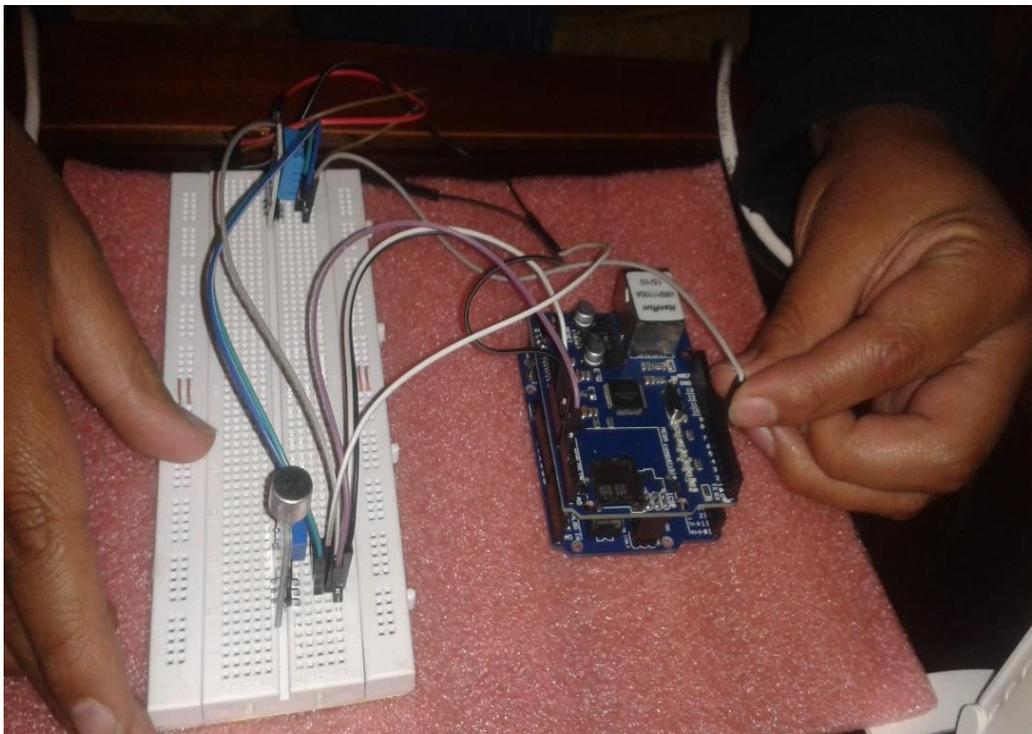
Pruebas con los Equipos



Conexión de los sensores



Programación de la Página Web



Análisis de los Pines Arduino



Pruebas sensores