



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en
Electrónica y Telecomunicaciones”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL
MONITOREO DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE
PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CHIMBORAZO**

AUTOR(ES):

JESSICA SILVANA VILLA RAMOS
FERNANDO JAVIER DAQUILEMA AIMACAÑA

Director:

Ms.C Deysi Vilma Inca Balseca

Riobamba - Ecuador
AÑO 2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del Proyecto de Investigación de Título “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL MONITOREO DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO “. Presentado por: Jessica Silvana Villa Ramos, Fernando Javier Daquilema Aimacaña y dirigido por: Deysi Vilma Inca Balseca.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe 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 el uso y custodia de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Paulina Vélez.
Presidente de tribunal.



Firma

Ing. Deysi Inca.
Directora de tesis.



Firma

Ing. Aníbal Llanga.
Miembro del Tribunal.



Firma

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Ingeniero en ELECTÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, con el tema: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL MONITOREO DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.** Ha sido elaborado por **JESSICA SILVANA VILLA RAMOS** y **FERNANDO JAVIER DAQUILEMA AIMACAÑA**, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de tutor, por lo que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva. Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.


Firma del Director de Tesis

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: **Jessica Silvana Villa Ramos con C.I. 0604110445** y **Fernando Javier Daquilema Aimacaña con C.I. 0603418666** e **Ingeniera Deysi Vilma Inca Balseca** y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”



Jessica Silvana Villa Ramos

C.I. 0604110445



Fernando Javier Daquilema Aimacaña

C.I. 0603418666

AGRADECIMIENTO

Como prioridad en nuestras vidas agradecemos primeramente a Dios por brindarnos salud y bendecirnos en todas las actividades que se ha realizado para llegar a obtener nuestro tan anhelado título profesional, darnos fortaleza, responsabilidad, sabiduría, porque tenemos la certeza y el gozo que siempre va a estar con nosotros.

A nuestros padres por brindarnos el apoyo en todo momento de manera incondicional durante el transcurso de nuestra carrera, por dedicarnos tiempo y esfuerzo para ser personas de bien y darnos excelentes consejos en nuestro camino diario y a nuestros demás familiares por darnos ejemplo y dedicación e instruirnos para seguir adelante en nuestra vida profesional.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a sus autoridades y docentes por abrir sus puertas y darnos la oportunidad de formarnos profesionalmente para triunfar en la vida.

A mi tutora de tesis la Ingeniera Deysi Inca quien con su dedicación y ayuda se logró concretar con el diseño, implementación y culminación de mi tesis.

Jessica Villa, Fernando Daquilema

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a Dios por darme la vida y ánimo para seguir este camino. A mis padres: Carmen Ramos y Fausto Villa que son todo para mí, quienes siempre me ayudaron y me apoyaron incondicionalmente en todo momento.

A mis hermanos, sobrinos que de alguna manera me apoyaron en mi carrera estudiantil, que me han brindado su apoyo y han estado presentes en este transcurso de la vida que he compartido momentos buenos y malos.

Jessica S. Villa Ramos.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme guiado por el buen camino por haberme dado salud para lograr mis objetivos y no desmayar en los problemas que se presentaban y poder llegar a cumplir mi sueño, a mis padres: Carmen Aimacaña y Agustín Daquilema por ser el pilar fundamental motivándome y dándome apoyo en todo momento, por sus concejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A mis hermanos, por ser el ejemplo de los cuales he aprendido muchos aciertos, a mis sobrinos que siempre han estado a mi lado brindado su cariño y apoyo en el transcurso de este camino.

Fernando J. Daquilema A.

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	8I
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
RESUMEN.....	13
ABSTRACT	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	17
1.1 ¿QUÉ ES MONITOREO DE GASES ATMOSFÉRICOS?.....	17
1.2 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	17
1.2.1 Fuentes de contaminación del aire	18
1.3 PRINCIPALES GASES CONTAMINANTES.....	20
1.3.1 Monóxido de carbono (CO).....	20
1.3.2 Dióxido de carbono (CO ₂).....	20
1.3.3 Óxido de Azufre (SO ₂).....	21
1.3.4 Óxido de Nitrógeno (NO ₂).....	21
1.4 SENSOR.....	22
1.4.1 TIPOS DE SENSORES.....	22
1.4.1.1 Sensores piezoeléctricos.....	22
1.4.1.2 Sensores electroquímicos.....	22
1.4.1.3 Sensor MQ7.....	23
1.4.1.4 Sensor MG811	24
1.1.4.5 Sensores ópticos.....	24
1.5 EQUIPOS DE TARJETAS	25
1.5.1 GPRS/GSM Shields SIM900.....	25
1.5.2 SHIELD ETHERNET.....	26
1.6 COMUNICACIÓN.....	28
1.6.1 Sistemas de comunicación	28
1.6.2 Modos de comunicación	28
1.7 ENLACES	30
1.7.1 Enlace punto a punto (store and forward).....	30
1.7.2 Enlace Multipunto (Broadcast).....	31
1.8 PROTOCOLOS	31
1.8.1 Tipos de protocolos.....	31
1.9 TOPOLOGÍAS DE RED.....	32
1.9.1 Topología Red en malla.....	32
1.9.2 Topología Red en bus	33
1.9.3 Topología Red en estrella	33
1.9.4 Topología Red anillo	34
1.10 RED CELULAR	34
1.10.1 REDES.....	35
1.11 ESTÁNDAR GSM	36
1.11.1 Arquitectura GSM.....	37
1.11.2 Trama GSM	38
1.11.3 SERVICIO SMS	39

1.12	TIEMPO DE LATENCIA	40
1.13	APLICACIÓN WEB PÁGINA WEB	41
1.13.1	Clasificación y tipos de página web.....	41
1.14	PROGRAMAS	41
1.14.1	Dreamweaver.....	41
1.14.2	AppServ	42
1.14.3	Eagle	43
1.15	BASE DE DATOS	44
CAPÍTULO II		45
2.	METODOLOGÍA	45
2.1	TIPO DE ESTUDIO.....	45
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	45
2.2.1	POBLACIÓN.....	45
2.2.2	MUESTRA	45
2.2.3	HIPÓTESIS	46
2.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	47
2.4	PROCEDIMIENTOS	48
2.4.1	CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES.....	50
2.4.2	DISEÑO DE PLACAS DEL SISTEMA.....	51
2.4.3	COMUNICACIÓN TARJETAS.....	65
2.4.4	DISEÑO DE BASE DE DATOS Y PAGINA WEB	69
2.4.5	VISUALIZACIÓN DEL REGISTRO DE LOS DATOS	78
2.5	COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	81
CAPÍTULO III.....		87
3.	RESULTADOS.....	87
3.1	RESULTADOS OBTENIDOS	87
3.2	ANÁLISIS FINANCIERO	91
CAPÍTULO IV.....		93
4.	DISCUSIÓN	93
CAPÍTULO V		94
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
5.1	CONCLUSIONES	94
5.2	RECOMENDACIONES.....	94
CAPÍTULO VI.....		96
6.	PROPUESTA	96
6.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA	96
6.2	INTRODUCCIÓN.....	96
6.3	OBJETIVOS	96
6.3.1	OBJETIVO GENERAL.....	96
6.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	96
6.3	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA	97
6.4	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	98
6.5	DISEÑO ORGANIZACIONAL	98
6.6	MONITOREO Y ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA	99
7.	BIBLIOGRAFÍA	102
8	ANEXOS	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de monitoreo.....	17
Figura 2. Fuentes de contaminación de la atmosfera.	18
Figura 3. Efectos del monóxido de carbono para la salud.....	20
Figura 4. Sensor piezoeléctrico.	22
Figura 5. Sensor para CO y otros gases (esquema).....	23
Figura 6. Sensor MQ7	23
Figura 7. Sensor para Co2.....	24
Figura 8. Diagrama básico de un sensor óptico.....	25
Figura 9. GPRS/GSM Shield SIM900.	25
Figura 10. Shield Ethernet.....	26
Figura 11. Comunicación SPI	27
Figura 12. Diagrama de un sistema general de comunicaciones según Shannon.....	28
Figura 13. Modo de comunicación simplex.	29
Figura 14. Modo de comunicación half-duplex.	29
Figura 15. Modo de comunicación full-dúplex.	30
Figura 16. Enlace punto a punto.....	30
Figura 17. Enlace Multipunto.....	31
Figura 18. Topología de malla.	33
Figura 19. Topología de bus.....	33
Figura 20. Topología de estrella.....	34
Figura 21. Topología de anillo.	34
Figura 22. Topología de red celular.	35
Figura 23. Principales bloques de la arquitectura GSM.....	37
Figura 24. Diagrama de entramado GSM	38
Figura 25. Estructura de servicio SMS.....	39
Figura 26. Servicios básicos SM MO y SMMT.....	40
Figura 27. Estructura básica de la red para la transferencia de mensajes cortos.....	40
Figura 28. Software Dreamweaver.....	42
Figura 29. Software App Server.....	43
Figura 30. Pantalla de Eagle.....	43
Figura 31. Base de datos	44
Figura 32. Procedimientos del sistema de adquisición de datos	48
Figura 33. Toma de muestras y comparación.....	50
Figura 34. Gráfica para configuración sensor Mq7.....	50
Figura 35. Gráfica para configuración del sensor MG811	51
Figura 36. Comprobación Física equipo transmisor.	51
Figura 37. Simulación transmisor	52
Figura 38. Ruteo de la simulación.....	54
Figura 39. Diagrama de flujo de la programación del equipo transmisor	55
Figura 40. Implementación del transmisor.....	58
Figura 41. Simulación del receptor.	59
Figura 42. Ruteo receptor.....	60
Figura 43. Diagrama de flujo de la programación del equipo receptor.....	61
Figura 44. Implementación del receptor.....	65
Figura 45. Verificación de funcionamiento de módulo GSM/GPRS SIM 900.....	65
Figura 46. Sistema Transmisor.....	66
Figura 47. Sistema Receptor.	67
Figura 48. Conexión Ethernet, Arduino, modem y servidor	68

Figura 49. Comando ipconfig /all para ver la dirección ip.....	68
Figura 50. Pantalla principal del asistente de instalación.....	69
Figura 51. Dirección para la instalación.....	70
Figura 52. Selección de los componentes	70
Figura 53. Configuración de Apache	71
Figura 54. Ingreso de contraseña del usuario	71
Figura 55. Inicio de instalación	72
Figura 56. Finalización de instalación.....	72
Figura 57. Comprobación de estructura	73
Figura 58. Ingreso a localhost	73
Figura 59. Ingreso el nombre de usuario y contraseña.....	74
Figura 60. Base de datos	74
Figura 61. Software Dreamweaver.....	75
Figura 62. Creación del sitio	75
Figura 63. Ingreso de nombre y ubicación del sitio	76
Figura 64. Preparación del entorno.	76
Figura 65. Crear plantilla.	77
Figura 66. Plantilla de la página web.	77
Figura 67. Diseño de la plantilla.	78
Figura 68. Plantilla terminada.	78
Figura 69. Base de datos	79
Figura 70. Reporte gráfico Monóxido.....	79
Figura 71. Reporte gráfico Dióxido	80
Figura 72. Reporte por fechas	80
Figura 73. Mediciones en los dos ambientes.....	81
Figura 74. Campana de Gauss para decisión.....	86
Figura 75. Equipo Receptor instalado	87
Figura 76. Equipo transmisor	87
Figura 77. Página web en internet.....	88
Figura 78. Datos registrados en la base de datos monóxido.....	88
Figura 79. Datos registrados en la base de datos dióxido	89
Figura 80. Reporte gráfico monóxido	89
Figura 81. Reporte gráfico dióxido	90
Figura 82. Diagrama del sistema organizacional el proyecto	99
Figura 83. Equipo transmisor funcionando	99
Figura 84. Almacenamiento en la base de datos	100
Figura 85. Reporte gráfico de Monóxido de Carbono.....	100
Figura 86. Reporte gráfico de Dióxido de Carbono	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Banda de frecuencia de GSM	36
Tabla 2. Operacionalización de la variable Independiente.....	47

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente	48
Tabla 4. Datos de las mediciones del ambiente A	82
Tabla 5. Datos de las mediciones ambiente B	83
Tabla 6. Datos observados en los dos ambientes.....	84
Tabla 7. Datos esperados de los dos ambientes.....	85
Tabla 8. Valores estadísticos	86
Tabla 9. Mediciones	90
Tabla 10. Financiamiento del proyecto	91
Tabla 11. Características del sensor	97
Tabla 12. Características del sensor	98

RESUMEN

El propósito principal del proyecto es la implementación de un sistema de monitoreo de contaminación del aire, utilizando red celular específicamente el estándar GSM para el registro y visualización de datos de los sensores de monóxido de carbono y dióxido de carbono en áreas estratégicas de la ciudad de Riobamba.

En el desarrollo del sistema se implementó dos equipos que consta de un transmisor y receptor, el equipo transmisor se encarga de adquirir los datos mediante los sensores monóxido de carbono y dióxido de carbono que se encuentran conectados en la tarjeta de control, que se encarga de estabilizar datos y enviar al receptor por medio de la tarjeta Sim900 utilizando comandos AT. El equipo receptor cumple la función de recibir datos, establecer la comunicación con la base de datos para registrar datos adquiridos y facilitar la visualización de la aplicación web en el internet.

El beneficio del sistema de monitoreo mediante red celular trae consigo el beneficio de la optimización de recursos humanos, económicos y tiempo, debido que el sistema cumple la función de registrar, enviar datos mediante mensajes de texto, almacenar en una base de datos de manera automática y en tiempo real. Con la ayuda de la comunicación red celular utilizando el estándar GSM permite monitorear la contaminación del aire en diferentes áreas de la ciudad de Riobamba.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Geovanny Armas.

5 de Julio de 2016

ABSTRACT

The main purpose of this project is the implementation of a system for the monitoring of air pollution, using cellular network specifically the GSM standard for the recording and display data from carbon monoxide and carbon dioxide sensors in strategic areas of Riobamba.

In the development of the system two equipment sets were implemented, they are: a transmitter and receiver, the transmitter is in charge of receiving data using sensors carbon monoxide and carbon dioxide sensors, which are connected to the control board, which is responsible for stabilizing data and sending them to the receiver by means of the Sim900 card using AT commands. The receiving computer fulfills the function of receiving data, establishing communication with the database in order to record the collected data and facilitate the visualization of the web application on the internet.

The benefit of the monitoring system by using a cellphone network brings the benefit of optimizing the human, economic and time resources, since this system registers, sends data through text messages, stores them in a database automatically and in real time. With the help of communication from the cellular network using the GSM standard it allows to monitor the air pollution in several areas of Riobamba.

xiv



COORDINACION

INTRODUCCIÓN

Ante los problemas de contaminación atmosférica que se origina como consecuencia de la constante evolución de la tecnología moderna originando cada vez mayores emisiones de contaminantes a la atmosfera alterando el equilibrio natural existente entre los distintos ecosistemas que afectan a la salud de los humanos o incluso, provocando cambios catastróficos en el ambiente. Cuando se habla de la contaminación del aire se hace referencia a la alteración de su composición natural, el aire que se respira está compuesto principalmente por los siguientes gases como son el Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de carbono y otros gases raros. (p.53) (Inche, 2004).

“La razón de esta especificación se debe a que las partículas más pequeñas son más peligrosas para la salud, porque son capaces de alcanzar la zona inferior de los pulmones” (p.56). “El efecto invernadero y la disminución de la capa de ozono son dos factores trascendentales causados por la contaminación del aire. El exceso de dióxido de carbono y Monóxido de carbono que emiten la quema de combustibles, aerosoles, refrigeradoras, vehículos motorizados”. (Inche, 2004).

Este monitoreo y registro de los niveles de contaminación del CO y CO₂ puede ser una alternativa secundaria para la concientización de la población en reducir la emanación de estos gases. Para ello se hace evidente la implementación de un sistema que me permita registrar los niveles de contaminación del aire. En este proceso de monitoreo de los gases se debe registrar los niveles de contaminación.

Este sistema de monitoreo de los niveles de contaminación de gases CO y CO₂ en la ciudad de Riobamba pretende registrar los datos de dichos gases en tiempo real en cualquier punto específico de la ciudad donde ese requiera implementar el prototipo.

En el sistema de monitoreo de los niveles de contaminación de CO y CO₂ se requiere comprobar su correcto funcionamiento, además de la verificación de su diseño e implementación y el desarrollo de una página web con su respectiva base de datos para visualizar la información en tiempo real para la comprobación de los requerimientos del proyecto de investigación de la Universidad, , para esto es necesario realizar una base de datos que permita registrar los datos obtenidos por los sensores instalados en el prototipo.

Con la realización de este trabajo de investigación se aportara en el proyecto: “Programa integrado de monitoreo de control de calidad del aire en la ciudad de Riobamba usando modelos matemáticos”, de la Universidad Nacional de Chimborazo. Cabe mencionar que anteriormente el proyecto no contaba con ningún sistema de registro de los niveles de contaminación de estos gases y mucho menos la implementación de un sistema de monitoreo. Por tal razón requiere de varios aspectos importantes para el desarrollo de la investigación, diseño e implementación del sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire.

Con los antecedentes antes mencionados, las necesidades que el proyecto requiera y el aporte que este trabajo de investigación brinde, se plantea como objetivo general: Diseñar e implementar un sistema inalámbrico para el monitoreo de los niveles de contaminación del aire en la Universidad Nacional de Chimborazo a través del uso de sensores dióxido de carbono y monóxido de carbono.

Finalmente, se muestra las conclusiones y recomendaciones una vez terminado la investigación, entre las que se mencionan aspectos importantes que deben ser tomados en cuenta para investigaciones futuras.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1 ¿Qué es monitoreo de gases atmosféricos?

El monitoreo de gases atmosféricos para calidad del aire en áreas urbanas es mucho más complicada. Debido a la existencia de cientos de gases y una extensa gama de aplicaciones donde están presentes estos gases. El monitoreo permite registrar los niveles de contaminación del aire producido por la emanación de gases como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Sistema de monitoreo.

Fuente: Los Autores

1.2 Contaminación Atmosférica

La contaminación atmosférica consiste en la presencia de sustancias producidas por el hombre o emanaciones naturales que son perjudiciales a la población y medio ambiente. Los contaminantes atmosféricos más frecuentes y ampliamente dispersos son: el monóxido de carbono, el dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, el ozono, dióxido de carbono o las partículas en suspensión. (Diego Javier Reinoso Chisaguano, 2009)

1.2.1 Fuentes de contaminación del aire

La contaminación atmosférica es producida por dos fuentes que son: las naturales y las artificiales o antropogénicas. Las emisiones naturales son producidas por incendios forestales, volcanes, la fuente artificial es producida por el hombre. En la figura 2 indica las fuentes de contaminación atmosférica. (Inche, 2004)

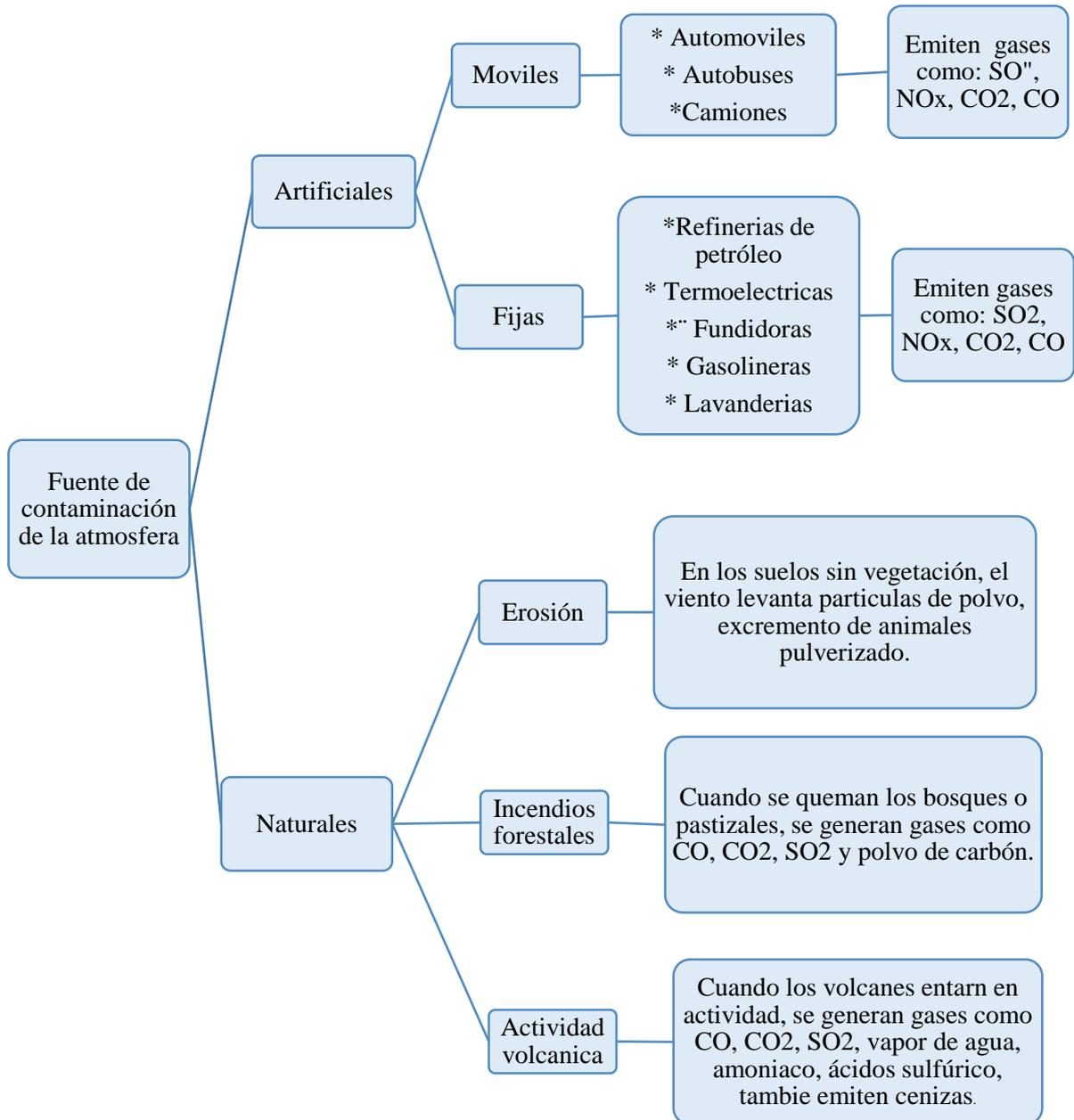


Figura 2. Fuentes de contaminación de la atmosfera.

Fuente: (Inche, 2004)

1.2.1.1 Fuentes naturales

Son aquellos factores producidos por erupciones volcánicas, incendios forestales, polvaredas provocadas por el viento, humo, polen, gases sulfurosos como se muestra en la tabla 1, estas fuentes son independientemente de las actividades humanas.

Tabla 1. Fuentes Naturales de contaminación

FUENTE	CONTAMINATES
Volcanes	Óxidos de azufre, partículas
Fuegos forestales	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas
Vendavales	Polvo
Plantas (vivas)	Hidrocarburos, polen
Plantas (en descomposición)	Metano, sulfuro de hidrógeno
Suelo	Virus, polvo
Mar	Partículas de sal

Fuente: (Inche, 2004)

1.2.1.2 Fuentes artificiales

Son todas las actividades provocadas por el hombre como son: la combustión, emisiones de vehículos, minería, procesos químicos y procesos nucleares, las fuentes artificiales se clasifican en dos grupos que son: fijas y móviles

1.2.1.3 Fuentes Fijas o Estacionarias

Las fuentes fijas se encuentran ubicadas en un solo lugar desarrollando procesos industriales, comerciales como petróleo, tintas, de papel, del acero, del vidrio, de la generación de electricidad, etc. provocando emisiones contaminantes a la atmosfera.

1.2.1.4 Fuentes Móviles

Los vehículos automotores que circulan por la carretera tales como automóviles, camiones, autobuses, y motocicletas, se conocen como fuentes móviles, estas fuentes producen grandes cantidades de monóxido de carbono (CO) convirtiéndose en la principal fuente de contaminación del aire.

1.3 PRINCIPALES GASES CONTAMINANTES.

Los gases más comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de carbono (CO₂)
- Óxido de azufre
- Óxido de nitrógeno

1.3.1 Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insípido. En los seres humanos, reduce la capacidad de absorción de oxígeno de la sangre y, por consiguiente, produce el envenenamiento del cuerpo como se muestra en la figura 3. Un contenido de 0,3 % de CO en el aire respirado puede tener un efecto mortal en 30 minutos. (p.550) (Dietsche, 2005)

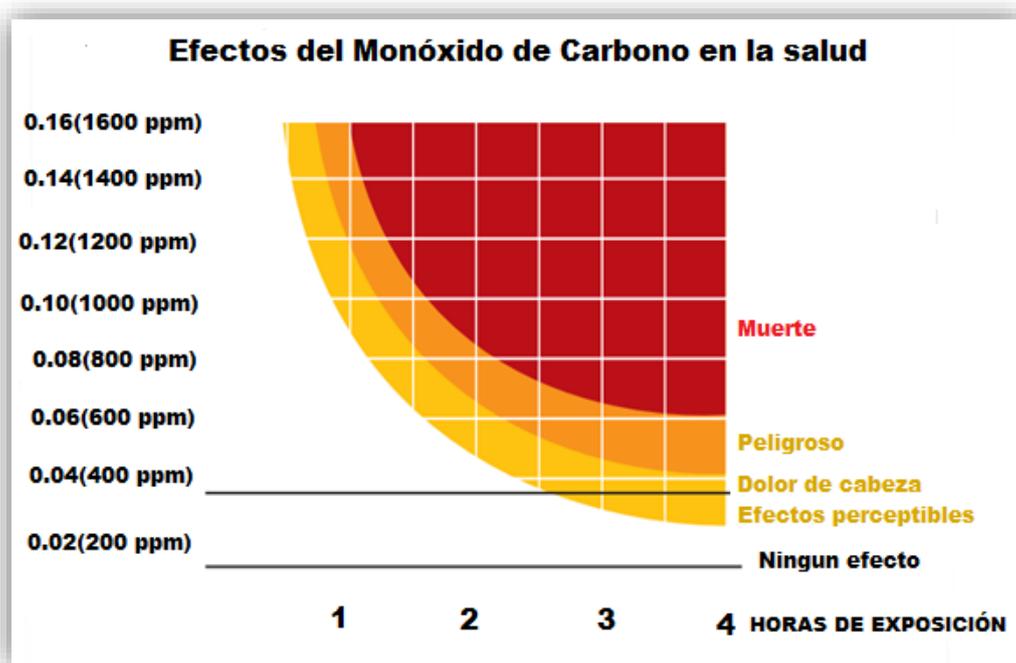


Figura 3. Efectos del monóxido de carbono para la salud.

Fuente: (MetroGas, 2016)

1.3.2 Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono existe como componente natural del aire en la atmósfera, se considera como uno de los causantes del efecto invernadero y del cambio climático. La cantidad de dióxido de carbono liberado es directamente proporcional al consumo de combustible. (Dietsche, 2005)

1.3.3 Óxido de Azufre (SO₂)¹

El óxido de Azufre es un gas contaminante, siendo el principal agente de la lluvia ácida.

Efectos: los óxidos de azufre producen necrosis en plantas en función de la dosis, alteración en los contenidos de azúcares y proteínas y pérdida de productividad; causan irritaciones oculares y respiratorias en animales a dosis elevadas; más efecto parece tener los sulfatos secundarios. (EcuRed, 2016)

1.3.4 Óxido de Nitrógeno (NO₂)

El óxido de nitrógeno es la combinación de óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). Estos gases son incoloros e inodoros emanados en la atmosfera con mayor frecuencia por las fuentes industriales, automóviles, centrales eléctricas, producidas por la quema de combustibles generando smog o niebla contaminante perjudiciales para la salud de la población.

Propiedades físicas de los óxidos de nitrógeno.

- Fórmula química: NO₂
- Masa molecular: 46.01 g/mol
- Punto de ebullición: 21.2° C
- Punto de fusión: -11.2° C
- Densidad relativa del líquido (agua = 1g/ml): 1.45 g/ml
- Solubilidad en agua: Buena.
- Temperatura crítica: 158° C
- Presión de vapor : (KPa a 20° C): 96
- Densidad relativa del gas (aire = 1g/ml): 1.58 g/ml

Efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.

- Es una sustancia corrosiva para la piel y el tracto respiratorio, provocando enrojecimiento y quemaduras cutáneas graves.
- La inhalación en elevadas concentraciones y durante un corto periodo de tiempo, puede originar un edema pulmonar cuyos efectos no se observan hasta pasadas unas horas, agravándose con el esfuerzo físico. Una exposición prolongada puede afectar al sistema inmune y al pulmón, dando lugar a una menor resistencia frente

¹ SO₂, Óxido de Azufre

a infecciones y causar cambios irreversibles en el tejido pulmonar.

1.4 SENSOR

Es el dispositivo diseñado para captar información de magnitudes físicas del exterior y transformarla en otra magnitud, como son datos de temperatura, variación de luz, gases contaminantes etc. que son capaces de cuantificar y manipular.

1.4.1 Tipos de sensores

Los tipos de sensores químicos son:

1.4.1.1 Sensores piezoeléctricos

Son aquellos que cuando se aplica una presión de fuerza o aceleración a un cristal de cuarzo u otros materiales piezoeléctricos se desarrolla una carga a través del cristal que es proporcional a la fuerza aplicada como se muestra en la figura 4.

Ventajas de los cerámicos piezoeléctricos

- Alta eficiencia en la transformación eléctrica
- Alta estabilidad
- Adecuado para la producción en masa, y económicos

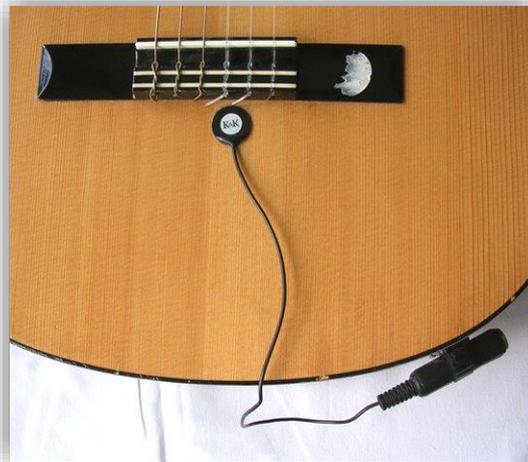


Figura 4. Sensor piezoeléctrico.
Fuente: (Todoproduktividad, 2008)

1.4.1.2 Sensores electroquímicos

Son adecuados para determinar el contenido de oxígeno y los contribuyentes nocivos del gas como CO, SO₂ o NoX se basan en el principio de la valoración potenciométrica sensible a los iones.

Sensor para CO y otros gases (esquema) se lo puede apreciar en la figura 5.

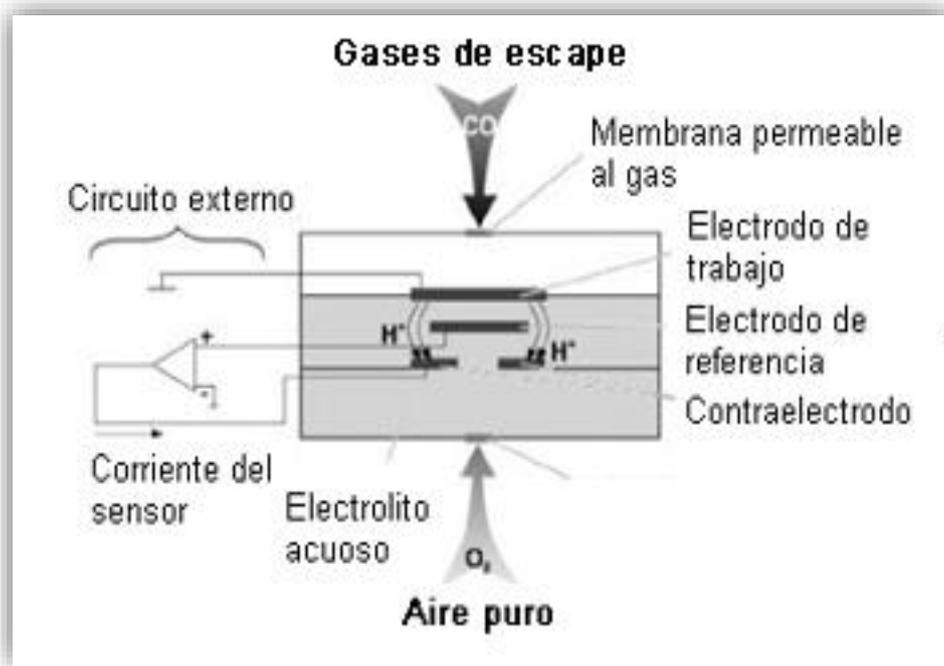


Figura 5. Sensor para CO y otros gases (esquema).
Fuente: (SA, 2010)

1.4.1.3 Sensor MQ7

Este sensor posee una alta sensibilidad y rápido tiempo de respuesta además es sencillo de usar y adecuado para detectar la concentración de CO en el aire. El MQ-7² puede detectar en cualquier lugar de 20 a 2000 ppm de concentración de CO. La salida del sensor es una resistencia análoga y su sensibilidad puede ser ajustada por el potenciómetro como se puede apreciar en la figura 6.



Figura 6. Sensor MQ7
Fuente: (eVoltaPC, 2016)

² MQ7, sensor de Monóxido de Carbono

1.4.1.4 Sensor MG811

El MG-811³ es altamente sensible al CO₂. Se utiliza en el control de la calidad del aire. La tensión de salida del módulo cae a medida que la concentración de CO₂ incrementa. Este módulo sensor es un circuito de acondicionamiento de señal a bordo para la amplificación de señal de salida y un circuito de calefacción a bordo para el calentamiento del sensor. La tensión de salida del sensor en el aire limpio (típicamente 400 ppm CO₂) está en el rango de 200 mV-600mV, como se muestra en la figura 7.

Características

- Salida analógica y digital
- A bordo circuito de acondicionamiento de señal
- A bordo del circuito de calefacción
- Jack sensor elimina la soldadura del sensor y permite plug-and-play
- 4 pines conectores de bloqueo a bordo
- cables de bloqueo de 4 pines incluidos en el paquete
- Tamaño compacto



Figura 7. Sensor para Co₂
Fuente: (Becerra, 2016)

1.1.4.5 Sensores ópticos

Un sensor óptico se apoya en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta. Una mejora de los dispositivos sensores, comprende la utilización de la fibra óptica como elemento de transmisión de la luz, tal como se puede visualizar en el diagrama de bloques de la figura 8.

³ MG811, sensor de Dióxido de Carbono



Figura 8. Diagrama básico de un sensor óptico.

Fuente: Los Autores.

Ventajas:

- Es un método no destructivo y no invasivo.
- Ofrece posibilidades de integración en sistemas más complejos.
- Bajo costo
- Posibilidades de control a distancia de lugares poco accesibles físicamente.

1.5 EQUIPOS DE TARJETAS

1.5.1 GPRS/GSM⁴ Shields SIM900

Esta tarjeta es confiable y se basada en el chip SIM900 como se observa en la figura 9, cien por ciento compatible con Arduino Uno y Mega, trabaja en frecuencias gsm/gprs de 850/900/1800/1900MHz, para realizar llamadas de voz, envío de SMS y fax.

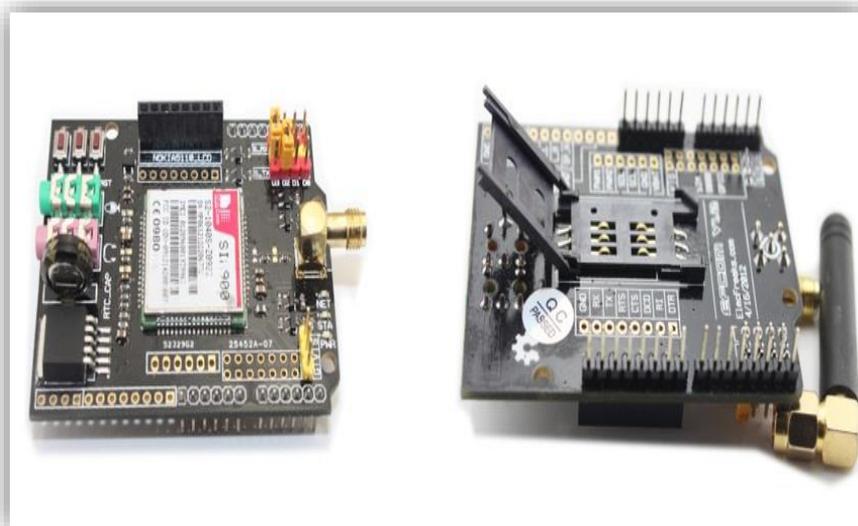


Figura 9. GPRS/GSM Shield SIM900.

Fuente: (patagoniatec, 2016)

⁴ GPRS, General Packet Radio Service, Servicio General de Paquetes vía Radio

1.5.2 SHIELD ETHERNET

La Arduino Ethernet Shield permite a una placa Arduino conectarse a internet. Está basada en el chip Ethernet Wiznet W5100 (datasheet). El Wiznet W5100 provee de una pila de red IP capaz de TCP⁵ y UDP⁶. Soporta hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas. Usa la librería Ethernet para escribir programas que se conecten a internet usando la Shield (Gutiérrez, Arduino + Ethernet Shield, 2013) , como se observa en la figura 10.



Figura 10. Shield Ethernet

Fuente: (Gutiérrez, Arduino + Ethernet Shield, 2013)

Arduino usa los pines digitales 10, 11, 12, y 13 (SPI) para comunicarse con el W5100 en la Ethernet Shield. Estos pines no pueden ser usados para e/s genéricas.

La Shield provee un conector Ethernet estándar RJ45

El botón de reset en la Shield resetea ambos, el W5100 y la placa Arduino.

La Shield contiene un número de LEDs para información:

- PWR: indica que la placa y la Shield están alimentadas
- LINK: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando la Shield envía o recibe datos
- FULLD: indica que la conexión de red es full dúplex
- 100M: indica la presencia de una conexión de red de 100 Mb/s (de forma opuesta a una de 10Mb/s)
- RX: parpadea cuando la Shield recibe datos

⁵ TCP, Transmission-Control-Protocol, en español Protocolo de Control de Transmisión

⁶ UDP, User Datagram Protocol, en español Protocolo de Datagrama de Usuario

- TX: parpadea cuando la Shield envía datos
- COLL: parpadea cuando se detectan colisiones en la red

1.5.2.1 Comunicación SPI ⁷

El protocolo SPI proviene de las siglas en inglés “Serial Peripheral Interface”, y es un estándar de comunicaciones usado principalmente en la transferencia de información entre circuitos integrados en circuitos electrónicos. Se trata de un bus serie de datos para la transferencia síncrona y bidireccional de información. En toda comunicación por SPI deberá haber al menos un dispositivo actuando como maestro, y uno o más actuando como esclavos como representa la figura 11. Para seleccionar a cada uno de los esclavos existe una línea, denominada “Slave select” o “chip select”. (Mindstorms, 2011)

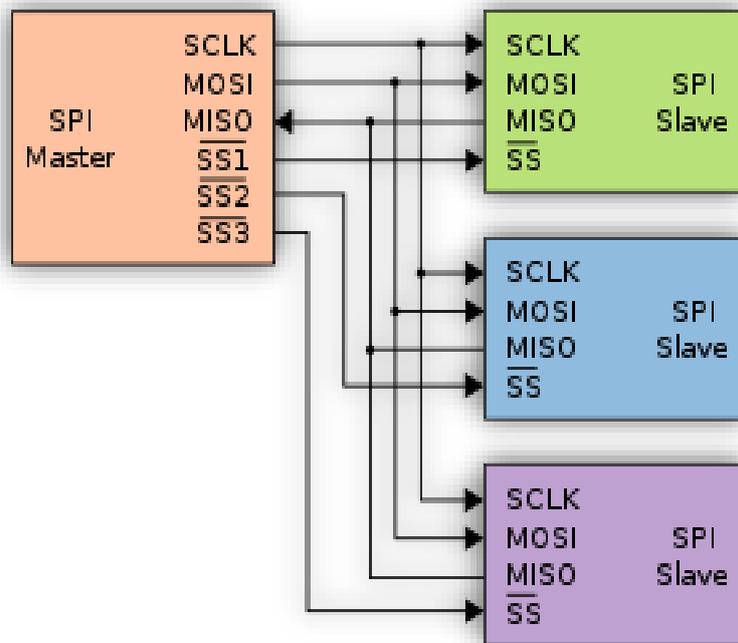


Figura 11. Comunicación SPI
Fuente: (puntoflotante, 2016)

Las señales del protocolo SPI son las siguientes:

- SCLK: Es la señal de reloj, impuesta por el dispositivo maestro.
- MOSI⁸: Corresponde a las siglas “Master Output – Slave Input”, es decir, el maestro enviará los datos a través de esta línea y el esclavo los recibirá.

⁷ SPI, *Serial Peripheral Interface*, interfaz de periféricos serie

⁸ MOSI, *Master Output Slave Input*

- MISO⁹: Corresponde a las siglas “Master Input – Slave Output”, y es la línea por la que los esclavos enviarán datos al dispositivo maestro.
- SS: Es la señal de “Slave Select”, es decir, la línea que el maestro activará para indicar al esclavo que se va a establecer la comunicación con el dispositivo.

1.6 COMUNICACIÓN

1.6.1 Sistemas de comunicación

Para enviar un mensaje, se necesita de un sistema de comunicación que proporcione que la información sea transferida, desde un punto origen hacia otro punto de destino, mediante un cable o por ondas. Los sistemas de comunicación eléctricos proporcionan los medios para que la información, codificada en forma de señal, se transmita.

El sistema de comunicación se conforma de tres componentes principales como son: transmisor, canal de transmisión y el receptor como presenta la figura 12.

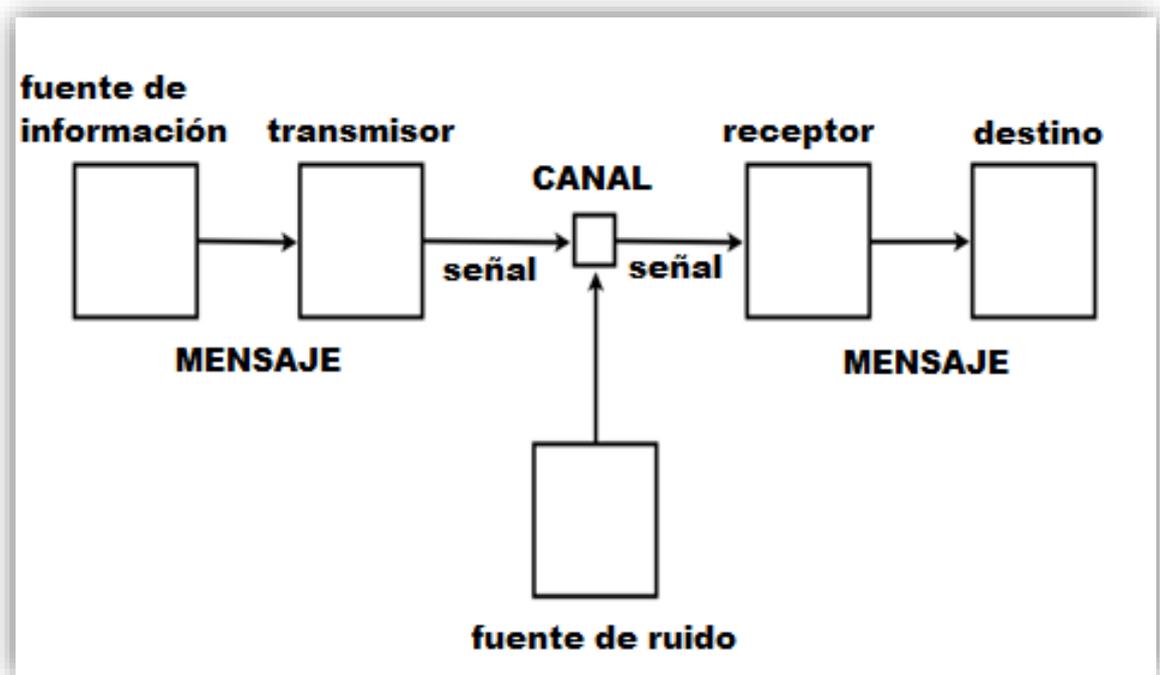


Figura 12. Diagrama de un sistema general de comunicaciones según Shannon.

Fuente: (Spencer, 2008)

1.6.2 Modos de comunicación

1.6.2.1 Simplex

⁹ MISO, *Master Input Slave Output*

Posee un solo canal unidireccional es decir la transmisión ocurre en una sola dirección como se observa en la figura 13. El transmisor envía la información al receptor pero el receptor no puede enviar información al transmisor.



Figura 13. Modo de comunicación simplex.
Fuente: (WIKILIBROS, 2014)

1.6.2.2 Dúplex

La comunicación dúplex permite la transmisión en ambas direcciones, es decir envía y recibe la información de manera simultánea.

Son un medio físico (capaz de transmitir en ambos sentidos):

- Sistema de transmisión (capaz de enviar y recibir a la vez)

1.6.2.3 Half-duplex

Es aquella que permite la transmisión en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo como indica la figura 14.

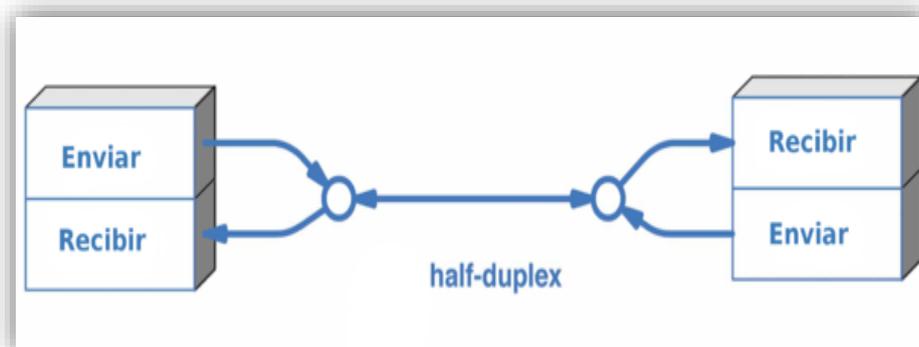


Figura 14. Modo de comunicación half-duplex.
Fuente: (WIKILIBROS, 2014)

1.6.2.4 Full-dúplex

La comunicación full-dúplex permite transmitir en ambas direcciones, de manera simultáneamente utilizando el mismo canal como se observa en la figura 15.

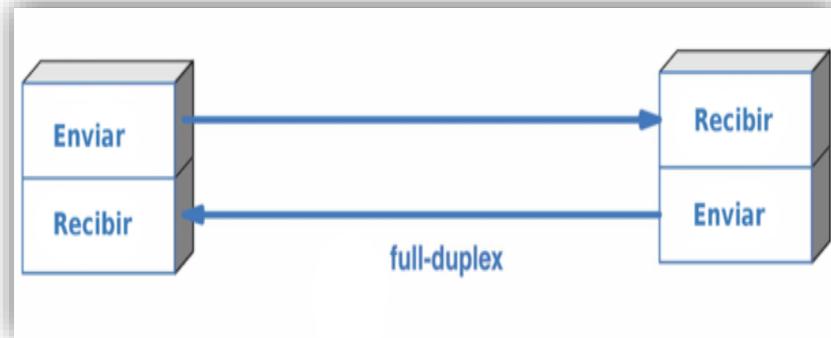


Figura 15. Modo de comunicación full-dúplex.
Fuente: (WIKILIBROS, 2014)

1.7 ENLACES

Es una agrupación de medios de comunicación, que permiten determinar uno o más canales de transmisión entre los terminales que pretenden comunicarse.

Tipos de enlace

1.7.1 Enlace punto a punto (store and forward)

Es un sistema que determina una conexión permanente entre dos puntos (local y remoto), cada punto consta con un equipo como se representa en la figura 16. Donde cada nodo se conecta a otro a través de circuitos dedicados.



Figura 16. Enlace punto a punto.
Fuente: (Fabricio, 2012)

1.7.2 Enlace Multipunto (Broadcast)

Es un sistema conformado por una estación base y varias estaciones remotas o estaciones clientes como se observa en la figura 17. En este sistema varios dispositivos distribuyen el mismo enlace, donde existen dos maneras de compartirlo y son de forma simultánea es decir compartida espacialmente y por turnos, que será de tiempo compartido.

Para reducir costos, se realiza la instalación central de una antena multi-direccional u omnidireccional, donde se apuntan las antenas direccionales del resto de las estaciones remotas.



Figura 17. Enlace Multipunto.
Fuente: (ConstructoraZyM, 2014)

1.8 PROTOCOLOS

Es un conjunto de normativas, que permiten la comunicación de varios equipos entre sí. En el interior de las distintas redes, como Internet que utiliza numerosos tipos de protocolos, entre ellos:

1.8.1 Tipos de protocolos

1.8.1.1 TPC/IP:

Es un grupo que contiene protocolos básicos y necesarios para la comunicación entre las redes permitiendo la transmisión de información a otras computadoras pertenecientes a una red. Este protocolo es el que provee la base para los servicios más utilizados como por ejemplo correo electrónico y login remoto.

1.8.1.2 TCP (Transmission Control Protocol):

Ofrece una transmisión de datos de manera confiable, se encuentra orientado a las comunicaciones además gestiona el ensamble de datos provenientes de las capas superiores hacia paquetes estándares, afirmando que la transferencia de datos se desarrolle correctamente.

1.8.1.3 HTTP (Hypertext Transfer Protocol):

Permite recuperar la información y realizar búsquedas indexadas que permiten saltos intertextuales de manera eficiente, fue desarrollado para resolver problemas surgidos del sistema asignados en diversos puntos de la red.

1.8.1.4 FTP (File Transfer Protocol):

Accede a enviar archivos digitales de un lugar local a otro que sea remoto o al revés. Generalmente, el lugar local es la PC mientras que el remoto es el servidor.

1.8.1.5 SSH (Secure Shell):

Se utiliza para la seguridad en las comunicaciones de internet donde elimina el envío de aquellas contraseñas que no son cifradas y codificando toda la información transferida.

1.8.1.6 UDP (User Datagram Protocol):

Se lo destinan aquellas comunicaciones que se realizan sin conexión y que no cuentan con mecanismos para transmitir datagramas.

1.9 TOPOLOGÍAS DE RED

Es la disposición física en la que se conecta una red de ordenadores.

1.9.1 Topología Red en malla

Se enlaza con los demás nodos de manera directa, si algún enlace deja de funcionar, permite la circulación de la información por varias rutas de la red hasta llegar a su destino. La desventaja de esta topología es que se utiliza una cantidad pequeña de nodos y la cantidad de conexiones con los enlaces se torna abrumadora como se observa en la figura 18.

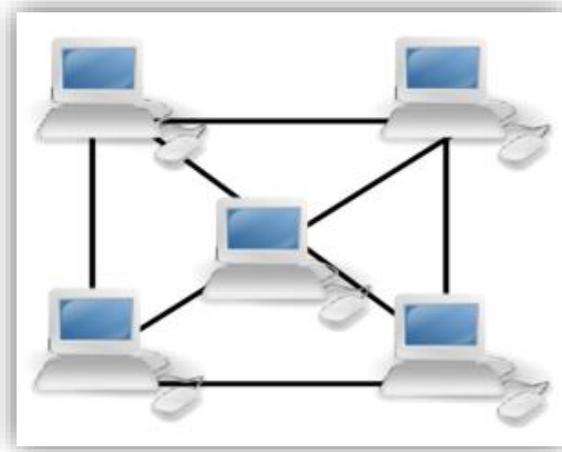


Figura 18. Topología de malla.
Fuente: (Wikilibros, 2015)

1.9.2 Topología Red en bus

Sus nodos están conectados directamente a un enlace como indica la figura 19 y no tiene ninguna otra conexión entre nodos, se pueden comunicar directamente obteniendo la información todos los dispositivos, aunque la ruptura del enlace hace que los Host queden desconectados produciendo problemas de tráfico y colisiones.

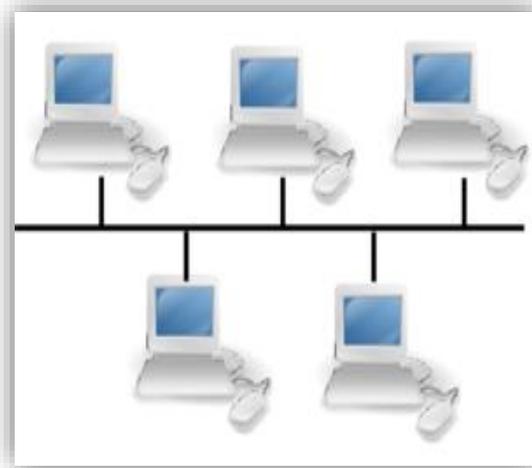


Figura 19. Topología de bus.
Fuente: (Wikilibros, 2015)

1.9.3 Topología Red en estrella

Utiliza un nodo central permitiendo que se irradian todos los enlaces hacia los demás nodos como se mira en la figura 20. La ventaja es que permite que todos los nodos se comuniquen entre sí de manera conveniente. La desventaja es que si el nodo central falla, toda la red se desconecta.



Figura 20. Topología de estrella.
Fuente: (Wikilibros, 2015)

1.9.4 Topología Red anillo

Es un solo anillo cerrado formado por nodos y enlaces, donde cada nodo está conectado únicamente con los dos nodos adyacentes. Para que la información pueda circular, cada estación debe enviar la información a la estación adyacente como se muestra en la figura 21.

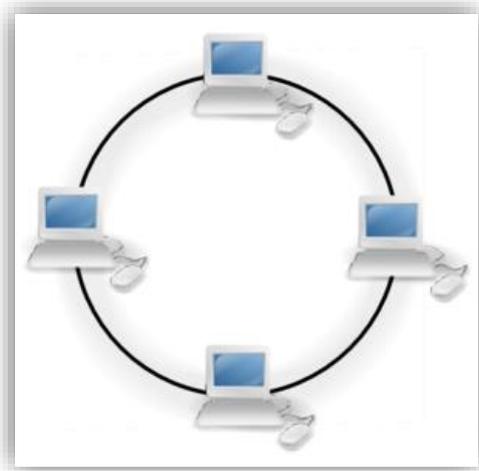


Figura 21. Topología de anillo.
Fuente: (Wikilibros, 2015)

1.10 RED CELULAR

Es considerada como un espacio o área geográfica dividida en celdas, donde cada una de las celdas posee su propio transceptor, utilizado como receptor y transmisor. En esta tecnología no existen enlaces físicos; sólo hay ondas electromagnéticas tal como se observa en la figura 22.

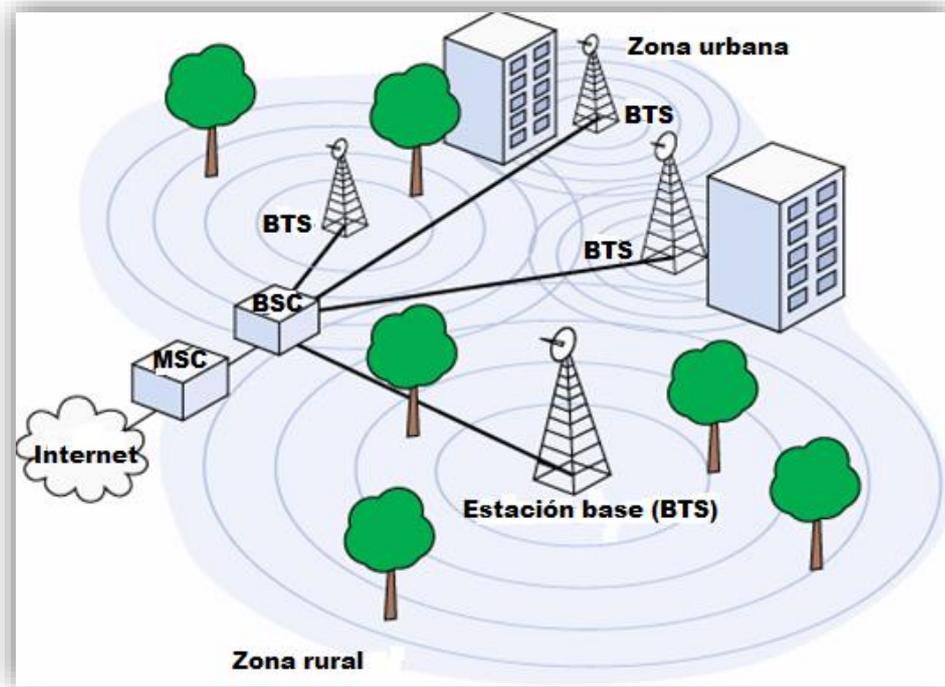


Figura 22. Topología de red celular.
Fuente: (DELACOUR, 2009)

1.10.1 REDES

Es un conjunto de dispositivos conectados por enlaces de un medio físico. Un nodo puede ser cualquier dispositivo como por ejemplo una computadora e impresora capaz de enviar y/o recibir datos generados por otros nodos de la red.

1.10.1.1 Redes de Área Local LAN¹⁰

Es una red de área local, de propiedad privada que conecta enlaces de una única oficina, edificio o campus. Su cobertura está limitada a unos pocos kilómetros.

1.10.1.2 Redes de Área Metropolitana MAN¹¹

Son diseñadas para que se pueda extender a lo largo de una ciudad entera. Puede ser una red única como una red de televisión por cable, de forma que los recursos puedan ser compartidos de dispositivo a dispositivo.

1.10.1.3 Redes de Área Extensa WAN¹²

¹⁰ LAN, Local Area Network, Red de área local.

¹¹ MAN, Metropolitan Area Network, red de área metropolitana

¹² WAN, *wide area network*, red de área amplia

Proporciona un medio de transmisión a larga distancia de datos, voz, imágenes e información de video sobre grandes áreas geográficas que pueden extenderse a un país, un continente o incluso el mundo entero.

1.10.1.4 Redes Inalámbricas

Una red local se denomina inalámbrica cuando los medios de unión entre las estaciones no son cables. Actualmente existen técnicas para su utilización en redes inalámbricas que son:

- Infrarrojos
- Radio en UHF¹³
- Microondas
- Láser.
- Bluetooth

1.11 ESTÁNDAR GSM ¹⁴

Es un sistema de comunicación que funciona en todo el mundo, además es una tecnología inalámbrica de segunda generación que brinda servicio de voz de alta calidad, servicios de datos conmutados por circuitos en una amplia gama de bandas de espectro como son de 850, 900, 1800 y 1900 MHz indicadas en la Tabla 1. GSM permite compartir un mismo canal a varios usuarios.

Tabla 2. Banda de frecuencia de GSM

Band	ARFCN	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
GSM 900 (primary)	0-124	890-915	935-960
GSM 900 (extended)	975-10233, 0-124	880-915	925-960
GSM 1800	512-885	1710-1785	1805-1880
GSM 1900	512-810	1850-1910	130-1990
GSM 850	128-251	824-849	869-894
GSM-R	0-124, 955-1023	876-915	921-960

Fuente: Los Autores

¹³ UHF, Ultra High Frequency, frecuencia ultra alta

¹⁴ GSM, Sistema Global para Comunicaciones Móviles

1.11.1 Arquitectura GSM

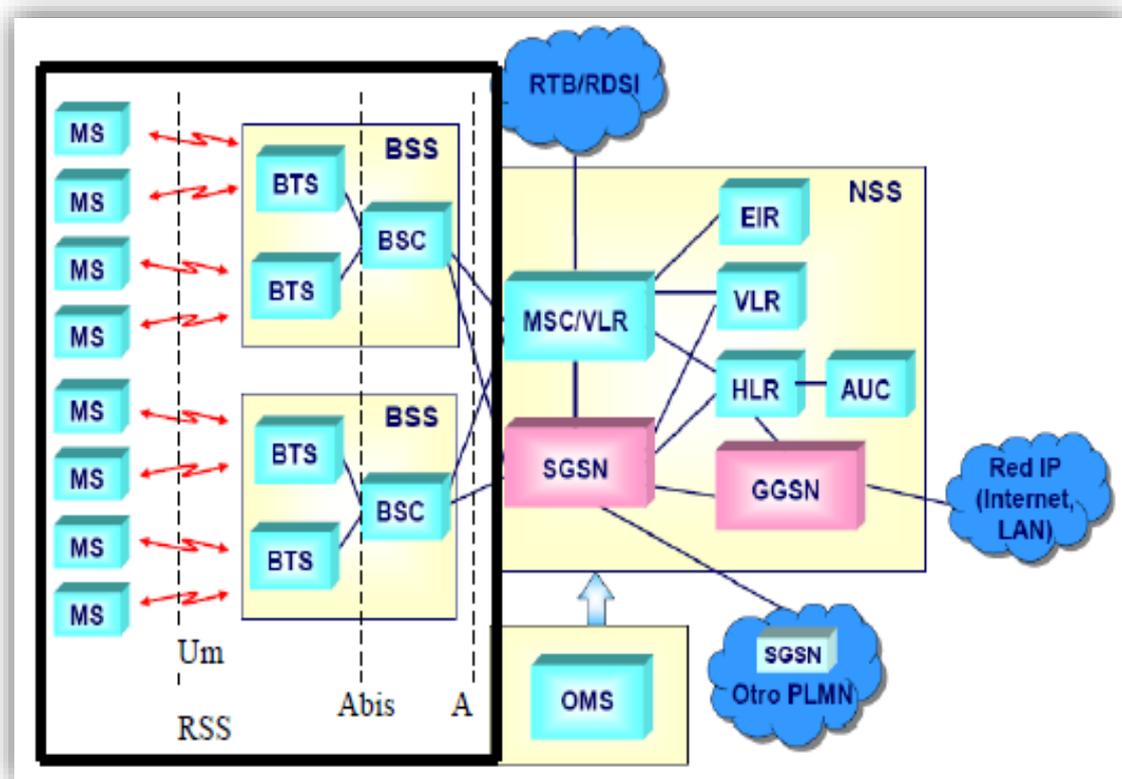


Figura 23. Principales bloques de la arquitectura GSM

Fuente: (Universidad de Sevilla, 2016)

La figura 23 indica los principales bloques de la arquitectura GSM y se detalla a continuación.

- 1. Subsistema radio (RSS; Radio SubSystem).**- se encarga de cubrir la comunicación entre las estaciones móviles (MS) y las estaciones base (BTS).
- 2. El subsistema de estaciones base (BSS).**- este subsistema realiza la interfaz entre la parte radio y la parte de red y se constituye por los siguientes elementos
 - a. BTS (Base Tranceiver Station):** emisor, receptor y la antena. Se encarga de procesar los canales radio por medio de la interfaz Um para el acceso a los servicios proporcionados por la red.
 - b. BSC (Base Station Controller):** Handover, se encarga del control de las BTS. Por un lado se comunica con las BTS a través de la interfaz Abis

con canales de 16Kbits/s y por otro lado se comunica con los MSC por medio de la interfaz A con canales de 64kbits/s

3. Subsistema de red y conmutación (NSS, Network and Switching Subsystem)

Esta es la parte más compleja que se encarga de la conmutación, gestión de la movilidad, interconexión con otras redes y el control del sistema teniendo como elementos principales los siguientes.

- a. **MSC.-** centro de conmutación entre muchas funciones
- b. **GMSC.-** conexión con otra redes.
- c. **BASE DE DATOS**
 - **HLR** (Home Location Register).- es una base de datos utilizada para el almacenamiento permanente de los datos sobre suscriptores.
 - **VLR** (Visitor Location Register).- es una base de datos que contiene información temporal sobre los abonados.
 - **EIR** (Equipment Identity Register).- es una base de datos que almacena el IMEI¹⁵ de todas las estaciones móviles y características del equipo que existe en la estación móvil.

1.11.2 Trama GSM

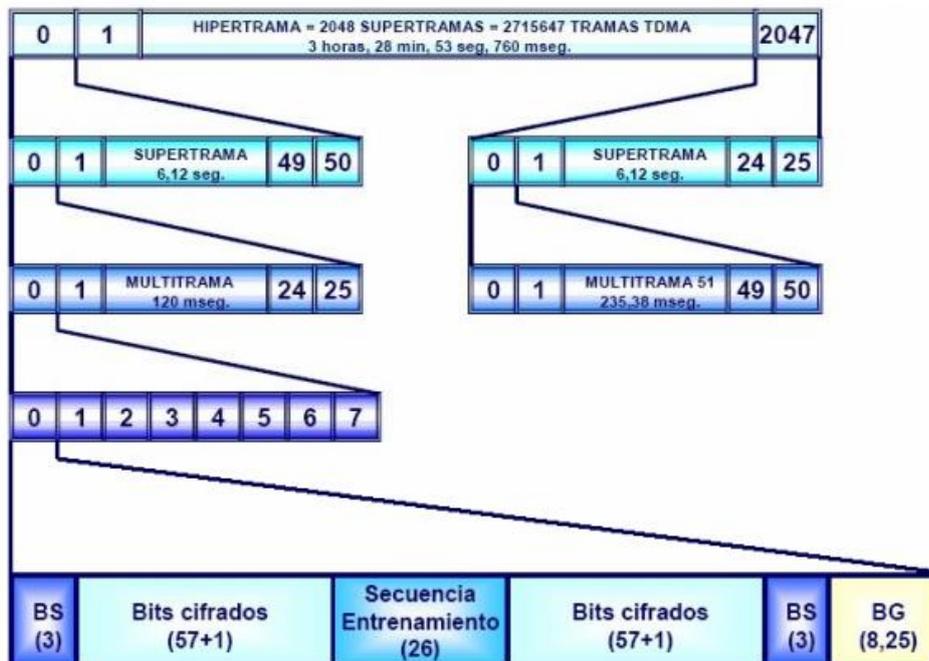


Figura 24. Diagrama de entramado GSM

Fuente: (Universidad de Sevilla, 2016)

¹⁵ IMEI, International Mobile Equipment Identity

En la transmisión de bits entre la estación base y la estación móvil se utiliza canales físicos, caracterizados por un número de slot y una portadora. Donde cada portadora es capaz de transportar una multitrama se multiplexan en el tiempo de 8 ranuras, formando una trama TDMA. Dentro de los 26 slots se la multitrama el 12 se utiliza para señalización y el 25 no se utiliza siendo el resto de los canales de datos. Como se indica en la figura 24. Los canales físicos se dividen en dos que son: canales de tráfico que llevan la voz y/o los datos y el segundo canal de control se encarga de la señalización y señales de control.

1.11.3 SERVICIO SMS

El servicio SMS permite enviar un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC). Donde el servicio final ofrecido es una comunicación extremo a extremo entre la estación móvil y la entidad (SME) como indica la figura 25.



Figura 25. Estructura de servicio SMS
Fuente: (Universidad de Sevilla, 2016)

El servicio SMS se divide en dos servicios básicos indicados en la figura 26 que son:

1. **SM MT (Short Mobile Terminated Point- to- point).** - Es el servicio de entrega de un mensaje desde el centro de servicio hasta una estación móvil.
2. **SM MO (Short Message Mobile Originated Point-to-point).** - Es el servicio de envío de un mensaje desde una estación móvil hacia un centro de servicio.

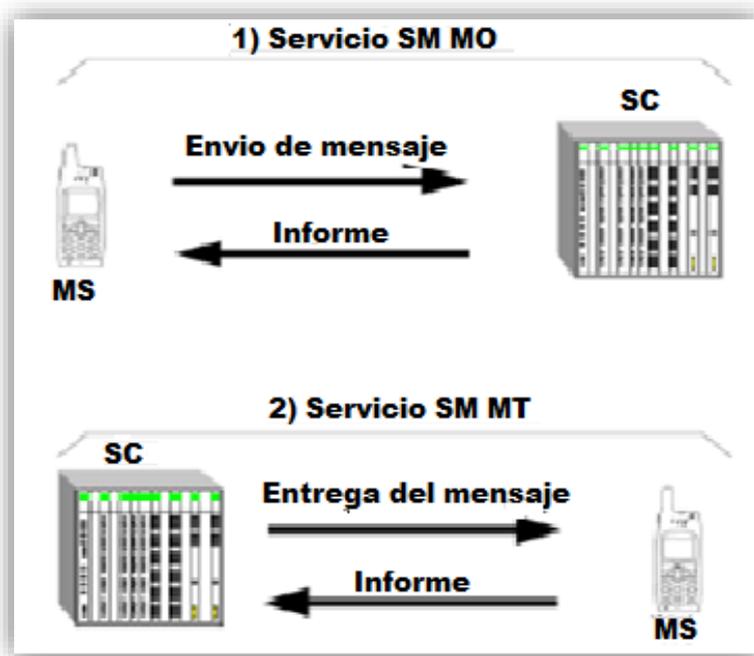


Figura 26. Servicios básicos SM MO y SM MT
Fuente: (Universidad de Sevilla, 2016)

La estructura básica de la red para la transferencia de mensajes cortos se realiza como se muestra en la figura 27.

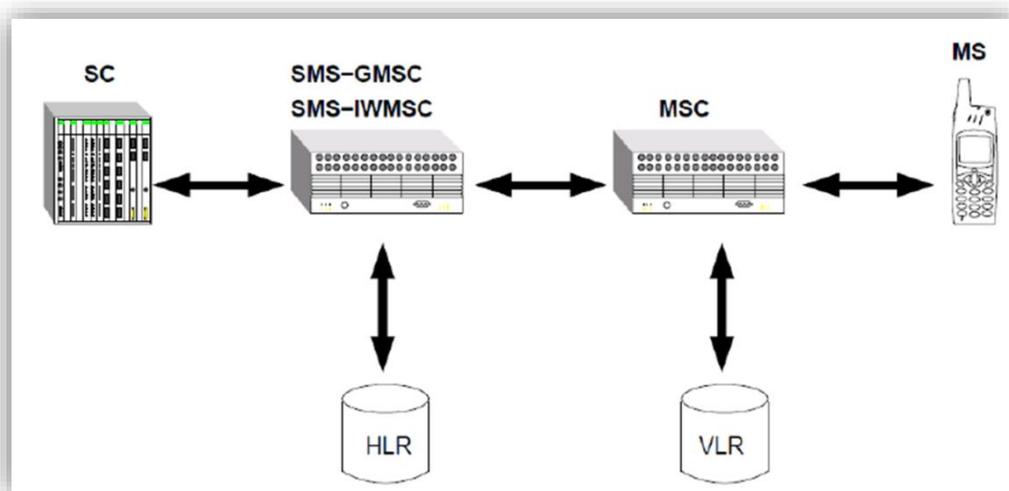


Figura 27. Estructura básica de la red para la transferencia de mensajes cortos
Fuente: (Universidad de Sevilla, 2016)

1.12 TIEMPO DE LATENCIA

Es el tiempo que tarda un paquete en estar disponible desde que se realiza su petición. Se puede comparar con el tiempo de reacción. Puede ser medida de dos formas como son en nanosegundos (ns) o en milisegundos (ms). Cuanta menos latencia, mejor.

Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red. Otro factor que influye en la latencia de una red es: El tamaño de los paquetes transmitidos.

1.13 APLICACIÓN WEB PÁGINA WEB

Se define como un documento electrónico que contiene información textual, visual y/o sonora que se encuentra alojado en un servidor y puede ser accesible mediante el uso de navegadores como Chrome, Mozilla, Internet Explorer y Safari. Donde se encuentra identificado bajo el nombre de un dominio.

1.13.1 Clasificación y tipos de página web

La página web se agrupa en 2 grandes grupos:

1.13.1.1 Las webs estáticas

Son aquellas que se basan en el lenguaje de programación HTML¹⁶, estas páginas se componen de imágenes y textos además cuya información no varía en un tiempo a medio o a corto plazo, es de fácil identificación debido que no existe interacción con el usuario.

1.13.1.2 Las webs dinámicas

Son aquellas que son capaces de interactuar con el usuario o navegante dado a que están conectadas con bases de datos que permiten el desarrollo de aplicaciones webs, su principal ventaja es la personalización de la web en función del usuario así como la rapidez de modificación de los contenidos. Este tipo de webs están desarrolladas bajo lenguajes de programación como PHP¹⁷, ASP, JSP o RUBY.

1.14 PROGRAMAS

En el desarrollo del proyecto se utiliza los siguientes programas:

1.14.1 Dreamweaver

Es una aplicación de páginas Web, que permite diseñar, construir y editar dichas aplicaciones de un modo muy sencillo sin saber programar los distintos códigos que utiliza Dreamweaver, es un completo gestor de sitios que ofrece una amplia gama de

¹⁶ HTML, HyperText Markup Language, es decir, Lenguaje de Marcas de Hipertexto

¹⁷ PHP, Personal Home Page

posibilidades como la conexión a un servidor, a bases de datos así permitiendo mayores facilidades a la hora de publicar nuestro sitio. Por tanto, se dice que Dreamweaver es, una de las más potentes y versátiles herramientas de creación, edición y publicación de sitios Web como se observa en la figura 28.

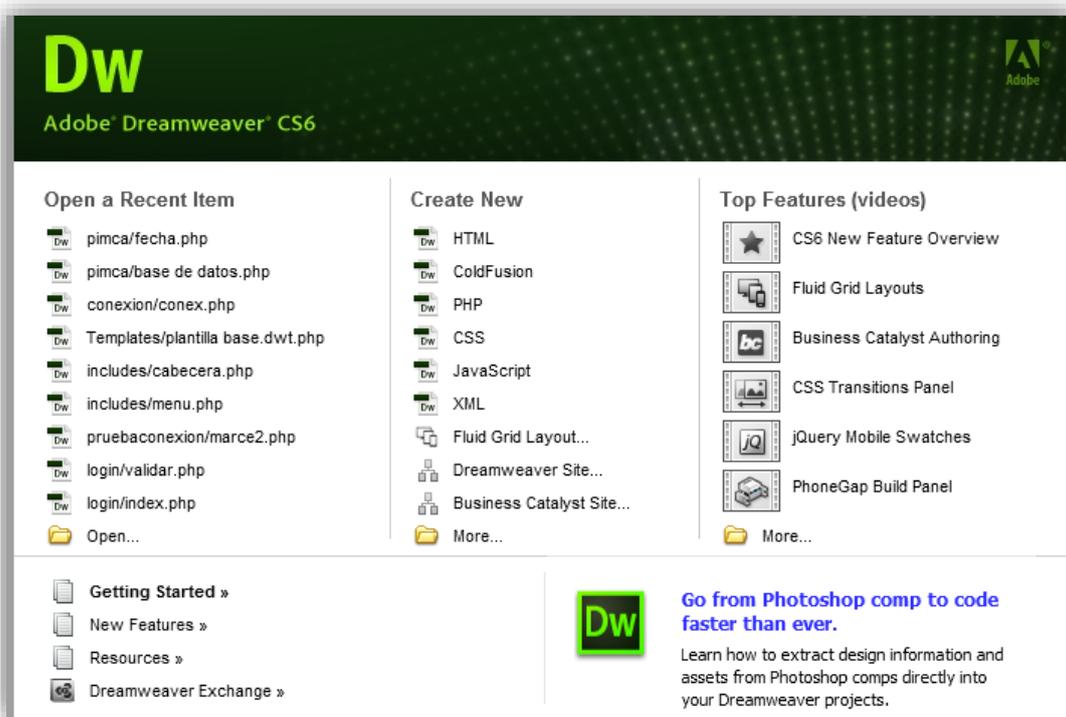


Figura 28. Software Dreamweaver.
Fuente: Los Autores

1.14.2 AppServ

AppServ es un paquete de software que nos permite instalar en nuestro ordenador, en poco tiempo y sin inconvenientes bajo el sistema operativo Windows, facilitando la tarea al usuario debido a que se configuran las aplicaciones de manera automática como se observa en la figura 29.

El paquete contiene:

- Apache WebServer
- PHP Script Language
- MySQL¹⁸ Database
- phpMyAdmin

¹⁸ MySQL, My Structured Query Language o Lenguaje de Consulta Estructurado



Figura 29. Software App Server.
Fuente: (Giovanni, 2015)

1.14.3 Eagle¹⁹

Es un software que se encuentra bien diseñado, de fácil uso, debido a que permite realizar esquemas de circuitos electrónicos, después de ser realizados llevarlos a un diseño de circuito impreso como se representa en la figura 30.

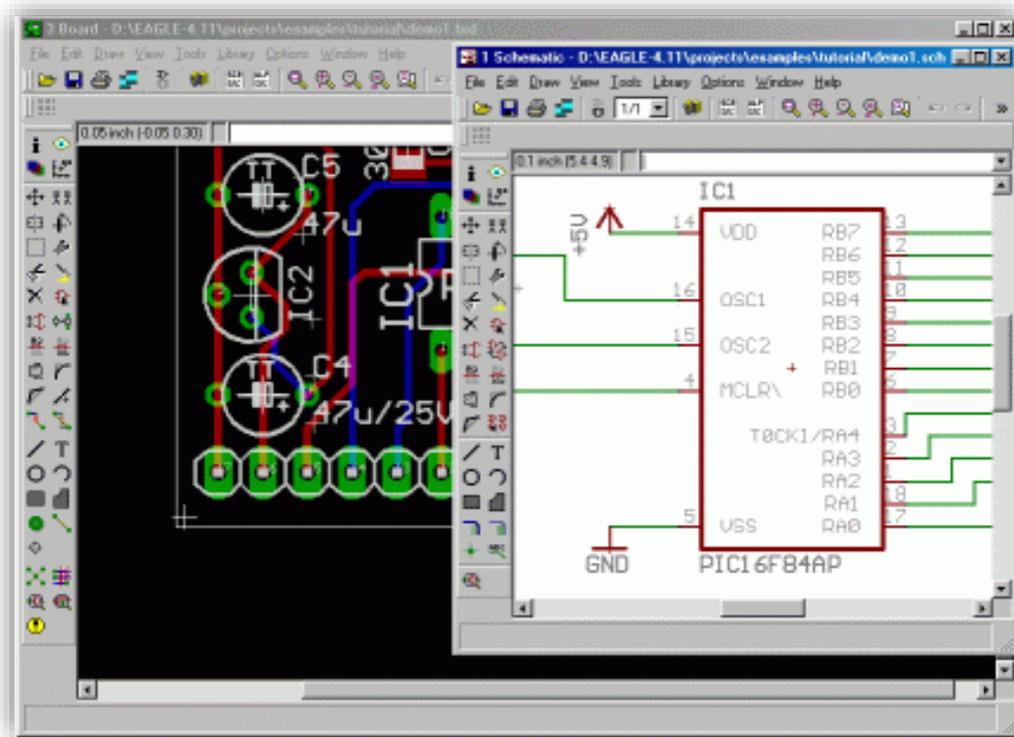


Figura 30. Pantalla de Eagle
Fuente: (Puentes, 2009-2012)

¹⁹ EAGLE, Easily Applicable Graphical Layout Editor, en español Fácilmente aplicable editor de diseño gráfico.

1.15 BASE DE DATOS

Es un banco de datos que permite almacenar grandes cantidades de información de manera organizada y relacionada entre sí, para que luego se pueda localizar y utilizar fácilmente dicha información como se observa en la figura 31.

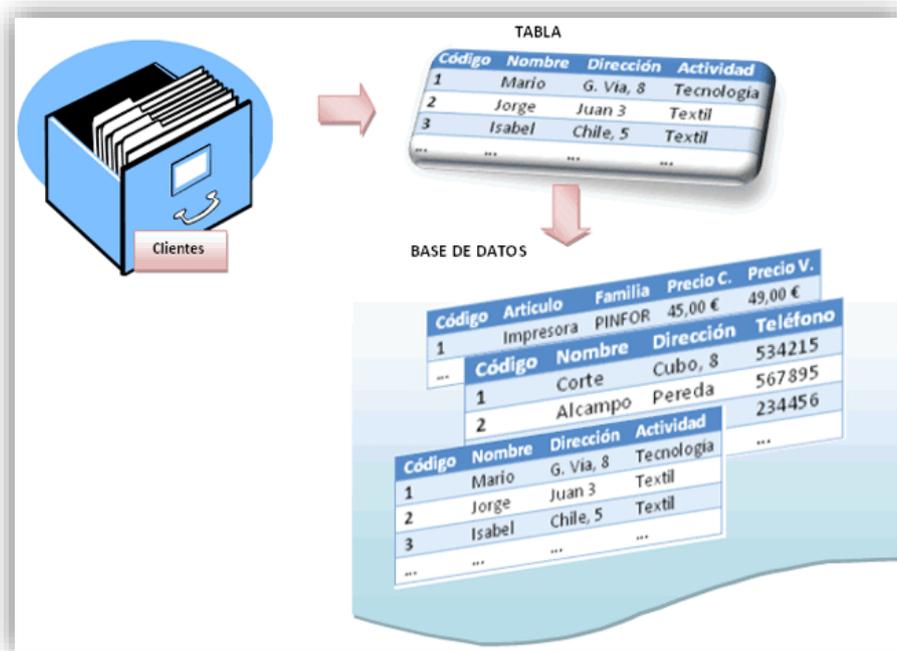


Figura 31. Base de datos
Fuente: (Altamar, 2013)

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Investigativa.- Se refiere a la investigación de las tecnologías donde se seleccionó tarjetas de punta que permite cumplir con las expectativas del proyecto como es Arduino Mega, GSM/GPRS Sim 900, Ethernet, sensores de dióxido y monóxido de carbono, además de los softwares para diseñar la aplicación web, el registro de los datos y la investigación de cómo realizar la comunicación de las tarjetas.

Analítica.- El método de estudio se fundamenta en el análisis del funcionamiento del software para diseñar la página web y la base de datos además de analizar los dispositivos que conforman los circuitos existentes en el equipo transmisor y receptor.

Experimental.- Se relaciona a los experimentos y aplicaciones desarrolladas para comprobar la comunicación entre el equipo transmisor y receptor además de la comunicación hacia la base de datos, usados para las prácticas y aplicaciones con el detector de los niveles de contaminación del aire.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1 POBLACIÓN

La población que es objeto de estudio en el proyecto de investigación final son los valores o mediciones de los niveles de contaminación del aire, obtenidas en las pruebas aleatorias en las áreas de Riobamba. Los experimentos que se realizan en el sistema son durante el día porque la contaminación del aire es producida en mayor cantidad.

2.2.2 MUESTRA

La población obtenida de las áreas o sectores urbanos de la ciudad de Riobamba carecen de registros definidos, es decir es desconocida debido que el número de pruebas son infinitas, para establecer la muestra se realiza el cálculo por la siguiente formula:

$$n = \frac{Z_{\infty}^2 * p * q}{i^2}$$

Significado de cada término:

Z_∞	Distribución de Gauss donde $z_{\infty} = 0.005 = 2.575$
P	Prevalencia esperada de parámetro a evaluar, el valor tomado es un porcentaje alto de prevalencia $p=0.9$ es decir el 90 %.
Q	$1-p$
I	error considerado que se prevé cometer es del $i=0.01$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.9 * (1 - 0.9)}{0.1^2}$$

$$n = \frac{3,8416 * 0.9 * 0.1}{0.01}$$

$$n = \frac{0.3457}{0.01}$$

$$n = 34,57 \approx 35$$

2.2.3 HIPÓTESIS

Para proponer la hipótesis de la tesis se tomó en cuenta las recomendaciones del proyecto de investigación de la Universidad que es registrar los niveles de contaminación de los gases monóxido de carbono y dióxido de carbono, debido que estos datos son relevantes e importantes para el proyecto de calidad del aire, deben ser precisos y tener un alto grado de confiabilidad al momento de su registro de los resultados Por lo tanto se plantea la hipótesis de la siguiente manera:

Hipótesis

El diseño e implementación de un sistema de monitoreo del aire para el proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo permite registrar los niveles de contaminación del aire en la ciudad de Riobamba.

2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Para desarrollar la operacionalización de las variables se debe tomar en cuenta las variables independientes y variables dependientes del tema descrito y la hipótesis planteada anteriormente.

En la tabla 3, se representa la operacionalización de la variable independiente, esta tabla se encuentra descrita por concepto, indicadores e índices los cuales se desarrollaran en la realización de la tesis.

Tabla 3. Operacionalización de la variable Independiente

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADORES	ÍNDICES
Variable independiente: El diseño e implementación de un sistema para el monitoreo del aire en la Universidad Nacional de Chimborazo.	Dispositivo que contenga sensores de dióxido de carbono y monóxido de carbono Para medir los niveles de contaminación	sensores	CO CO2
		Comunicación	Enlaces Protocolos Topología Redes Tiempo de latencia
		Monitoreo	Aplicación web Base de datos Interfaz usuario

Fuente: Los Autores

En la tabla 4, se representa la variable dependiente del proyecto de tesis, esta variable será comprobada por medio de muestras con la debida comprobación de la hipótesis para cumplir con los objetivos planteados en este proyecto.

Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADORES	ÍNDICE
Variable dependiente: Registro de los niveles de contaminación del aire en la ciudad de Riobamba	Monitoreo de los sensores de dióxido de carbono y monóxido de carbono a través de la aplicación web.	Áreas urbanas de la ciudad ejemplo: Bellavista La merced Terminal terrestre Etc.	Registro de niveles de contaminación

Fuente: Los Autores

2.4 PROCEDIMIENTOS

Para el desarrollo y culminación de este trabajo de tesis se realiza varias etapas o procedimientos que están representadas en la figura 32 cada etapa se tiene que cumplir en su totalidad para avanzar con el siguiente procedimiento. A continuación se describe los detalles de los procedimientos a realizar.



Figura 32. Procedimientos del sistema de adquisición de datos

Fuente: Los Autores

Estudio del prototipo.

Se recopiló la información del sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire como es: estructura, diseño, funcionamiento, y demás información relevante para el desarrollo de la página web, registro de los datos y la comunicación.

Estudio de equipos y sensores.

Esta etapa es importante donde se investigó los equipos, sensores Mq7 y Mg811, tarjetas adquiridas para el desarrollo del proyecto como Gsm/Gprs Shields Sim900, Arduino Mega, Shield Ethernet, investigando datasheets, manuales, tutoriales correspondientes al funcionamiento de cada equipo utilizado en el sistema de monitoreo.

Calibración de sensores.

Terminado el estudio de los equipos se procede a la comunicación de los sensores al equipo Arduino Mega, comprobando el funcionamiento y desarrollo de las pruebas de calibración de los sensores para obtener medidas confiables y de manera correcta.

Pruebas de comunicación tarjetas Gsm/Gprs Shields Sim900 y la conexión al servidor con Shield Ethernet.

En esta etapa se realizó la comunicación de las tarjetas Sim900 para la transmisión y recepción de los datos obtenidos por los sensores, utilizando de intermediario la Shield Ethernet para la comunicación con el servidor, realizando las pruebas respectivas que corroboren el funcionamiento de los equipos.

Diseño de base de datos y página web.

Culminadas las pruebas de todo el sistema, se continúa a realizar la base de datos y aplicación Web con los requerimientos específicos del centro de investigación de la Universidad.

Visualización del registro de los datos.

Es la culminación de las etapas donde se visualiza el registro de los datos de los niveles de contaminación de los gases de monóxido de carbono y dióxido de carbono, por los sensores instalados en el sistema de monitoreo. Todo este procedimiento se debe desarrollar en orden y estrictamente cumplir todos los pasos para culminar con el registro

de los datos en la página web del sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire requeridos por el proyecto.

2.4.1 CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES

La calibración de la sensibilidad de los sensores se realiza mediante el potenciómetro que se encuentra en cada uno de los módulos.

La calibración de estos módulos permite definir los rangos mínimos y máximos, establecidos mediante una comparación de datos de este módulo con un equipo industrial certificado ORION Equipo Medidor Multigases, ORION es de alto costo se encuentra fuera del país, permite medir varios gases como se muestra en la figura 33, que permite la toma de muestras para obtener la ecuación que se utiliza en la programación para validar la confiabilidad de los datos como se observa en la figura 34 y figura 35 además la ecuación permite convertir los valores analógicos de 0 a 5 voltios en valores de ppm .



Figura 33. Toma de muestras y comparación
Fuente: Los Autores

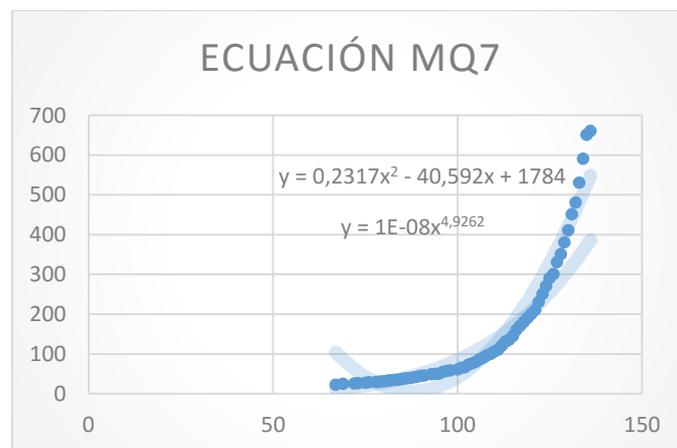


Figura 34. Gráfica para configuración sensor Mq7
Fuente: Los Autores

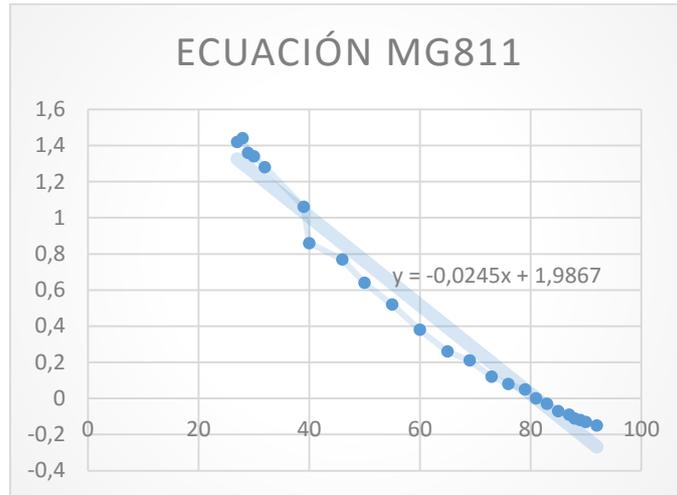


Figura 35. Gráfica para configuración del sensor MG811
Fuente: Los Autores

2.4.2 DISEÑO DE PLACAS DEL SISTEMA

2.4.2.1 PLACA DEL SISTEMA TRANSMISOR

Comprobación física del funcionamiento de equipo transmisor conformado por la tarjeta GSM, sensores y tarjeta Arduino como se observa en la figura 36.

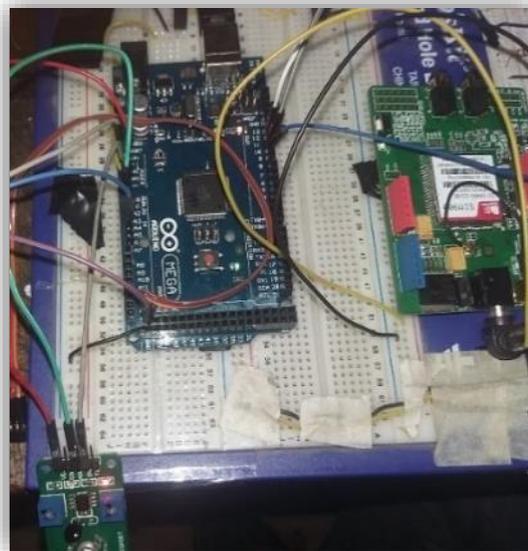


Figura 36. Comprobación Física equipo transmisor.
Fuente: Los Autores

Sistema de regulación del equipo transmisor

Diseño de placa PCB del equipo transmisor utilizando el software Eagle como indican las figuras 37, 38 y 39 se conforma con las tarjetas GSM/GPRS SIM 900 que se activa de dos maneras la una es mediante software y la otra manualmente, placa Arduino Mega que

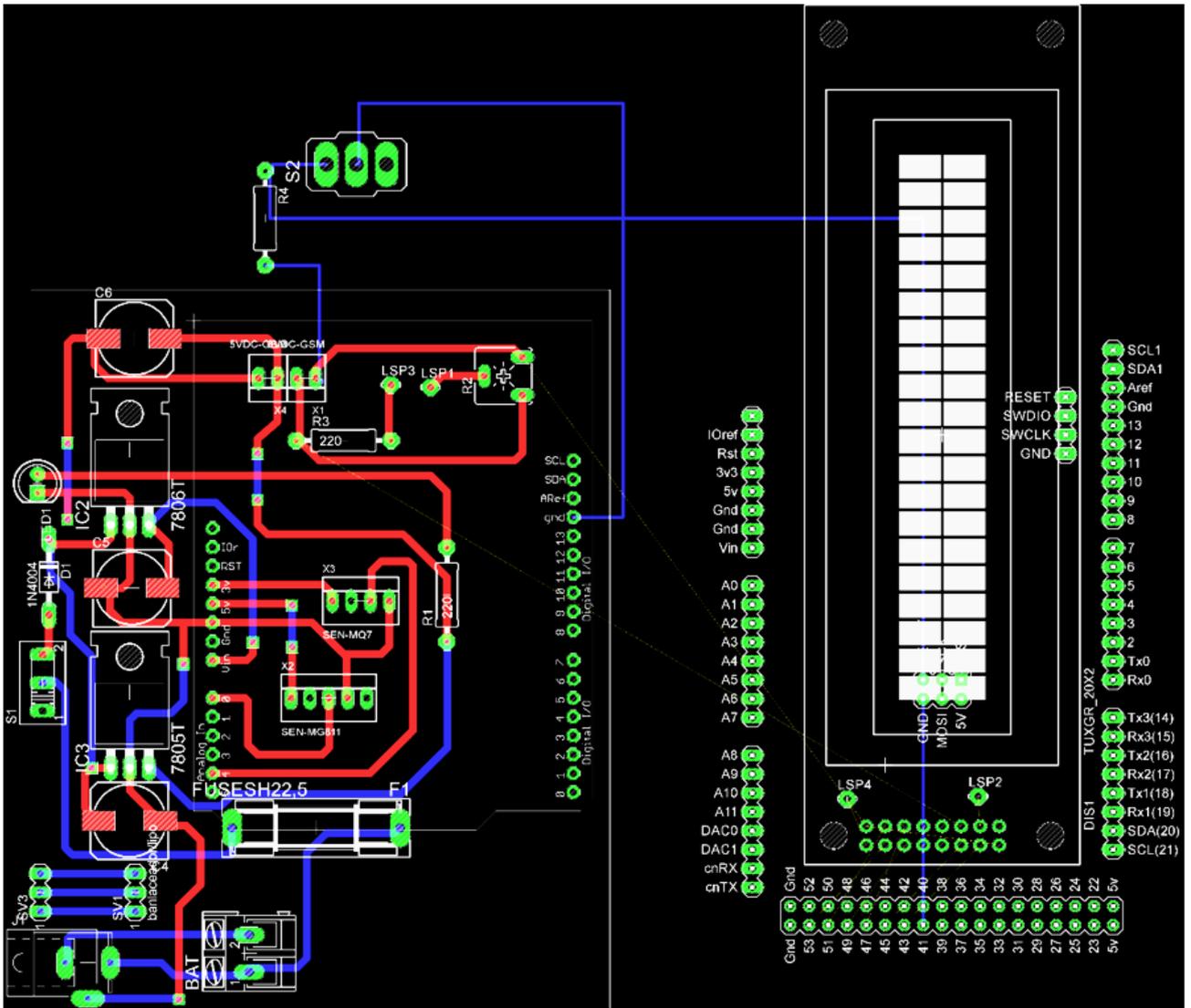


Figura 39. Simulación del Ruteo
Fuente: Los Autores

2.4.2.2 PROGRAMACIÓN EQUIPO TRANSMISOR MEDIANTE EL USO DE DIAGRAMA DE FLUJO

La programación del equipo transmisor se encuentra realizada como se muestra en la figura 40 donde se realiza la declaración de variables de tipo entero, cadena para realizar la concatenación de los datos, decimal para los datos de los sensores, el siguiente cuadro del diagrama se refiere a la activación de comunicación de las tarjetas donde se activa la comunicación serial con la computadora para verificar el funcionamiento, además de la activación de la tarjeta GSM/ Sim 900 mediante software por el puerto número 9, además existe dos modos de trabajo del equipo que es modo solo lectura y modo de envío.

Si se selecciona el modo de envío se realiza la lectura de datos captados por los dos sensores de dióxido y monóxido de carbono, se los concatena mediante un protocolo que es el siguiente envío="@+dioxido+w+monoxido+"@"; creado por el usuario, luego se procede al envío de los datos captados por los sensores hacia el equipo receptor utilizando comandos AT.

Si la selección es solo modo de lectura se encarga de leer los datos de los sensores y los visualiza en el display.

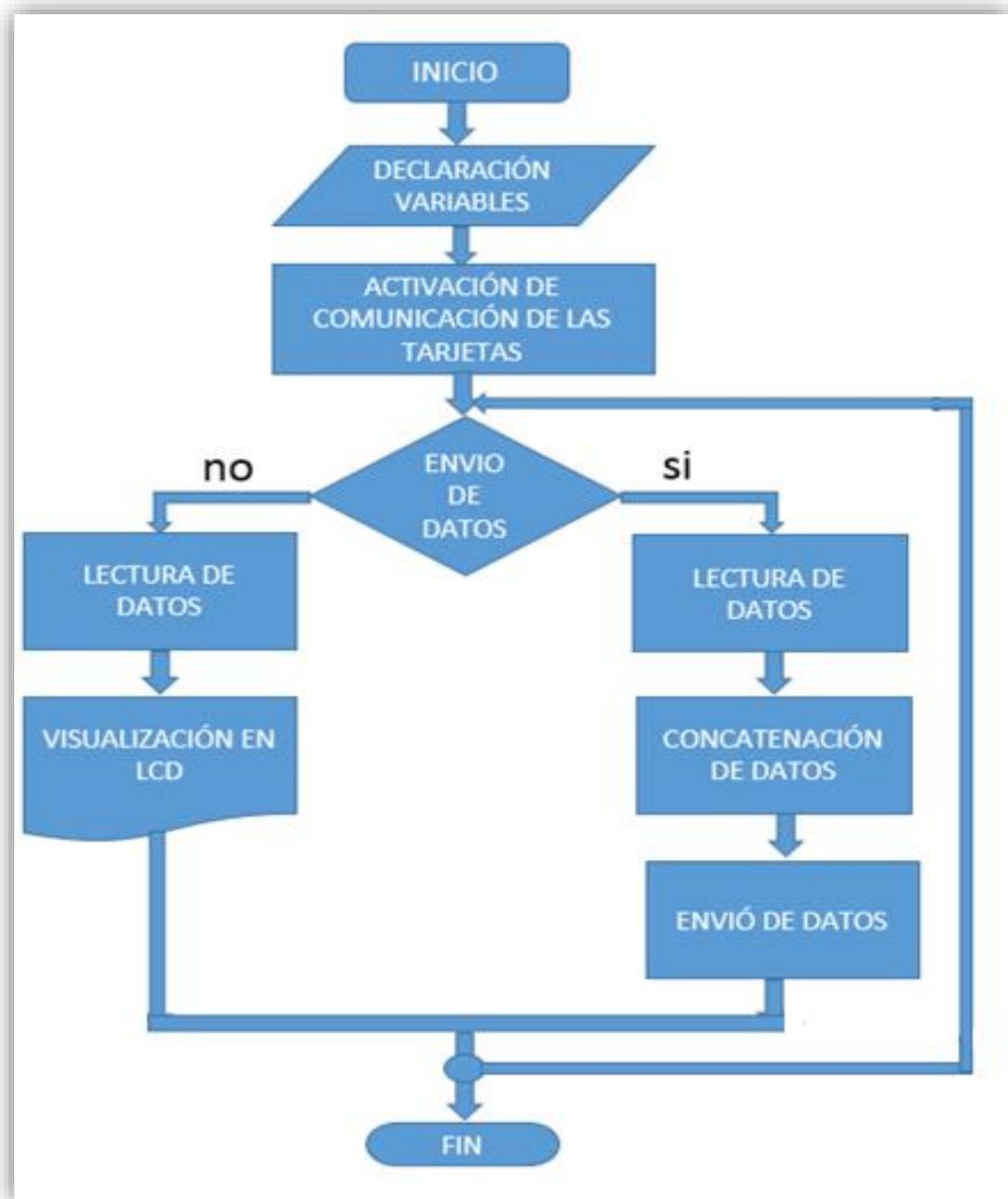


Figura 40. Diagrama de flujo de la programación del equipo transmisor
Fuente: Los Autores

Explicación de las partes del diagrama de flujo

- **DECLARACIÓN DE VARIABLES**

```
int valorCOanalogico,valorCO2analogico=0;
int ppm=0;
int power=9;
int contador=0;
String envio, monoxido,dioxido;
float exponencial,division,paso=0;
int mando=41;
int mandox=0;
```

- **ACTIVACIÓN DE COMUNICACIÓN DE LAS TARJETAS**

```
Serial.begin(9600);           //UART setup, baudrate = 9600bps
mySerial.begin(19200);
lcd.begin(16,2);
pinMode(power, OUTPUT);     //set pin to input
pinMode(mando, INPUT);
digitalWrite(power, HIGH);
```

- **CONDICIÓN DE ENVIÓ DE DATOS**

```
while(mandox==1){ //inicio while(mando==1)
contador=0;
while(contador<=60){// inicio while(contador<=10)
mandox=digitalRead(mando);
if(mandox==1){
```

- **LECTURA DE DATOS**

```
// control de sensor CO
valorCOanalogico=analogRead(A0);
valorCO2analogico=analogRead(A3);
delay(20);
Serial.println(valorCOanalogico);
Serial.println(valorCO2analogico);
exponencial=pow(valorCO2analogico,4.9262);
```

```

division=exponencial/100000000;
delay(20);
if(division<=1000){
monoxido=division;
}
else{
monoxido=1000;
}
paso=((-0.0245)*(valorCOanalogico))+1.9867 ;
if(paso>=0){
dioxido=paso;
}
else{
dioxido=0.00;
}

```

- **CONCATENACIÓN DE DATOS**

```
envio ="@"+dioxido+"w"+monoxido+"@";
```

- **ENVIÓ DE DATOS**

```

mySerial.println("AT+CMGF=1");
delay(1000);
mySerial.print("AT+CMGS=\"0983533232\"");
mySerial.println();
mySerial.print((char)26);
delay(1000);
/// envio de texto
mySerial.println(envio);
// mySerial.println("hola");
delay(100);
mySerial.print((char)26);
Serial.println("enviando gsm");
delay(5000);

```

- **VISUALIZACIÓN EN EL LCD**

```
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Co2(%):");  
lcd.setCursor(7,0);  
lcd.print(dioxido);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("Co(ppm):");  
lcd.setCursor(8,1);  
lcd.print(monoxido);  
lcd.setCursor(15,0);  
lcd.print(">");  
Serial.println( envio);  
envio="";  
delay(3000);  
}
```

Implementación del sistema transmisor como se observa en la figura 41, utilizando un display para visualizar los datos.

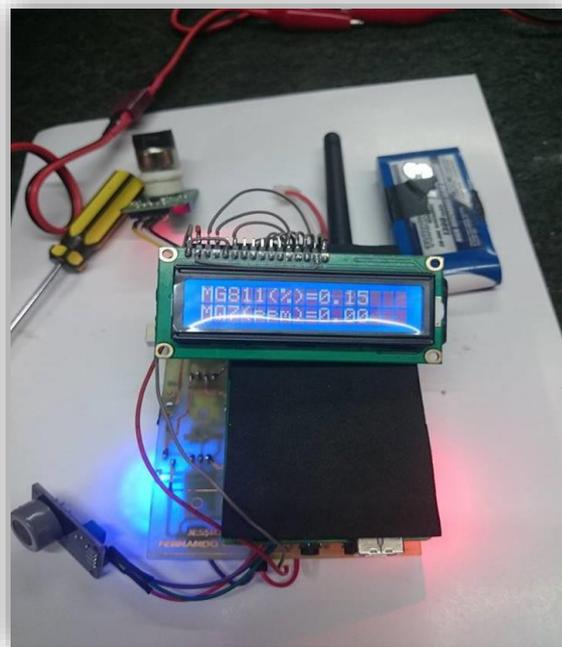


Figura 41. Implementación del transmisor
Fuente Los Autores

2.4.2.3 PLACA DEL SISTEMA RECEPTOR

Diseño de placa PCB del equipo receptor utilizando el software Eagle como indican las figuras 42 y 43. Se encuentra conformado por las siguientes tarjetas Arduino Mega que es el cerebro donde se encuentra realizado la programación del equipo receptor, Modulo GSM encargado de recibir los mensajes utilizando comandos AT, se encuentra también una tarjeta Ethernet que se utiliza para acceder a internet además de encargarse de ingresar en la barra de búsqueda el URL de cada uno de los datos para registrarlos en la base de datos por medio de la programación en PHP.

Este circuito posee un sistema de regulación de voltajes con reguladores de voltajes para la alimentación de las tarjetas antes mencionadas.

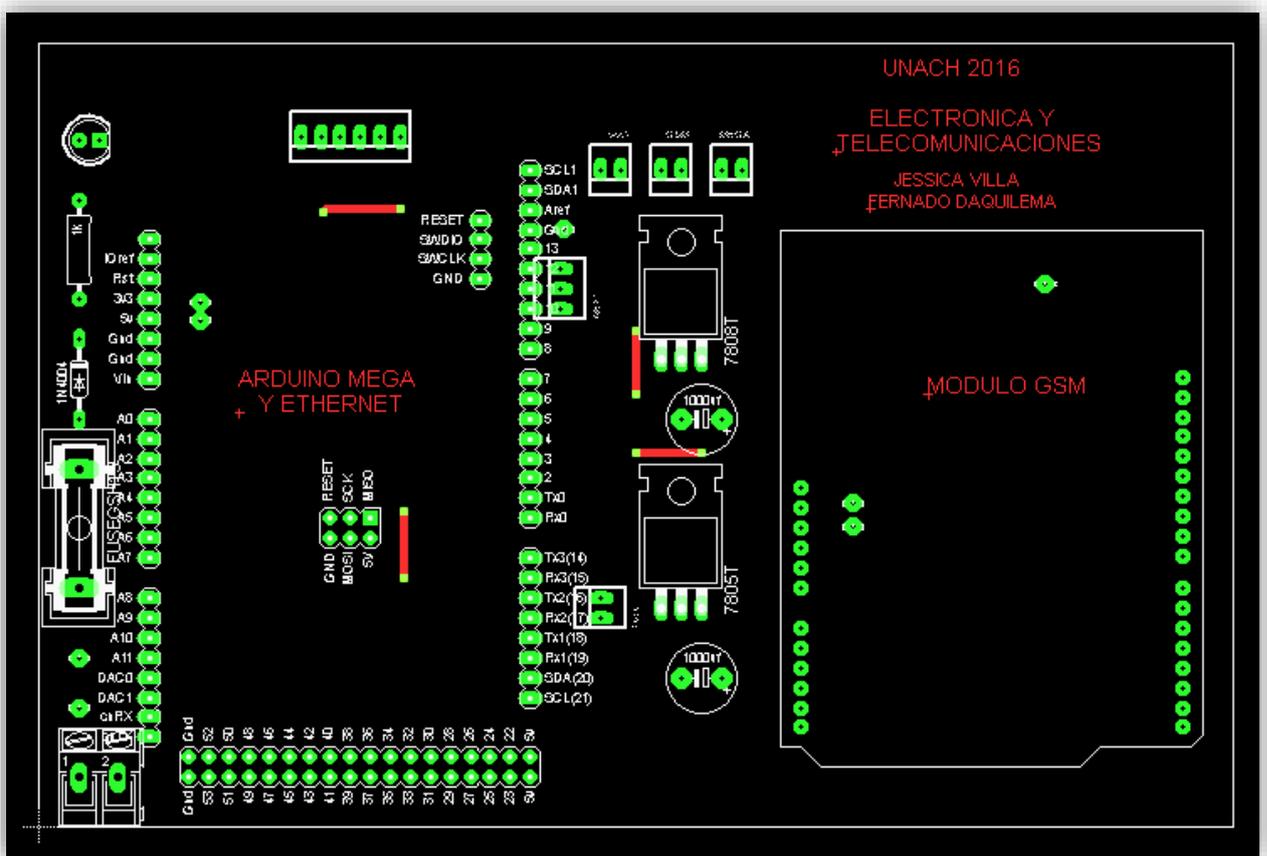


Figura 42. Ruteo receptor
Fuente: Los Autores

2.4.2.4 PROGRAMACIÓN EQUIPO RECEPTOR MEDIANTE EL USO DE DIAGRAMA DE FLUJO

La programación del equipo receptor se encuentra desarrollado como se muestra en la figura 44. Donde se realiza la configuración de la tarjeta Ethernet que consiste en la dirección MAC, ingreso de dos direcciones ip una para el servidor y la otra para el modulo Ethernet seguido del Gateway, mascara, DNS que son importantes para la comunicación para el internet. Luego se realiza la declaración de variables de tipo entero, carácter, cadena utilizadas para realizar los procesos en la programación. Después se realiza la activación de comunicación de las tarjetas como es activación de comunicación serial para revisar el funcionamiento del equipo, la activación de la tarjeta GSM, que se encarga de la recepción de los mensajes por comandos AT donde los recibe y los compara y los concatena los datos y finalmente se realiza la comunicación del servidor conjuntamente con la base de datos para observar en la aplicación web.



Figura 44. Diagrama de flujo de la programación del equipo receptor
Fuente: Los Autores

Explicación de las partes del diagrama de flujo

- **CONFIGURACIÓN EQUIPO ETHERNET**

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //direccion mac de
hardward de modulo ethernet
IPAddress ip (192,168,106,241); direccion del modulo ethernet
IPAddress myDns(192,168,150,100);
IPAddress gateway(192,168,106,3);
IPAddress subnet(255,255,255,0);
IPAddress server(192,168,106,240); // direccion de servidor o maquina
EthernetClient client; // trabajo como cliente
```

- **DECLARACIÓN DE VARIABLES**

```
String m=" 7782";
int j=0;
int i=0;
int powergsm=38;
char datosSERIAL[255];
char DATO_uno;
char DATO_dos;
char d;
String union1,union2,union3,union4="";
```

- **ACTIVACIÓN DE COMUNICACIÓN DE LAS TARJETAS**

```
Serial.begin(9600);
Serial2.begin(19200);
while (!Serial) {
}
Ethernet.begin(mac, ip, myDns, gateway, subnet);
Serial.print("conexion establecida ");
Serial.println(Ethernet.localIP());
```

- **RECEPCIÓN DE MENSAJES UTILIZANDO COMANDOS AT**

```
Serial2.println("AT+CMGF=1");
```

```

delay(2000);
Serial2.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0"); // comando para gsm modo lectura los
datos son por default
delay(2000);
Serial.println("ok1");
j=1;
}
lecturaSMS();

```

- **COMPARACIÓN Y CONCATENACIÓN DE DATOS**

```

while(Serial2.available()) { // inicio while.available
if (Serial2.available() >0) { // inicio if serial2.available
char d = Serial2.read();
if(d=='@'){ //inicio if(c=='@')
while(true){ //inicio While(True)
if (Serial2.available()>0){ //inicio if 1
char DATO_uno= Serial2.read();
if ( DATO_uno == 'w' ){ //inicio (DATO_uno == 'w')
union2=union1;
if (client.connect(server,80)) { //dioxido de carbono sensor MG811
Serial.println("connected");
client.print("GET /pruebaconexion/marce2.php?valor="); //conexion con la base
de datos
client.print(union2);
client.println(" HTTP/1.0");
client.println("Host:CTE-001");
client.println("Connection: close");
client.println();
}
else {
}
client.stop();
Serial.println(union2);
union1="";

```

```

while(true){
if (Serial2.available(>0)){//inicio if 1
char DATO_dos= Serial2.read();
if ( DATO_dos == '@' ){
union4=union3;
Serial.println(union4);
union3=""; //borra el valor para aceptar un nuevo sato
}
union3 += DATO_dos;
}
}

```

- **COMUNICACIÓN CON EL SERVIDOR Y BASE DE DATOS**

```

if (client.connect(server, 80)) { //monoxido sensor MQ7
Serial.println("connected2");
client.print("GET /pruebaconexion/marce.php?valor="); //conexion con la base
de datos
client.print(union4);
client.println(" HTTP/1.0");
client.println("Host:CTE-001"); // nombre del host se realiza con un ipconfig/all
en cmd
client.println("Connection: close");
client.println();
}
else {
Serial.println("connection failed2");
}
client.stop();

```

Comunicación base de datos

```

$conexion = mysql_connect("localhost", "root", "servidor2016");
mysql_select_db("mibasedatos",$conexion);
mysql_query("INSERT INTO `mibasedatos`.`mitabla` (`id`, `fecha`, `hora`,
`Mq7`) VALUES (NULL, CURDATE(), CURTIME(), "" . $_GET['valor'] . "" )",
$conexion);
echo 'ENVIANDO DATOS A BASE DE DATOS PRUEBA para mq7'

```

Implementación del equipo receptor como se observa en la figura 45.



Figura 45. Implementación del receptor.
Fuente: Los Autores

2.4.3 COMUNICACIÓN TARJETAS

2.4.3.1 GSM/GPRS SHIELDS SIM900

Para establecer la comunicación vía red celular en la que se utiliza un módulo SIM900, se debe verificar el funcionamiento de la tarjeta GSM/GPRS SHIELDS SIM900.

Cerciorándose que el módulo tenga una velocidad de transmisión igual con la que se va a trabajar, cuente con la tarjeta SIM, posea de saldo suficiente para poder enviar los datos vía mensajes, entre otras características. Para la revisión de este módulo se utiliza funciones básicas del módulo GSM/GPRS SHIELDS SIM900, por medio de comandos AT con la ayuda de un Arduino y la visualización en la computadora mediante terminal serial de Arduino como se observa en la figura 46.

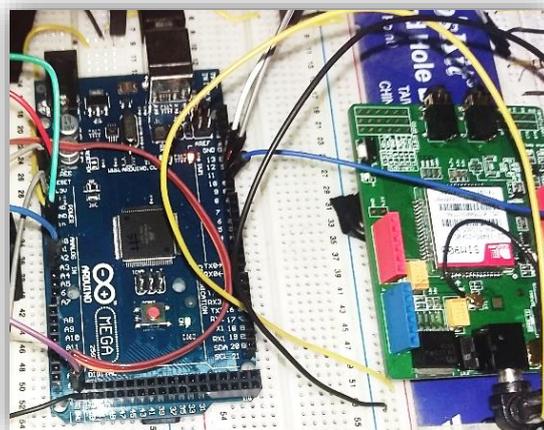


Figura 46. Verificación de funcionamiento de módulo GSM/GPRS SIM 900.
Fuente: Los Autores

El servicio de SMS (Short Message Service), es un servicio que proporciona el envío de textos cortos entre dos terminales móviles en funcionalidad. El mensaje contiene una cadena de caracteres de hasta 140 o 160 caracteres y en cuyo empaquetado incluye varios parámetros tales como: fecha de envío, hora de envío, valides del mensaje, número de teléfono del remitente y del destinatario y el número de la central de servicio de mensajes cortos (SMSC), que ha originado el mensaje.

GSM/GPRS SIM900 TRANSMISOR

El control del sistema transmisor integrado por el módulo GSM/GPRS SIM 900 se realiza por medio del Arduino Mega, que se encarga de recibir los datos del sensor, los adecua, concatena y envía el valor adquirido mediante programación, además incluye los comandos básicos AT para el envío de mensajes. Este sistema transmite desde la estación móvil hacia la estación central que se encarga de recibir los mensajes con los datos como se representa en la figura 47.



Figura 47. Sistema Transmisor.
Fuente: Los Autores

GSM/GPRS SIM900 RECEPTOR

Para el control del sistema receptor conformado por el módulo GSM/GPRS SIM 900 se realiza por medio del Arduino Mega, que recibe los mensajes del transmisor, el receptor recibe toda una trama de datos, con la ayuda de comandos AT necesarios en la programación del Arduino y mediante del módulo GSM/GPRS SIM 900 para establecer la comunicación con la red celular como se representa en la figura 48.

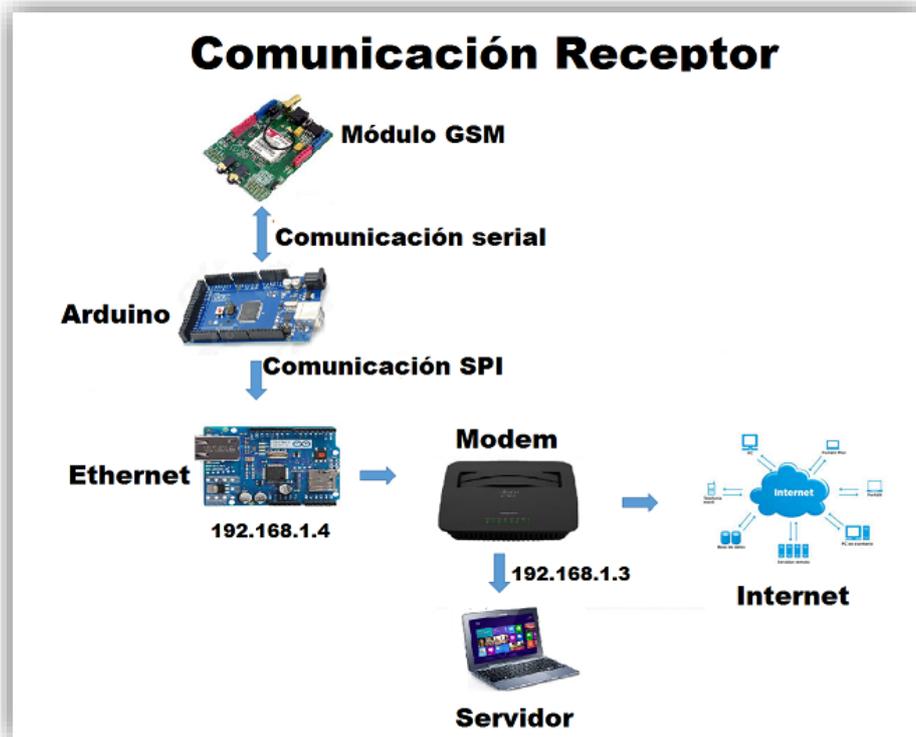


Figura 48. Sistema Receptor.

Fuente: Los Autores

2.4.3.2 LA CONEXIÓN AL SERVIDOR CON SHIELD ETHERNET

El Arduino Ethernet Shield utilizado en el desarrollo del sistema permite la monitorización de señales en modo remoto, haciendo uso de la comunicación de protocolos TCP/IP características de una red de internet que funciona conjuntamente con módulo Arduino Mega donde establece una conexión entre los dos por medio de la comunicación SPI.

La conexión se realiza desde la tarjeta Ethernet hacia el modem posteriormente me puedo conectar desde el modem vía cableado o inalámbricamente hacia mi PC o servidor. Además Ethernet cumple la función de trabajar como cliente que se utiliza para que vaya a la URL://localhost/base.php que es el archivo donde se encuentra toda la programación

para posteriormente conectarse y guardar en la base de datos, como se muestra en la figura 49.

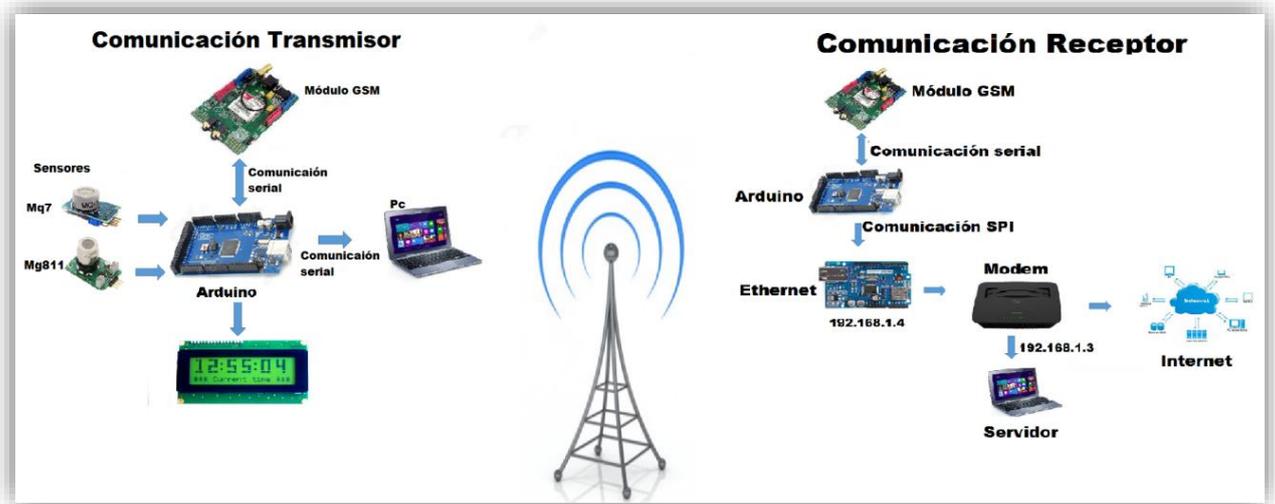


Figura 49. Conexión Ethernet, Arduino, modem y servidor
Fuente: Los Autores

Para incluir en la programación del Arduino se incluye la dirección ip asignada por el modem. Se realiza los siguientes pasos como son: ir a Inicio luego buscar ingresa cmd y enter.

Luego se ingresa el comando ipconfig /all y se busca la línea que dice adaptador de Ethernet conexión de área local como indica la figura 50 estas direcciones ip se utilizan en la configuración de la tarjeta Ethernet para tener conexión a internet.

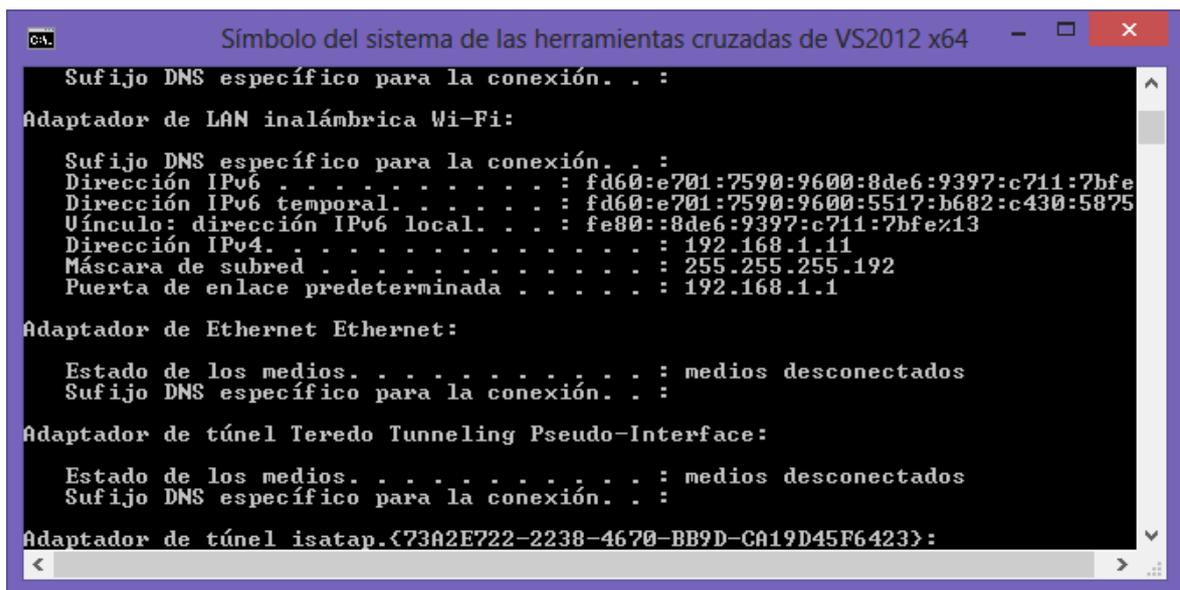


Figura 50. Comando ipconfig /all para ver la dirección ip
Fuente: Los Autores

2.4.4 DISEÑO DE BASE DE DATOS Y PAGINA WEB

2.4.4.1 DISEÑO DE BASE DE DATOS

En el diseño de la base de datos se utiliza Appserv que se encarga de interpretar las aplicaciones relacionadas con internet, que es capaz de emular todos los archivos desarrollados como si fuese una página web en línea, es decir funciona en la computadora. Appserv tiene tres partes importantes para su funcionamiento como son: APACHE, MySQL y PHPMYADMIN.

- APACHE.- Es el programa que trabaja de manera oculta habilitando las funciones del servidor.
- MySQL.- Es el encargado de gestionar y administrar las bases de datos que contienen datos almacenados y se puede manipular con PHP.
- PHPMYADMIN.- Permite realizar las consultas dentro de MySQL con futuras bases de datos.

INSTALACIÓN

Una vez descargado y descomprimido el software se selecciona el archivo ejecutable, una vez realizado esto aparece en la pantalla principal del asistente de instalación como se muestra en la figura 51.



Figura 51. Pantalla principal del asistente de instalación

Fuente: Los Autores

Le indica la dirección donde se instalara el programa como representa la figura 52.

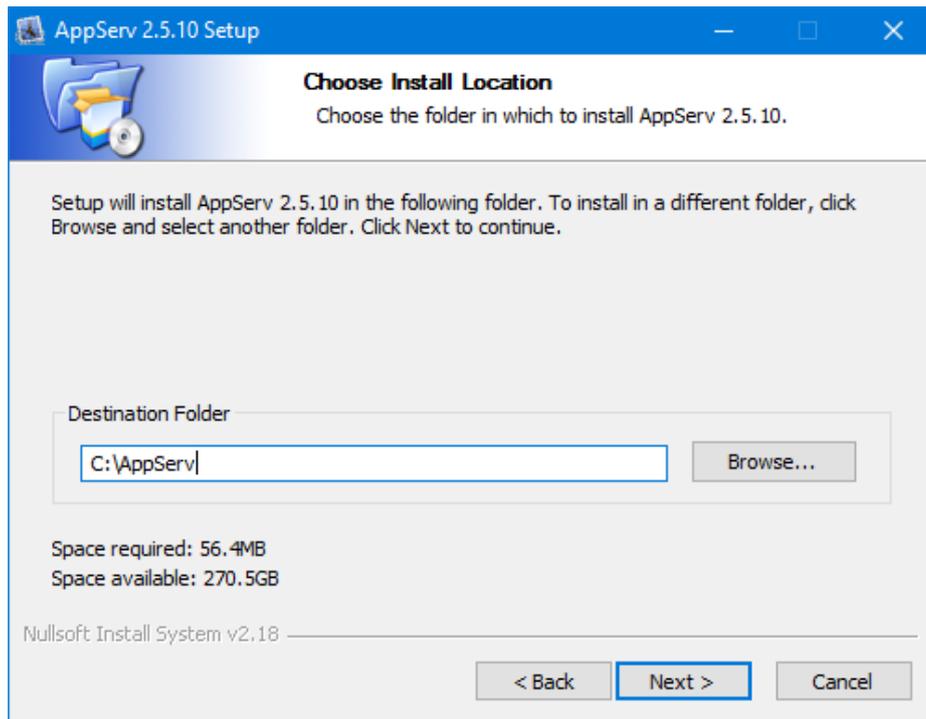


Figura 52. Dirección para la instalación

Fuente: Los Autores

Seleccionar las cuatro aplicaciones que contiene el paquete de Appserv como se observa en la figura 53.

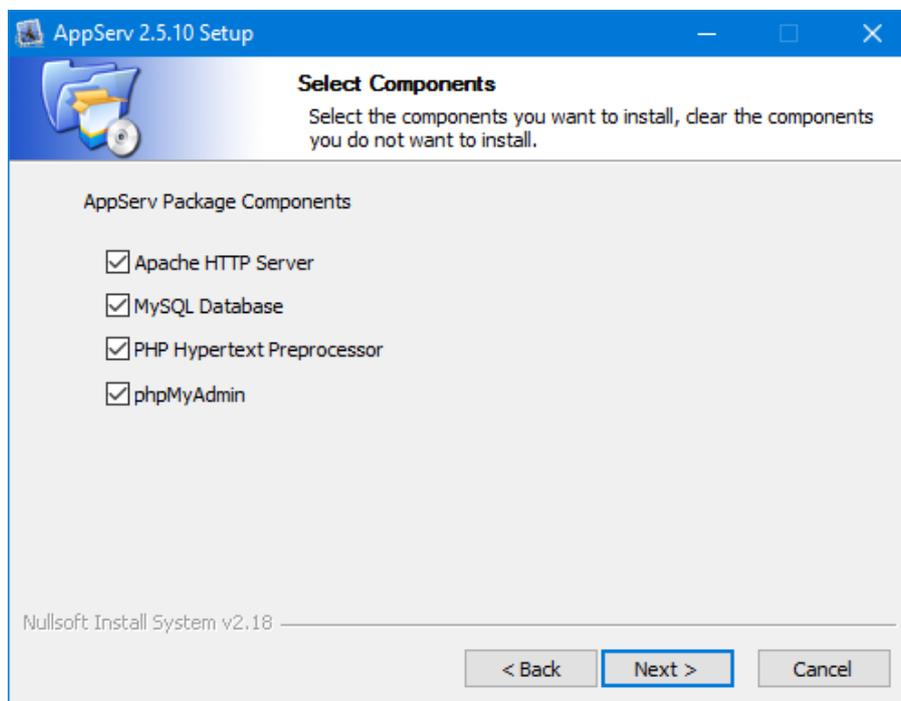


Figura 53. Selección de los componentes

Fuente: Los Autores

Configuración de Apache con el nombre del servidor, la dirección del correo electrónico y el puerto del servidor como indica la figura 54.

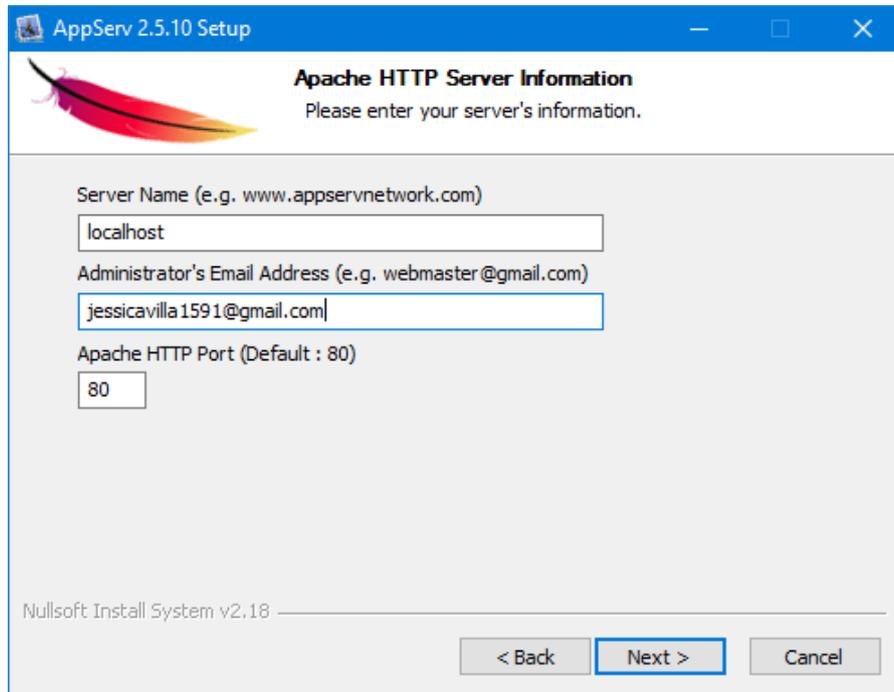


Figura 54. Configuración de Apache
Fuente: Los Autores

Configuración de la base de datos MySQL, se ingresa la contraseña de usuario como se observa en la figura 55.

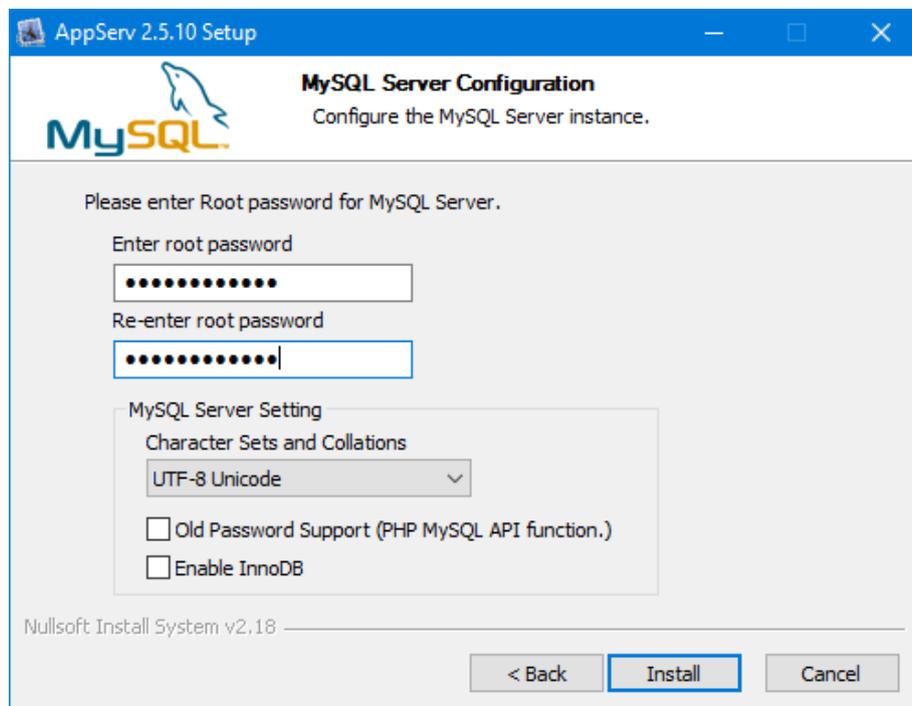


Figura 55. Ingreso de contraseña del usuario
Fuente: Los Autores

Se inicia la instalación de Appserv como indica la figura 56.

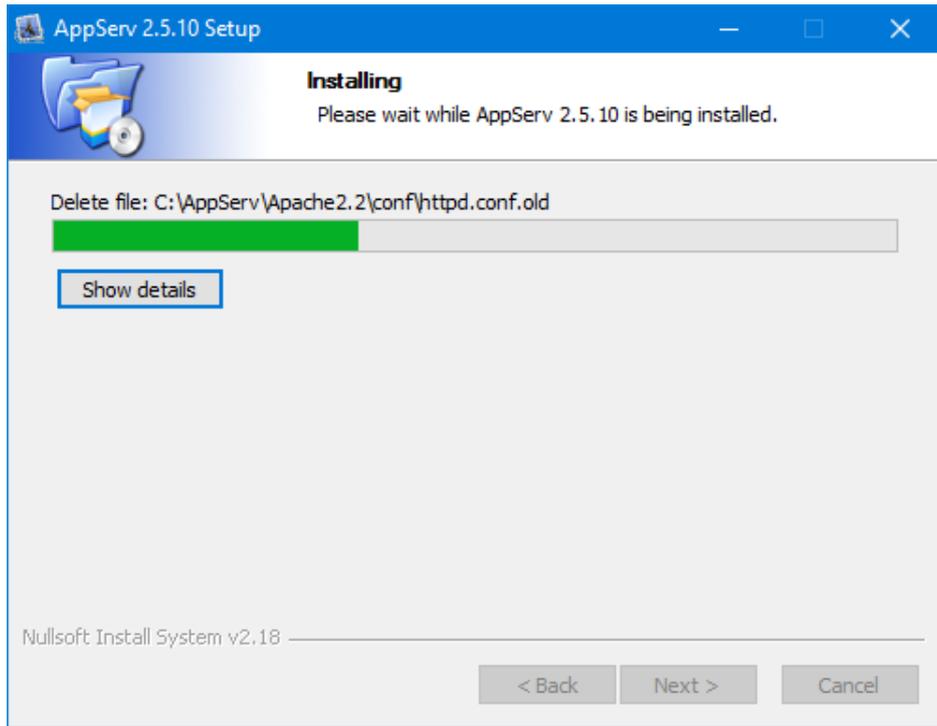


Figura 56. Inicio de instalación
Fuente: Los Autores

Finaliza la instalación de Appserv como se representa en la figura 57.



Figura 57. Finalización de instalación
Fuente: Los Autores

Comprobación de estructura de carpetas de Appserv, ingresar a disco local C, Appserv se observa su contenido como muestra la figura 58.

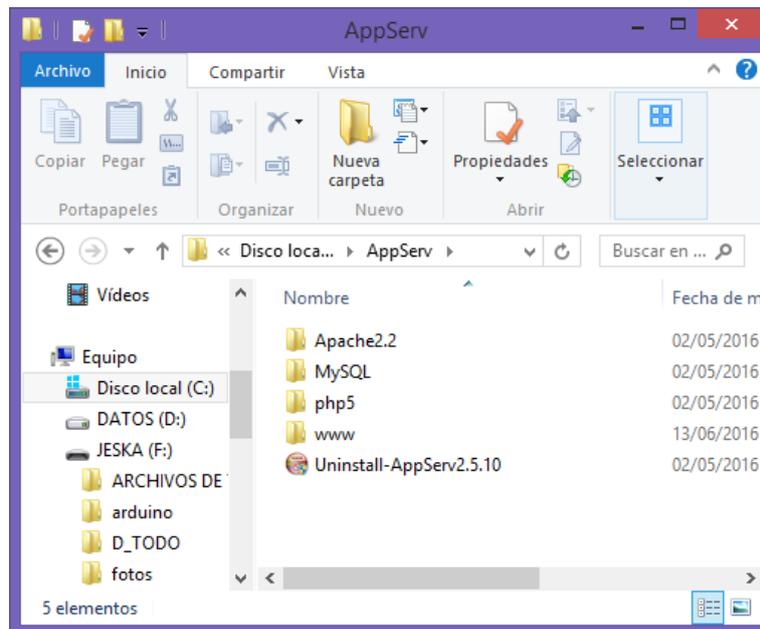


Figura 58. Comprobación de estructura
Fuente: Los Autores

En la barra de búsqueda del navegador se ingresa localhost y se verifica si la instalación se realizó correctamente como representa la figura 59.



Figura 59. Ingreso a localhost
Fuente: Los Autores

Creación de base de datos se ingresa el nombre de usuario y la contraseña, dar clic sobre el icono iniciar sección como se observa en la figura 60.

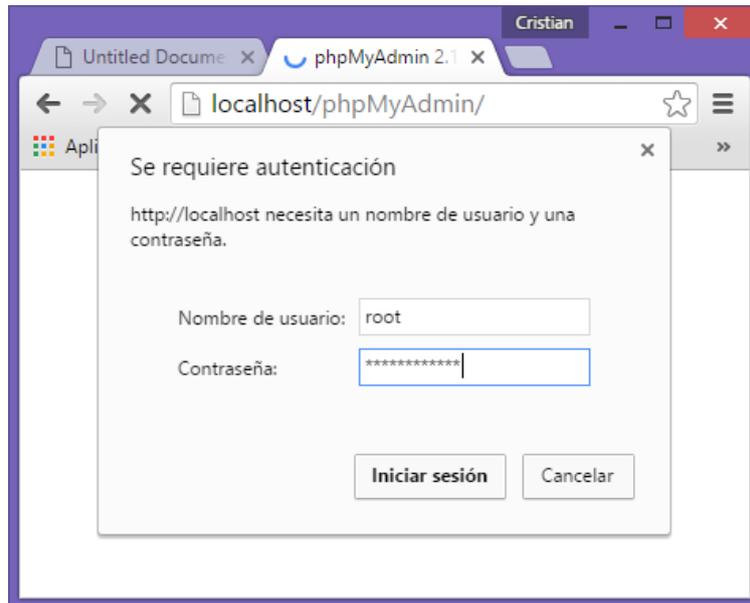


Figura 60.Ingreso el nombre de usuario y contraseña
Fuente: Los Autores

Ingresar el nombre de la base de datos y aceptar, luego procede a crear la tabla, ingresa en nombre de la tabla elige en número de campos que desea que contenga la tabla y aceptar como indica la figura 61.

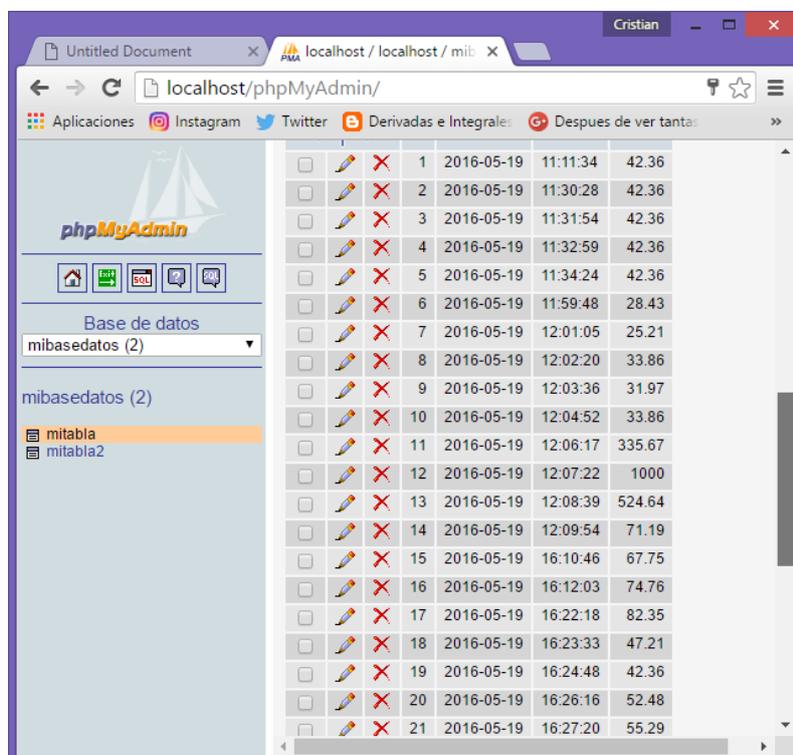


Figura 61. Base de datos
Fuente: Los Autores

2.4.4.2 DISEÑO DE PAGINA WEB

En el diseño de la página web se utiliza el software Dreamweaver que permite diseñar páginas de modo sencillo sin saber programar los diferentes códigos, permite realizar varias operaciones a diferencia de otros editores, además integra elementos realizados en otras herramientas como son imágenes, bases de datos etc.

Se descarga y se descomprime el software, se elige el archivo ejecutable y se inicia con su instalación como muestra la figura 62.

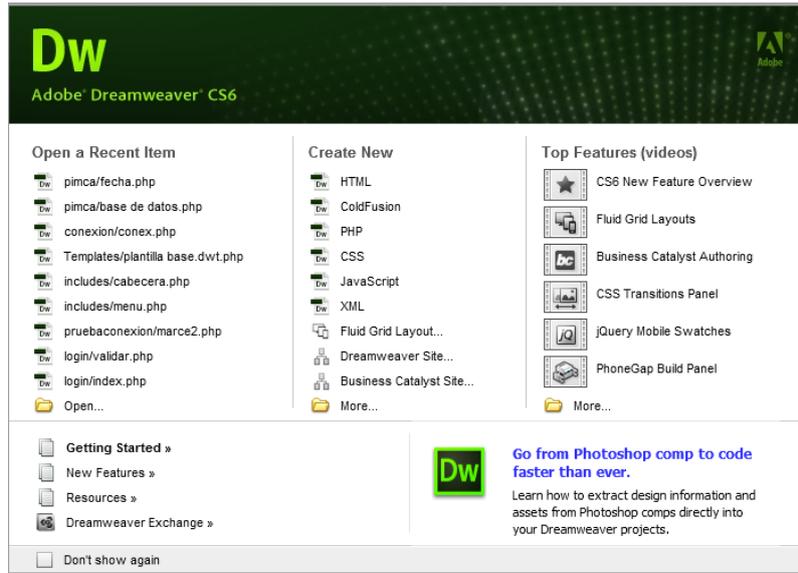


Figura 62. Software Dreamweaver

Fuente: Los Autores

Crear un nuevo sitio como muestra la figura 63, donde se aloja la página web.

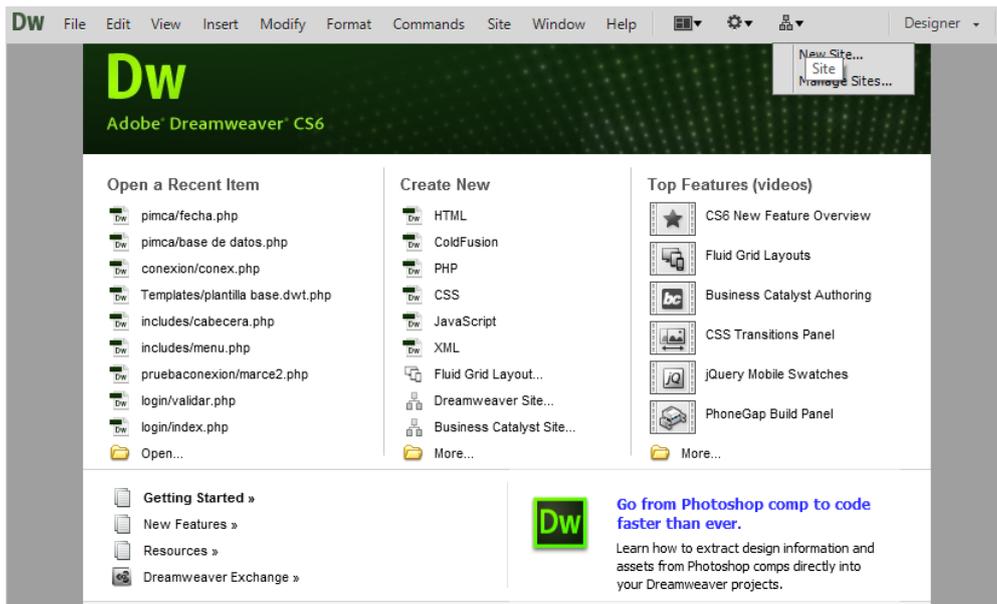


Figura 63. Creación del sitio

Fuente: Los Autores

Introducir el nombre del sitio y la ubicación donde se guarda el archivo como se observa en la figura 64.

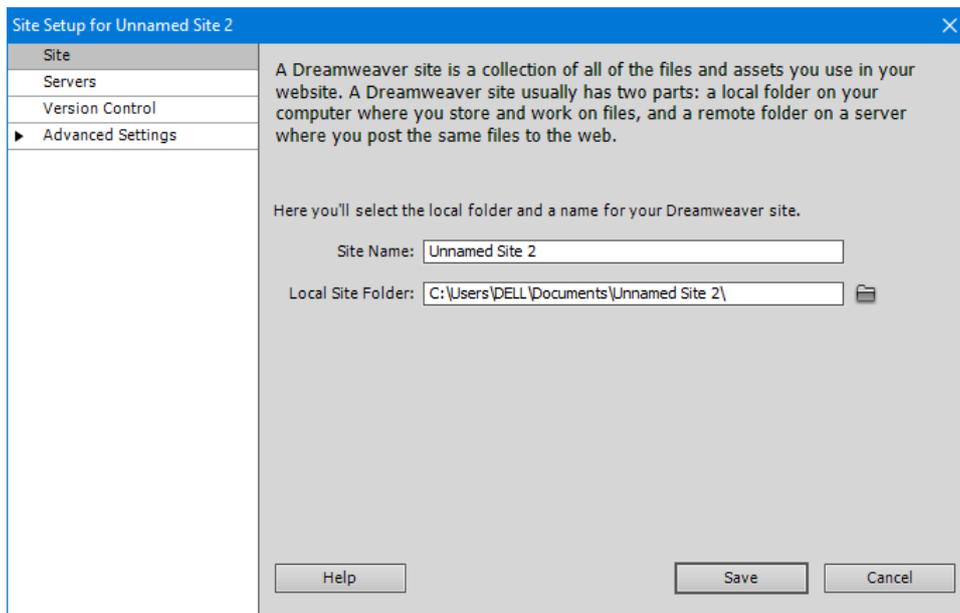


Figura 64. Ingreso de nombre y ubicación del sitio
Fuente: Los Autores

Preparar el entorno, elegir el nombre y la ubicación del servidor, en la viñeta de nombre se procede a elegir el modelo del servidor que es PHP MySQL como presenta la figura 65.

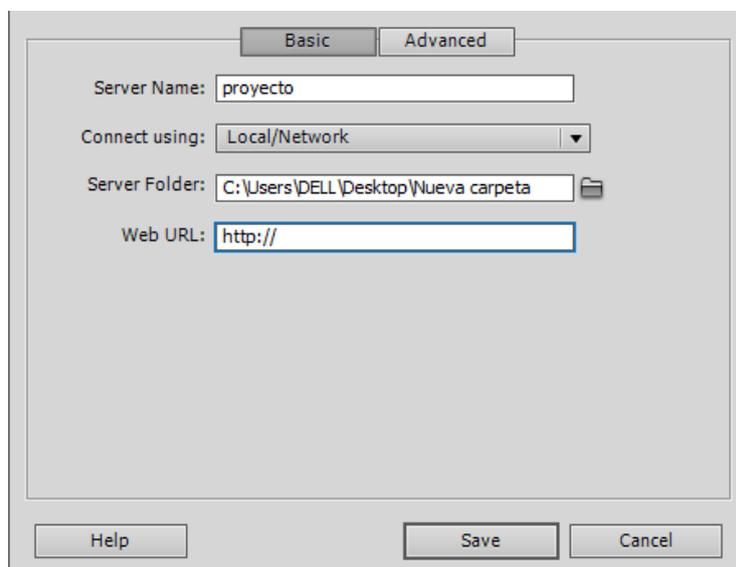


Figura 65. Preparación del entorno.
Fuente: Los Autores

Crear la plantilla como indica la figura 66 para lograr el diseño se debe ir a archivo nuevo elegir una plantilla en blanco, plantilla PHP y escoger el modelo, luego Crear y guardar el archivo CSS.

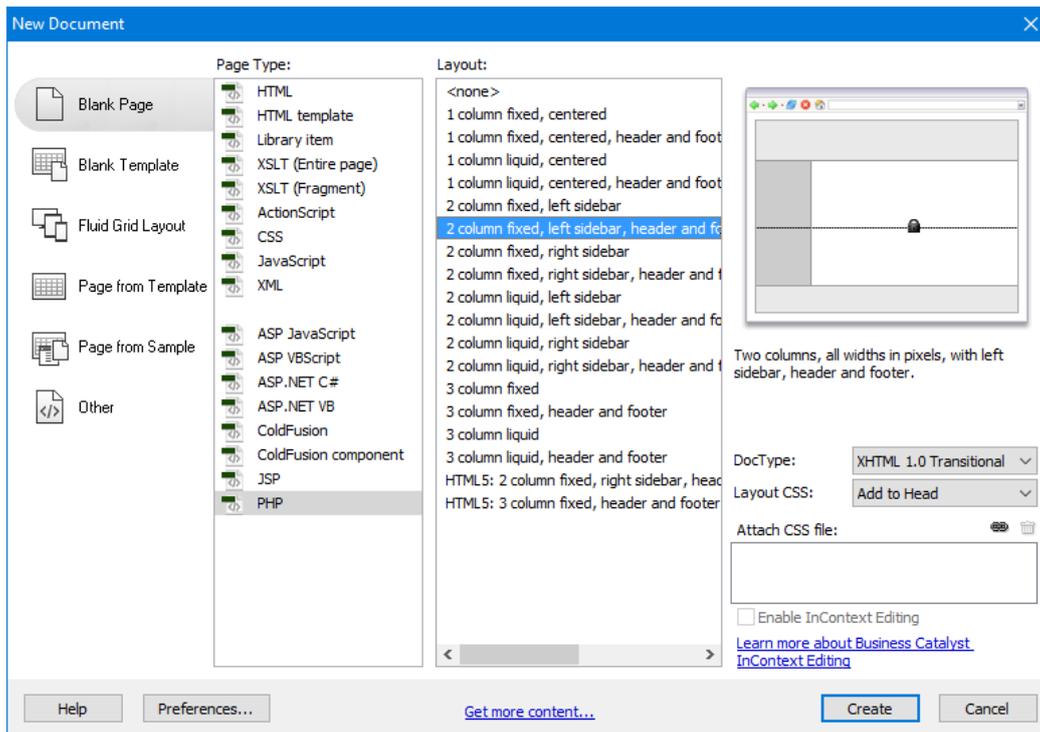


Figura 66. Crear plantilla.
Fuente: Los Autores

Crear plantilla para diseñar la página web como se observa en la figura 67.

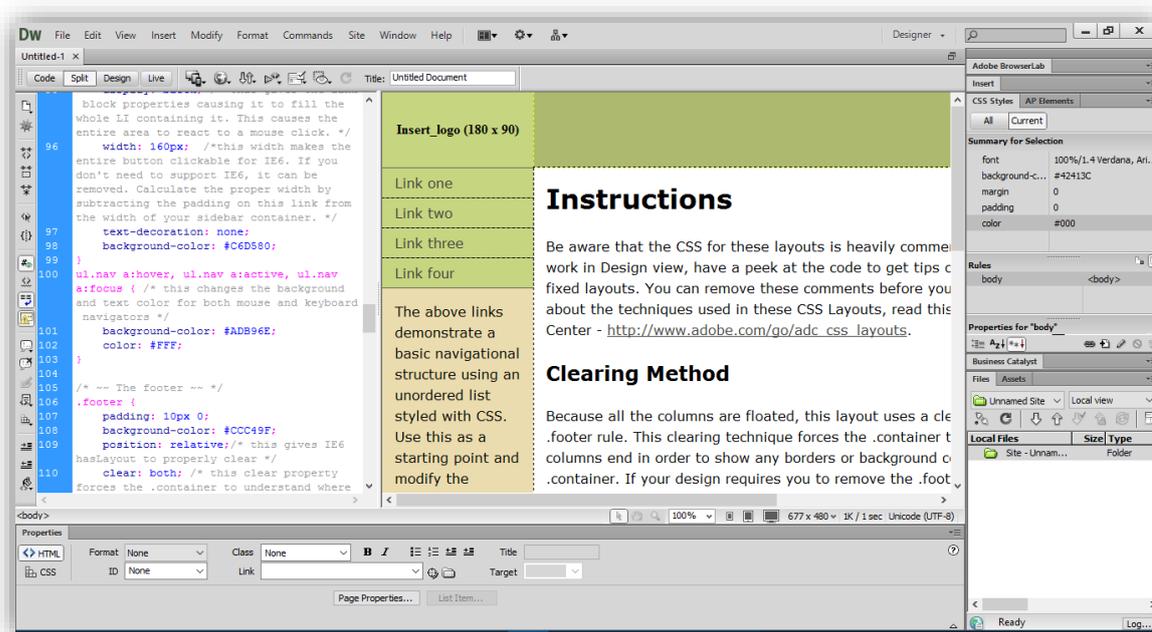


Figura 67. Plantilla de la página web.
Fuente: Los Autores

Diseño de la plantilla, conformada por cabecera, pie, imágenes, menú, como indica la figura 68.



Figura 68. Diseño de la plantilla.
Fuente: Los Autores

Presentación de la página web terminada como se observa en la figura 69.



Figura 69. Plantilla terminada.
Fuente: Los Autores

2.4.5 VISUALIZACIÓN DEL REGISTRO DE LOS DATOS

Los datos receptados de los sensores se registran o se guardan en la base de datos como se muestra en la figura 70.

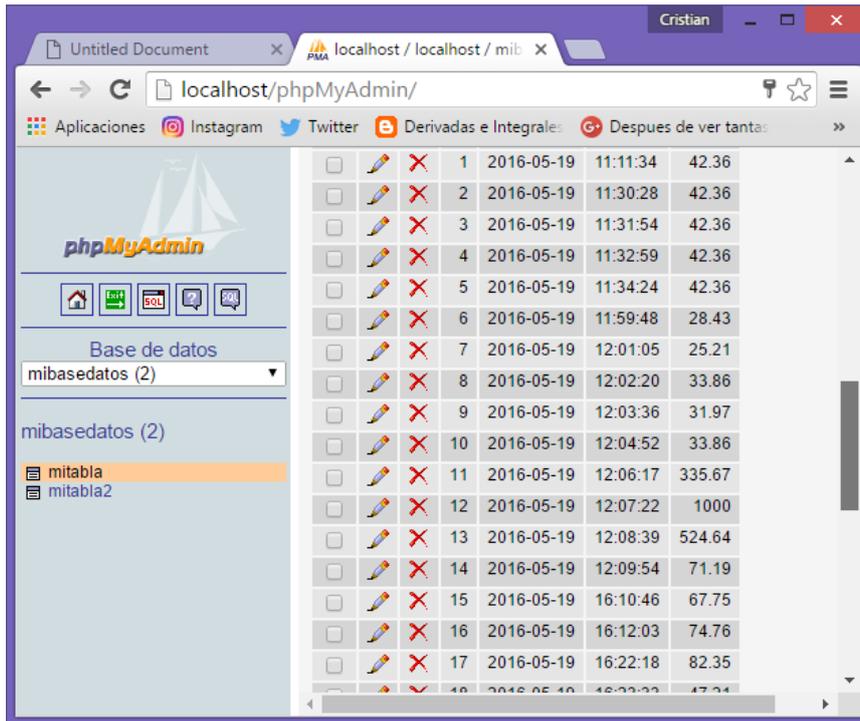


Figura 70. Base de datos
Fuente: Los Autores

Los datos almacenados en la base de datos son representados gráficamente en tiempo real como se muestra en la figura 71 del reporte de monóxido de carbono y en la figura 72 el reporte de dióxido de carbono.

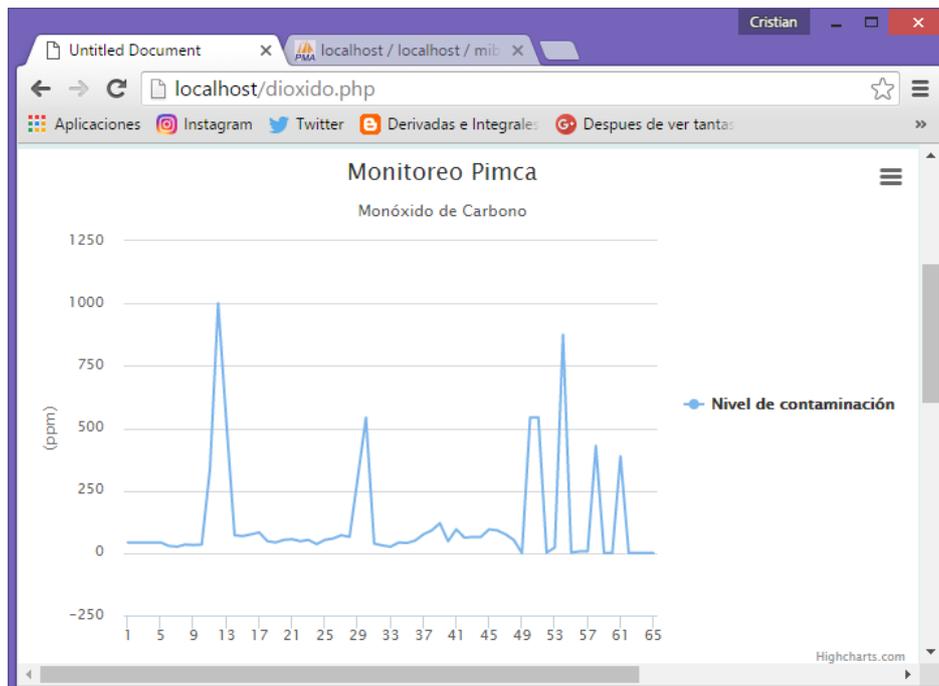


Figura 71. Reporte gráfico Monóxido
Fuente: Los Autores

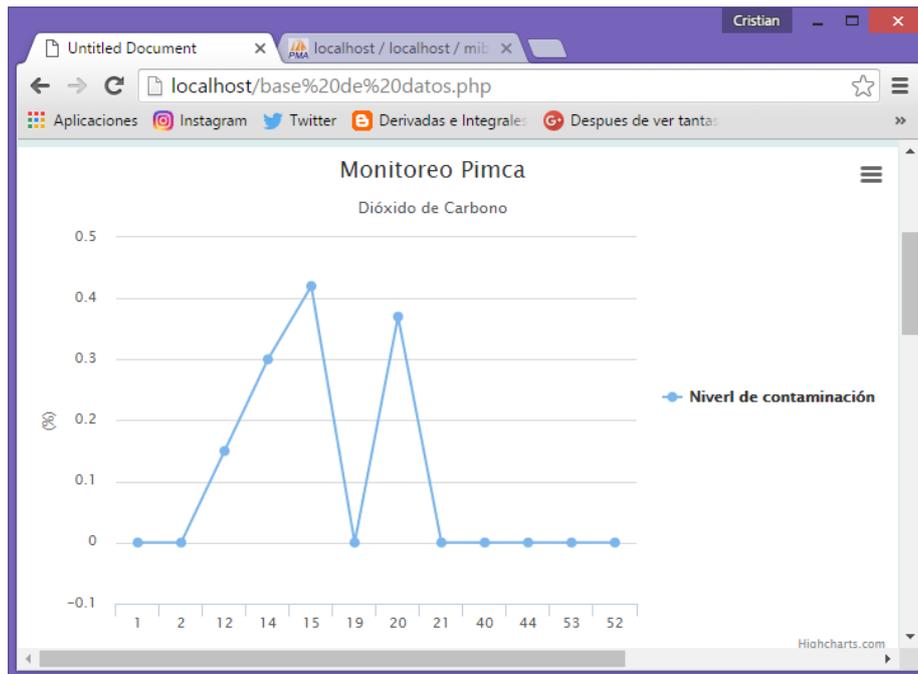


Figura 72. Reporte gráfico Dióxido
Fuente: Los Autores

La búsqueda por fechas se puede observar en la figura 73, que permite ingresar la fecha de inicio y fecha final que desea el reporte.

ID	Monoxido	Fecha
1	42.36	2016-05-19
2	42.36	2016-05-19
3	42.36	2016-05-19
4	42.36	2016-05-19
5	42.36	2016-05-19
6	28.43	2016-05-19
7	25.21	2016-05-19
8	33.86	2016-05-19
9	31.97	2016-05-19
10	33.86	2016-05-19
11	335.67	2016-05-19
12	1000	2016-05-19
13	524.64	2016-05-19
14	71.19	2016-05-19
15	67.75	2016-05-19
16	74.76	2016-05-19
17	82.35	2016-05-19
18	47.21	2016-05-19

Figura 73. Reporte por fechas
Fuente: Los Autores

2.5 COMPROBACIÓN DE LA HIPOTESIS

Para la comprobación de la hipótesis se plantea dos ambientes:

- **Ambiente A.** Se utiliza el equipo ORION medidor multigases, el mismo que es un equipo estándar certificado que alertará la presencia de monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, que está equipado con sensores que detecten esos gases. Estas condiciones se visualizan clara y simultáneamente en la pantalla del instrumento.
- **Ambiente B.** Se utiliza el equipo JVFD medidor multigases, cuenta con una pantalla LCD donde muestra los datos adquiridos por los sensores Mq7 (monóxido de carbono) y MG811 (dióxido de carbono), cuenta con un swith que selecciona el modo de envío o solo lectura de datos, es transportable.

Las pruebas fueron realizadas en los dos ambientes tal como se muestra en la figura 74.

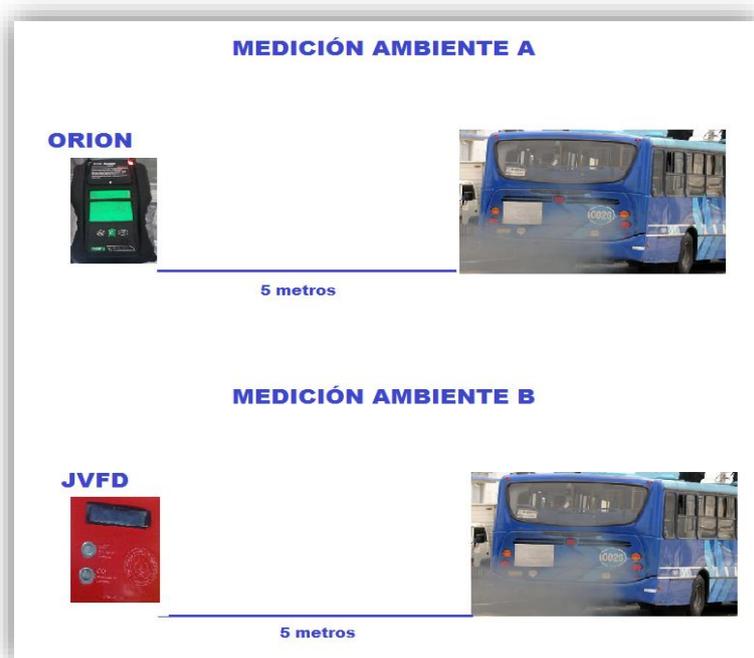


Figura 74. Mediciones en los dos ambientes
Fuente: Los Autores

Ambiente A

Los valores del ambiente A correspondiente al equipo Orión, los valores adquiridos por este equipo se tomó de manera manual, posteriormente se los ingreso a Excel para la

adquisición de la curva característica que trabaja el equipo. Los datos se presentan en la tabla 5, además de poder observar las fotografías en el anexo 10.

Tabla 5. Datos de las mediciones del ambiente A

AMBIENTE A			
id	fecha	Hora	Mq7 (Monóxido de carbono)
1	19/5/2016	11:59:48	27,43
2	19/5/2016	12:01:05	24,21
3	19/5/2016	12:02:20	32,86
4	19/5/2016	12:03:36	30,97
5	19/5/2016	12:04:52	32,86
6	19/5/2016	12:06:17	334,67
7	19/5/2016	12:07:22	999
8	19/5/2016	12:08:39	523,64
9	19/5/2016	12:09:54	70,19
10	19/5/2016	16:10:46	66,75
11	19/5/2016	16:12:03	73,76
12	19/5/2016	16:22:18	81,35
13	19/5/2016	16:23:33	46,21
14	19/5/2016	16:24:48	41,36
15	19/5/2016	16:26:16	51,48
16	19/5/2016	16:27:20	54,29
17	19/5/2016	16:28:45	46,21
18	19/5/2016	16:29:51	51,48
19	19/5/2016	16:32:47	34,85
20	19/5/2016	16:34:03	51,48
21	19/5/2016	16:35:18	57,22
22	19/5/2016	16:36:34	70,19
23	19/5/2016	16:37:50	63,44
24	19/5/2016	16:39:05	299,98
25	19/5/2016	16:40:22	541,09
26	19/5/2016	16:53:23	48,79
27	19/5/2016	16:54:48	73,76
28	19/5/2016	16:55:54	89,53
29	19/5/2016	16:57:11	118,03
30	19/5/2016	16:58:25	46,21
31	19/5/2016	16:59:41	93,86
32	19/5/2016	17:02:14	63,44
33	19/5/2016	17:07:22	89,53
34	19/5/2016	17:08:37	73,76
35	19/5/2016	17:09:53	51,48

Fuente: Los Autores

Ambiente B

Para la elaboración de las tablas se tomaron los datos de las distintas áreas de Riobamba, esta información es de gran importancia para detectar el área que mayor contaminación del aire posee. Los datos registrados en la base de datos son como se muestra en la tabla 6 del ambiente B.

Tabla 6. Datos de las mediciones ambiente B

AMBIENTE B			
id	fecha	hora	Mq7 (Monóxido de carbono)
1	19/5/2016	11:59:48	28,43
2	19/5/2016	12:01:05	25,21
3	19/5/2016	12:02:20	33,86
4	19/5/2016	12:03:36	31,97
5	19/5/2016	12:04:52	33,86
6	19/5/2016	12:06:17	335,67
7	19/5/2016	12:07:22	1000,00
8	19/5/2016	12:08:39	524,64
9	19/5/2016	12:09:54	71,19
10	19/5/2016	16:10:46	67,75
11	19/5/2016	16:12:03	74,76
12	19/5/2016	16:22:18	82,35
13	19/5/2016	16:23:33	47,21
14	19/5/2016	16:24:48	42,36
15	19/5/2016	16:26:16	52,48
16	19/5/2016	16:27:20	55,29
17	19/5/2016	16:28:45	47,21
18	19/5/2016	16:29:51	52,48
19	19/5/2016	16:32:47	35,85
20	19/5/2016	16:34:03	52,48
21	19/5/2016	16:35:18	58,22
22	19/5/2016	16:36:34	71,19
23	19/5/2016	16:37:50	64,44
24	19/5/2016	16:39:05	300,98
25	19/5/2016	16:40:22	542,09
26	19/5/2016	16:53:23	49,79
27	19/5/2016	16:54:48	74,76
28	19/5/2016	16:55:54	90,53
29	19/5/2016	16:57:11	119,03
30	19/5/2016	16:58:25	47,21
31	19/5/2016	16:59:41	94,86
32	19/5/2016	17:02:14	64,44
33	19/5/2016	17:07:22	90,53
34	19/5/2016	17:08:37	74,76
35	19/5/2016	17:09:53	52,48

Fuente: Los Autores

Datos observados

En esta tabla 7 se encuentra los datos adquiridos por el equipo ORION y equipo JVFD, observando un resumen de los dos escenarios planteados.

Tabla 7.Datos observados en los dos ambientes.

PRUEBA	AMBIENTE A	AMBIENTE B	SUBTOTAL
Prueba 1	27,43	28,43	55,86
Prueba 2	24,21	25,21	49,42
Prueba 3	32,86	33,86	66,72
Prueba 4	30,97	31,97	62,94
Prueba 5	32,86	33,86	66,72
Prueba 6	334,67	335,67	670,34
Prueba 7	999	1000,00	1999
Prueba 8	523,64	524,64	1048,28
Prueba 9	70,19	71,19	141,38
Prueba 10	66,75	67,75	134,5
Prueba 11	73,76	74,76	148,52
Prueba 12	81,35	82,35	163,7
Prueba 13	46,21	47,21	93,42
Prueba 14	41,36	42,36	83,72
Prueba 15	51,48	52,48	103,96
Prueba 16	54,29	55,29	109,58
Prueba 17	46,21	47,21	93,42
Prueba 18	51,48	52,48	103,96
Prueba 19	34,85	35,85	70,7
Prueba 20	51,48	52,48	103,96
Prueba 21	57,22	58,22	115,44
Prueba 22	70,19	71,19	141,38
Prueba 23	63,44	64,44	127,88
Prueba 24	299,98	300,98	600,96
Prueba 25	541,09	542,09	1083,18
Prueba 26	48,79	49,79	98,58
Prueba 27	73,76	74,76	148,52
Prueba 28	89,53	90,53	180,06
Prueba 29	118,03	119,03	237,06
Prueba 30	46,21	47,21	93,42
Prueba 31	93,86	94,86	188,72
Prueba 32	63,44	64,44	127,88
Prueba 33	89,53	90,53	180,06
Prueba 34	73,76	74,76	148,52
Prueba 35	51,48	52,48	103,96
Subtotal	4455,36	4490,36	8945,72

Fuente: Los Autores

Datos esperados

Los datos esperados son valores que se estiman como se va a comportar el sistema de monitoreo de los gases que se detallan en la siguiente tabla 8.

Tabla 8. Datos esperados de los dos ambientes

PRUEBA	AMBIENTE A	AMBIENTE B
Prueba 1	13,66	28,04
Prueba 2	24,61	24,81
Prueba 3	33,23	33,49
Prueba 4	31,35	31,59
Prueba 5	33,23	33,49
Prueba 6	333,86	336,48
Prueba 7	995,59	1003,41
Prueba 8	522,09	526,19
Prueba 9	70,41	70,97
Prueba 10	66,99	67,51
Prueba 11	73,97	74,55
Prueba 12	81,53	82,17
Prueba 13	46,53	46,89
Prueba 14	41,70	42,02
Prueba 15	51,78	52,18
Prueba 16	54,58	55,00
Prueba 17	46,53	46,89
Prueba 18	51,78	52,18
Prueba 19	35,21	35,49
Prueba 20	51,78	52,18
Prueba 21	57,49	57,95
Prueba 22	70,41	70,97
Prueba 23	63,69	64,19
Prueba 24	299,30	301,66
Prueba 25	539,47	543,71
Prueba 26	49,10	49,48
Prueba 27	73,97	74,55
Prueba 28	89,68	90,38
Prueba 29	118,07	118,99
Prueba 30	46,53	46,89
Prueba 31	93,99	94,73
Prueba 32	63,69	64,19
Prueba 33	89,68	90,38
Prueba 34	73,97	74,55
Prueba 35	51,78	52,18
Subtotal	4441,20	4490,36

Fuente: Los Autores

Se utiliza el método del Chi cuadrado con una variable para demostrar la comprobación de la hipótesis. Donde el χ^2 prueba debe ser menor a χ^2 cuadrado como se observa en la tabla 9. La propuesta presentada permite determinar la contaminación del aire en la ciudad de Riobamba.

Tabla 9. Valores estadísticos

	R	35
	K	2
Grados de Libertad	$(r-1)(k-1)$	34
Nivel de significación	A	0,1
χ^2 Cuadrado	X2	44,90
Probabilidad	P	1,00
X2Prueba		14,03

Fuente: Los Autores

La hipótesis es verdadera como se observa $14.05 < 44.90$, es decir el valor se encuentra dentro de la zona de aceptación de la hipótesis como se observa en la figura 75.

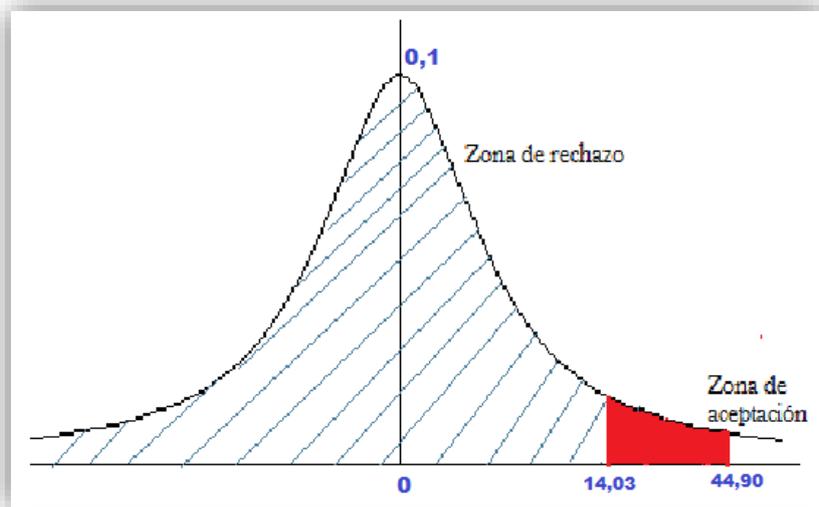


Figura 75. Campana de Gauss para decisión

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS OBTENIDOS

Las pruebas de la comunicación de los equipos se realiza en la UNACH vía a Guano, y en las distintas áreas de Riobamba para medir los niveles de contaminación.

El equipo receptor se colocó en la facultad de ingeniería en el departamento ICITS para recibir los datos del transmisor y registrar en el servidor, como se observa en la figura 76, y el equipo transmisor se ubica en cualquier área de Riobamba por ejemplo la Merced, La Dolorosa y otras áreas como se muestra en la figura 77.



Figura 76. Equipo Receptor instalado
Fuente: Los Autores



Figura 77. Equipo transmisor
Fuente: Los Autores

La página Web permite al usuario observar toda la información del proyecto, utilizando cualquier dispositivo con acceso a internet, ingresando la dirección del URL de la página en cualquier navegador Web como se indica en la figura 78.

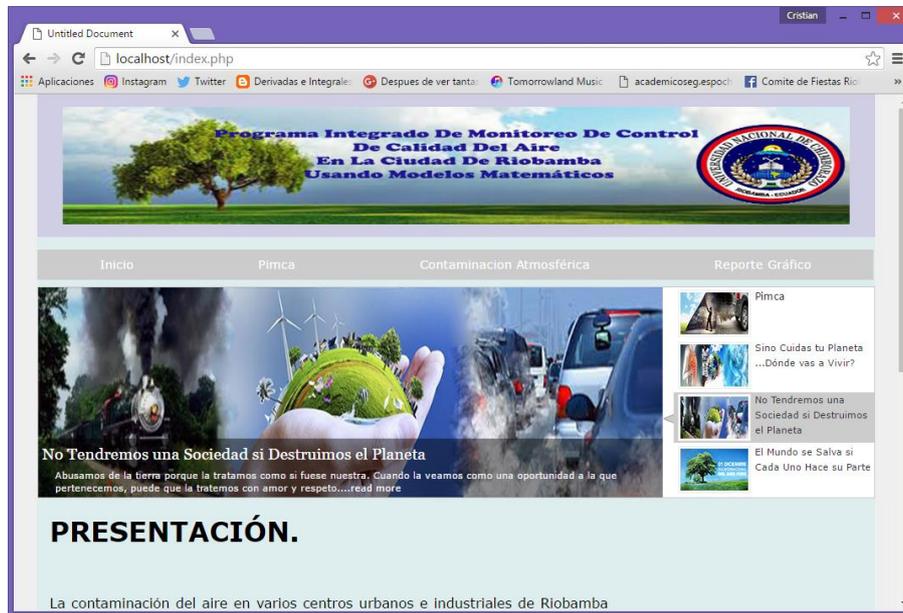


Figura 78. Página web en internet

Fuente: Los Autores

La siguiente prueba que se realizó es verificar el registro de los datos de los sensores de dióxido de carbono y monóxido de carbono en la base de datos del servidor como muestra la figura 79 y la figura 80.

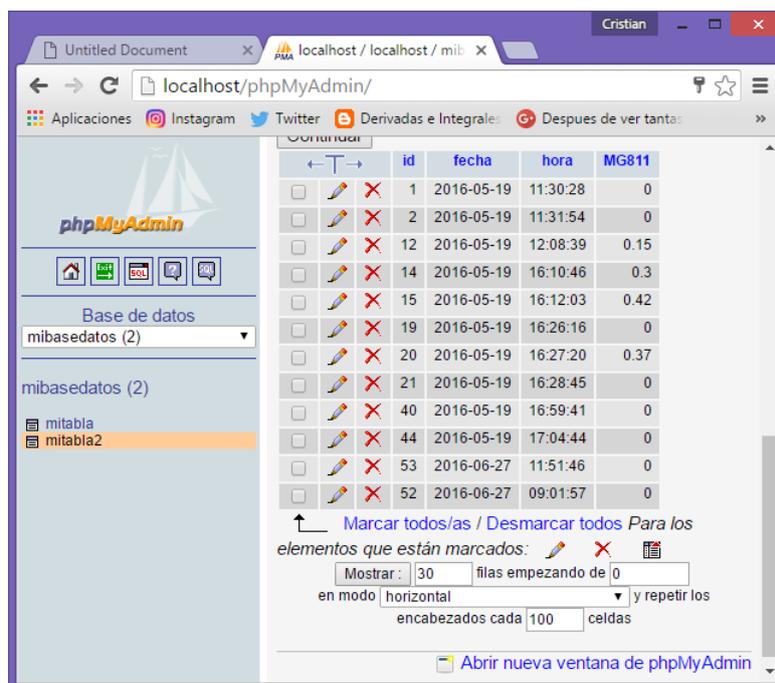


Figura 79. Datos registrados en la base de datos dióxido

Fuente: Los Autores

	id	fecha	hora	Mq7
<input type="checkbox"/>	1	2016-05-19	11:11:34	42.36
<input type="checkbox"/>	2	2016-05-19	11:30:28	42.36
<input type="checkbox"/>	3	2016-05-19	11:31:54	42.36
<input type="checkbox"/>	4	2016-05-19	11:32:59	42.36
<input type="checkbox"/>	5	2016-05-19	11:34:24	42.36
<input type="checkbox"/>	6	2016-05-19	11:59:48	28.43
<input type="checkbox"/>	7	2016-05-19	12:01:05	25.21
<input type="checkbox"/>	8	2016-05-19	12:02:20	33.86
<input type="checkbox"/>	9	2016-05-19	12:03:36	31.97
<input type="checkbox"/>	10	2016-05-19	12:04:52	33.86
<input type="checkbox"/>	11	2016-05-19	12:06:17	335.67
<input type="checkbox"/>	12	2016-05-19	12:07:22	1000
<input type="checkbox"/>	13	2016-05-19	12:08:39	524.64
<input type="checkbox"/>	14	2016-05-19	12:09:54	71.19
<input type="checkbox"/>	15	2016-05-19	16:10:46	67.75
<input type="checkbox"/>	16	2016-05-19	16:12:03	74.76
<input type="checkbox"/>	17	2016-05-19	16:22:18	82.35
<input type="checkbox"/>	18	2016-05-19	16:23:33	47.21
<input type="checkbox"/>	19	2016-05-19	16:24:48	42.36
<input type="checkbox"/>	20	2016-05-19	16:26:16	52.48
<input type="checkbox"/>	21	2016-05-19	16:27:20	55.29
<input type="checkbox"/>	22	2016-05-19	16:28:45	47.21
<input type="checkbox"/>	23	2016-05-19	16:29:51	52.48
<input type="checkbox"/>	24	2016-05-19	16:32:47	35.85
<input type="checkbox"/>	25	2016-05-19	16:34:03	52.48

Figura 80. Datos registrados en la base de datos monóxido
Fuente: Los Autores

En la visualización de los reportes gráficos de dióxido de carbono y monóxido de carbono se indica los niveles de contaminación que suceden en las variaciones del tiempo, monitoreadas cada minuto, como se muestra en las figuras 81 y 82.

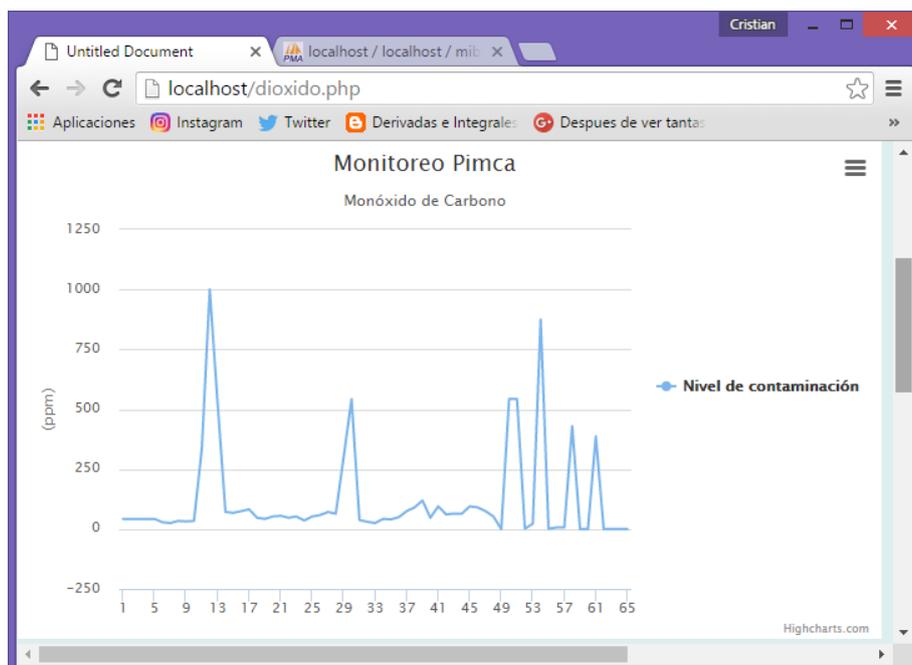


Figura 81. Reporte grafico monóxido
Fuente: Los Autores

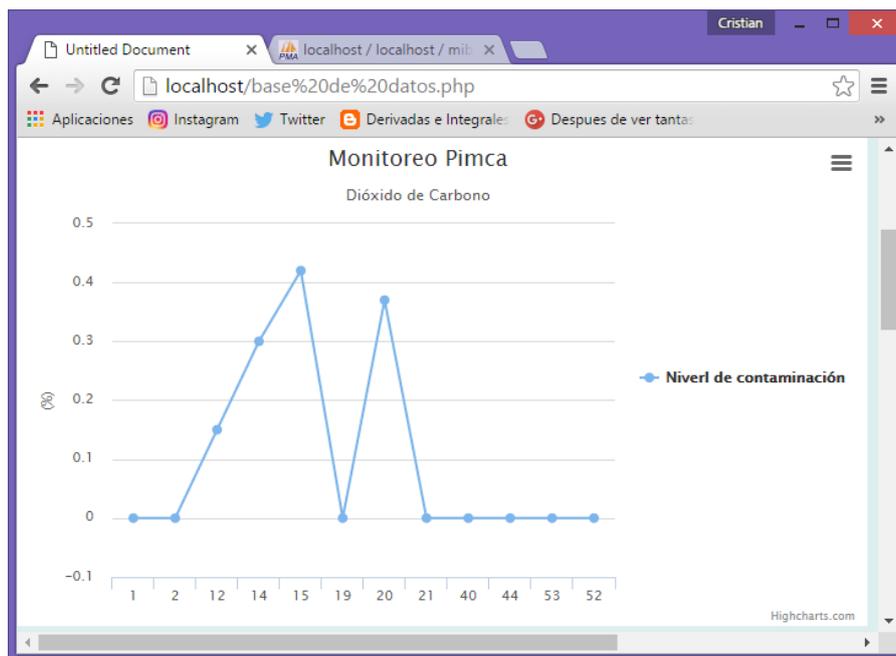


Figura 82. Reporte grafico dióxido

Fuente: Los Autores

Para la elaboración de las tablas se tomaron los datos de las distintas áreas de Riobamba, esta información es de gran importancia para detectar el área que mayor contaminación del aire posee. Los datos registrados en la base de datos son como se muestran en las tablas 10.

Tabla 10. Mediciones

id	fecha	hora	Mq7 (Monóxido de carbono)
1	19/5/2016	11:59:48	28,43
2	19/5/2016	12:01:05	25,21
3	19/5/2016	12:02:20	33,86
4	19/5/2016	12:03:36	31,97
5	19/5/2016	12:04:52	33,86
6	19/5/2016	12:06:17	335,67
7	19/5/2016	12:07:22	1000,00
8	19/5/2016	12:08:39	524,64
9	19/5/2016	12:09:54	71,19
10	19/5/2016	16:10:46	67,75
11	19/5/2016	16:12:03	74,76
12	19/5/2016	16:22:18	82,35
13	19/5/2016	16:23:33	47,21
14	19/5/2016	16:24:48	42,36
15	19/5/2016	16:26:16	52,48
16	19/5/2016	16:27:20	55,29
17	19/5/2016	16:28:45	47,21
18	19/5/2016	16:29:51	52,48

19	19/5/2016	16:32:47	35,85
20	19/5/2016	16:34:03	52,48
21	19/5/2016	16:35:18	58,22
22	19/5/2016	16:36:34	71,19
23	19/5/2016	16:37:50	64,44
24	19/5/2016	16:39:05	300,98
25	19/5/2016	16:40:22	542,09
26	19/5/2016	16:53:23	49,79
27	19/5/2016	16:54:48	74,76
28	19/5/2016	16:55:54	90,53
29	19/5/2016	16:57:11	119,03
30	19/5/2016	16:58:25	47,21
31	19/5/2016	16:59:41	94,86
32	19/5/2016	17:02:14	64,44
33	19/5/2016	17:07:22	90,53
34	19/5/2016	17:08:37	74,76
35	19/5/2016	17:09:53	52,48

Fuente: Los Autores

3.2 ANÁLISIS FINANCIERO

En la tabla 11 indica el costo del financiamiento de los equipos y elementos utilizados en el desarrollo del sistema de monitoreo.

Tabla 11. Financiamiento del proyecto

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	LCD	8,50	8,50
2	Arduino Mega 2560	45,00	90,00
2	Módulo GSM SIM900	93,00	186,00
1	Ethernet	32,00	32,00
1	Sensor Mq7	14,50	14,50
1	Sensor Mg811	75,00	75,00
2	Batería Lipo	28,00	56,00
4	Placa 20x30	7,50	30,00
2	Bornera 2 pines	0,25	0,50
1	Jack DC	0,30	0,30
1	Molex 3 pines	0,50	0,50
1	Regulador 7806	0,60	0,60
2	Regulador 7805	0,60	1,20
2	Swith	0,60	1,20

2	Diodo 1N4007	0,10	0,20
3	Resistencias	0,05	0,15
2	Fusible	0,10	0,20
2	Espadachín macho	1,20	2,40
3	Capacitores superficiales	2,00	6,00
1	Potenciómetro 5k	0,50	0,50
1	Molex 5	0,50	0,50
1	Molex 4	0,60	0,60
8	Cables Arduino	0,15	1,20
1	Plug Dc	0,30	0,30
4	Conectores	0,50	2,00
1	Diodo led	0,10	0,10
1	Espadachín hembra	0,60	0,60
1	Regulador 7809	0,60	0,60
2	Capacitores electrolíticos	0,20	0,40
1	Plug Dc	0,80	0,80
3	Hojas	0,30	0,90
8	Impresiones placas	2,00	16,00
1	Protoboard	35,00	35,00
1	Laptop	800,00	800,00
2	Cajas acrílicas	50,00	100,00
1	Multímetro	60,00	60,00
1	Cautín	20,00	20,00
2	Transporte	100,00	200,00
6	Impresiones documentos	20,00	120,00
4	Empastado de documento	20,00	80,00
5	Petición de equipo Orión	10,00	50,00
1	Adaptador de corriente	9,50	9,50
TOTAL(\$)=			2004,25

Fuente: Los Autores

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

La implementación del sistema se encuentra basado en la tecnificación del monitoreo de los niveles de contaminación del aire por los gases monóxido de carbono y dióxido de carbono, por medio de una amplia investigación y análisis de la tecnología, software, que sean óptimas para el desarrollo y diseño de los circuitos electrónicos y la aplicación web, que posibilite ser manejado de manera sencilla, eficiente por los usuarios.

La comunicación GSM es importante para el funcionamiento del sistema de monitoreo, debido a que permite la comunicación del equipo transmisor con el equipo receptor, efectuando la transferencia de datos desde cualquier lugar que se encuentre dentro del área de cobertura del proveedor de servicios de telefonía GSM.

La telefonía celular posee varios estándares donde se ha elegido el estándar GSM para el desarrollo del sistema de monitoreo, debido a que permite encriptar las conversaciones y datos enviados digitalmente, de manera segura que solo a quien se le envía puede recibirlos y leerlos, además utiliza distintas bandas de frecuencia y soporta gran cantidad de usuarios.

La comunicación Ethernet es indispensable para el registro de los datos y guardarlos en la base de datos para posteriormente ser vinculados a la página web e indicar los valores receptados por los sensores del equipo transmisor.

La aplicación o página web está desarrollado en código PHP con ayuda del software Dreamweaver que posibilite al usuario a familiarizarse con el sistema de monitoreo por medio de la información presentada en el sitio web, como son: reportes gráficos, reportes mensuales, información básica de los gases contaminantes etc. Siendo un entorno accesible, además generando la conexión con los equipos de monitoreo de los niveles de contaminación de los gases por medio de los equipos y software desarrollados.

Culminado la implementación del equipo transmisor y equipo receptor conjuntamente con la aplicación web, son capaces de efectuar y cumplir las funciones anteriormente descritas, brindando una comunicación constante, sin pérdida de datos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire por los gases dióxido de carbono y monóxido de carbono, ayuda significativamente en la optimización de recursos humanos, económicos, además del ahorro de tiempo y otros factores demostrados en la comprobación de la hipótesis del proyecto.
- El uso de tarjetas GSM/GPRS SIM900 para la comunicación permitieron la transmisión y recepción de los datos registrados en la aplicación Web independientemente de la ubicación de los equipos.
- El desarrollo de la aplicación web permite observar los registros de los datos del dispositivo transmisor permitiendo un monitoreo constante de la contaminación del aire, además de generar reportes gráficos, etc. que se puede acceder por medio del internet desde cualquier dispositivo.
- En la realización del proyecto para que cumpla con los objetivos planteados requiere tener un elevado conocimiento, análisis y la investigación para la verificación del sistema por medio de las pruebas que determinan los niveles de contaminación del aire y el correcto funcionamiento de los equipos.

5.2 RECOMENDACIONES

- El equipo transmisor debe tener mensajes para el envío de los datos hacia el receptor, y estos se registren en la aplicación web.
- Esperar que el equipo transmisor se estabilice los sensores para iniciar las mediciones de los dos gases.
- Revisar la batería del transmisor que se encuentre con un voltaje mínimo de 6 voltios para evitar el daño de la misma.
- Revisar las direcciones IP de los equipos para que exista la comunicación de la tarjeta Ethernet y el servidor.
- Instalar el software para el desarrollo de la aplicación web y la base de datos en una computadora que sea compatible con el Windows, ya que existe

incompatibilidad con Windows 10 generando varios inconvenientes para el desarrollo del proyecto.

- Es importante garantizar el funcionamiento del equipo transmisor y el equipo receptor que no se encuentren en condiciones de humedad ya que afecta los elementos electrónicos de dichos equipos.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL MONITOREO DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

6.2 INTRODUCCIÓN

El sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire permite registrar los datos de la contaminación que se produce en los distintos sectores de la ciudad de Riobamba, además de la utilización de una aplicación web para el registro de esta información en una base de datos por medio de la conexión de una tarjeta Ethernet que permite la comunicación hacia el internet, para observar los datos de manera local, sin necesidad de personal técnico que realice las mediciones.

Para el desarrollo del proyecto se necesita investigar y tener conocimientos acerca del tema, como son características de los equipos, software a utilizar para el diseño de los circuitos eléctricos y de la aplicación web además es importante la selección de los equipos para cubrir las necesidades del proyecto.

6.3 OBJETIVOS

6.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema para el monitoreo de los niveles de contaminación del aire en la Universidad Nacional de Chimborazo a través del uso de sensores dióxido de carbono y monóxido de carbono.

6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudio del estado del arte referente a registro y monitoreo remoto, así como los parámetros de los gases atmosféricos de dióxido de carbono y monóxido de carbono.
- Diseñar e implementar un sistema de registro y monitoreo remoto de los niveles de contaminación del aire utilizando los sensores de dióxido de carbono y monóxido de carbono.
- Diseñar una aplicación web, para el monitoreo de los datos registrados por el sistema.

- Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire para medir el rendimiento.

6.3 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA

En el desarrollo del sistema de monitoreo de los niveles de contaminación del aire se toma en cuenta los componentes importantes para la implementación como se indican en la tabla 12 y 13.

SENSOR DE MONÓXIDO DE CARBONO CO MQ7

- Mide concentraciones de Monóxido de Carbono en el aire.
- Su salida de voltaje es analógico/digital.
- Alta sensibilidad
- Tiempo de respuesta rápido

Tabla 12. Características del sensor

Nombre del parámetro	condición técnica
Voltaje del circuito	5V \pm 0.1
Voltaje de calentamiento alto	5V \pm 0.1
Voltaje de calentamiento bajo	1,4V \pm 0.1
Resistencia de carga	se puede ajustar
Tiempo de calentamiento alto	60 \pm 1 segundos
Tiempo de calentamiento bajo	90 \pm 1 segundos
Rango de detección	20 ppm - 2000 ppm de monóxido de carbono

Fuente: Los Autores

SENSOR DE DIÓXIDO DE CARBONO CO2 MG811

- Mide concentraciones de Dióxido de Carbono.
- Alta sensibilidad.
- Buena estabilidad.
- Se utiliza para el control de calidad de aire.

Tabla 13. Características del sensor

Nombre del parámetro	Condición técnica
Voltaje de calentamiento	6.0 ± 0.1V
Corriente de calentamiento	200mA
Temperatura de operación	-20°C +50°C
Salida	30 - 50 mV
Rango de detección	350 -10000ppm CO2

Fuente: Los Autores

PHP MY ADMIN

Es una herramienta que se encarga de la administración de las bases de datos por medio de MYSQL, además de generar códigos en PHP que sirven para la programación de la aplicación web.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El proyecto de investigación “Programa integrado de monitoreo de control de calidad del aire en la ciudad de Riobamba usando modelos matemáticos” se ha enfocado en desarrollar el monitoreo de los niveles de contaminación del aire teniendo como principal problema no contar con el sistema de registro de datos autónomo para su investigación, y la falta de un equipo que desempeñe la función de una persona, que debe estar presente en cada lugar de la ciudad registrando los datos de forma manual de cada área , además retornar a la Universidad a registrarlos en la computadora, por lo que requiere mucho tiempo realizar esta actividad, por ende surge la necesidad de diseñar e implementar un prototipo que permita registrar los niveles de la calidad del aire, resolviendo así ese inconveniente.

6.5 DISEÑO ORGANIZACIONAL

El diseño organizacional se presenta en la figura 82 donde el monitoreo de los niveles de contaminación de los gases por medio de sensores cuyos datos se registraran en una base de datos y se observaran en cualquier lugar por medio del internet.

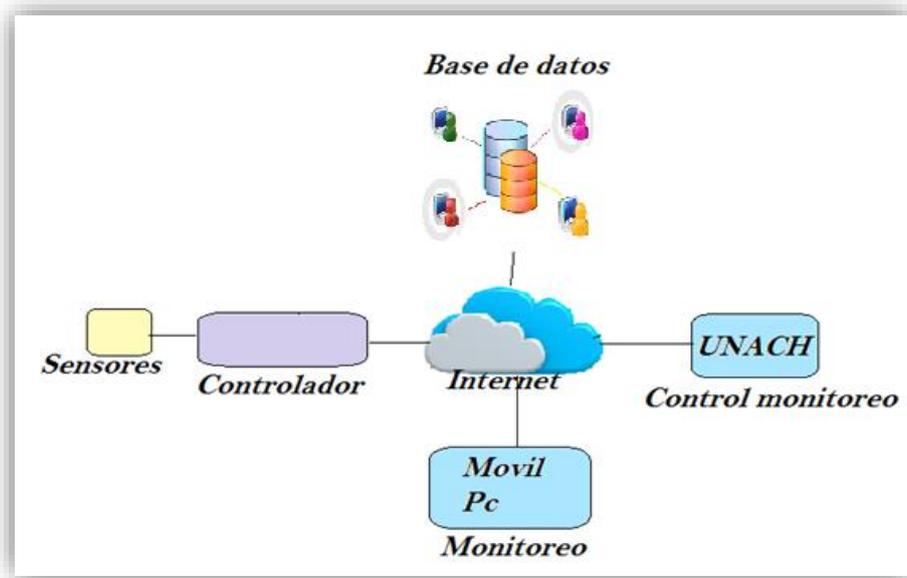


Figura 83. Diagrama del sistema organizacional el proyecto
Fuente: Los Autores

6.6 MONITOREO Y ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA

La implementación del equipo transmisor utilizando los módulos de Arduino se puede observar en la figura 84.



Figura 84. Equipo transmisor funcionando
Fuente: Los Autores

Al medir los sensores y tomar los datos se procede con el envío del mensaje hacia el receptor conjuntamente almacenando en la base de datos como muestra la figura 85.

id	fecha	hora	Mq7
1	2016-05-19	11:11:34	42.36
2	2016-05-19	11:30:28	42.36
3	2016-05-19	11:31:54	42.36
4	2016-05-19	11:32:59	42.36
5	2016-05-19	11:34:24	42.36
6	2016-05-19	11:59:48	28.43
7	2016-05-19	12:01:05	25.21
8	2016-05-19	12:02:20	33.86
9	2016-05-19	12:03:36	31.97
10	2016-05-19	12:04:52	33.86
11	2016-05-19	12:06:17	335.67
12	2016-05-19	12:07:22	1000
13	2016-05-19	12:08:39	524.64
14	2016-05-19	12:09:54	71.19
15	2016-05-19	16:10:46	67.75
16	2016-05-19	16:12:03	74.76
17	2016-05-19	16:22:18	82.35
18	2016-05-19	16:23:33	47.21

Figura 85. Almacenamiento en la base de datos
Fuente: Los Autores

Se realiza reportes gráficos con los valores registrados en la base de datos como se observan en las figuras 86 y 87.

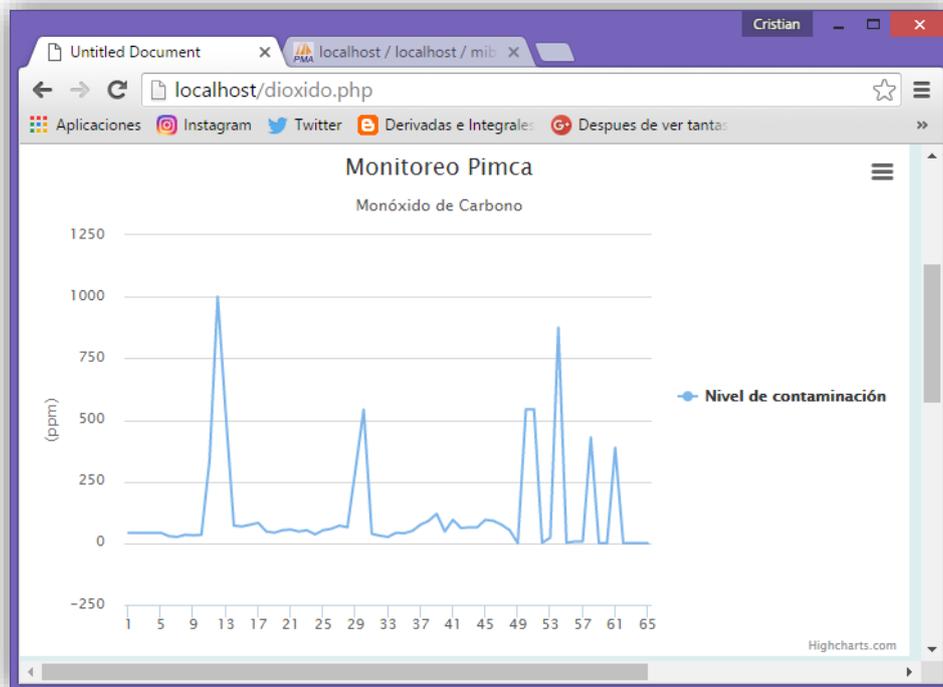


Figura 86. Reporte gráfico de Monóxido de Carbono
Fuente: Los Autores

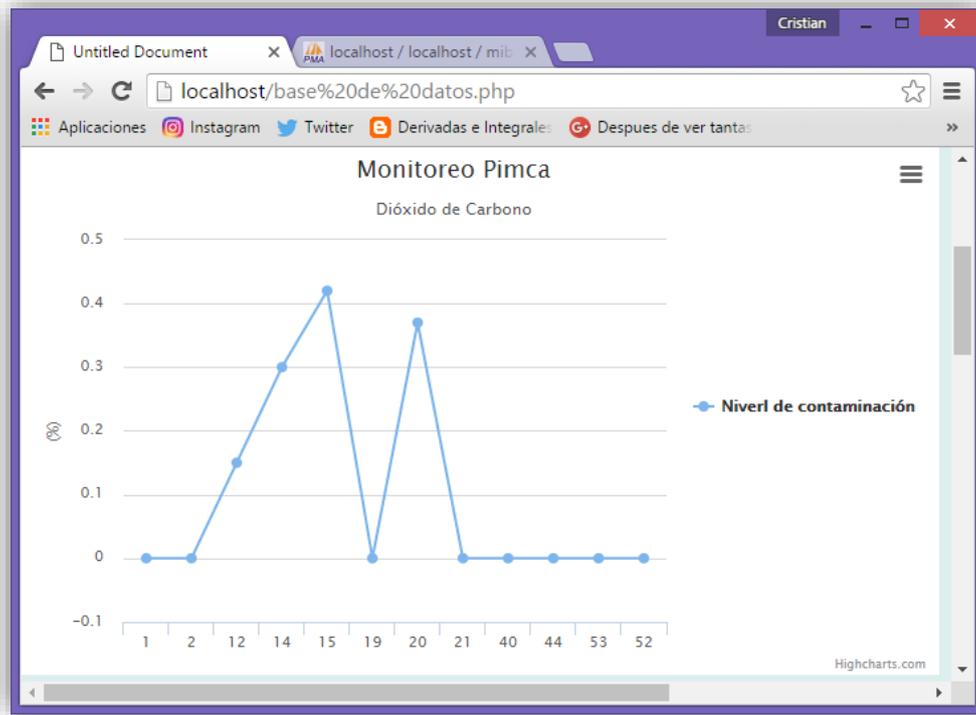


Figura 87. Reporte gráfico de Dióxido de Carbono
Fuente: Los Autores

7. BIBLIOGRAFÍA

- Altamar, Y. (21 de Marzo de 2013). *MOTORES DE BASES DE DATOS*. Obtenido de <https://yoalme.wordpress.com/2013/03/21/bases-de-datos/>
- Becerra, J. (7 de enero de 2016). *HUNABSYS BLOG*. Obtenido de <http://blog.hunabsys.com/sensor-mg811-co2-arduino/>
- ConstructoraZyM. (2014). *Fibra óptica inalámbrica*. Obtenido de Fibra óptica inalámbrica: <http://www.constructorazym.cl/fibra-optica-inalambrica/>
- DELACOUR, L. (24 de MARZO de 2009). *RED CELULAR*. Obtenido de RED CELULAR: <http://redcelular12b.blogspot.com/>
- Diego Javier Reinoso Chisaguano, J. C. (febrero de 2009). “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MONITOREO REMOTO DE*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9951/1/DISE%3FO%20E%20IMPLEMEN%20TACI%3FN%20DE%20UN%20PROTOTIPO%20DE%20MONITOREO%20REMOT%20O%20DE%20CONTAMINACI%3FN%20AMBIENTAL%20UTILIZANDO.pdf>
- Dietsche, K.-H. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Reverte .
- EcuRed. (5 de febrero de 2016). *EcuRed conocimiento con todos y para todos* . Obtenido de [http://www.ecured.cu/%C3%93xido_de_Azufre_\(VI\)](http://www.ecured.cu/%C3%93xido_de_Azufre_(VI))
- eVoltaPC. (2016). *evoltaPC*. Obtenido de http://www.evoltapc.cl/catalog/product_info.php/products_id/1122
- Fabricio. (18 de Noviembre de 2012). *Ing Angeletti Comunicaciones Radiocomunicaciones*. Obtenido de Ing Angeletti Comunicaciones Radiocomunicaciones: <http://ingangeletti.com/enlaces-punto-a-punto/>
- Giovanni, M. A. (31 de Mayo de 2015). *Blod de Desarrollo y Diseño Web*. Obtenido de Servidores Web en Windows ¿Cual prefieres Appserv , WampServer o XAMPP?: <https://pruebas012015.wordpress.com/2015/05/31/servidores-web-en-windows-cual-prefieres-appserv-wampserver-o-xampp/>
- Gutiérrez, J. M. (12 de Enero de 2013). *Arduino + Ethernet Shield*. Obtenido de SlideShare: <http://es.slideshare.net/maxllontop123/arduino-ethernet-shield-1>
- Gutiérrez, J. M. (12 de Enero de 2013). *Arduino + Ethernet Shield*. Obtenido de [http://unicarlos.com/_ARDUINO/Arduino%20+%20Ethernet%20Shield%20\(1\).pdf](http://unicarlos.com/_ARDUINO/Arduino%20+%20Ethernet%20Shield%20(1).pdf)
- Inche, J. L. (2004). *Gestión de la calidad del aire: causas, efectos y soluciones*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/geologia/gestion_calidad/Cap06.pdf
- MetroGas. (s.f.). *MetroGas*. Obtenido de <http://www.metrogas.com.ar/consejosmonoxido/pdf/monoxido.pdf>

- Mindstorms. (12 de junio de 2011). *Mindstorms, Arduino y la conexión de sensores*. Obtenido de Mindstorms, Arduino y la conexión de sensores:
<http://mindstormsyarduino.blogspot.com/2011/06/arduino-y-la-comunicacion-spi.html>
- Navarra. (s.f.). *Calidad del aire*. Obtenido de Calidad del aire:
http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Calidad+del+aire/Informacion/Contaminantes/SOx.htm
- patagoniatec. (s.f.). *patagoniatec*. Obtenido de patagoniatec:
<http://saber.patagoniatec.com/gprsgsm-shield-sim900-arduino-argentina-ptec-elecbreaks/>
- Puentes, W. (2009-2012). *Electronica-Electronics*. Obtenido de <http://electronica-electronics.com/software/eagle.html>
- puntoflotante. (s.f.). *puntoflotante COMUNICACION-SPI-TUTORIAL*. Obtenido de puntoflotante COMUNICACION-SPI-TUTORIAL:
<http://www.puntoflotante.net/COMUNICACION-SPI-TUTORIAL.htm>
- SA, T. A. (2010). *Academiatesto*. Obtenido de Academia online:
<http://www.academiatesto.com.ar/cms/sensores-electroquimicos>
- Spencer, H. (10 de Septiembre de 2008). *La Naturaleza de la Información*. Obtenido de <http://hspencer.info/2008/09/la-naturaleza-de-la-informacion/>
- Todoproduktividad. (19 de mayo de 2008). *Todoproduktividad*. Obtenido de Todoproduktividad: http://todoproduktividad.blogspot.com/2008/05/las-1timas-innovaciones-en-los-sensores_19.html
- Universidad de Sevilla. (s.f.). *Red GSM*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F4+Red+GSM.pdf>
- WIKILIBROS. (29 de Octubre de 2014). *WIKILIBROS Libros libres para un mundo libre*. Obtenido de WIKILIBROS Libros libres para un mundo libre:
https://es.wikibooks.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_y_Administraci%C3%B3n_de_Reddes/Tema_3/Concepto_de_capa_f%C3%ADsica
- Wikilibros. (3 de Marzo de 2015). *Mejores prácticas para redes de datos/Topologías de Red*. Obtenido de https://es.wikibooks.org/wiki/Mejores_pr%C3%A1cticas_para_redes_de_datos/Topolog%C3%ADas_de_Red

ANEXOS

ANEXO 1

CONFIGURACIÓN DE LA PÁGINA WEB

- **Crear menú**

```
<div id="menu">
<ul>
<li class="nivel1"><a href="index.php" class="nivel1">Inicio</a>
</li>
<li class="nivel1"><a href="pimca.php" class="nivel1">Pimca</a>
<ul>
<li><a href="mision.php">Misi&oacute;n</a></li>
<li><a href="vision.php">Visi&oacute;n</a></li>
<li><a href="base de datos.php"> Monoxido de carbono</a></li>
<li><a href="dioxido.php">Dioxido de carbono</a></li>
<li><a href="fecha.php">Reportes por fechas Monoxido</a></li>
<li><a href="fechadox.php">Reportes por fechas Dioxido</a></li>
</ul>
</li>
</ul>
</div>
```

- **Conexión con la base de datos**

```
<?php
$connection=mysqli_connect("localhost","root","servidor2016","mibasedatos");
?>
```

- **Reportes gráficos**

```
<h1>REPORTE GRÁFICO.</h1>
text: 'Monitoreo Pimca ',
x: -20 //center
},
subtitle: {
text: 'Monoxido de Carbono',
x: -20
},
xAxis: {
categories: [
<?php
$sql="select* from mitabla2";
$result=mysqli_query($connection,$sql);
while( $registros=mysqli_fetch_array($result))
{
?>
<?php echo $registros["fecha"]?>,
<?php
}
?>
]
},
```

```

yAxis: {
  title: {
text: '(ppm)'
  },
  plotLines: [{
value: 0,
width: 1,
color: '#808080'
  }]
  },
  tooltip: {
valueSuffix: 'ppm'
  },
  legend: {
layout: 'vertical',
align: 'right',
verticalAlign: 'middle',
borderWidth: 0
  },
  series: [{
name: 'Nivel de contaminación',
data: [
?php
$sql="select* from mitabla2";
$result=mysqli_query($connection,$sql);
while( $registros=mysqli_fetch_array($result))
{
?>
<?php echo $registros["MG811"]?>,
<?php
}
<script src="Highcharts-4.1.5/js/highcharts.js"></script>
<script src="Highcharts-4.1.5/js/modules/exporting.js"></script>
<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>

```

ANEXO 2

CÓDIGO ARDUINO MEGA 2560 DEL TRANSMISOR

- Programación de los Sensores

```
mandox=digitalRead(mando);
while(mandox==1){ //inicio while(mando==1)
  contador=0;
  while(contador<=60){// inicio while(contador<=10)
mandox=digitalRead(mando);
if(mandox==1){
  delay(20);
  // control de sensor CO
  valorCOanalogico=analogRead(A0);
  valorCO2analogico=analogRead(A3);
  delay(20);
  Serial.println(valorCOanalogico);
  Serial.println(valorCO2analogico);
  exponencial=pow(valorCO2analogico,4.9262);
  division=exponencial/100000000;
  delay(20);
  if(division<=1000){
monoxido=division;
  }
  else{
monoxido=1000;
  }
  paso=((-0.0245)*(valorCOanalogico))+1.9867 ;
  if(paso>=0){
dioxido=paso;
  }
  else{
dioxido=0.00;
  }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Co2(%):");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(dioxido);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Co(ppm):");
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(monoxido);
  lcd.setCursor(15,0);
  lcd.print("*");
  contador++;
  delay(1000);// tiempo de retardo de contador
}
```

```

else{
  contador=70;
}
Impresión Display
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(43, 45, 47, 49, 51, 53);
SoftwareSerial mySerial(10, 11);// rx tX
void setup()
{
  Serial.begin(9600);                //UART setup, baudrate = 9600bps
  mySerial.begin(19200);
  lcd.begin(16,2);
  pinMode(power, OUTPUT);           //set pin to input
  pinMode(mando, INPUT);
  digitalWrite(power, HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Loading GSM...");
  delay(500);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("          ");
  delay(500);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Loading GSM...");
  delay(500);

```

- **Concatenación de los datos**

```

envio ="@"+dioxido+"w"+monoxido+"@";
Envió de Mensajes
mySerial.println("AT+CMGF=1");
delay(1000);
mySerial.print("AT+CMGS=\"0983533232\");
mySerial.println();
mySerial.print((char)26);
delay(1000);
mySerial.println(envio);
delay(100);
mySerial.print((char)26);
Serial.println("enviando gsm");
delay(5000);

```

ANEXO 3

CÓDIGO ARDUINO MEGA 2560 DEL RECEPTOR

- **Configuración de las direcciones ip del servidor y del módulo Ethernet**

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //dirección Mac de hardware
de modulo Ethernet
IPAddress server(192,168,1,3); // dirección de servidor o maquina
IPAddress ip(192, 168, 1, 4);
Configuración del módulo Ethernet
if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
  Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
  Ethernet.begin(mac, ip);
}
delay(1000);
Serial.println("connecting...");
pinMode(powergsm,INPUT);
digitalWrite(powergsm,HIGH);
delay(10000);
Lectura de los mensajes
if(j==0){
  Serial2.println("AT+CMGF=1");
  delay(2000);
  Serial2.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0"); // comando para gsm modo lectura los datos
son por default
  delay(2000);
  Serial.println("ok1");
  j=1;
}
```

- **Conexión a base de datos**

```
if (client.connect(server,80)) {
  Serial.println("connected");
  client.print("GET /pruebaconexion/base2.php?valor=");
  client.print(union2);
  client.println(" HTTP/1.0");
  client.println("Host:HP");
  client.println("Connection: close");
  client.println();
  else {
  Serial.println("connection failed");
```

- **Conexión base de datos en php**

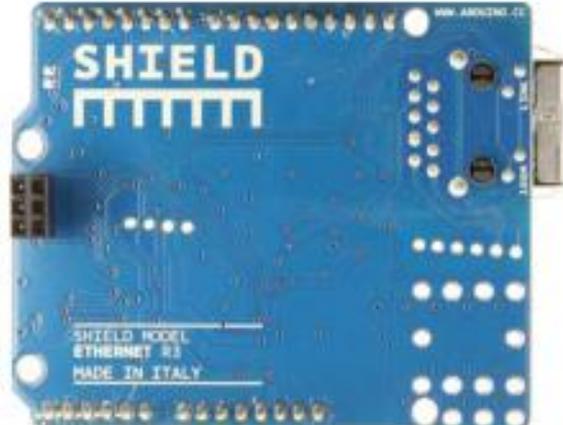
```
<?php
$conexion = mysql_connect("localhost", "root", "servidor2016");
mysql_select_db("mibasedatos",$conexion);
mysql_query("INSERT INTO `mibasedatos`.`mitabla` (`id`,`fecha`,`hora`,`Mq7`)
VALUES (NULL, CURDATE(), CURTIME(), "" . $_GET['valor'] . "")", $conexion);
echo 'ENVIANDO DATOS A BASE DE DATOS PRUEBA para mq7'
```

ANEXO 4 ARDUINO ETHERNET SHIELD

Arduino Ethernet Shield



Arduino Ethernet Shield R3 Front



Arduino Ethernet Shield R3 Back



Arduino Ethernet Shield

Buy from
Arduino Store

Buy from
Distributors

Download: [arduino-ethernet-shield-06-schematic.pdf](#), [arduino-ethernet-shield-06-reference-design.zip](#)

Overview

The Arduino Ethernet Shield connects your Arduino to the internet in mere minutes. Just plug this module onto your Arduino board, connect it to your network with an RJ45 cable (not included) and follow a few simple instructions to start controlling your world through the internet. As always with Arduino, every element of the platform – hardware, software and documentation – is freely available and open-source. This means you can learn exactly how it's made and use its design as the starting point for your own circuits. Hundreds of thousands of Arduino boards are already fueling people's creativity all over the world, everyday. Join us now, Arduino is you!

- Requires an Arduino board (not included)
- Operating voltage 5V (supplied from the Arduino Board)
- Ethernet Controller: W5100 with internal 16K buffer
- Connection speed: 10/100Mb
- Connection with Arduino on SPI port

Description

The Arduino Ethernet Shield allows an Arduino board to connect to the internet. It is based on the [Wiznet W5100](#) ethernet chip ([datasheet](#)). The Wiznet W5100 provides a network (IP) stack capable of both TCP and UDP. It supports up to four simultaneous socket connections. Use the [Ethernet library](#) to write sketches which connect to the internet using the shield. The ethernet shield connects to an Arduino board using long wire-wrap headers which extend through the shield. This keeps the pin layout intact and allows another shield to be stacked on top.

The most recent revision of the board exposes the 1.0 pinout on rev 3 of the Arduino UNO board.

The Ethernet Shield has a standard RJ-45 connection, with an integrated line transformer and Power over Ethernet enabled.

There is an onboard micro-SD card slot, which can be used to store files for serving over the network. It is compatible with the Arduino Uno and Mega (using the Ethernet library). The onboard microSD card reader is accessible through the SD Library. When working with this library, SS is on Pin 4. The original revision of the shield contained a full-size SD card slot; this is not supported.

The shield also includes a reset controller, to ensure that the W5100 Ethernet module is properly reset on power-up. Previous revisions of the shield were not compatible with the Mega and need to be manually reset after power-up.

The current shield has a Power over Ethernet (PoE) module designed to extract power from a conventional twisted pair Category 5 Ethernet cable:

- IEEE802.3af compliant
- Low output ripple and noise (100mVpp)
- Input voltage range 36V to 57V
- Overload and short-circuit protection
- 9V Output
- High efficiency DC/DC converter: typ 75% @ 50% load
- 1500V isolation (input to output)

NB: the Power over Ethernet module is proprietary hardware not made by Arduino, it is a third party accessory. For more information, see the [datasheet](#)

The shield does not come with the PoE module built in, it is a separate component that must be added on.

Arduino communicates with both the W5100 and SD card using the SPI bus (through the ICSP header). This is on digital pins 11, 12, and 13 on the Duemilanove and pins 50, 51, and 52 on the Mega. On both boards, pin 10 is used to select the W5100 and pin 4 for the SD card. These pins cannot be used for general i/o. On the Mega, the hardware SS pin, 53, is not used to select either the W5100 or the SD card, but it must be kept as an output or the SPI interface won't work.

Note that because the W5100 and SD card share the SPI bus, only one can be active at a time. If you are using both peripherals in your program, this should be taken care of by the corresponding libraries. If you're not using one of the peripherals in your program, however, you'll need to explicitly deselect it. To do this with the SD card, set pin 4 as an output and write a high to it. For the W5100, set digital pin 10 as a high output.

The shield provides a standard RJ45 ethernet jack.

The reset button on the shield resets both the W5100 and the Arduino board.

The shield contains a number of informational LEDs:

- PWR: indicates that the board and shield are powered
- LINK: indicates the presence of a network link and flashes when the shield transmits or receives data
- FULLD: indicates that the network connection is full duplex
- 100M: indicates the presence of a 100 Mb/s network connection (as opposed to 10 Mb/s)
- RX: flashes when the shield receives data
- TX: flashes when the shield sends data
- COLL: flashes when network collisions are detected

The solder jumper marked "INT" can be connected to allow the Arduino board to receive interrupt-driven notification of events from the W5100, but this is not supported by the Ethernet library. The jumper connects the INT pin of the W5100 to digital pin 2 of the Arduino.

See also: [getting started with the ethernet shield](#) and [Ethernet library reference](#)

[More Sharing Services](#)[Share](#)[Share on email](#)[Share on favorites](#)[Share on print](#)[Share on facebook](#)[Share on twitter](#)
©Arduino | [Edit Page](#) | [Page History](#) | [Printable View](#) | [All Recent Site Changes](#)

ANEXO 5
GSM/GPRS SHIELD SIM 900



G50EFC56E3197F

GSM/GPRS Shield

Datasheet



Tinysine Electronics © 2014
Version 1.0

INTRODUCTION

The GPRS/GSM Shield provides you a way to use the GSM cell phone network to receive data from a remote location. The shield allows you to achieve this via any of the three methods:

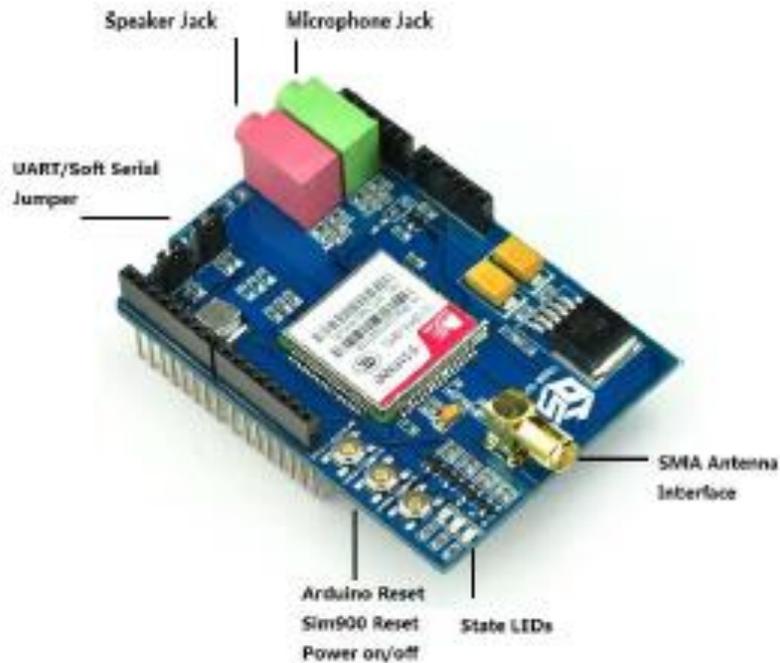
- Short Message Service
- Audio
- GPRS Service

The GPRS Shield is compatible with all boards which have the same form factor (and pinout) as a standard Arduino Board. The GPRS Shield is configured and controlled via its UART using simple AT commands. Based on the SIM900 module from SIMCOM, the GPRS Shield is like a cell phone. Besides the communications features, the GPRS Shield has 12 GPIOs, 2 PWMs and an ADC.

SPECIFICATIONS

- Quad-Band 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz - would work on GSM networks in all countries across the world.
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- RTC supported with Super Cap
- Power on/off and reset function supported by Arduino Interface

Overview



The indicator LEDs

The GSM Shield has three indicator LEDs for the GSM Shield power, SIM900 power and net status.

GSM Shield power(P):

This LED is used to indicate the power status of the GSM Shield. If the external power supply is connected to the Arduino board, then the GSM Shield will get power, this LED will light on.

SIM900 power(S):

This LED is used to indicate the power status of the SIM900. After the SIM900 is powered on, the status LED will light on.

Net Status(N):

This LED is used to indicate the net status. The LED will blink slowly or quickly according to different states.

Status	Description
Off	SIM900 is not running
64ms On/800ms Off	SIM900 not registered the network
64ms On/3000ms Off	SIM900 registered to the network
64ms On/500ms Off	GPRS communication is established

The buttons

There are 3 buttons on the GSM shield board.

SIM900 Power Button:

Stack the GSM shield on your arduino main board. The GSM shield will running automatically when you power up your arduino main board. If you want turn on/off the SIM900 module manually. Just press the the sim900 power button one second.

SIM900 Reset Button

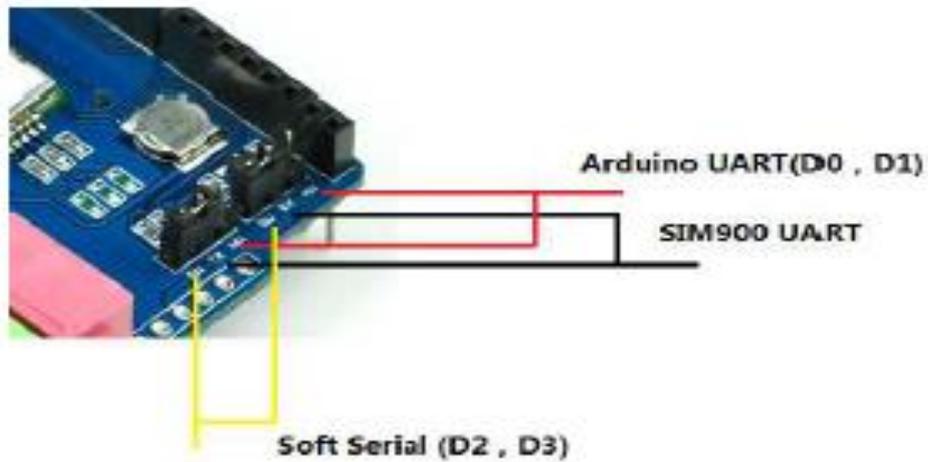
Reset the SIM900 module.

Arduino Reset Button:

Reset the Arduino main board. Same function as the Reset Button which on the arduino main board.

Note: Our test sketch will control D8 pin to turn on the SIM900 when the arduino board is powered up.

Setting Jumper



If you want use UART send AT commands. Set the jumper to HW position. If you use soft serial. Set to SW position.

Our test sketch use soft serial. So we keep it on SW position normally.

If you are using MEGA2560. Just need to connect the middle pins of RX and TX jumpers to RX1 TX1 on Arduino Mega 2560. And change the code setting.

ANEXO 6 CARACTERÍSTICAS SENSOR MQ7

Henan Hanwei Electronics Co., Ltd

www.hwsensor.com

MQ-7 Semiconductor Sensor for Carbon Monoxide

Sensitive material of MQ-7 gas sensor is SnO₂, which with lower conductivity in clean air. It make detection by method of cycle high and low temperature, and detect CO when low temperature (heated by 1.5V). The sensor's conductivity is more higher along with the gas concentration rising. When high temperature (heated by 5.0V), it cleans the other gases adsorbed under low temperature. Please use simple electrocircuit, Convert change of conductivity to correspond output signal of gas concentration.

MQ-7 gas sensor has high sensitivity to Carbon Monoxide. The sensor could be used to detect different gases contains CO, It is with low cost and suitable for different application.

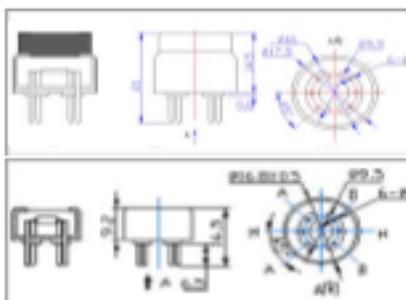
Character

- ~ Good sensitivity to Combustible gas in wide range
- ~ High sensitivity to Natural gas
- ~ Long life and low cost
- ~ Simple drive circuit

Application

- ~ Domestic gas leakage detector
- ~ Industrial CO detector
- ~ Portable gas detector

Configuration



Technical Data

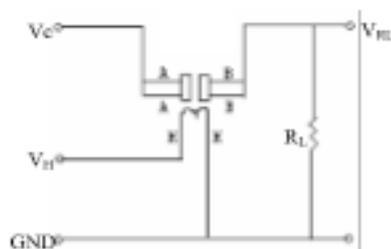
Model No.		MQ-7	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Plastic	
Detection Gas		Carbon Monoxide	
Concentration		10-10000ppm CO	
Circuit	Loop Voltage	V _L	±10V DC
	Heater Voltage	V _H	5.0V±0.2V AC or DC (High) 1.5V±0.1V AC or DC (Low)
	Heater Time	T _L	60±18 (High) 90±18 (Low)
	Load Resistance	R _L	Adjustable
Character	Heater Resistance	R _H	310±30 (Room Tem.)
	Heater consumption	P _H	≤350mW
	Sensing Resistance	R _S	2KΩ-20KΩ (In 100ppm CO)
	Sensitivity	S	R _S (in air)/R _S (100ppm CO)±5
	Slope	α	±0.6 (I _{max} /I _{min} CO)
Condition	Tem. Humidity	20°C±2°C, 65%±5%RH	
	Standard test circuit	V _L : 5.0V±0.1V, V _H (High): 5.0V±0.1V, V _H (Low): 1.5V±0.1V	
	Preheat time	Over 48 hours	

Tel: 86-371-67169070/80

Fax: 86-371-67169090

Email: sales@hwsensor.com

Basic test loop



The above is basic test circuit of the sensor.

The sensor need to be put 2 voltage, heater voltage (VH) and test voltage (VC).

VH used to supply certified working temperature to the sensor, while VC used to detect voltage (VRL) on load resistance (RL) whom is in series with sensor. The sensor has light polarity, VC need DC power. VC and VH could use same power circuit with precondition to assure performance of sensor. In order to make the sensor with better performance, suitable RL value is needed:

Power of Sensitivity body (Ps):

$$Ps = Vc^2 \times R_s / (R_s + R_L)^2$$

Resistance of sensor(R_s): $R_s = (V_o / I) \times R_L$

Sensitivity Characteristics

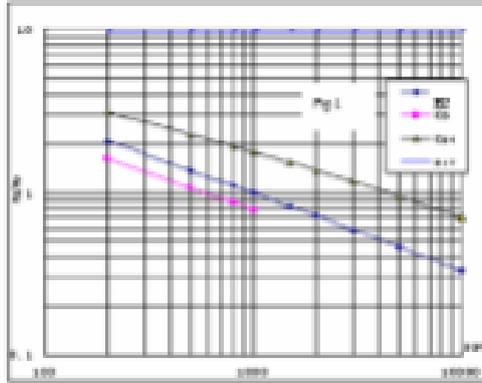


Fig.1 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7, ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), abscissa is concentration of gases. R_s means resistance in different gases, R_0 means resistance of sensor in 1000ppm Hydrogen. All test are under standard test conditions.

Influence of Temperature/Humidity

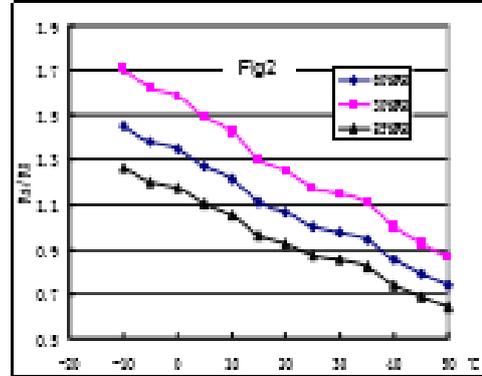
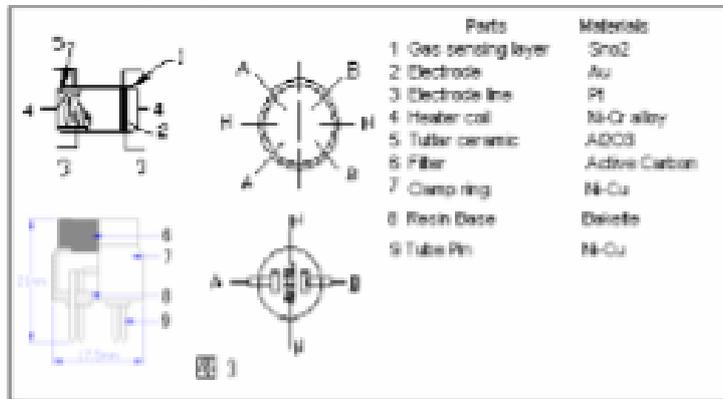


Fig.2 shows the typical temperature and humidity characteristics. Ordinate means resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), R_s means resistance of sensor in 100ppm CO under different tem. and humidity. R_0 means resistance of the sensor in environment of 100ppm CO, 20°C/65%RH

Structure and configuration



Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 3, sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Notification**1 Following conditions must be prohibited****1.1 Exposed to organic silicon steam**

Organic silicon steam cause sensors invalid, sensors must be avoid exposing to silicon bond, fixture, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment

1.2 High Corrosive gas

If the sensors exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2S , SO_x , Cl_2 , HCl etc), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorin.

1.4 Touch water

Sensitivity of the sensors will be reduced when splattered or dipped in water.

1.5 Freezing

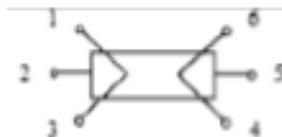
Do avoid icing on sensor's surface, otherwise sensor would lose sensitivity.

1.6 Applied voltage higher

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, otherwise it cause down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

1.7 Voltage on wrong pins

For 6 pins sensor, if apply voltage on 1、3 pins or 4、6 pins, it will make lead broken, and without signal when apply on 2、4 pins

**2 Following conditions must be avoided****2.1 Water Condensation**

Indoor conditions, slight water condensation will effect sensors performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensor's sensitivity will be decreased.

2.2 Used In high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if long time placed in high gas concentration, it will affect sensors characteristic.

2.3 Long time storage

The sensors resistance produce reversible drift if it's stored for long time without electricity, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in alproof without silicon gel bag with clean air. For the sensors with long time storage but no electricity, they need long aging time for stability before using.

2.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc, it will effect the sensors performance badly.

2.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then reapture. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

2.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

2.7 Usage

For sensor, handmade welding is optimal way. If use wave crest welding should meet the following conditions:

2.7.1 Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine

2.7.2 Speed: 1-2 Meter/ Minute

2.7.3 Warm-up temperature: $100\pm 20^\circ C$

2.7.4 Welding temperature: $250\pm 10^\circ C$

2.7.5 1 time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will be reduced.

ANEXO 7 CARACTERÍSTICAS SENSOR MG811

MG811 CO2 Sensor

Features

- Good sensitivity and selectivity to CO2
- Low humidity and temperature dependency
- Long stability and reproducibility

Application

- Air Quality Control
- Ferment Process Control
- Room Temperature CO2 concentration Detection



Structure and Testing Circuit

Sensor Structure and Testing Circuit as Figure. It composed by solid electrolyte layer (1), Gold electrodes (2), Platinum Lead (3), Heater (4), Porcelain Tube (5), 100m double-layer stainless net (6), Nickel and copper plated ring (7), Bakelite (8), Nickel and copper plated pin (9).

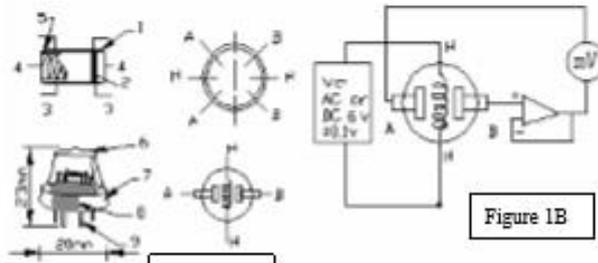
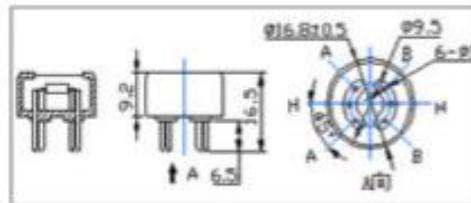
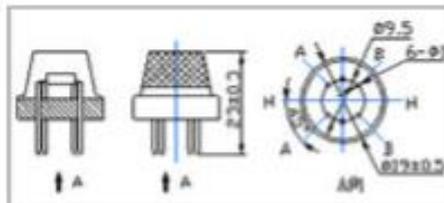


Figure 1B

Figure 1A

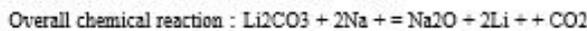
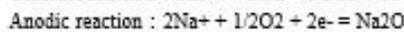
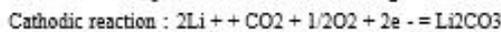


Working Principle

Sensor adopt solid electrolyte cell Principle , It is composed by the following solid cells :

Air , Au|NASICON| carbonate|Au, air , CO2

When the sensor exposed to CO2 , the following electrodes reaction occurs :



The Electromotive force(EMF) result from the above electrode reaction, accord with according to Nernst's equation :

$$EMF = E_c - (R \times T) / (2F) \ln (P(CO_2))$$

$P(CO_2)$ —CO2--- partial Pressure E_c —Constant Volume R —Gas Constant volume

T — Absolute Temperature (K) F —Faraday constant

From Figure 1B , Sensor Heating voltage supplied from other circuit , When its surface temperature is high enough , the sensor equals to a cell, its two sides would output voltage signal ,and its result accord with Nernst' sequeation. In sensor testing, the impedance of amplifier should be within 100—1000GΩ , Its testing current should be control below 1pA.

Specifications :

Symbol	Parameter Name	Technical	Remarks
V_H	Heating Voltage	6.0 ± 0.1 V	AC or DC
R_H	Heating Resistor	$30.0 \pm 5\%$ Ω	Room Temperature
I_H	Heating Current	@200mA	
P_H	Heating Power	@1200mW	
T_{ao}	Operating Temperature	-20—50	
T_{as}	Storage Temperature	-20—70	
? EFM F	Output	30—50mV	350—10000ppmCO ₂

Sensitivity :

Figure 2 Shows gas sensor sensitivity curve. :

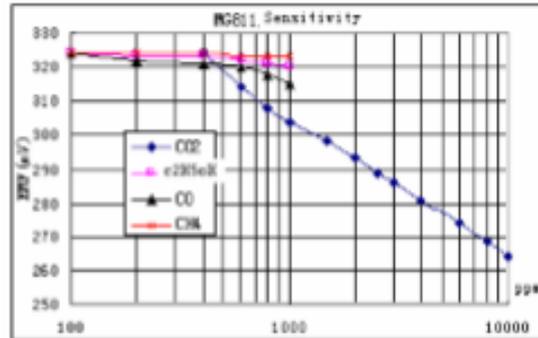
Conditions:

Tem : 28°C,

RH : 65%,

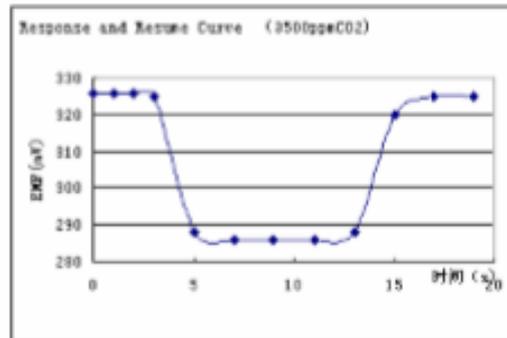
Oxygen : 21%

EMF: sensor EMF under different gas and concentration .

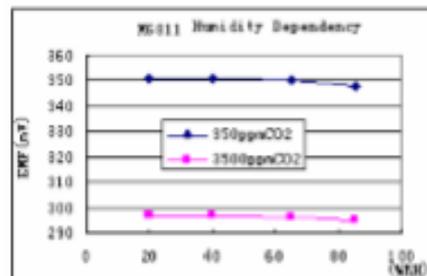
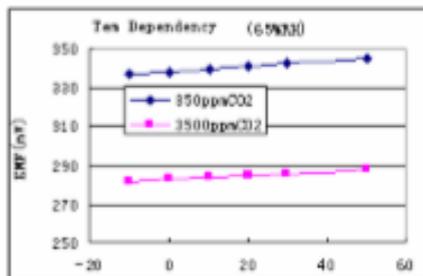


Response and Resume Characteristic :

Figure 3 shows Solid electrolyte sensor response and resume characteristics.



Temperature and Humidity Dependency :



ANEXO 8 ARDUINO MEGA 2560

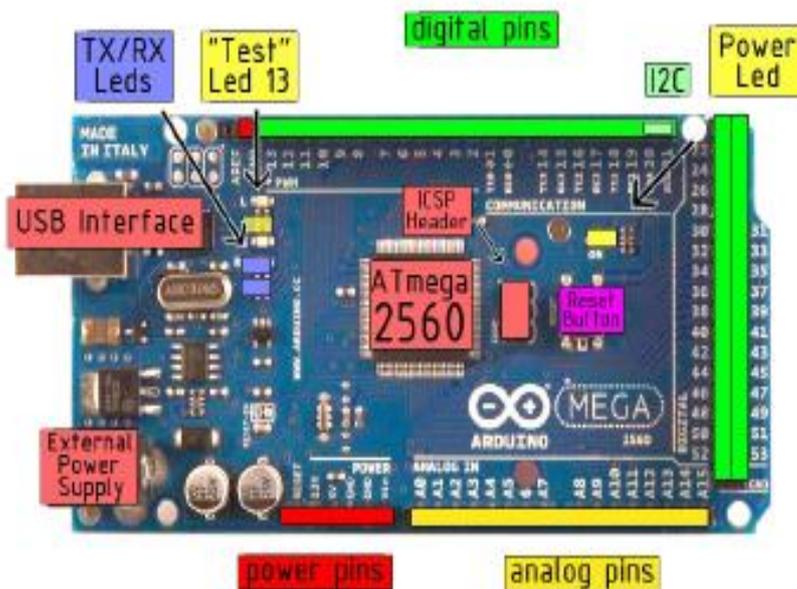
Technical Specification

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.xls](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 (Interrupt 0), 3 (Interrupt 1), 18 (Interrupt 5), 19 (Interrupt 4), 20 (Interrupt 3), and 21 (Interrupt 2). These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 0 to 13. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C:** 20 (SDA) and 21 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [G header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving Input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your skeeth you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
Arduino - Blink
File Edit Sketch Tools Help
Blink
// LED connected to digital pin 13
// The sketch below will make the sketch blink

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// so just write the code you want to repeat:

void loop() {
  digitalWrite(LED_PIN, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait one second
  digitalWrite(LED_PIN, LOW); // set the LED off
  delay(1000);                // wait one second
}
```



Done compiling.

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



Blinking Led!

ANEXO 9 EQUIPO ORION

MSA

DESCRIPTION

2. Description

2.1. Instrument Overview



A Instrument viewed from rear	6 Reset button/Alarm acknowledge
B Instrument viewed from front	7 ON/OFF button
C Instrument with opened sensor cover	8 Info button
1 Pump inlet / Inlet fitting (Test gas hose connection)	9 Pump filter
2 LED alarm indicators	10 Power supply (NiMH cells or battery module, selectable)
3 Pump cover, with sensor cover below	11 Ex and Tox sensors (for vacant slot)
4 Information display	12 20mm vacant slots for 2 Tox sensors, 1 Ex and 1 Ox sensor and 1 IR sensor (not visible)
5 Measurement display	

6. Technical Data

6.1. Technical Specification of the ORION^{plus}

Weight	410 g (Instrument with battery pack)
Dimensions	185 x 82 x 68 mm (L x B x H)
Alarms	Two super bright LEDs with 320° viewing angle and a loud audible alarm
Displays	Large display for indicating measurements, separate display for indicating state of charge and additional information
Battery type	Rechargeable NiMH battery pack or 1.5 V dry cells AA (Alkaline), battery module can be changed in Ex-atmospheres
Battery life	NiMH: 11 h Alkaline: 9 h
Charging time	≤ 3 h with the MSA AUER rapid charging unit (100-250 VAC)
Warm up time	2 min
Temperature range	-20°C to +50°C, Storage from -5°C to +40°C
Humidity range	15 - 90% rel. humidity, non condensing, short term 5% – 95% rel. humidity
Atmospheric pressure range	800 to 1200 kPa
Flow rate	0.2 to 0.5 l/min
Dust and spray protection	IP 54
Function tested gases	CO, CO ₂ , H ₂ S, O ₂ lt. Testreport 41300304P
Warranty	5 years for housing and electronics 2 years for sensors, rechargeable batteries and pump
Approvals	EN 50014/EN 50018/EN 50019/EN 50020  II 2G EEx iade IICT4/T3 -20°C to +40°C/+50°C NiMH T4 -20°C to +40°C Alkali Duracell T4: -20°C to +50°C Alkali Varta T3: -20°C to +50°C

6.2. Measurable Gases, displays, resolution

Measurable Gases*	Display	Resolution	Response time at 20°C
20 mm sensors			
Combustible gases:	0 – 100% LEL	1% LEL	$t_{90} \leq 10$ s methane ≤ 15 s propane $t_{90} \leq 28$ s methane ≤ 35 s propane
O ₂	0 – 25 % Vol.	0.1 % Vol.	≤ 10 s
CO	0 – 999 ppm	1 ppm	= 45 s
H ₂ S	0 – 200 ppm	1 ppm	= 20 s
CO ₂	0 – 5 % Vol.	0.01 % Vol.	≤ 40 s
Cl ₂	0 – 10 ppm	0.1 ppm	$t_{90} < 10$ s / $t_{90} < 30$ s
NH ₃	0 – 100 ppm	1 ppm	$t_{90} < 20$ s / $t_{90} < 60$ s
SO ₂	0 – 20 ppm	0.1 ppm	$t_{90} \leq 35$ s
NO ₂	0 – 20 ppm	0.1 ppm	$t_{90} \leq 25$ s
ClO ₂	0 – 1 ppm	0.02 ppm	$t_{90} < 20$ s / $t_{90} < 120$ s
PH ₃	0 – 5 ppm	< 0.05 ppm	$t_{90} 30$ s
O ₃	0 – 1 ppm	0.02 ppm	$t_{90} < 30$ s / $t_{90} < 60$ s
COCl ₂	0 – 1 ppm	0.02 ppm	$t_{90} < 60$ s / $t_{90} < 120$ s
IR sensors:			
HC, Butane	0-25 % Vol.	0,1 % Vol.	
HC, Propane	0-25 % Vol.	0,1 % Vol.	
HC, Ethylene	0-25 % Vol.	0,1 % Vol.	
CH ₄ , Methane	0-100 % Vol.	1 % Vol.	
CH ₄ , Methane	0-100 % LEL	1 % LEL	
C ₂ H ₆ , Propane	0-100 % Vol.	1 % Vol.	
C ₂ H ₆ , Propan	0-100 % LEL	1 % LEL	
CO ₂	0 – 10 % Vol.	0,01 % Vol.	

* The gases can only be measured when the appropriate sensors are used.

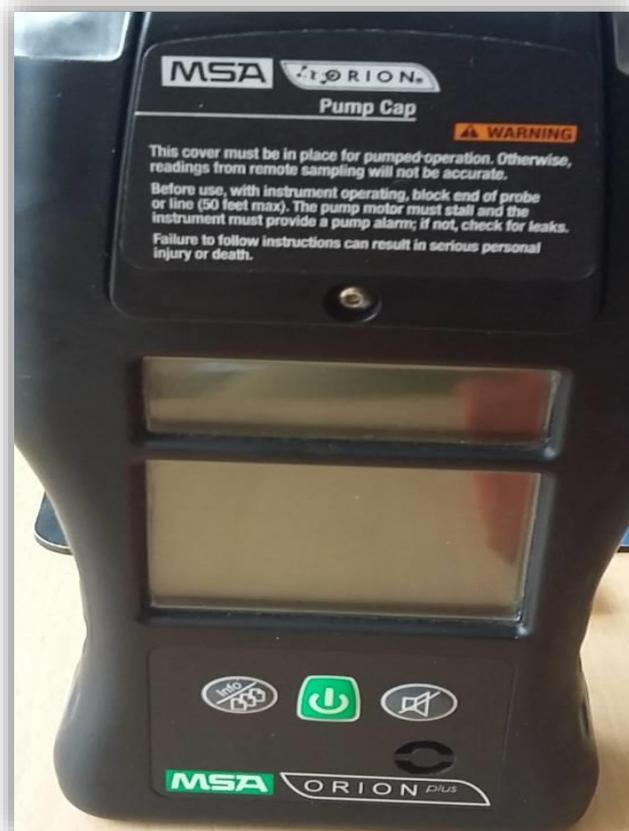
6.4. Sensor cross sensitivity

Input → Output ↓	20,9 Vol % O ₂	300 ppm CO	20 ppm H ₂ S	5 Vol % CO ₂	33 % LEL CH ₄	20 ppm Cl ₂	50 ppm NH ₃
O ₂ / 30 % Vol	20,9 % Vol	20,9 % Vol	20,9 % Vol	20,9 % Vol	20,9 % Vol	20,9 % Vol	20,9 % Vol
CO / 300 ppm	0 ppm	300 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	2 ppm	23 ppm
H ₂ S / 200 ppm	0 ppm	0 ppm	20 ppm	0 ppm	0 ppm	9 ppm	0 ppm
CO ₂ / 5 % Vol	0 % Vol	0 ppm	0 ppm	5 % Vol	0 ppm	0 ppm	0 ppm
Comb /100 LEL	0 LEL	0 LEL	0 LEL	0 LEL	33 % LEL	0 LEL	0 LEL
Cl ₂ / 20 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	20 ppm	0 ppm
NH ₃ / 100 ppm	0 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	0 ppm		50 ppm
SO ₂ / 20 ppm	0 ppm	4 ppm	0 ppm Fl (200ppm/h)	0 ppm	0 ppm	-140 ppm*	0,25 ppm
NO ₂ / 100 ppm	0 ppm	≈0,1 ppm	≈40 ppm	0 ppm	0 ppm	200 ppm	≈0,25 ppm
PH ₃ / 5 ppm	0 ppm	1,5 ppm	0 ppm	0 ppm			
ClO ₂ / 1 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	6 ppm	
O ₃ / 1ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	24 ppm	-1,5 ppm
HCN / 50 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
COCl ₂ / 1 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	8 ppm	0,15 ppm

* These sensor combination shouldn't be selected.

ANEXO 10

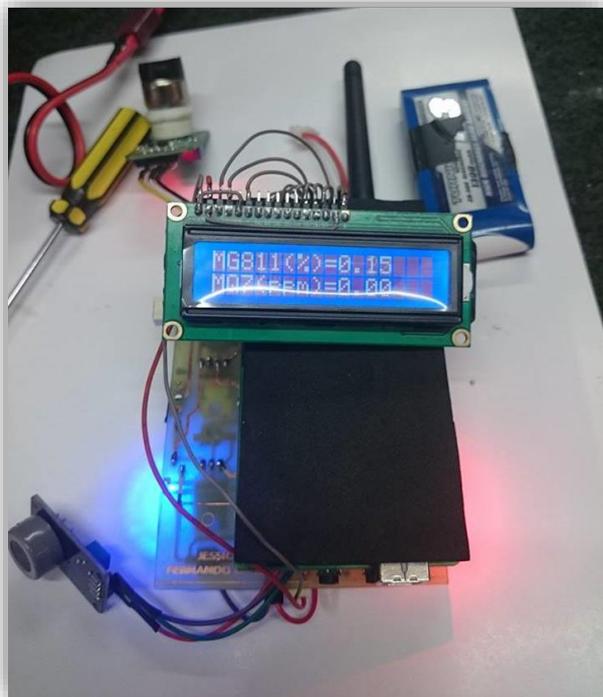
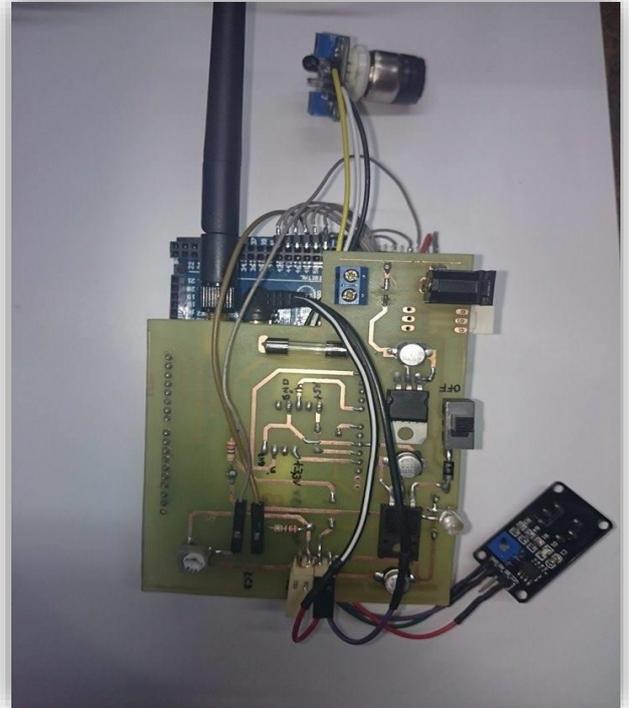
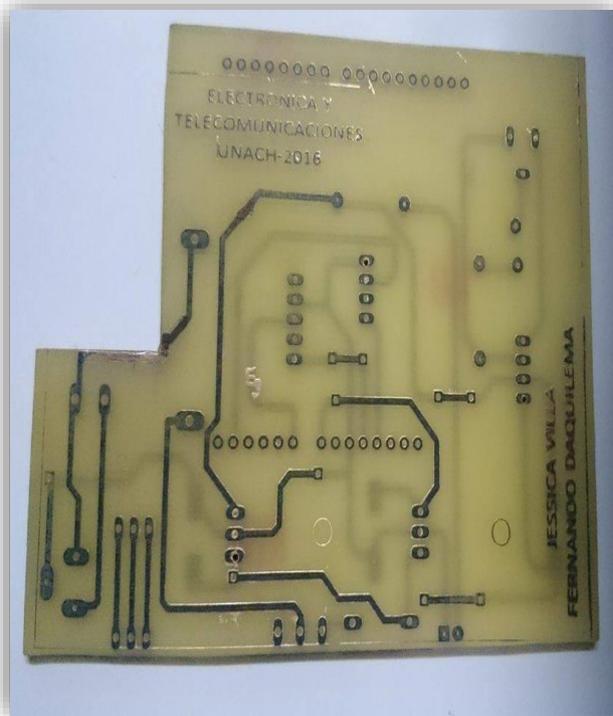
MEDICIÓN CON EQUIPO ORION



ANEXO 11

DISEÑO DE PLACAS

- Diseño de placas del transmisor

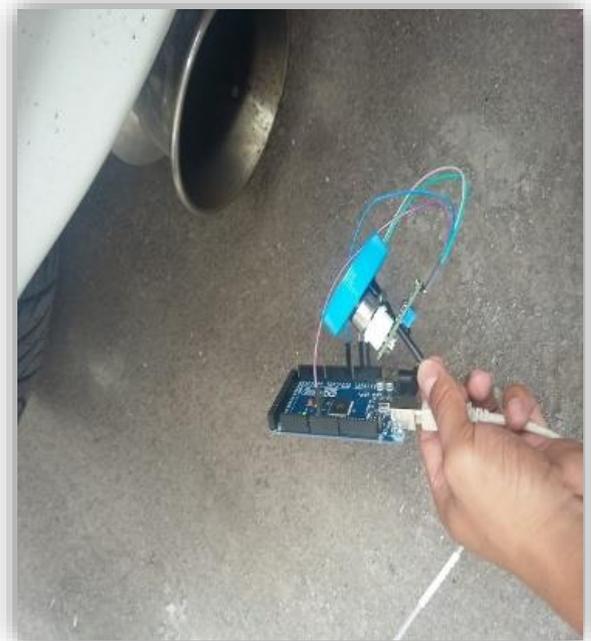
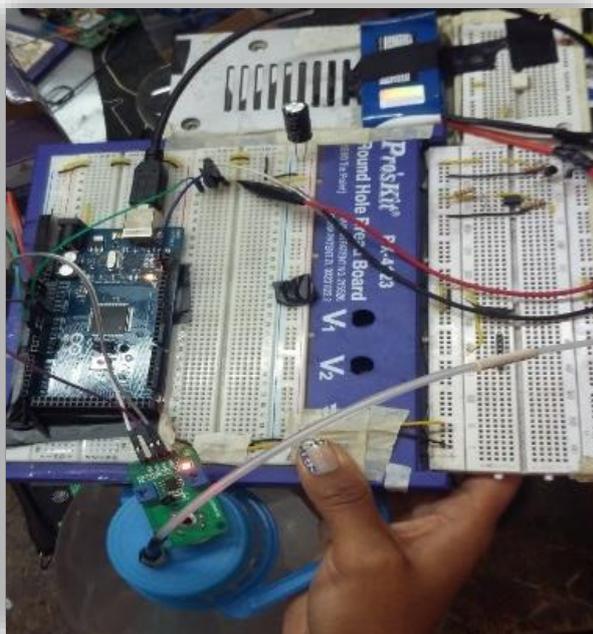
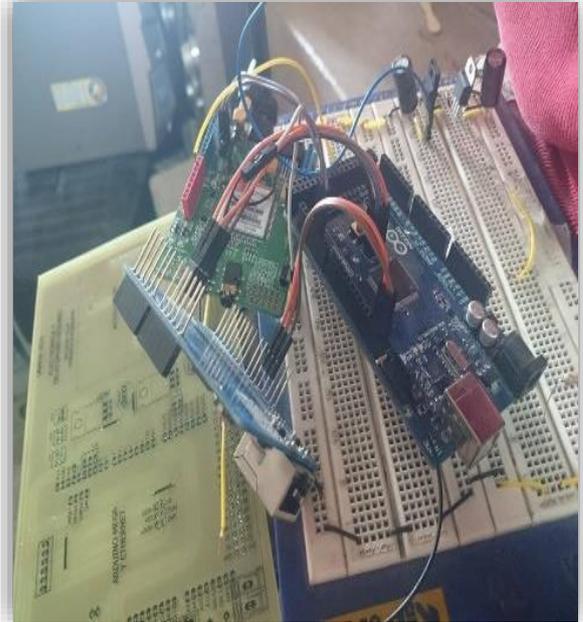
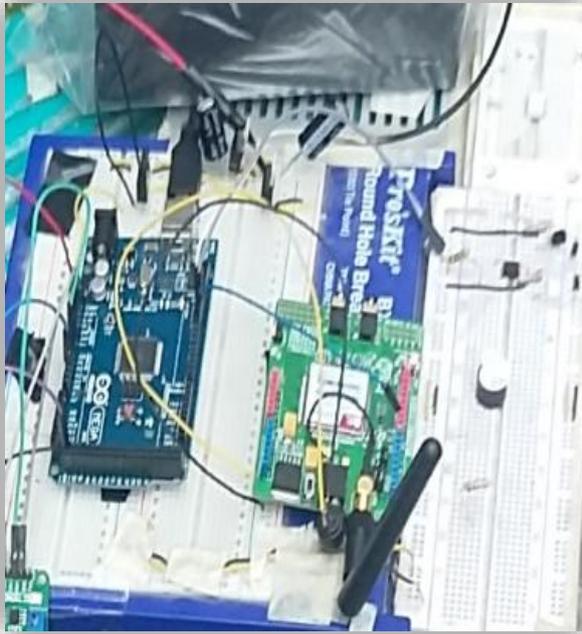


- Diseño de placas del receptor



ANEXO 12

PRUEBAS EN EL PROTOBOARD DE LOS SENSORES Y TARJETAS



ANEXO 13

IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS E INSTALACIÓN

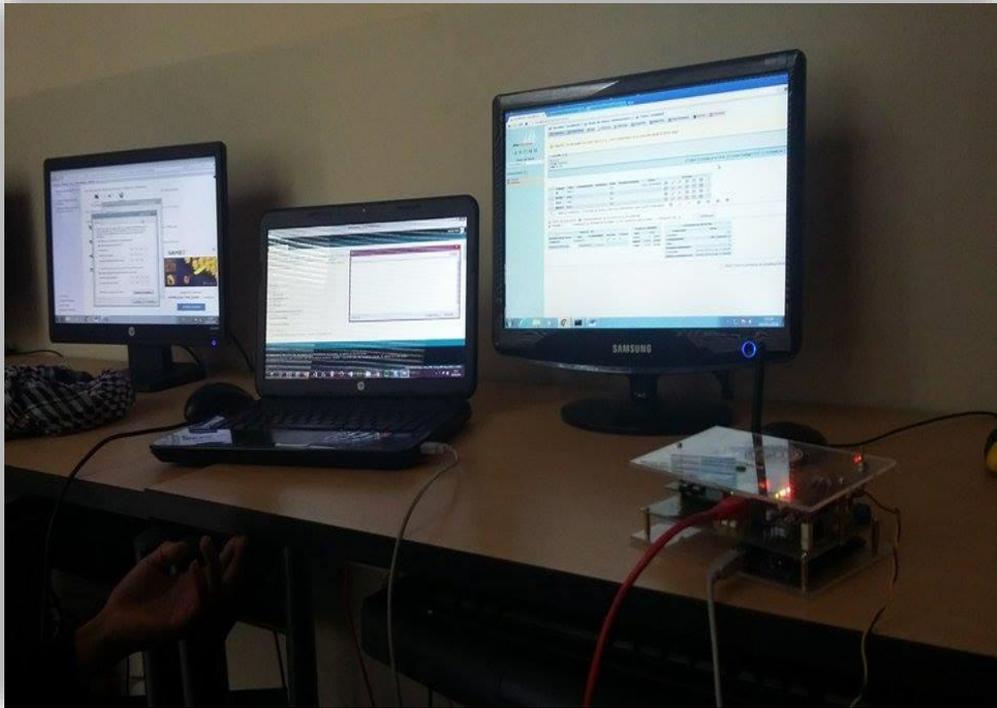
- Equipo Transmisor



- Equipo Receptor



- Implementación de equipos en el proyecto de calidad del aire



ANEXO 14

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO

