



Universidad de Cuenca
Facultad de Ingeniería
Electrónica y Telecomunicaciones

**Implementación de una red de Monitoreo del
Gas Radón a través de una red de Internet.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

Autores: Geovanny Israel Aucapiña Rios

Ronnie David Llanes Sánchez

Director: Ing. Fabián Leonardo Jaramillo Palacios
Universidad de Cuenca
Facultad de Ingeniería

Supervisores: Ing. Fabián Jaramillo Palacios e Ing. Remigio Guevara
Baculima

2015 - 2016

Resumen

El presente proyecto de grado tiene como objetivo el diseño e implementación de un prototipo electrónico, cuyo propósito es la medición de partículas alfa emitidas por la presencia del elemento Radón en la ciudad de Cuenca, siendo monitoreada mediante una red de Internet.

La captación del Radón se basa en el principio de funcionamiento de una *Cámara de Ionización*, percibiendo la radiación alfa a través de la ionización que genera el elemento con el ambiente al llegar a su proceso de semidesintegración. La señal que se obtiene de la cámara es de una intensidad baja, siendo necesaria una amplificación a través de circuitos electrónicos para adecuar la señal y realizar el envío apropiado de la información hacia el Servidor Web mediante una conexión a Internet.

La parte electrónica del *Transductor* consta de un sistema embebido que brinda una conexión WiFi, que al acceder mediante peticiones a un punto de red, permite la transmisión de la información a través del Internet.

La información que envía los equipos de adquisición de la señal son almacenados en la base de datos del servidor Web, con la finalidad de brindar acceso a la *Página Web e Interfaz del Usuario* de forma remota para una visualización del comportamiento del Radón en nuestro entorno.

Para concluir se presenta el costo de elaboración del transductor, así como las gráficas del comportamiento del Radón visualizadas en la *Página Web e Interfaz del Usuario*, cuyos datos han sido obtenidos por parte de los equipos de adquisición de la señal.

Palabras Clave:

Radón, Radiación, Partículas Alfa, Transductor, Cámara de Ionización, Sistemas Embebidos, ESP8266, Servidor Web, Computación en la Nube, Desarrollo Web, Diseño Web, JavaFx.

Abstract

The current degree project aims to design and apply an electronic prototype and a network whose purpose is the measurement of alpha particles emitted by the presence of radon element in Cuenca, which is being monitored through a Web page and User interface.

Radon uptake is based on the principle of operation of an ionization chamber, sensing the alpha radiation through the ionization generated by the element with its environment; thereby reaching its half-life process. The signal obtained from the camera is a low intensity, meaning an amplification through electronic circuitry to adjust the signal and make the proper delivery of information to the Web server via an Internet connection.

The electronic job of the Transducer consists of an embedded system that provides a WiFi connection, which its access point through petitions to a network, allows transmission of information via Internet.

The information being sent by signal acquisition equipment are stored in the database of the Web server, in order to provide access to the Website and User Interface remotely for a visualization of the behavior of radon in our environment.

In conclusion the cost of preparing the transducer is shown, as well as graphs of the behavior of Radon displayed on the Web page and user interface, whose data have been obtained by the equipment signal acquisition.

Key Words:

Radon, Radiation, Alpha Particles, Transducer, Ionization Chamber, Embedded Systems, ESP8266, Web Server, Cloud Computing, Web Development, Web Design, JavaFx.

Índice general

Lista de Acrónimos	12
1 Introducción	21
1.1 Justificación	21
1.2 Objetivo General	24
1.2.1 Objetivos Específicos	24
1.3 Alcance	24
2 El Gas Radón	27
2.1 Introducción	27
2.2 El Gas Radón en la Naturaleza y en Nuestro Entorno	28
2.3 Radiación Ionizante	32
2.4 Impacto del Gas Radón en la Salud	32
2.4.1 Instrumentos de Medición	34
2.4.2 Pruebas de detección	35
2.5 Medidas para Contrarrestar la Emanación del Radón	35
2.6 Estudios del Radón en el Mundo	36
2.7 Estudios del Radón en países de América Latina	39
2.8 Información del Radón en el Ecuador a través de los medios de comunicación	43
3 Conceptos Principales	45
3.1 Introducción	45
3.2 Modelo de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP)	46
3.3 Arquitectura Cliente-Servidor	49
3.3.1 Ventajas de la Arquitectura Cliente-Servidor	51
3.3.2 Desventajas de la Arquitectura Cliente-Servidor	51
3.4 Puertos y Sockets	52
3.5 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)	53
3.5.1 Comandos del Protocolo HTTP	56
3.5.2 Uniform Resource Locator (URL)	57
3.6 Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)	57

3.6.1	Ventajas e Inconvenientes de los Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)	60
3.6.2	Modelo Relacional	62
3.6.3	Tipos de Relaciones en el Modelo Relacional	63
3.6.4	Structure Query Language (SQL)	63
3.7	Sistemas Embebidos	64
3.7.1	Sistemas embebidos en nuestro entorno	64
3.7.2	Sistema Embebido Ethernet	65
3.7.3	Sistema Embebido Inalámbricos	66
3.8	Computación en la Nube	70
3.8.1	Tipos de <i>Computación en la Nube</i>	73
3.8.2	Ventajas e Inconvenientes de la Computación en la Nube . . .	74
3.8.3	Modelos del Internet	75
3.8.4	Claves para la <i>Computación en la Nube</i>	76
4	Diseño e Implementación del Sistema	77
4.1	Introducción	77
4.2	Descripción del Sistema	78
4.3	Obtención de los Datos	79
4.3.1	Cámara de Ionización	79
4.3.2	Implementación de la Cámara de Ionización	80
4.3.3	Electrónica de la Señal de Entrada	81
4.4	Envío de Datos	87
4.4.1	Electrónica del Módulo Wi-Fi	89
4.4.2	Configuración del Módulo Wi-Fi	90
4.5	Recepción de Datos	92
4.6	Microcontrolador	94
4.6.1	Módulo SPI I2C	95
4.6.2	Módulo UART	96
4.6.3	Timer 0 (T0)	96
4.6.4	Verf	97
4.6.5	Convertidor A/D:	97
4.6.6	Puertos de E/S	97
4.6.7	Interrupciones	98
4.6.8	Circuito Final del Proyecto	98
4.7	Circuito Impreso	100
5	Página Web y App del Administrador	101
5.1	Introducción	101
5.2	Servidor Web	102
5.3	PHP (Hypertext Preprocessor)	104
5.4	XAMPP	106

5.5	Base de Datos	107
5.6	Página Web	109
5.7	Aplicación del Administrador	112
5.7.1	JavaFx	112
5.7.2	Características principales:	113
6	Resultados, Conclusiones y Recomendaciones	115
6.1	Resultados	115
6.1.1	Pruebas	118
6.1.2	Costos	121
6.2	Conclusiones	122
6.3	Recomendaciones	124
	Bibliografía	131



Yo, Geovanny Israel Aucapiña Rios, autor de la tesis "Implementación de una red de Monitoreo del Gas Radón a través de una red de Internet", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 04 de abril de 2016

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval, reading "Geovanny Israel Aucapiña Rios".

Geovanny Israel Aucapiña Rios
010479189-2



Yo, Ronnie David Llanes Sánchez, autor de la tesis "Implementación de una red de Monitoreo del Gas Radón a través de una red de Internet", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 04 de abril de 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ronnie David Llanes Sánchez", written over a horizontal line.

Ronnie David Llanes Sánchez
010532704-3



Yo, Geovanny Israel Aucapiña Rios, autor de la tesis "Implementación de una red de Monitoreo del Gas Radón a través de una red de Internet", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 04 de abril de 2016

Geovanny Israel Aucapiña Rios
010479189-2



Yo, Ronnie David Llanes Sánchez, autor de la tesis "Implementación de una red de Monitoreo del Gas Radón a través de una red de Internet", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 04 de abril de 2016

Ronnie David Llanes Sánchez
010532704-3

Lista de Acrónimos

- *ACK: Acknowledgement.*
- *BD: Base de Datos.*
- *DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol.*
- *HTTP: Hypertext Transfer Protocol.*
- *IANA: Internet Assigned Numbers Authority.*
- *IC: Integrated Circuit*
- *IP: Internet Protocol.*
- *mA: miliAmperios*
- *OMS: Organización Mundial de la Salud.*
- *PHP: Hypertext Preprocessor.*
- *PoE: Power over Ethernet.*
- *Rn: Radón.*
- *RSA: Red Sísmica del Austro.*
- *RTC: Real Time Clock*
- *SGBD: Sistema Gestor de Base de Datos.*
- *SOLCA: Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador.*
- *SQL: Structure Query Language.*

- *TCP: Transmission Control Protocol.*
- *TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.*
- *UDP: User Datagram Protocol.*
- *URL: Uniform Resource Locator.*

Dedicatoria

Dedico este proyecto de tesis a mis padres, quienes siempre han velado por mi bienestar en todo momento y brindado la fortaleza necesaria para continuar ante las adversidades. A mi querida familia, que nunca dudo de mis capacidades, sin ellos, jamás hubiese podido alcanzar esta meta.

Geovanny

Dedicatoria

A mi familia que me han inculcado y forjado a través de sus enseñanzas y sabidurías principios éticos y morales para la vida personal y profesional en todo instante de mi vida, pero sobretodo a no rendirme ante las adversidades y cumplir con mis metas planteadas.

Dedico un especial agradecimiento a mis amigos y profesores que nos han ayudado en el transcurso del presente proyecto.

Ronnie

Agradecimientos

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas y amigos que, de alguna forma, son parte de su culminación. Por esto agradezco a nuestros directores, Ing. Fabián Jaramillo e Ing. Remigio Guevara; a mis amigos Ronnie, Diego, José, Jonathan, Juan, Mauricio, Marco, Andrés, Milton, W Danilo, Walter, Iván, Sebastián. En especial a mi familia, por todo su amor y apoyo incondicional.

Geovanny

Agradecimientos

A mis padres quienes me han apoyado incondicionalmente en cada triunfo y tropiezo a lo largo de mi vida, dándome a conocer que en cada momento hay que tener presente los diferentes puntos de vista que pueden afectar al tomar una decisión. Por enseñarme a no renunciar, seguir adelante, conseguir las metas, aprender de las experiencias tanto buenas y malas, y mejorar como persona a cada paso.

A mis queridas hermanas *KarLa* y *Jely*, que me han ayudado de una u otra manera en las decisiones tomadas, sabiéndome apoyar y comprender en mis errores.

Al pequeño cachorro *Tzuky*, que llego en un momento único y especial para la familia.

A los amigos del Barrio que desde pequeños hemos compartido una gran amistad, los cuales considero como hermanos, ya que con ellos se ha vivido momentos gratos y de tristeza en este diario caminar.

A mis amigos de la universidad y futuros colegas, que hemos compartido experiencias, triunfos y fracasos que nos brinda la carrera a través de los años cursados.

En especial a mi compañero de tesis Geovanny y a su *Familia*, por haberme acogido en su hogar y hacerme sentir como parte de ellos.

Como diría aquel músico, compositor imborrable Gustavo Cerati.

Gracias Totales...

Ronnie

Introducción

” *Una tesis es como una partida de ajedrez, tiene cierto número de movimientos, pero desde el principio hay que estar capacitado para predecir los movimientos a efectuar con vistas a dar jaque mate al adversario.*

— Umberto Eco

1.1 Justificación

En la actualidad es indispensable la medición oportuna de ciertos elementos nocivos para la salud, los cuales se acumulan en niveles peligrosos para el bienestar y salud humanas. El problema se hace más crítico cuando estos elementos son producidos o emanados en forma natural, sin la intervención directa o indirecta del hombre, por lo que no se tiene un mayor control sobre ellos.

Uno de estos elementos es el Radón (Rn), el cual pertenece al grupo de los gases nobles. Se presenta al ambiente en forma gaseosa siendo incoloro, inodoro e insípido, y al ser un elemento radioactivo, tiene el efecto de generar iones en el ambiente haciendo posible su medición.

Los materiales utilizados para la construcción de edificaciones presentan en su interior fisuras o poros, permitiendo la emanación natural de Radón. Dicha emanación se acumula en niveles perjudiciales para la salud en su interior, siendo crítico el fenómeno en lugares poco ventilados.

El efecto que produce la radiación de Radón es la creación de alteraciones en el ADN de las personas al ser inhalado, provocando mutaciones en el tejido pulmonar y aumentando drásticamente las probabilidades de desarrollar cáncer en ese órgano. [1][6]

En otros países, es común tener dispositivos de medición de los niveles de radón en los hogares, escuelas, instituciones y fábricas. Estos dispositivos funcionan normalmente por reacciones químicas y por la exposición del instrumento de medición al ambiente contaminado durante un tiempo prolongado.

En Ecuador, la población no conoce de los dispositivos de medición aludidos y tampoco están conscientes del riesgo que se presenta al estar expuesto a entornos con niveles de radón peligrosos.

Estas razones son las necesarias para buscar una metodología de medición basada en el desarrollo, a priori, de un transductor que realice la tarea de medir los niveles de este elemento emanado en forma natural, con la finalidad de poder analizar y socializar con datos la problemática existente.

Bajo estas condiciones, es menester establecer dos características fundamentales del sistema: la primera es establecer una comunicación de red para el envío de los datos de medición de la emanación del Gas Radón, y la segunda es determinar las zonas donde se realizará la medición del elemento de estudio.

Una vez conformado los equipos de medición, estos serán colocados en el exterior de las viviendas con el fin de facilitar el acceso al mantenimiento, teniendo en consideración aspectos de conexión a Internet.

Con respecto al transductor, una característica necesaria es que sea un dispositivo barato o de costo moderado acorde a las condiciones económicas de la institución que respalda el proyecto, el cual debe de funcionar mediante una exposición directa a la atmósfera para facilitar la lectura y medición.

Con los antecedentes mencionados se puede enunciar el problema como:

- *Las emanaciones naturales del gas radón desde el suelo al ambiente pueden generar problemas de salud pública, siendo necesario su monitoreo para generar alertas a la población.*

El modelo esquemático que se pretende para la realización de este estudio, se encuentra planteado en la Figura 1.1. Los dispositivos envían los datos de la medición a través de una conexión *Ethernet* y/o *Wireless*, mediante el uso de un sistema embebido que se conecta a Internet.

Los sistemas embebidos, al ser configurados, son enlazados a los enrutadores de las edificaciones para realizar el correcto envío de la información obtenida. El proceso de transmisión de la información se lleva a cabo mediante la utilización de un servidor Web, el cual recibe e indexa a una base de datos creada con antelación en el servidor por parte del usuario.

Por último, se proporciona acceso al administrador y a los usuarios para realizar consultas de los equipos, con el afán de identificar las características del entorno con respecto a la emanación del Radón.

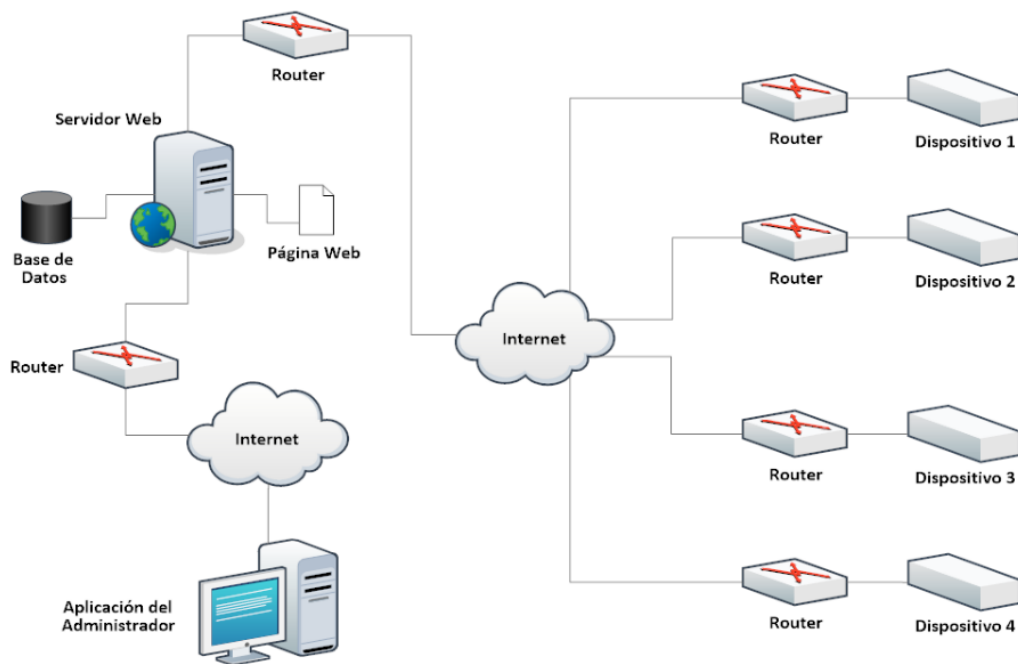


Fig. 1.1: Esquema del Monitoreo del Gas Radón a través de los dispositivos de medición.

Las características del sistema que se desea implementar son las siguientes:

- *Transductor* de bajo costo, cuyo funcionamiento sea en ambiente normal sin ninguna condición especial (Tensiones altas o reactivos especiales para la medición).
- *Implementación de acondicionamiento electrónico* con la finalidad de amplificar, discretizar, almacenar las señales analógicas (transductores).
- *Establecimiento de un medio de comunicación*, el cual debe ser seguro y fiable, siendo lo ideal la generación de un micro servidor a través de un sistema embebido.

Esto se lo realiza con la finalidad de tener una salida de *Ethernet* y/o *Wireless* para el envío de la información a través de Internet, implicando que los equipos sean colocados en zonas urbanas o en zonas donde se tenga acceso al servicio.

- *Implementación de una interfaz de usuario*, con el fin de acceder a la información de las estaciones donde se han colocado los equipos para la medición. Los equipos serán ubicados en diferentes zonas geográficas del cantón Cuenca, cuyos datos serán visualizados en forma gráfica en tiempo real en un mapa georreferenciado.

Las aplicaciones creadas tienen como finalidad observar el cambio o constancia del nivel de emanación del elemento radioactivo.

1.2 Objetivo General

- Implementar un prototipo de red de monitorización con el fin de generar un sistema de alerta del gas Radón como fuente de radiaciones ionizantes a través de Internet.

1.2.1 Objetivos Específicos

1. Implementar transductores de radiación ionizante de bajo coste y fácil instalación.
2. Desarrollar un dispositivo de adecuación de la señal acorde al tipo de medición planteada.
3. Implementar dispositivos de discretización, almacenamiento de información y enlace a Internet.
4. Validar las mediciones del transductor con dispositivos de medición de radiación, que deben de estar acorde a normas de instrumentación vigentes, observando la precisión del equipo de medición.
5. Implementar una red basada en las estaciones descritas con un sistema de comunicación mediante Internet.

1.3 Alcance

El proyecto tiene como finalidad establecer un estado de alerta sobre la detección de emanaciones de gas Radón a través de los equipos de medición implementados, siendo posible debido al efecto de ionización que se produce en el ambiente.

La medición será realizada para la ciudad de Cuenca, contando con cuatro dispositivos de medición para obtener los datos requeridos. Estos equipos serán ubicados en forma estratégica en diferentes partes de la ciudad, llevando un registro diario de la emisión del gas Radón.

Los datos serán enviados a través de Internet y de forma periódica a una base de datos creada con antelación en el Servidor Web. La base de datos debe de prestar características y servicios adecuados, con la finalidad de presentar la información de forma visual en un computador que actuará como interfaz de la aplicación para el administrador, así como también para la Página Web.

El equipo al que se instalará la aplicación para la visualización de los datos obtenidos de la medición se encontrará en las instalaciones de la Red Sísmica del Austro (RSA), organización que respalda el proyecto.

Las aplicaciones serán creadas con el fin de sobrellevar el respectivo análisis de los datos obtenidos, con el objetivo de ser accesible, brindar información y pautas acerca del gas Radón en forma adecuada.

” *Nada es tan fatal para el progreso de la mente humana como suponer que nuestros puntos de vista sobre la ciencia son lo último, que no hay misterios en la naturaleza, que nuestros triunfos son completos, y que no hay nuevos mundos que conquistar.*

— **Humphry Davy**

2.1 Introducción

En el presente capítulo se da a conocer el origen del Radón, el cual se genera a partir de algunos elementos antecesores al llegar a su periodo de semidesintegración. Los elementos precedentes se encuentran principalmente en la corteza terrestre, que después de un determinado tiempo, proceden a liberar Radón en forma de gas a través de una emanación natural. [2][6]

El Radón al ser liberado en el ambiente desarrolla un proceso de ionización con el entorno, ingresando en las personas por medio de la inhalación. Al adherirse al organismo a través de la respiración, éste genera en los habitantes problemas graves para la salud al estar expuestos por periodos prolongados de tiempo. [1][5]

Además, en este capítulo se da a conocer las pruebas existentes y metodologías de medición que se utiliza en la actualidad. Las Instituciones o Fundaciones que están a cargo, ofrecen pautas y recomendaciones para tratar los efectos e inconvenientes del elemento de estudio. El objetivo principal de estas entidades es el de velar por el bienestar de la salud pública y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Las recomendaciones elaboradas por las Fundaciones o Instituciones han sido recopiladas a través de diferentes estudios alrededor del mundo, con la finalidad de determinar los niveles de Radón que existen a nivel mundial. Los datos dependerán considerablemente de las características ambientales o zonas geográficas donde se han realizado los casos de estudio.

2.2 El Gas Radón en la Naturaleza y en Nuestro Entorno

El Gas Radón (Rn) es un elemento químico radioactivo natural originado por la desintegración natural de elementos como el Uranio, Radio, y Torio. Estos elementos se encuentran principalmente en la corteza terrestre, en rocas y el subsuelo, donde las derivaciones del Uranio y Torio predisponen de una mayor generación de riesgos en la salud de las personas, siendo encontrados con mayor facilidad en la naturaleza. [1][2][6]

El Uranio y Torio al entrar a su etapa de semidesintegración llegan a desencadenar en tres Isotopos del Radón, siendo el de mayor importancia el ^{222}Rn por su periodo de vida y abundancia en el entorno. Este elemento se libera a la atmósfera en forma gaseosa, siendo catalogado como un gas noble con las propiedades de:

- Ser incoloro, inodoro e insípido.
- Ostentar de una alta densidad de producción de iones.
- Ser emisor de partículas alfa en su periodo de semidesintegración que es de 3,8 días.

El Radón posee la capacidad de ser soluble en líquidos orgánicos y agua, con lo que puede ser transportado de una zona a otra, siendo un enemigo silencioso. [3][8]

Las partículas alfa se originan por tratar de estabilizar el núcleo del elemento, debido a que en el periodo de semidesintegración se produce una reducción en el tamaño de la partícula del Radón. Estas partículas se encuentran cargadas positivamente, ya que están conformadas por dos protones y dos neutrones. [7]

Las partículas alfa tienen un límite de penetración en la materia, pero con una alta intensidad energética que al ingresar en los tejidos desprenden energía por interacción eléctrica. Estas partículas no tienen la fuerza necesaria para entrar al organismo de las personas por sí solas, debido a que la piel actúa como un perfecto aislante. Estas repercuten en la salud del o los individuos cuando llega a introducirse a través de un corte en la piel o por inhalación (vía común). [7]

Los elementos radioactivos presentan un núcleo inestable debido a un escaso o excesivo número de neutrones y la peculiaridad de tener un periodo de semidesintegración. Este periodo corresponde al tiempo apropiado para que la mitad de los átomos de dichos elementos desaparezcan o se eliminen. [7]

Para la eliminación por completo de uno de estos elementos radioactivos, se requiere de un tiempo equivalente a diez periodos de semidesintegración. En la Figura 2.1 se muestra la desintegración radioactiva del Uranio y del Torio con sus respectivos predecesores y el tipo de Radiación, en la Figura 2.2 se incluye el tiempo de semidesintegración de sus descendientes. [2]

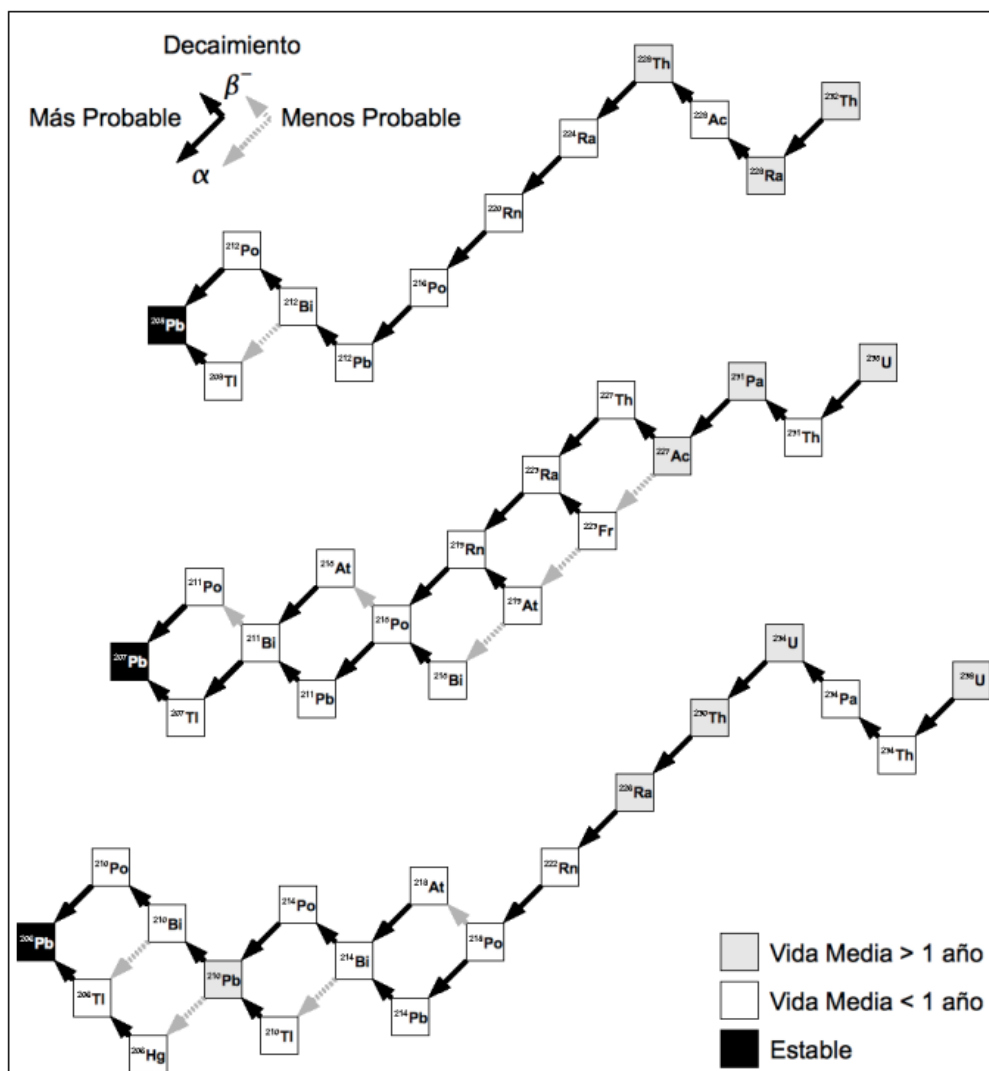


Fig. 2.1: Desintegración Radioactiva del Uranio y Torio [2]

Se hace referencia a los descendientes o hijos del Radón a aquellos que al perder iones se transforman en otros elementos con nuevas:

- Características,
- Estado de la materia,
- Tiempo de vida y

- Composición química,

Los cuales pueden repercutir en mayor o menor grado la salud de las personas.

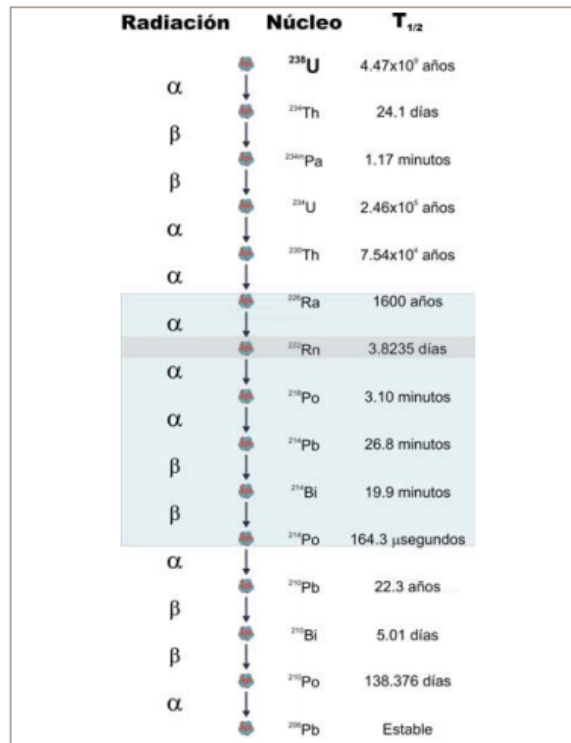


Fig. 2.2: Desintegración Radioactiva del Uranio-238 [3]

La emanación del Radón depende sustancialmente de algunas características del terreno como: [5]

- porosidad,
- presión atmosférica,
- tipo de suelo,
- permeabilidad del suelo,
- humedad,
- temperatura,
- materiales de construcción y
- ventilación.

contemplando sectores tanto urbanos como rurales. Al tener un suelo húmedo, permeable, presión atmosférica baja, temperatura ambiente alrededor de los veinte grados, son parámetros suficientes para tener una exposición predominante a este elemento.

Las principales fuentes naturales de emanación de este componente son las siguientes:

- *Suelo:*

Alberga entre sus capas elementos como el Uranio, Radio y Torio que desemboca en sus derivados radioactivos.[3]

- *Materiales de Construcción:*

Ciertos materiales poseen elementos radioactivos como el Radio, Torio que al llegar a sus periodos de semidesintegración, aportan con cierto porcentaje en la concentración de Radón en el interior de las construcciones.[3][4]

- *Aire en el Exterior:*

Por lo general, el Radón se encuentra en mínimas cantidades en el aire que respiramos debido a que escapa hacia el exterior en forma gaseosa y actúa en el ambiente como medio de disolución.[3]

- *Agua de consumo:*

Las comunidades utilizan vertederos, manantiales o pozos, con el objetivo de riego a sus productos o para uso doméstico. Una característica del radón es la de ser soluble, logrando contaminar los abastecimientos de agua, formando parte en la cadena alimenticia y forma de vida de los habitantes de la zona. [3]

Existen también fuentes de emanación artificial de Radón que han sido creadas por el hombre, encontrándose presente en la producción de industrias, de energía, etc.

En la figura 2.3 se detalla la contribución de algunas fuentes artificiales de la emanación del Radón que son expuestas a las personas en España, que han sido detectadas a través de los años según estudios realizados en ese país. [4]

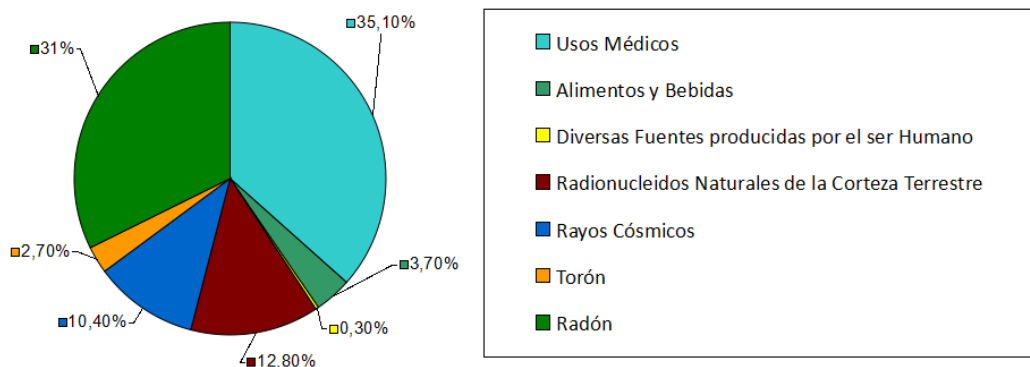


Fig. 2.3: Fuentes de Emanación del Radón [3]

El nivel de concentración de este elemento prevalece en espacios cerrados, dado a sus múltiples formas de filtración en el interior de los edificios, casas, oficinas y escuelas. De esta forma aumenta las probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón en las personas que son expuestas por prolongados periodos de tiempo al ambiente contaminado. [3][4]

2.3 Radiación Ionizante

La radiación desde su descubrimiento ha aportado al conocimiento y ha generado avances de una mejor calidad de vida ayudando en ramas como la medicina, industria y demás.

Se debe de prestar una atención adecuada en el empleo de los elementos que conllevan algún tipo de radiación, ya que al aplicarse una equivocada exposición, se ocasiona problemas irremediables en la salud en corto o largo plazo. [3]

Las precauciones que se deben de tomar para no sufrir las adversidades de la radiación ionizante, dependen de factores como:[7]

- el blindaje o equipo de vestimenta,
- el tiempo de exposición y
- la distancia a la que se encuentra de la fuente de emisión.

El radón al llegar a su periodo de semidesintegración libera partículas alfa debido a que el elemento trata de estabilizarse, procediendo a emitir energía en forma de radiación.

La energía eliminada de la partícula causa un efecto de radiación ionizante en su entorno, debido a que los electrones son expulsados del átomo o de la molécula.

2.4 Impacto del Gas Radón en la Salud

El gas radón al cumplir el periodo de semidesintegración procede a generar elementos sólidos, que se adhieren al polvo presente en el aire. Al ser inhalado estos nuevos elementos por las personas e introducido en el tracto respiratorio, se produce una directa irradiación en el tejido a través de las partículas alfa. [7]

De este modo se genera la alteración del ADN en el tejido pulmonar, el cual depende de la exposición y nivel de radón en la zona. El proceso que realiza la ionización del Radón dentro de los tejidos pulmonares, es la siguiente:[7]

1. Las partículas alfa al encontrarse dentro de los tejidos respiratorios después de ser inhalado involuntariamente, comienza a liberar energía y a desprender electrones debido a las interacciones eléctricas.
2. El átomo al quedar cargado positivamente y en inestabilidad, llega a generar nuevas moléculas llamadas radicales libres de forma rápida.
3. Los radicales libres reaccionan entre otras moléculas o con ellos mismos, originando cambios en las moléculas biológicas que influyen en el funcionamiento de las células.
4. Este cambio se da en un intervalo de tiempo, el cual comprende desde segundos a décadas después de la irradiación. Durante este lapso las células llegan a destruirse o modificarse, originando el cáncer en la zona o degeneración de las funciones vitales en los órganos.
5. Los electrones liberados en la primera etapa, pueden llegar a ionizar a otros átomos repitiendo el proceso mencionado.

Es necesario recalcar que la aparición y reproducción de las células modificadas son influenciadas principalmente por agentes cancerígenos o mutágenos, los cuales pueden actuar antes o después de una exposición de radiación ionizante. En otras palabras, la radiación ionizante puede ser uno de los precursores o desencadenantes de cáncer en el organismo, siendo acompañado por otros factores que proliferan en el desarrollo del problema.

Los primeros estudios sobre la influencia de este elemento en la salud, fueron realizados en mineros que estaban expuestos al Uranio y por ende a sus descendientes, llegando a padecer de cáncer al pulmón al inhalar las concentraciones del Radón en el interior de las minas.

A partir de estos resultados se comenzó a realizar estudios en Estados Unidos, Canadá, Europa y China, estimando que la concentración formada en espacios cerrados (tanto en domicilios e instituciones) sin una adecuada ventilación, es suficiente para la generación y padecimiento de cáncer pulmonar.

El Radón puede llegar a inducir un número de células modificadas, donde el organismo no es capaz de sobreponerse y por ende tiende a generar en efectos irremediables para la salud.[7]

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece a las emanaciones del gas radón en espacio cerrados como la segunda causa del padecimiento de cáncer pulmonar en muchos países. Ésta y otras organizaciones en este ámbito como *El Programa Nacional de Servicios sobre el Radón*, suministrado por *La Agencia de Protección Nacional de Estados Unidos (EPA)*, tiene como objetivo el de promover la concientización al público en general sobre los efectos de este elemento. [11]

Estas entidades recomiendan la realización de pruebas apropiadas sobre el elemento en cuestión, para reducir las concentraciones y secuelas que llegan a repercutir en la salud de la personas en los diferentes establecimientos.[8][9]

2.4.1 Instrumentos de Medición

A partir de los estudios realizados y de la capacidad de filtración de este elemento hacia el interior de las edificaciones, surgen varios instrumentos de medición cuyas características dependerán de la forma de captación y apreciación del Radón en la zona.

Instrumentos Pasivos

Son aquellos en los que no necesitan de energía eléctrica para su funcionamiento, ya que el instrumento de medición es incorporado en el ambiente de estudio.

Una vez sometido el equipo al ambiente contaminado y después de un tiempo considerable de prueba, el equipo es enviado a los laboratorios para su análisis respectivo.

Instrumentos Activos

Son aquellos en los que necesitan de energía eléctrica, debido al monitoreo continuo de la zona expuesta. Estos instrumentos proporcionan un registro de la información en tiempo real del cambio de emanación y por consiguiente del nivel de concentración.

Además otorga al análisis de la zona, un resultado más confiable y preciso de las mediciones por el periodo de prueba que se ha establecido.

2.4.2 Pruebas de detección

Actualmente existen pruebas de corto y largo plazo para la determinación de niveles de concentración del radón en una determinada área, utilizando diferentes instrumentos para su medición.

Pruebas de Corto Plazo

Estas pruebas de detección son utilizadas para determinar de una forma rápida el nivel de radón en el ambiente, cuyos periodos van desde los 2 a 90 días, dependiendo de las características del dispositivo a utilizar. Se suele manipular algunos materiales o equipos para la medición como es el caso de detectores de partículas alfa, detectores de cámara de iones electrónicos, monitores de radón continuo y de centello líquido. [8]

Pruebas de Largo Plazo

Utilizan un periodo de tiempo superior a los 90 días para la determinación promedio del nivel de gas radón, utilizando detectores de partículas alfa y cámaras iónicas de electrones. Se ha establecido con anterioridad que la liberación del gas radón depende de múltiples factores, entre ellos la temperatura y presión, por lo que las medidas suelen variar de un día a otro. Por ende, las pruebas de larga duración dan un mejor indicador del nivel de concentración promedio del gas Radón. [8]

2.5 Medidas para Contrarrestar la Emanación del Radón

Existen varias medidas económicas y sencillas para neutralizar y prevenir los efectos del radón en los diferentes establecimientos, pero estas dependerá en ciertas instancias del nivel de conglomeración que adquiere el sitio de estudio. [8] [11]

El costo depende de la incorporación de equipos con el fin de disminuir la concentración del gas, tomando en cuenta las diversas formas de filtración que posee el elemento hacia los espacios cerrados de las instalaciones. [8] [11]

- Se recomienda tener una buena ventilación en la planta baja de las residencias ya sea de forma manual o mecánica. Se puede hacer uso de equipos como ventiladores.

- Incorporación de una tubería de succión o extracción en los espacios que se encuentren próximos al suelo.
- Tapar las fisuras o grietas en las paredes y suelo.
- Poseer un detector de Radón en zonas de la planta baja para control y verificación de los niveles de concentración del elemento.

2.6 Estudios del Radón en el Mundo

En el mundo existen diferentes organizaciones que velan por el bienestar de la salud pública de las personas resaltando como principal entidad la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual advierte sobre los problemas ocasionados por algunos elementos nocivos presentes en el ambiente. La entidad brinda pautas y referencias de cómo tratar ciertos componentes para su eliminación o por lo menos, contrarrestar los efectos negativos que se producen en las personas al estar expuestas.

Las pautas y referencias han sido realizadas mediante la organización de directrices y normas sanitarias para ayudar a los países a mejorar la salud y calidad de vida, llegando a desarrollar un reglamento Sanitario Internacional en el 2005.

Mediante este reglamento se incorpora el proyecto de Radón Internacional, donde se establecen e identifican estrategias para reducir el impacto de este elemento. A partir de este proyecto se promovieron políticas sólidas, a través de programas de mitigación y prevención por parte de las autoridades Nacionales, con la finalidad de concientizar a la población sobre los impactos que repercute en la salud al inhalar este elemento.

En la Tabla 2.1 se indica los resultados obtenidos de los estudios realizados a partir del año 2001, acerca de los niveles de exposición en residencias a través del proyecto Radón Internacional.

Una organización de colaboración en las investigaciones del Radón en la Organización Mundial de la Salud (OMS) es El Centro McLauhlin, siendo designado por un período de cuatro años (2005-2009). Este Centro Colaborador de Evaluación de Riesgos de Salud de la Población participó en el fortalecimiento mediante servicios, recursos de investigación y formación en el desarrollo de la salud global.

La Figura 2.4 muestra el mapa con un cuadro de referencia del nivel de Radón en la unidad de medida Bq/m^3 . Esta medida representa la unidad de actividad radioisotópica equivalente a una desintegración por segundo en el ambiente. La figura se basa en los estudios realizados por la OMS y El Centro McLauhlin.[13]

Continente	No. de Países (Total)	No. de Países (Rn Datos Disponibles)	% en los Países(Rn Datos Disponibles)
África	53	3	6
Asia	45	17	38
Europa	46	34	74
N América	23	4	17
Oceanía	14	2	14
S América	12	7	58
Total	193	67	35

Continente	Población Total	Población de los Países con Rn Datos Disponibles	% de la Población con Rn Datos Disponibles
África	904.305.412	128.999.490	14
Asia	3.983.470.170	3.314.703.215	85
Europa	742.491.636	663.052.098	89
N América	511.362.031	448.779.940	88
Oceanía	33.105.457	25.078.384	76
S América	374.997.087	315.551.179	84
Total	6.459.731.793	4.896.164.306	76

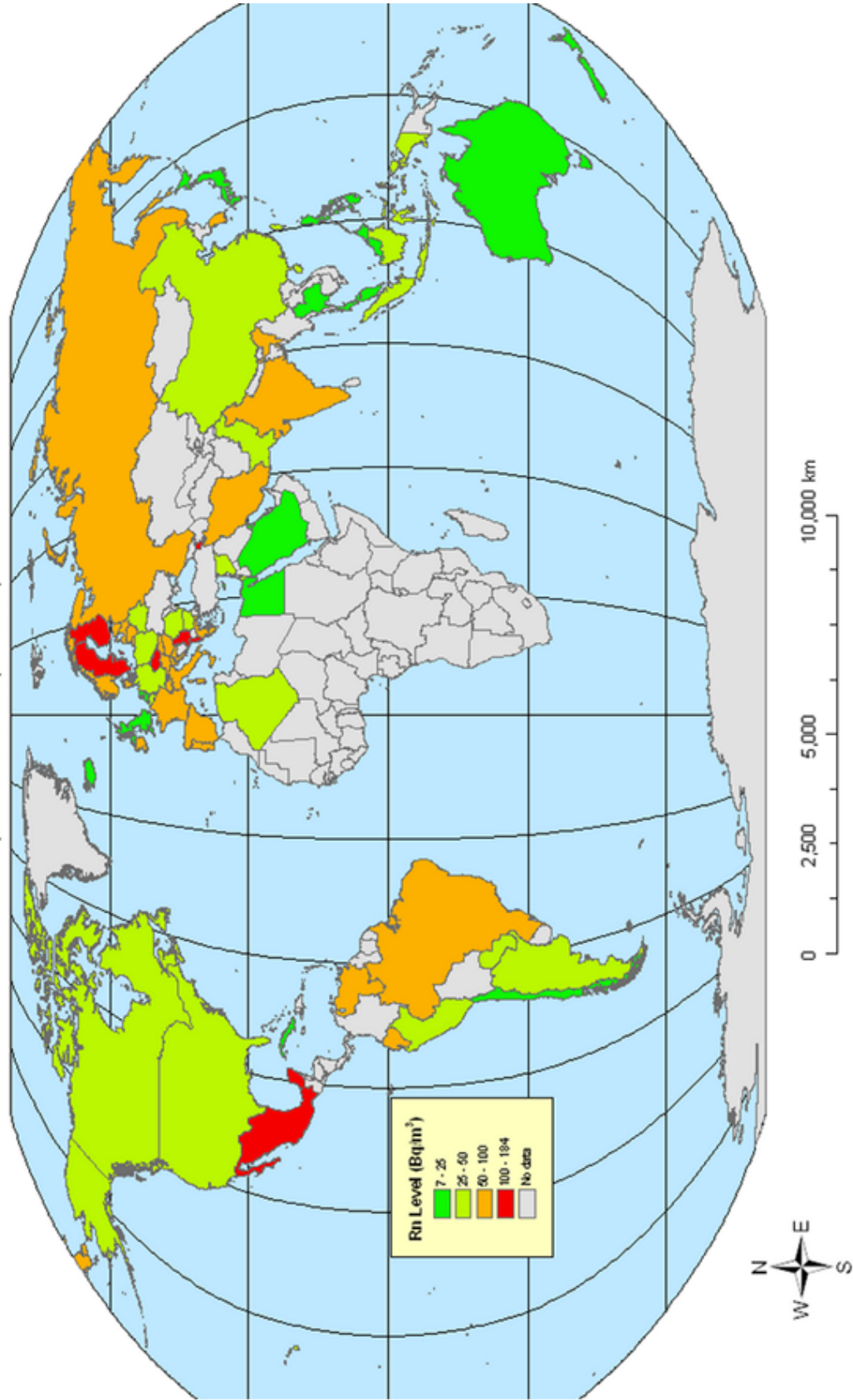
Continente	Superficie Total km	superficie de los Países con Rn Datos Disponibles	% de la Superficie con Rn Datos Disponibles
África	30.042.810	3.621.723	12
Asia	31.713.399	24.408.412	77
Europa	23.215.582	22.255.613	96
N América	22.300.343	21.668.763	97
Oceanía	8.480.726	7.952.834	94
S América	17.730.252	14.938.952	84
Total	133.483.112	94.846.297	71

Tab. 2.1: Resumen Estadístico proporcionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [12]

La figura indica los países que poseen un mayor nivel de riesgo a la exposición de este elemento, así como algunos países donde no se han realizado los determinados estudios. Cabe resaltar que América del Sur contempla un gran nivel de Radón en las residencias.

Arithmetic Mean Radon Level by Country

(Based on Data up to 2007)



Scale 1:115,000,000 Robinson Projection

Designed by J.M. Zielinski & H. Jiang

Fig. 2.4: Mapa de la Concentración del Radón a nivel Mundial (OMS) [15]

2.7 Estudios del Radón en países de América Latina

Una de las características principales para emanación del Radón es la zona geográfica. La presencia de este elemento dependerá de la ciudad, región, país o continente, condiciones ambientales y de la abundancia de sus elementos antecesores para generar el estudio.

Mediante las indagaciones realizadas en Estados Unidos y Países Europeos, se han generado organizaciones, Instituciones y Fundaciones con la finalidad de tener una estimación de los niveles de medición y detección de Radón que existe alrededor del mundo.

El objetivo de estas entidades es la de interrelacionar la presencia del Radón con el cáncer del pulmón y la salud pública, debido a la alta concentración que existe en algunos países.

A través de estas investigaciones se generó una responsabilidad gubernamental en la indagación y determinación de niveles de concentración del Radón en interiores, indicando pautas a la población sobre los peligros que ocurren en la salud al no contrarrestar este efecto. Se llega a afectar de mayor grado en la salud de las personas al estar en un continuo contacto con el elemento.

Las investigaciones que se presentan fueron realizadas en el año 2002, integrando países como Argentina, Brasil, Ecuador, México, Perú y Venezuela ilustradas en la Figura 2.5. En la Tabla 2.2 se indica las instituciones que aportaron con la participación del estudio del elemento Radón de cada país.

No.	País	Nombre de la Institución	Clasificación de la Institución	Objetivo
1	ARGENTINA	Autoridad Reguladora Nuclear	Laboratorio Nacional	Servicios
2	BRAZIL	Instituto de Física, UNICAMP	Universidad	Investigación
3	BRAZIL	Universidad Estatal Paulista	Universidad	Investigación
4	ECUADOR	Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica	Laboratorio Nacional	Investigación
5	MEXICO	Instituto de Física, UNAM	Universidad	Investigación
6	MEXICO	Facultad de Química, UNAM	Universidad	Investigación
7	MEXICO	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Laboratorio Nacional	Investigación
8	PERU	Pontificia Universidad Católica de Perú	Universidad	Investigación
9	VENEZUELA	Universidad Simón Bolívar	Universidad	Investigación

Tab. 2.2: Instituciones Participantes [16]



Fig. 2.5: Ilustración de los países que ayudaron en la Investigación [16]

La Tabla 2.3 indica los datos obtenidos de las mediciones en las diferentes ciudades de los países de estudio, siendo referenciadas a través de un código en relación a la Figura 2.5.

La tabla destaca los niveles máximos y mínimos de las viviendas de las diferentes ciudades, donde sus valores dependerán de las estaciones o localidades donde se ha realizado las respectivas mediciones. El nivel de concentración del elemento es decretado por los niveles acordados a la norma US EPA (Environmental Protection Agency). [8] [16]

Esta entidad recomienda realizar mediciones del radón en la planta baja y los primeros dos pisos, teniendo en cuenta que los datos obtenidos no sobrepasen un umbral de los 148 Bq/m^3 .

No	País	Cod	Ciudad	No. de Viviendas	Nivel Rn Interiores		
					Max	Min	Med
1	ARGENTINA	1	Bariloche	18	59	28,2	36
1	ARGENTINA	2	Buenos Aires	354	235	6,0	26
1	ARGENTINA	3	Córdoba	154	198	5,0	23,3
1	ARGENTINA	4	Corrientes	109	286	4,0	48
1	ARGENTINA	5	Cosquín	70	211	5,0	48,2
1	ARGENTINA	6	Gral Alvear	106	145,5	5,0	45
1	ARGENTINA	7	Malargue	239	250	9,0	38,9
1	ARGENTINA	8	Mendoza	139	256	4,4	49,6
1	ARGENTINA	9	Prov. De Chubut	70	74,5	6,0	33
1	ARGENTINA	10	Resistencia	35	131,5	12,6	49
1	ARGENTINA	11	Rosario	61	220	18,0	31
1	ARGENTINA	12	San Luis	204	84,3	10,0	30,7
1	ARGENTINA	13	San Rafael	413	116	7,0	30,8
1	ARGENTINA	14	Santiago de Estero	62	81,9	5,0	28
2	BRAZIL	15	Campinas-SP (Verano)	70	254,5	16,7	77,6
2	BRAZIL	15	Campinas-SP (Invierno)	70	310	26,3	86,3
3	BRAZIL	16	Sao Paulo.	180	262,7	7,03	79,92
4	ECUADOR	17	Quito (Zona DC)	14	157,4	49,41	87,1
4	ECUADOR	17	Quito (Zona CP)	17	160,39	20,39	77,6
4	ECUADOR	17	Quito (Zona CV)	14	225,66	36,38	117,8
4	ECUADOR	17	Quito (Zona LG)	16	207,66	37,43	94,7
5	MEXICO	18	Aguascalientes, Ags.	180	130,0	39,0	61,0
5	MEXICO	19	Chihuahua, Chih.	250	273,0	42,0	135,0
5	MEXICO	20	Guadalajara, Jal.	250	190,0	37,0	117,0
5	MEXICO	21	Hermosillo, Son	250	157,0	27,0	91,0
5	MEXICO	22	León, Gto.	250	130,0	20,0	67,0
5	MEXICO	23	Mexico City	400	217,0	15,0	84,0
5	MEXICO	24	Monterrey, NL.	250	280,0	45,0	97,0
5	MEXICO	25	Morelia, Mich.	250	165,0	15,0	45,0
5	MEXICO	26	Pachuca, Hgo.	200	187,0	20,0	120,0
5	MEXICO	27	Puebla, Pue.	250	101,0	49,0	72,0
5	MEXICO	28	Querétaro, Qro.	180	163,0	15,0	61,0
5	MEXICO	29	San Luis Potosí, SLP.	180	148,0	15,0	4,0
6	MEXICO	23	Metropolitan Zone	*	300,0	55,0	90,0
6	MEXICO	23	Metropolitan Zone,(Invierno)	*	276,0	43,0	86,0
7	MEXICO	30	Metepec, Lerma	320	40,7	7,1	17,8
7	MEXICO	23	Mexico City	500	103,7	15,0	14,3
7	MEXICO	23	Mexico City	500	296,0	15,0	33,5
7	MEXICO	27	Puebla	100	59,5	48,4	54,0
7	MEXICO	31	Toluca	200	44,7	15,0	17,9
7	MEXICO	32	Zacatecas	120	86,0	14,0	46,2
8	PERU	33	Lima (CAPU-PUCP)	84	42,7	18,6	30,6
8	PERU	33	Lima (Library, PUCP)	84	50,2	25,7	34,0
9	VENEZUELA	34	Caracas	75	-	-	35
10	VENEZUELA	35	Estado Barinas	68	346	15	70

Tab. 2.3: Niveles de Radón Bq/m^3 en las diferentes ciudades de los países de América Latina [16]

La tabla 2.4 indica los valores máximos y mínimos de los resultados obtenidos de cada país de una forma concisa. Mediante este estudio se observa que el Ecuador

No	País	Nivel Rn Interiores		
		Max	Min	Med
1	ARGENTINA	286,0	15,0	36,96
2	BRAZIL	310,0	16,7	81,95
3	BRAZIL	262,7	15	79,92
4	ECUADOR	225,66	20,39	94,3
5	MEXICO	280,0	15	83,25
6	MEXICO	300,0	43	88,0
7	MEXICO	103,7	15	30,62
8	PERU	50,2	18,57	32,29
9	VENEZUELA	346,0	15	52,5

Tab. 2.4: Resultados del Radón por País [16]

cuenta con una medición alarmante en las zonas utilizadas para el estudio, ya que se encuentra con un valor máximo obtenido de $225,66 \text{ Bq/m}^3$, es decir, en las viviendas de Quito (Zona CV) cuentan con un porcentaje de concentración del Radón de aproximadamente 52,47% por encima del límite que establece la norma EPA. Con estas referencias se debe de tomar medidas adecuadas para contrarrestar los efectos.[16] [17]

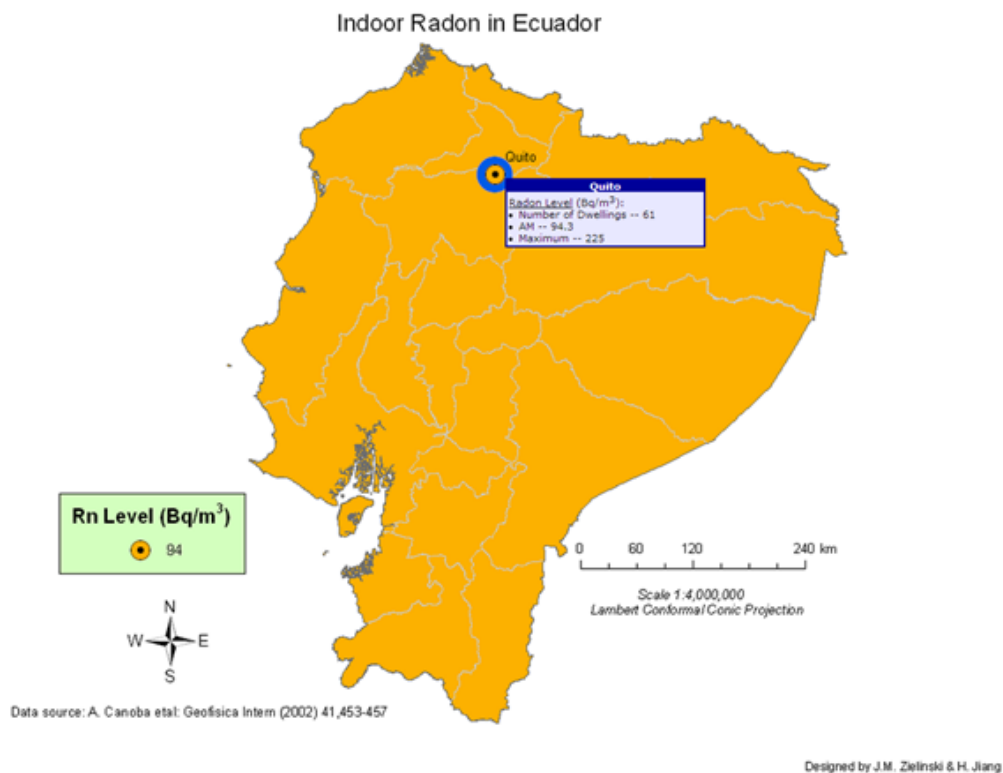


Fig. 2.6: Niveles de Radón medidos en Quito [17]

La Organización Mundial de la Salud establece como umbral de medición un valor de $100Bq/m^3$, al tomar estas medidas como referencia, se observa que las cifras se vuelven más críticas con respecto a las establecidas por la EPA. [3] [11]

La OMS recomienda que se tomen las medidas adecuadas para contrarrestar la acumulación del Radón, siendo nuestro país uno de los países que cuenta con una alta presencia del elemento en el ambiente. Por lo que se debe de dar pautas e información a la población acerca de las consecuencias que produce este elemento en el organismo, con la finalidad de tener las directrices necesarias para sobrellevar el problema.

2.8 Información del Radón en el Ecuador a través de los medios de comunicación

Algunos medios de información de nuestro país, han hecho mención de las afecciones que se genera por la presencia y acumulación de este elemento. Desde las investigaciones realizadas por parte de la OMS, se han ido divulgando a través de periódicos información pertinente de la exposición de este gas y de las repercusiones que ocurren en la salud, al estar expuestos por periodos prolongados de tiempo.

A través de los resultados expuestos por la OMS y vinculando a nuestro país con un alto grado de nivel de Radón, se ha tratado de dar un nivel de concientización a la ciudadanía sobre este elemento, por lo que a continuación se citan artículos de algunos periódicos que han brindado su respectiva información a la población.

El diario La HORA Nacional presenta el 20 de septiembre de 2006 el artículo “*Radón, un gas peligroso*”, haciendo mención de un taller en los auditorios de Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador (SOLCA) en Quito con relación a este elemento, dando como introducción las propiedades que posee, su origen, la presencia de este gas donde la población es expuesta y las repercusiones que existe en la salud a largo plazo.

El 24 de Febrero de 2013, realiza una cita denominada “*Peligros del gas Radón*”, dando una breve introducción del Radón y de la ionización que producen las partículas alfa, además de indicar las medidas que recomienda la OMS para solventar el problema.

Por su lado, el diario EL MERCURIO, realiza un artículo llamado “*Uranio en el Azuay?*”, publicado el 18 de Julio de 2012 por Lauro López Bustamente, donde presenta información acerca del “*Convenio sobre cooperación en la esfera de utilización de la energía atómica para fines pacíficos*”, donde se cita el siguiente contexto:

"Pero no son estos plazos los que nos deben preocupar a los cuencanos y azuayos. Si lo es el anuncio de que en los estudios preliminares se establecen que en 4.000 km² de su superficie habrían yacimientos de uranio, esto es en casi la mitad del territorio de nuestra Provincia."

Este estudio preliminar indica que nuestra Provincia posee el Uranio y sus desencadenantes, entre uno de ellos el Radón. Es posible poseer una alta concentración de este elemento ya sea en nuestras oficinas, escuelas o domicilios. Es de vital importancia generar un registro de las actividades de este elemento en nuestra ciudad, con la finalidad de avisar o alertar a la población de las medidas que se deben de tomar para evitar los efectos adversos del Rn en la salud de sus habitantes.

Conceptos Principales

” *La idea no es que se pueda conceptualizar el mundo sin conceptos. La idea es que cuando reflexionamos sobre nuestra concepción del mundo, podemos reconocer en ella que algunos de nuestros conceptos y vías para representar el mundo dependen más que otros de nuestra perspectiva, de nuestra propia y local manera de aprehender las cosas.*

— **Bernard Williams**

3.1 Introducción

En el presente capítulo se da a conocer algunos conceptos que se han estudiado y desarrollado en el transcurso de la carrera, así como los diferentes parámetros y protocolos que deben de seguir los datos a transmitir la información a través del Internet. Los estándares que se mencionan han sido establecidos mediante una constante evolución de la red de Internet con el pasar del tiempo.

La mayoría de servicios que encontramos en la *Red de Redes* se basan en un modelo *Cliente-Servidor*, el cual trabaja a través de mensajes solicitud y respuesta bajo el protocolo de transferencia de hipertexto. Este protocolo se utiliza con el fin de establecer una adecuada comunicación la cual proceda a dar paso a la transmisión de la información.

Uno de los avances actuales que se ha desarrollado mediante el Internet es la computación en la Nube, ofreciendo al usuario un entorno diferente de acceso. Mediante este avance se da inicio a una estructura para guardar los archivos y hacer uso de programas sin una previa instalación, incorporando nuevos servicios a la *Red de Redes*.

3.2 Modelo de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP)

En la actualidad, el Internet se ha convertido en una de las bases principales para la comunicación entre las personas a través de los diferentes servicios que brinda, desarrollándose constantemente. Los usuarios se enlazan al servicio de Internet mediante diferentes medios de comunicación que pueden ser tanto físicos como inalámbricos.

La conexión hacia Internet se realiza a través de la unión de diversos nodos para establecer un intercambio de datos (transmisión y recepción), que siguen diversos estándares, normas o protocolos establecidos.

El Internet es una red de redes compuesta por múltiples componentes, los cuales albergan varios equipos que van desde lo más simple a lo más complejo. Los equipos a utilizar dependen de las características del servicio al que se pretende dar un respectivo acceso y por consiguiente un apropiado recibimiento de información.

Entre los protocolos más comunes del Internet se encuentran:

- Protocolo de Internet (Internet Protocol (IP)).
- Protocolo de Transferencia de Hipertexto (Hypertext Transfer Protocol (HTTP))
- Protocolo de Configuración Dinámica de Host (Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)).

El protocolo TCP/IP representa un conjunto de reglas o estándares que se deben de seguir, para permitir la conexión de los equipos hacia el Internet, con el fin de enviar y recibir información que desee el usuario. Este proceso se realiza mediante un direccionamiento IP para obtener la información esperada, brindando beneficios como:

- Recuperación ante fallas.
- Escalabilidad a la red.
- Corrección de errores a través de los medios de comunicación.
- Accesible a Múltiples plataformas.

A este protocolo TCP/IP se lo puede encasillar como un estándar o una implementación. Es un *Estándar* ya que representa las normas que se deben de seguir y cumplir

para establecer la comunicación en la red, e *Implementación* ya que se lo conoce como un modelo referencial para la comprensión del funcionamiento de la red a través del uso de capas, para resolver un problema en diferentes instancias. Actualmente se desarrollan aplicaciones basadas en este modelo.

Es conocido también como Modelo de Internet, cada capa del modelo TCP/IP realiza una función diferente y específica de acuerdo al nivel de abstracción que posee. El tratamiento de la información de cada capa llega a ser un complemento para la siguiente.

En cada capa del modelo se agrega un encapsulado respectivo a los datos, vinculando una información adicional al paquete antes de la transmisión, con la finalidad de que estos paquetes al llegar al destinatario procedan a realizar el proceso inverso. La Figura 3.1 se indica este proceso.

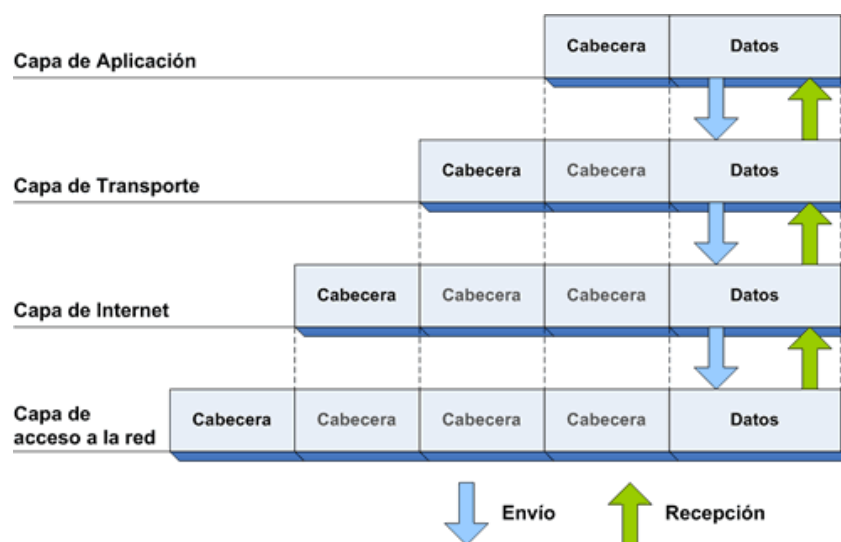


Fig. 3.1: Encapsulamiento de información entre capas del modelo TCP/IP.[21]

En cada capa del modelo se brinda un formato y estructura, la cual depende del tipo de mensaje y del canal que se utilice como medio de comunicación para el envío de la información. El conjunto de los datos enviados serán supervisados a través de los protocolos informáticos y de red preestablecidos, donde tienen la tarea de observar el:

- Formato y encapsulación del mensaje.
- Tamaño del mensaje.
- Temporización del mensaje.

- Opciones del mensaje de entrega.
- Codificación de los mensajes.

Las características presentes en cada una de las capas del modelo TCP/IP, son:

- Capa de Aplicación:

Se encuentra en la parte superior del modelo TCP/IP. Contiene aplicaciones de red, siendo la interfaz que se presenta al Usuario y administrado por el software para la comunicación a su capa inferior, mediante protocolos User Datagram Protocol (UDP) o Transmission Control Protocol (TCP). En esta capa el paquete de datos es denominado mensaje.

- Capa de Transporte:

La principal función de esta capa es la comunicación con equipos remotos mediante la utilización de puertos. Esta capa utiliza dos protocolos de transporte como lo es User Datagram Protocol (UDP) y Transmission Control Protocol (TCP), los cuales permiten que dos o más aplicaciones intercambien información.

Una vez encapsulado los datos, el mensaje procede a llamarse segmento o datagrama dependiendo del protocolo de transporte a utilizar. La principal diferencia entre estos protocolos es la fiabilidad que requiere la información por parte del usuario, entidad o aplicación.

El protocolo TCP es orientado a conexión, esperando un acuse de recibo (Acknowledgement (ACK)) para la detección de errores en la transmisión o corrupción de los datos en el receptor. En caso de tener pérdida de información se procede a reenviar la información para que exista una correcta transmisión de los datos en el destinatario, brindando la confiabilidad de datos como aspecto principal entre sus parámetros.

Este protocolo es utilizado por aplicaciones que necesiten fidelidad en vez de rapidez, estableciendo un control de flujo para evitar la congestión en el receptor por un envío exagerado de peticiones por parte del emisor.

Por su parte, el protocolo UDP no es orientado a la conexión, siendo un flujo unidireccional en la transmisión, debido a que se envían los datos sin conocer si la información fue recibida totalmente o con problemas en el destinatario. Este protocolo de transporte no utiliza un control de flujo, por lo que es utilizado en aplicaciones que necesiten rapidez como audio y video.

- Capa de Internet:

En esta capa se definen el enrutamiento de los datagramas o segmentos a los equipos remotos y la administración de direcciones IP. El segmento o datagrama toma el nombre de datagrama IP después de realizarse la encapsulación.

- Capa de Acceso a la Red:

Es la capa que brinda los recursos necesarios para la transmisión de los datos a través de los medios de comunicación, es decir, mediante el uso de canales físicos o inalámbricos. El paquete de datos que llega a esta capa es conocido como trama.

La Figura 3.2 indica el esquema del modelo TCP/IP, donde la información puede ser enviada desde un cliente a otro, o de un cliente a un servidor, dependiendo de la petición que se efectúe.[22]

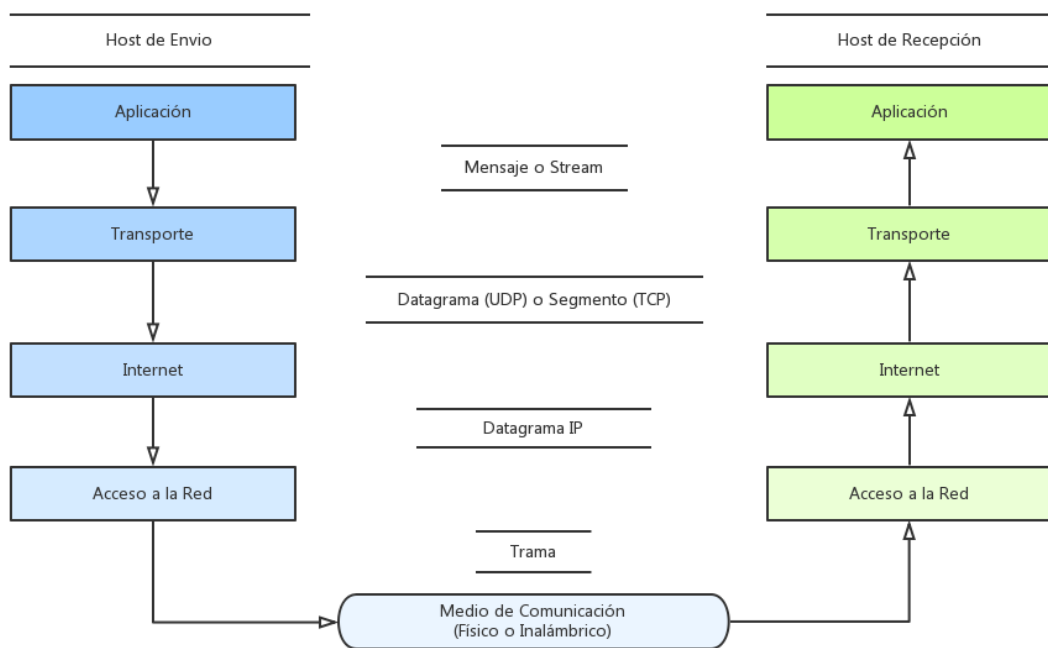


Fig. 3.2: Capas del Modelo TCP/IP [22]

3.3 Arquitectura Cliente-Servidor

El modelo TCP/IP se rige mediante la arquitectura Cliente-Servidor, debido a que los equipos conectados a la red se clasifican como host o dispositivos finales. Estos equipos pueden funcionar como cliente, servidor o ambos dependiendo del software

instalado en el equipo. Se conoce como host a una computadora, pero un dispositivo final puede ser tanto una computadora, un celular, una Tablet, etc.

El conjunto de estos equipos (Clientes o Servidores) llegan a acoplarse de tal forma que pueden ser utilizados de manera eficaz y organizada dentro de una empresa.

Los clientes son los host o dispositivos finales cuyo software envía peticiones o requerimientos al servidor, los cuales deben de atravesar normas preestablecidas para obtener la respuesta deseada por parte del Servidor. Un servidor puede ser una computadora la cual presta varios servicios a un cliente o a múltiples clientes.

En un computador se puede instalar software para que actúe tanto como servidor o cliente, dependiendo del servicio que se desea brindar y de las capacidades que presenta al sistema. Si la computadora actúa como cliente, se debe de tener un software cliente para cada servicio requerido por parte del servidor. La figura 3.3 indica esta arquitectura.

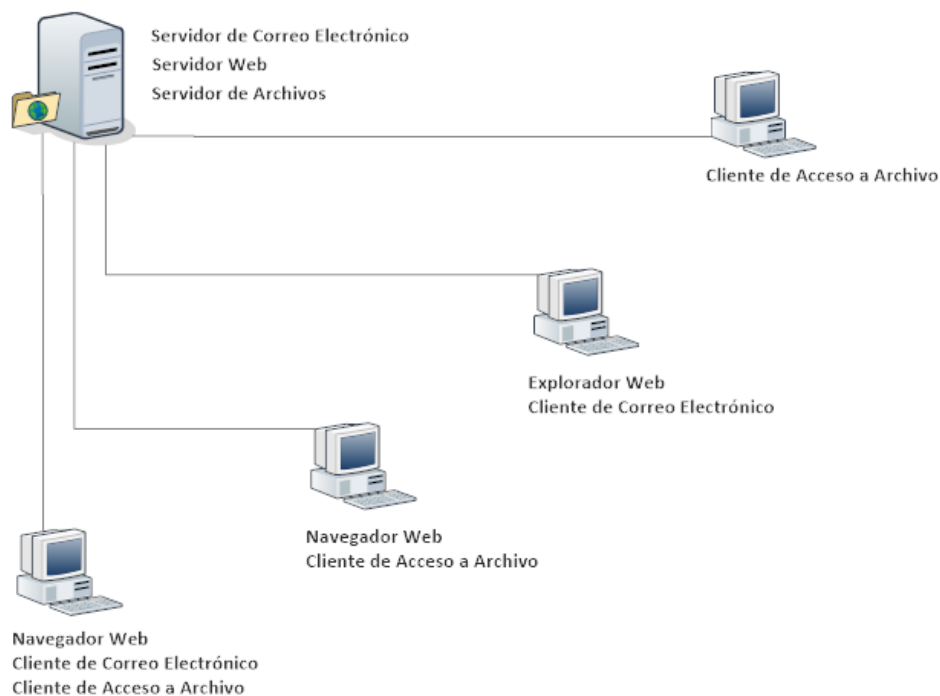


Fig. 3.3: Arquitectura Cliente-Servidor. [22]

Entre las funciones principales que se lleva acabo en la parte del cliente se encuentran:

- Administrar la Interfaz del Usuario.
- Interactuar con el usuario.

- Procesar la lógica de la aplicación y hacer validaciones locales.
- Generar requerimientos de bases de datos.
- Recibir resultados del servidor.
- Formatear resultados.

Algunas funciones que realiza el servidor mediante el conocimiento de puertos son:

- Aceptar los requerimientos de las bases de datos que hacen los clientes.
- Procesar requerimientos de bases de datos.
- Formatear datos para transmitirlos a los clientes.
- Procesar la lógica de la aplicación y realizar validaciones a nivel de bases de datos.

Existen varias aplicaciones donde el modelo Cliente-Servidor es utilizado, como es el caso de los servidores de archivos, de base de datos, de transacciones, aplicaciones web como HTTP, etc.

3.3.1 Ventajas de la Arquitectura Cliente-Servidor

- Poseer recursos centralizados debido a la existencia de plataformas de hardware más asequibles al público, utilizando componentes de múltiples empresas. La principal ventaja que se obtiene es la de reducir el costo y mejorar la flexibilidad en la implementación de un sistema o actualización del mismo ya sea a través hardware o software.
- Facilitar la integración de diferentes sistemas sin la necesidad de utilizar un mismo sistema operacional, utilizando interfaces amigables al usuario.
- Red Escalable al permitir un crecimiento en la infraestructura computacional, así como la integración de nuevas tecnologías.

3.3.2 Desventajas de la Arquitectura Cliente-Servidor

- El mantenimiento se complica debido a los diversos componentes que se utilizan para la formación de una red, ya que son de diferentes fabricantes.

- Tener una estrategia de corrección de errores para mantener una adecuada lectura de datos, por lo que constituye parte de la seguridad del envío y recepción de datos.
- El desempeño de esta arquitectura debe solventar problemas de congestión de red, y demás problemas inherentes en el sistema y transmisión.

3.4 Puertos y Sockets

En el modelo TCP/IP, la capa de Internet procesa el encapsulado de los datos recibidos por parte del emisor, mediante una petición realizada hacia el destinatario. En este proceso se extrae la información necesaria del datagrama para luego ser procesada nuevamente en la capa de Transporte.

El concepto de puerto se incorpora en la capa de Transporte, el cual utiliza 16 bits para su información que va del 1 al 65535. La demultiplexación de la información es la principal característica que se produce, con la finalidad de realizar el envío de información adecuado a la aplicación correspondiente mediante un socket.

El socket es una interfaz de entrada y salida que se comunica de forma única, según el servicio o petición que se solicita por parte del cliente. Este procedimiento se realiza mediante la vinculación de la dirección IP y puerto de origen con la dirección IP y puerto de destino, permitiendo que múltiples procesos se ejecuten y diferencien entre ellos.[22]

Existen tres tipos de puertos que son:

- *Puertos Conocidos*

Son aquellos que son utilizados por determinadas aplicaciones y servicios, siendo reservados desde el puerto 1 al 1023.

Se emplean comúnmente para aplicaciones web, para acceso a mensajes de Internet, peticiones a servicio de correo electrónico y Telnet.

- *Puertos Registrados*

Son utilizados por aplicaciones en concreto predispuestas por el usuario, es decir, suelen ser aplicaciones de software que instala el usuario, las cuales necesitan de permisos de acceso a las que concede el usuario. Estos puertos van de 1024 al 49151. Por ejemplo MySQL (3306).

- *Puertos Privados*

También conocidos como dinámicos o efímeros, los cuales van de 49151 al 65535, siendo asignados para las aplicaciones clientes cuando el usuario establece una comunicación para algún servicio en particular, por lo que no están reservados para una aplicación específica.

Los puertos son determinados por La agencia de Asignación de Números por Internet (Internet Assigned Numbers Authority (IANA)) siendo un organismo responsable de asegurar los distintos estándares de direccionamiento.

Los puertos pueden adquirir uno de los siguientes estados:

- *Filtrado:*

Dependiendo de las características y funciones que realiza el Firewall, este procede a bloquear el puerto, para no recibir las peticiones enviadas por parte del emisor.

- *Cerrado:*

El puerto se encuentra disponible pero no hay ninguna aplicación que este enviando peticiones a través del mismo, por lo que no se encuentra en funcionamiento.

- *Abierto:*

El puerto esta disponible y se encuentra recibiendo peticiones por parte del emisor, encontrándose en funcionamiento.

3.5 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Es uno de los protocolos más utilizados en la web, siendo desarrollado por la World Wide Web Consortium (W3C), que vela por el correcto desarrollo de la Web. Utiliza la Arquitectura Cliente-Servidor, es decir, mediante peticiones de solicitud-respuesta. El servidor envía los resultados de las peticiones enviadas por parte del cliente, las cuales han sido escuchadas por el puerto por defecto (80).

Una vez establecida la conexión por parte del cliente y servidor, el protocolo Transmission Control Protocol (TCP) se encarga de dar fiabilidad y seguridad, evitando errores en la transmisión de datos.

Cada petición que se establece en el servidor HTTP implica una conexión, siendo única e independiente para el servicio al que se desea ingresar. La figura 3.4 indica los dos mensajes (petición/respuesta) que existen para establecer la comunicación entre el Cliente-Servidor, siguiendo los correspondientes comandos y opciones del protocolo web.

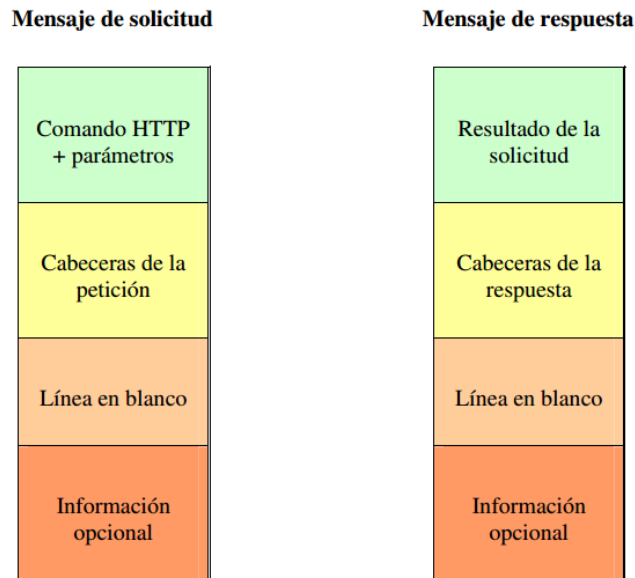


Fig. 3.4: Mensajes del Protocolo HTTP [25]

En primera instancia, el mensaje del cliente presenta los comandos necesarios de petición para el establecimiento de la comunicación entre el servidor HTTP, en cambio, el servidor presenta un código que manifiesta el éxito o fracaso de la petición. A continuación de los mensajes de comunicación, prosiguen las cabeceras y datos opcionales para el funcionamiento adecuando del protocolo.

En algunos casos, los códigos enviados por el servidor son mostrados en la pantalla del cliente, debido a un error que ha ocurrido en el cliente o en el servidor, los cuales pueden ser:

- *1xx*: Mensajes Informativos.
- *2xx*: Mensajes asociados con operaciones realizadas correctamente.
- *3xx*: Mensajes de redirección, que informan de operaciones complementarias que se deben realizar para finalizar la operación.

- 4xx:
Errores del cliente, donde el requerimiento contiene algún error o no puede ser realizada la petición.
- 5xx:
Errores del servidor, que no ha podido llevar a cabo una solicitud.

Los pasos que realiza una petición por parte del cliente a la espera de respuesta por parte del servidor son los siguientes:

1. El usuario accede al recurso mediante una Uniform Resource Locator (URL).
2. El software cliente pasa a decodificar la URL con el fin de identificar cada parte del formato estándar y obtener el recurso solicitado.
3. Se establece la comunicación TCP/IP con el Servidor a la espera de la respuesta a la petición a enviar, mediante el puerto correspondiente.
4. Se procede a enviar la petición del recurso, enviando los datos y comandos del protocolo HTTP necesarios para la información al que desea acceder el cliente.
5. El servidor procede a enviar la respuesta al cliente sobre los datos solicitados.
6. Por último se termina la comunicación TCP/IP.

La figura 3.5 presenta los pasos del envío y respuesta de la petición de un recurso o información por parte del usuario a través del software cliente de la aplicación.

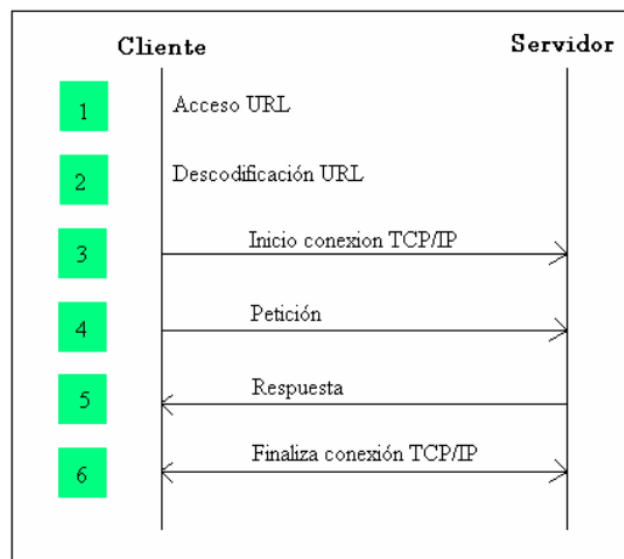


Fig. 3.5: Petición HTTP [26]

3.5.1 Comandos del Protocolo HTTP

El protocolo HTTP consta de algunos comandos principales que permiten la realización de acciones, las cuales se encuentran bajo restricciones de los propios comandos, como son:

- *GET*:

Es utilizado con la finalidad de obtener una cierta o cualquier tipo de información por parte del servidor, siendo utilizado al pulsar un enlace o al ingresar el URL.

- *HEAD*:

Realiza la función del comando anterior, con la diferencia de pedir solamente la cabecera del servidor como respuesta. Son utilizados por un *proxy* o *gestores caché* para la actualización de la copia de algún fichero.

- *POST*:

Al igual que el primer comando con la característica de poder enviar información al servidor, es utilizado en Páginas Web con el fin de enviar, administrar, o añadir datos a una base de datos, de una forma confidencial.

- *PUT*:

Es utilizado con el fin de actualizar información o un documento específico en el servidor, enviando los datos a partir del URL.

- *DELETE*:

Procede a eliminar un documento determinado en el servidor.

- *LINK*:

Establece una relación entre los documentos del servidor.

- *UNLINK*:

Procede a cancelar la relación existente en los documentos en el servidor.

Estos comandos son empleados con mayor frecuencia en Páginas Web, con el fin de modificar, editar y demás acciones en un Servidor Web de forma remota.

3.5.2 Uniform Resource Locator (URL)

El Localizador Uniforme de Recursos es un formato estándar para una dirección de Internet utilizado comúnmente en el protocolo HTTP, que mediante un navegador puede ser localizada y hacer referencia a un documento o recurso en la Web. El formato que utiliza URL es el siguiente:

protocolo : //host/ruta/recurso

Aunque puede aumentar otros parámetros como:

protocolo : //usuario : contraseña@host : puerto/ruta/recurso

El estándar del URL combina:

- El protocolo o servicio que se emplea para la respuesta del servidor.
- Las credenciales como el nombre del usuario y contraseña, para el establecimiento la conexión en el servicio.
- El host o servidor al que se accede.
- La ruta de acceso al recurso.
- El nombre del recurso que suele ser una página web o cualquier tipo de documento.

3.6 Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)

Este sistema es una colección y conjunto de datos interrelacionados con la finalidad de acceder a los mismos mediante un acceso controlado. Dicha colección denominada como base de datos es diseñada con el fin de prestar ciertos requisitos de información para uno o varios usuarios.

El Sistema Gestor recupera el conjunto de datos de forma eficiente y fiable del lugar en el que han sido almacenados y organizados mediante una estructura predispuesta, de modo que los usuarios que tienen el respectivo acceso puedan definir, crear y mantener la base de datos según los propósitos a utilizar.

Las bases de datos han acaparado la atención desde su lanzamiento hasta la actualidad, ya que proporcionan y presentan una forma sencilla y robusta de poder

organizar los datos según los ámbitos a los que se puede ingresar. Algunos espacios donde se encuentran las bases de datos son:

- Banca
- Líneas Aéreas
- Universidades
- Transacciones Bancarias
- Telecomunicaciones
- Finanzas
- Ventas
- Producción
- Recursos Humanos
- Sitios Web y demás.

Estas deben de prestar características como insertar, actualizar, eliminar y consultar los datos, según los propósitos diseñados por la empresa. La información que poseen son almacenadas mediante la utilización de tipos de lenguaje, los cuales dependen de la forma de acceso a los datos. Entre ellos tenemos a los lenguajes procedurales y no procedurales.

En la tabla 3.1 se indica las diferencias entre estos lenguajes.

Procedurales	No Procedurales
Manipulación de la BD registro a registro. Especificación de operaciones a realizar para obtener los datos como resultado.	Operan sobre conjunto de registro. Se especifica que datos obtener sin establecer la operaciones de por medio. Lenguaje mas utilizado el Structure Query Language (SQL).

Tab. 3.1: Lenguaje de Manejo de Datos [27]

Estos sistemas deben de proporcionar fiabilidad mediante un acceso controlado, los cuales dependerán de la seguridad con respecto a agentes o usuarios no autorizados. También deben de velar por:

- la integridad en la consistencia de los datos,
- control de concurrencia para el acceso a múltiples usuarios,
- recuperación ante fallos de hardware o software.

Los conceptos que abarca los Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) son los siguientes:

- *Entidad*: Representación de un objeto del mundo real.
- *Atributo*: Representación de alguna propiedad o característica de la Entidad.
- *Relación*: Describe la interacción entre dos o más Entidades.

Los Tipos de Base de Datos más conocidos son:

- *Jerárquicas*:

La relación entre las entidades se ordena de tipo Padre/Hijo, la cual posee una forma visual de un árbol invertido, donde se tiene la siguiente lógica para la adecuación de las entidades y atributos:

Un padre tiene varios hijos pero un hijo tiene un solo padre.

- *En red*:

Organiza la información mediante enlaces y registros (entidades), guardando los datos en los registros mediante atributos, llegando a relacionarse entre sí a través de los enlaces. Se los tiene como obsoletos al ser complejos y al poseer dificultad en la manipulación.

- *Relacionales*:

Es el modelo más conocido, la información de los datos se muestran a través de tablas y relaciones. Brinda flexibilidad a los datos en función de las aplicaciones y usuarios, cuyas características son las de poseer:

- Uniformidad debido a que se trabaja en tablas,
- Sencillez,
- Integridad Física que comprende el almacenamiento de datos independiente de su manipulación,
- Integridad Lógica que es la modificación de elementos en la base de datos independiente de las aplicaciones del mismo.

3.6.1 Ventajas e Inconvenientes de los Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)

Estos sistemas brindan ayuda al poder obtener de una forma ordenada y asequible los datos necesarios, pero además presenta funciones a favor y en contra, por lo que se detalla ciertos aspectos a tomar en cuenta.

- Funciones a Favor:

- *Redundancia de datos*

Se debe de tener un manejo adecuado del espacio de almacenamiento en cuanto a redundancia, ya que en algunas circunstancias mejora las prestaciones de algunos servicios, pero puede generar un desperdicio al no ser manejado correctamente.

- *Compartición de datos*

Las bases de datos al estar bajo una empresa, deben de ser asequibles de una forma remota o local a usuarios autorizados.

- *Mantenimiento de estándares*

Los cuales deben de respetar las normas implantadas en la organización que velan estándares nacionales e internacionales.

- *Seguridad*

Con respecto a usuarios o agentes no autorizados que tratan de filtrarse a la información de la Base de Datos (BD), por lo que los Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) permite ingresar a los datos mediante una verificación del usuario a través de una clave o contraseña.

- *Accesibilidad a datos*

El usuario a través de generación de informes por el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) pueda acceder a cualquier tipo de consulta.

- *Productividad*

Al innovar cada cierto tiempo con herramientas que simplifiquen aplicaciones para el acceso a la Base de Datos (BD), estas ofrecen un menor

tiempo en la rutina de manejo de ficheros para el programador, mejorando la productividad del mismo.

- *Aumento de la concurrencia*

Debido a que varios usuarios tienen acceso a una misma base de datos simultáneamente, pueden llegar a causar pérdida de información e integridad, por lo que se procede a gestionar el acceso concurrente a los mismos con el fin de evitar los problemas mencionados.

- *Copias de Seguridad y Recuperación ante Fallos*

Las copias de seguridad son realizadas periódicamente a través de un tiempo determinado, dependiendo de la importancia de los datos, con la finalidad de que si existe un fallo, se pueda utilizar estas copias para restaurar la información en un lapso de tiempo corto.

■ Funciones en Contra:

- *Alta Complejidad y Tamaño:*

Debido a sus funcionalidades que presenta para mejorar y ayudar a una empresa, se vuelve un conjunto complejo que necesita de una gran cantidad de espacio en disco como de memoria, para un óptimo desempeño o en algunos casos un equipamiento adicional para algunas prestaciones del equipo.

- *Costo:*

Dependiendo de las funcionalidades que necesita una empresa, el costo del Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) tiende a aumentar, considerando además el costo del mantenimiento del equipo.

- *Vulnerabilidad a los Fallos:*

Debido a que todo está centralizado en un equipo dedicado, hace que sea vulnerable a fallos al querer acceder a la información por agentes no autorizados.

3.6.2 Modelo Relacional

Este modelo es representado mediante tablas bidimensionales, el cual se basa a través del modelo matemático de relación, siendo una tabla con columnas (atributos) y filas (registros individuales).

Los atributos deben de poseer valores legales denominados dominios con el fin de tener una información disponible al ejecutar operaciones relacionales.

Las características de este modelo con respecto a su representación gráfica son:

- Una tupla es una fila de una relación o tabla.
- El grado de la relación es el número de atributos que contiene.
- La cardinalidad de una relación es el número de tuplas que contiene.
- Una base de datos relacional es un conjunto de relaciones normalizadas.

Los modelos deben de cumplir con restricciones referentes a las normas de los datos, que son determinadas por el usuario. Las restricciones deben de ser definidas bajo la base de datos del modelo (inherentes) o que permitan al usuario determinar restricciones personales a los datos (semánticas).

- *Inherente*
 - Cada relación debe de tener un nombre único con respecto a las demás.
 - A cada atributo se le atribuye un solo valor de cada tupla.
 - Los atributos y las tuplas no están ordenados, por lo que no importa su orden.
 - Cada tupla es distinta de las demás.
- *Semánticas*
 - Se hace uso de una clave primaria para no repetir valores en los atributos.
 - Unicidad para que el valor de los datos no se repitan.
 - Cumplir con la regla de validación de un dato al ser actualizado.

3.6.3 Tipos de Relaciones en el Modelo Relacional

El esquema relacional se lo representa mediante un modelo gráfico o también llamado diagrama entidad-relación. La Figura 3.6 indica la forma de representación de cada una de las partes de la tabla.

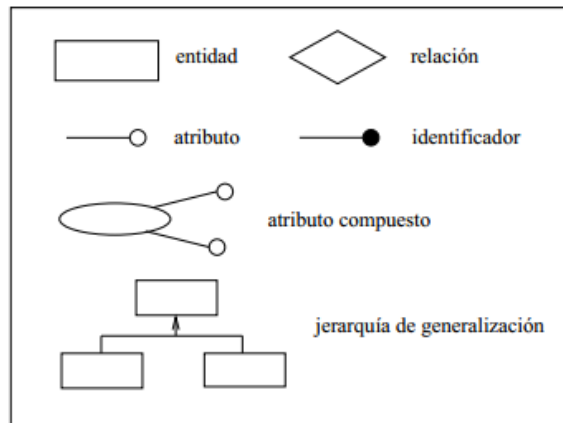


Fig. 3.6: Representación Gráfica de un Modelo Relacional. [27]

Las relaciones que existen entre los diagramas de entidad-relación según sus cardinalidades son:

- *Uno a Uno:*

Las entidades tienen una cardinalidad de 1, es decir, a cada entidad involucrada le corresponde solamente un elemento de cada entidad.

- *Uno a Muchos:*

La primera entidad posee una cardinalidad de 1 mientras que la otra tiene una cardinalidad de n, a la primera entidad le corresponde de uno a varios elementos de la otra entidad.

- *Muchos a Muchos:*

Las entidades participantes poseen una cardinalidad de n, por lo que a las entidades involucradas les corresponde varios elementos.

3.6.4 Structure Query Language (SQL)

El lenguaje más utilizado en el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) relacional es el lenguaje SQL, agrupando sentencias como:

- *Definición de datos:*

Son aquellas sentencias utilizadas para la creación, alteración y eliminación de las tablas.

- *Manejo de datos:*

Son aquellas utilizadas para insertar, consultar, modificar o borrar datos en las tablas.

- *Control:*

Es utilizado para dar un acceso a los usuarios que desean ingresar a la información, o para revocar privilegios a los usuarios, las cuales dependerán del administrador de la base de datos.

3.7 Sistemas Embebidos

Es aquel dispositivo o equipo electrónico diseñado para cubrir una función específica en tiempo real, interactuando con el entorno de una forma periódica. Permite controlar los procesos mediante actuadores o sensores con la ayuda de un microcontrolador, a través de las interfaces de entrada/salida que dispone el componente.

Estos equipos han sido diseñados para minimizar costos, consumo de potencia, maximizar confiabilidad, mejorar el desempeño y el tiempo de respuesta de una determinada actividad, siendo utilizados actualmente en varias ramas industriales y tecnológicas.

Actualmente poseen diversas formas de conexión para su funcionamiento, como es el caso de USB, Ethernet, WiFi, Bluetooth, Zigbee, o a través de interfaces de Usuario para mejorar la eficiencia del trabajo y organizar el ciclo de vida de una determinada actividad.

3.7.1 Sistemas embebidos en nuestro entorno

Es común encontrar algunos de estos sistemas incorporados con un equipo, para el desarrollo de algunas tareas mediante un trabajo en conjunto. Los sistemas están vinculados con la forma de conexión del dispositivo y de la utilidad del mismo, como en áreas de:

- Sistemas de telefonía fija o móvil.

- Automatización de procesos de producción.
- Equipos e instrumentación industrial.
- Sistemas de transporte.
- Electrodomésticos.
- Sistemas periféricos de un PC.

Dependiendo de las características del sistema embebido y de las necesidades que se desea cubrir en cierta actividad, se han desarrollado diversas formas de conexión, prevaleciendo las que están sujetas a una conexión hacia el Internet.

Se ha tenido una inclinación por los sistemas que tienen una conexión hacia Internet, debido a que se puede generar una respuesta de una actividad específica de una forma remota.

Estos sistemas se caracterizan por tener una fácil instalación o adaptación a los equipos a implementar y de tener un costo moderado. Algunas empresas ofrecen estos dispositivos al mercado, llegando a incorporar el término *Internet de las cosas*, resaltando la capacidad de conectar el máximo de objetos que nos rodean, entre ellos y con el usuario.

3.7.2 Sistema Embebido Ethernet

Arduino es una empresa de sistemas electrónicos con una plataforma de código abierto, basado especialmente en un hardware y software de fácil uso. Brinda la capacidad a sus usuarios de poder crear de forma interactiva y dinámica proyectos, a través de la documentación pertinente que presenta en sus foros y sitio web.

La empresa presenta al mercado un sistema embebido llamado Arduino Ethernet Shield, permitiendo la conexión a Internet a partir de una adaptación para las placas desarrolladas por la propia empresa. El dispositivo hace uso de librerías creadas por la propia empresa, permite una incorporación de datos de lectura y escritura en una tarjeta SD en las últimas versiones del producto.

Una vez activada la librería para el funcionamiento adecuado del Arduino Ethernet Shield, este procede a la conexión hacia Internet mediante un cable Ethernet con un conector RJ45, procediendo al envío de datos a través de protocolos TCP o UDP.

La placa del equipo presenta indicadores que indican la realización de actividades como:



Fig. 3.7: Sistema Embebido Ethernet Arduino [29]

- PWR: Indica que la placa y el Arduino Ethernet Shield están encendidos.
- LINK: Indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando el Arduino Ethernet Shield transmite o recibe datos.
- FULLD: Indica que la conexión de red es full dúplex.
- 100M: Indica la presencia de una conexión de red de 100Mb/s.
- RX: Parpadea cuando el Arduino Ethernet Shield recibe datos.
- TX: Parpadea cuando el Arduino Ethernet Shield envía datos.
- COLL: Parpadea cuando se detectan colisiones de red.

El equipo también se puede conectar a través de un cable Ethernet Power over Ethernet (PoE), teniendo que incorporarse al sistema para hacer uso del mismo.

3.7.3 Sistema Embebido Inalámbricos

Los sistemas inalámbricos están predominando en todos los equipos actuales, debido a que se conectan a los puntos de acceso mediante ondas electromagnéticas por el espacio, llegando hacia los módulos emisores y receptores que han sido incorporados en los equipos.

Esta forma de conexión excluye la necesidad de ocupar un medio físico para su comunicación, cumpliendo con las normas de conectividad vigentes y brindando al usuario una movilidad en su entorno. Los sistemas embebidos que se encuentran en el mercado local serán analizados a continuación.

XBee Wi-Fi Cloud Kit - Digi International



Fig. 3.8: Módulo XBee Wi-Fi por Arduino [30]

Este equipo proporcionado por la empresa Digi, ha sido creado con la finalidad de tener una sencilla manipulación del hardware y configuración del software para el control de los sensores y actuadores. Se vincula al equipo por medio del registro y habilitación de su dirección MAC en la página web <https://login.etherios.com/login.do>, la cual brinda el catálogo del mismo.

Una vez registrado el equipo se puede realizar cambios de configuración a través de Internet en la Nube, observando las variaciones de una forma remota. El sitio web del módulo ofrece las documentaciones necesarias para los primeros pasos del equipo, como se puede apreciar en el siguiente enlace:

<http://ftp1.digi.com/support/documentation/html/90002195/index.html>

Módulos de Spark IO

Esta empresa presenta al mercado dos módulos de conexión inalámbrica, dando a conocer diferentes características y generalidades de los dispositivos para las distintas áreas de uso. En su portal web ofrece los primeros pasos y ejemplos guías del manejo del módulo.

■ Particle Photon

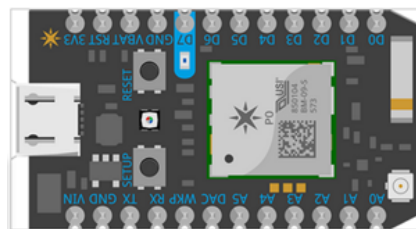


Fig. 3.9: Módulo Particle Photon [32]

Este dispositivo ofrece características necesarias para la adaptación de este producto a un equipo que desee conectar hacia Internet, a través de la combinación de un microcontrolador ARM Cortex M3 que actúa como procesador y un chip Broadcom WiFi de pequeño tamaño llamado PØ (P-zero).

El voltaje de entrada del dispositivo es de 3.3V y posee un código abierto para su programación, otorgando al usuario la disponibilidad de adaptar este dispositivo a sus proyectos. Este dispositivo no necesita un adaptador de compatibilidad.

Las características relevantes de este dispositivo son:

- Módulo de partículas PØ Wi-Fi
 - Chip Broadcom BCM43362 Wi-Fi
 - 802.11b/g/n Wi-Fi
 - STM32F205 120Mhz ARM Cortex M3
 - Flash de 1MB, 128KB de RAM
- **Spark Core**

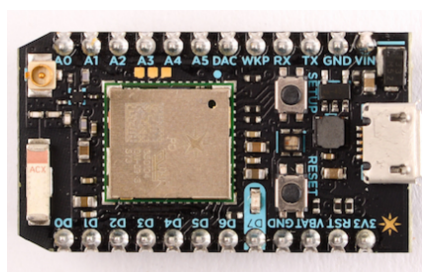


Fig. 3.10: Módulo Spark Core [32]

Está basado en un desarrollo para la conexión a Internet mediante un módulo WiFi de Texas Instrument CC3000. Es lanzado al mercado en dos presentaciones, la primera presenta una antena adaptada en el chip y la segunda con la incorporación de un conector UFL para el encaje de una antena flex.

Las principales especificaciones de este equipo son:

- STM32F103 72Mhz ARM Cortex M3

- Flash de 128 KB, RAM 20KB, 2 MB flash externo
- Protocolos IEEE 802.11b/g
- Certificaciones FCC/CE/IC certificada
- Trabaja con una fuente de voltaje de 3.3V

Módulo Wi-Fi ESP8266



Fig. 3.11: Módulo Wi-Fi ESP8266 [35]

La empresa ELECTRODRAGON presenta al mercado un producto cuyo costo es sumamente moderado, además de tener un consumo de energía menor, brindando a sus usuarios la capacidad de enviar datos a través de Internet.

Dependiendo de su configuración, el modulo puede trabajar para ser el anfitrión de una aplicación o de descarga de procesos a través de la red WiFi.

Las características principales que este módulo presenta son:

- Alcance de conexión de aproximadamente de 300 metros con la antena incorporada en el sistema.
- Protocolos IEEE 802.11 b/g/n.
- Protocolos TCP/IP integrados.
- Soporta P2P.
- Capacidad para ser programado como Access Point.
- Programable por comandos AT.
- Soporta 3.3V

Posee la característica de ser configurado mediante un conector Serial-WiFi mediante comandos AT, usando los pines de Transmisión (Tx) y Recepción (Rx) para enviar y recibir buffers de Ethernet. Brinda una fácil adaptación a un microcontrolador para la comunicación entre los mismos.

3.8 Computación en la Nube

Actualmente en el auge de la tecnología, se incorpora con más énfasis el concepto de *Internet de las Cosas*, con la finalidad de tener al alcance documentos, datos, ejecución de software, etc., al que el usuario desea acceder sin la necesidad de disponer de un hardware dedicado o instalación de un software predeterminado.

A través de los años, el Internet ha ido evolucionado para brindar las características y funcionalidades que presenta hoy en día, mediante la aparición de una nueva tendencia conocida como la *Computación en la Nube*.

Con esta tendencia se empieza a transformar la visión que se tiene del Internet, ya que no solo ofrece al usuario final información, sino aplicaciones ejecutables en línea, en tiempo real, reduciendo recursos y logrando ser económicos al aceptar planes de pago dependiendo de las características solicitadas.

Se lo puede encasillar como un modelo tecnológico que permite el acceso único, adaptado y bajo demanda, a un conjunto compartido de recursos de computación configurables, que permiten mejorar algunas limitaciones de los centros de datos como:

- Espacio de almacenamiento y físico.
- Potencia Eléctrica.
- Seguridad.
- Ventilación.

Este modelo tiene como objetivo el aprovechar al máximo los recursos de hardware y software del que se dispone, para asignar en cada momento y en tiempo real a las tareas o procesos estrictamente necesarios a utilizar.

La Figura 3.12 indica el modelo tradicional del Internet frente al que existe en la Actualidad.

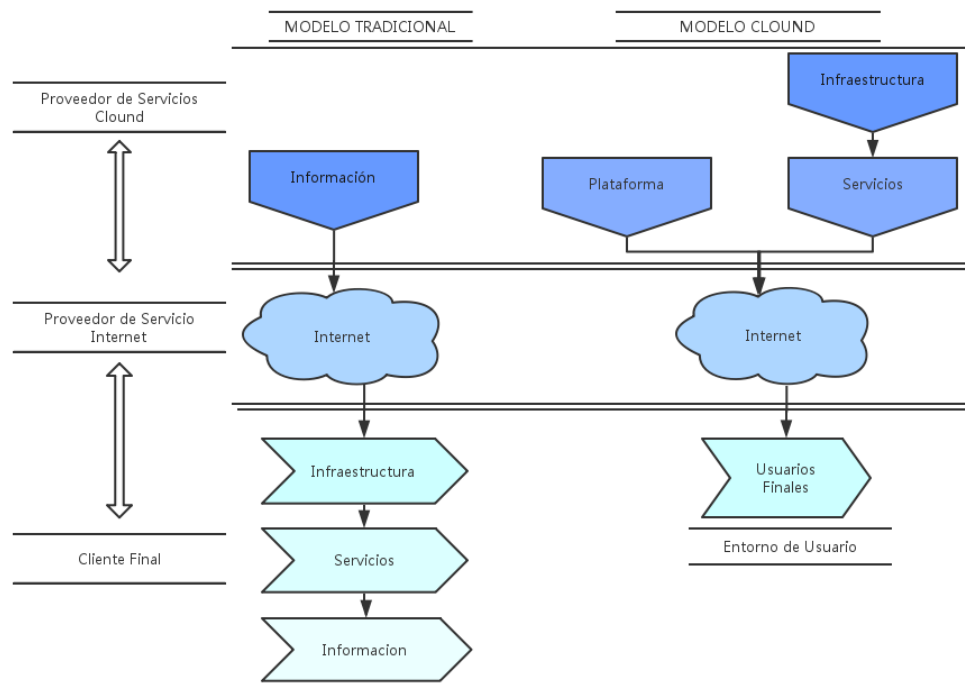


Fig. 3.12: Modelo tradicional del Internet frente al Actual [37]

Este nuevo modelo de presentación de recursos se basa principalmente en tres aspectos:

- *Software como servicio (SaaS)*

Brinda la capacidad de ejecutar un software sin la necesidad de instalar en un hardware dedicado, librando de problemas de mantenimiento, actualización, licencias, ya que son utilizados mediante servidores centralizados en Internet.

El software se encuentra desplegado en un proveedor externo en modalidad de servicio de hosting y se puede acceder globalmente a través de Internet mediante un navegador, siendo transparente al usuario.

Las ventajas que se obtiene con este servicio son:

1. Abstracción total de los elementos, tanto de hardware como de software.
2. Disponibilidad del software a través del Internet y bajo demanda en cualquier momento.
3. Mantenimiento de la plataforma por parte del proveedor.

4. Plataformas multiusuario de alta disponibilidad.
5. El software que se presenta al usuario esta actualizado, es decir, se encuentra en su última versión.

■ *Plataforma como servicio(PaaS)*

Permite a los usuarios el ingreso a las aplicaciones que se encuentran en los servidores centralizados del Internet bajo la infraestructura de la nube. Entrega una plataforma de procesamiento completa al usuario final, donde los usuarios pueden interactuar directamente con el software para:

- Introducir.
- Recuperar datos.
- Realizar acciones.

La responsabilidad de mantener y diseñar el hardware en esta capa, es por parte del proveedor. Este aspecto da al desarrollador la capacidad de:

- Almacenamiento.
- Gestión de la Base de Datos.
- Ancho de Banda.
- Escalabilidad.
- Estabilidad general de toda la plataforma.

La plataforma sobre la que se crea la aplicación web no es responsabilidad del usuario, es responsabilidad del servicio que se contrata y que se paga por el uso. La principal ventaja que se obtienen en este servicio es el ahorro de costos.

■ *Infraestructura como servicio(IaaS)*

Entrega una infraestructura de procedimiento completa al usuario bajo demanda, disponiendo de una o varias máquinas virtuales en la nube, con la que puede:

- Aumentar el tamaño del disco duro.

- Tener mayor capacidad de acceso.

Es visto como una evolución de los servidores privados que ofrecen actualmente las empresas de Hosting. Tiene el objetivo de otorgar al usuario la capacidad de diseñar y trabajar sobre la propia plataforma virtual a nivel de hardware, siendo el nivel más bajo en esta arquitectura.

3.8.1 Tipos de *Computación en la Nube*

Dependiendo de la forma de implementación, integración y explotación, se puede clasificar los siguientes tipos de nubes:

- *Pública:*

Son aquellas cuyo control de los recursos procesados y datos están bajo terceros, cuyo proveedor de servicios no se vincula con el cliente final. Múltiples usuarios pueden utilizar servicios web que son procesados en el mismo servidor, compartiendo espacio en disco y otras infraestructuras de red con otros usuarios.

- *Privada:*

Es implantada para una única empresa, que son administradas y creadas por una única entidad que decide la ejecución de los procesos dentro de la nube. Ofrece mejorar la seguridad, alta disponibilidad, tolerancia a fallos, privacidad de datos y proceso de los mismos.

Esta entidad es la encargada de administrar y dar mantenimiento a toda la infraestructura hardware y software de la nube. Algunos inconvenientes que presenta esta nube son:

- Inversión Inicial.
- Escalabilidad y Flexibilidad están limitadas.
- Requiere conocimientos técnicos para el mantenimiento de la plataforma, o mediante agentes externos o entidades.

Es posible desplegar cargas de trabajo entre los servidores cuando existe una gran cantidad de demanda por parte de los usuarios, o para la introducción de nuevas aplicaciones.

- *Híbrida:*

Combina las características de las *Nubes Públicas* y *Privadas*, cuyos datos permanecen en control y son administradas por un tercero. Disminuye en complejidad y costo que una *Nube Privada*. Son utilizadas por empresas que ejecutan alguna aplicación en la nube privada, pero hacen uso de la pública en los picos de demanda.

- *Comunitaria:*

Son compartidas entre varias organizaciones que forman una comunidad con principios similares, requerimientos de seguridad, políticas de acceso, cumplimientos normativos. Esta nube puede ser gestionada por la comunidad o por un tercero, siendo vista como una variación de la Nube Privada.

Ventajas de la Nube Pública vs Privada

- Acceso a Tecnologías de alto Nivel.
- No es necesario una inversión Inicial.
- No hay un compromiso establecido con el proveedor, ya que se paga por el uso.
- El mantenimiento y actualización está vinculado al proveedor.

Ventajas de la Nube Privada vs Pública

- Control total de la plataforma.
- Exclusividad de uso.
- Personalización.

3.8.2 Ventajas e Inconvenientes de la Computación en la Nube

La computación en la nube da algunas facilidades al usuario con respecto a los sistemas tradicionales ya que abstrae la infraestructura que representa el sistema, proporcionando beneficios como:

- Realizar copias de seguridad en la nube, eliminando la necesidad de hardware dedicado.

- Compartir información seleccionada con algunos usuarios o público en general a través de aplicaciones vinculadas que ofrece el servicio.
- Contenido multimedia asequible al usuario.
- Utilización de menos recursos informáticos, ya que la nube ayuda a gestionar una parte del trabajo en línea.
- Acceso a la información y los servicios desde cualquier lugar.

Al ofrecer algunas ventajas, se debe de tomar en cuenta algunos inconvenientes que pueden surgir en esta tendencia.

- Es necesario tener a disposición Internet para poder acceder a los servicios que ofrece la nube, de lo contrario, existe los problemas de acceso al tener una conexión inestable o periodos de inactividad.
- Fallos en la seguridad del sistema por agentes no autorizados, los cuales tratan de tener acceso a los datos de los usuarios.
- Filtraciones de datos de los proveedores que ofrecen el servicio al atentar en la seguridad del sistema.
- Ataque de denegación de servicio distribuido (DDoS), dificultando el acceso a los servicios en la nube y el control de los mismos.

3.8.3 Modelos del Internet

El modelo tradicional de Internet confiere al usuario como el encargado de dar a conocer mediante un estudio, las características detalladas del correspondiente software y hardware necesario para el correcto funcionamiento de las aplicaciones o servicios que desea incorporar en una empresa

Es este modelo se debe de tener una especial atención en cuanto a la planificación de la red, generación de datos, alimentación eléctrica, espacio físico y de almacenamiento, con la finalidad de que sea escalable para los próximos años.

Actualmente, el Internet está apuntando a realizar un entorno con la capacidad de interconectar al usuario con los equipos que desea. Ofrece una proyección a las operadoras de telefonía celular en este ámbito, con la finalidad de generar una nueva forma de comunicación, haciendo que esta sea estable, con una mayor tolerancia a fallos y liberando rangos de frecuencias que podrían ser ocupadas en otros medios.

Para alcanzar este resultado de una forma aceptable al usuario, se debe de solventar ciertas deficiencias que se presentan hoy en día.

3.8.4 Claves para la *Computación en la Nube*

- *Pago por Uso:*

Facturación basada en el consumo.

- *Abstracción:*

Aislar los recursos informáticos contratados al proveedor de los equipos informáticos de la entidad.

- *Agilidad en la Escalabilidad:*

Aumentar o disminuir de manera dinámica las funcionalidades ofrecidas en función de las necesidades de propio cliente.

- *Multiusuario:*

Permite a todos los usuarios el consumo de un determinado servicio o recurso, desde una misma plataforma tecnológica adaptándose a las necesidades de los mismos.

- *Características de un Autoservicio/Demanda:*

Permite al usuario el acceso a las capacidades de computación en la nube de forma automática sin tener que comunicarse con el proveedor.

- *Acceso sin Restricciones:*

Hace posible el acceso a los servicios contratados en cualquier lugar, momento y con cualquier dispositivo con acceso a la red.

Diseño e Implementación del Sistema

” Si puedes medir aquello de lo que hablas, y si puedes expresarlo mediante un número, entonces puedes pensar que sabes algo; pero si no lo puedes medir, tu conocimiento será pobre e insatisfactorio.

— William Thomson

4.1 Introducción

En el presente capítulo se da a conocer los pasos utilizados para la realización del proyecto a partir de una breve descripción global del sistema. Se destacan las características, sensibilidades, y sistemas electrónicos necesarios para la conformación del proyecto. La meta principal es la correcta medición del elemento, a partir del funcionamiento de una Cámara de Ionización.

La Cámara de Ionización debe de estar acorde con los objetivos preestablecidos en el proyecto, dando a conocer el efecto de ionización que se produce en la cámara al encontrarse en un ambiente contaminado de Radón. La percepción del elemento es de una intensidad baja, siendo necesario una selección apropiada de los sistemas electrónicos, los cuales deben de ser acordes para minimizar en lo posible el ruido inherente del sistema.

La configuración y correcto funcionamiento del módulo depende de algunos parámetros decretados a través de comandos AT, para el envío de datos confiable y seguro hacia el Servidor Web.

El Servidor Web debe de considerar algunas características para su utilización, con la finalidad de no generar un gasto inapropiado en proceso e información. Las bases de datos deben de comprender como parte de la estructura del Servidor, con la finalidad de insertar los datos de forma remota y ser visualizada a través de las aplicaciones creadas.

4.2 Descripción del Sistema

Cada uno de los aspectos involucrados en las etapas del proyecto, conllevan una especial atención, ya que cada dispositivo a utilizar posee diferentes características y sensibilidades que pueden llegar a afectar a la implementación global.

La Figura 4.1. indica las etapas para la realización del presente proyecto, basándose principalmente en la:

- *Obtención*
- *Envío y*
- *Recepción de los Datos.*

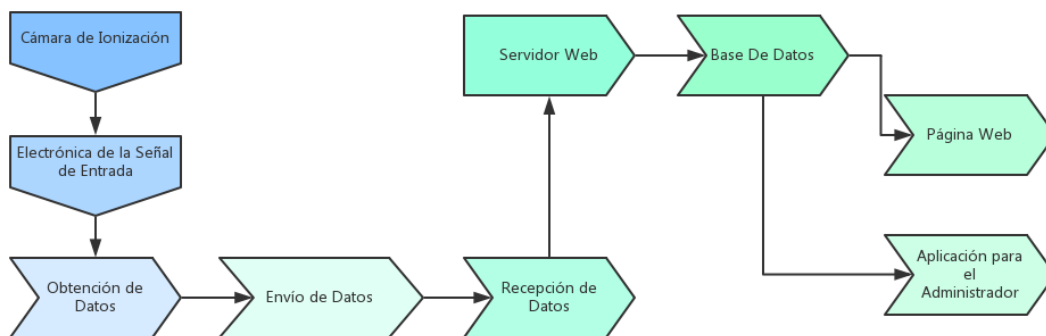


Fig. 4.1: Diagrama del Sistema

En la primera etapa correspondiente a la *Obtención de la Información*, se considera un tratamiento apropiado de la información en la señal de entrada, para el envío adecuado de los datos a través del módulo inalámbrico. La señal de entrada que percibe la *Cámara de Ionización* es de una intensidad baja, requiriendo una amplificación acorde al elemento de medición.

La segunda etapa es la del *Envío de la Información*, la cual considera aspectos de la Red a la que se pretende ingresar mediante el módulo. El objetivo principal del módulo es enviar los datos hacia el *Servidor Web* a través de una conexión establecida entre los mismos. Los datos son almacenados en una *Base de Datos (BD)*, siendo considerada como parte de la estructura del Servidor.

Una consideración en esta etapa del proyecto es la de poseer una Red con una contraseña encriptada para el ingreso, ya que es una de las características necesarias del módulo Wi-Fi para su correcto funcionamiento. La información que se envía

a través del módulo será segura y fiable debido a la conexión TCP que brinda el módulo en su configuración.

El tercer paso corresponde a la *Recepción de la Información*, dando una especial atención en los parámetros de selección del Servidor Web. El Servidor debe de velar por las prestaciones necesarias para el sistema, con el fin de no generar gasto inadecuado en el procesamiento del mismo.

El Servidor por el que se opte debe de poseer en su infraestructura la creación de una *Base de Datos*. Los datos que son transmitidos por el módulo se deben de acoplar en la *Base de Datos* pre estructurada, con el propósito de realizar una conexión remota hacia la *Aplicación del Administrador* como también para la *Página Web*.

Estas aplicaciones actúan como medios de visualización de la información adquirida en la detección del *Radón (Rn)*, siendo obtenidas de las zonas donde se han ubicado los equipos para su medición.

4.3 Obtención de los Datos

El principal objetivo de esta Etapa del proyecto, es percibir la señal producida por la radiación natural generada por el Radón (Rn), en su proceso de ionización con el ambiente. La captación de este elemento se lo realiza a través de la elaboración de una cámara de ionización y del respectivo análisis de la señal de entrada mediante los sistemas electrónicos que trabajan en conjunto.

4.3.1 Cámara de Ionización

Se ha establecido desde un principio que la emanación natural producida por el Radón, libera partículas alfa a la atmósfera como medio de disolución, ya que el elemento intenta estabilizarse. Este proceso se realiza en el periodo de semidesintegración, donde logra emitir energía en forma de radiación mediante el efecto de ionización en su entorno, ya que los electrones son expulsados del átomo o de la molécula.

A partir de este punto, la Cámara de Ionización percibe la radiación emitida por el Radón en la zona. Los electrones que son liberados por el proceso de ionización son atraídos por el filamento de la cámara, en cambio que las partículas alfa son atraídas por las paredes de la Cámara, procediendo a emitir la señal de entrada.

En otras palabras, la pared de la cámara se encuentra cargada con una tensión de alimentación para la formación del *Cátodo del Sistema* y generar la atracción de

las partículas alfa, en cambio que el filamento hace la vez de *Ánodo del sistema*, cuyo objetivo es el de atraer a las partículas negativas o electrones, creando de este modo la señal de entrada del sistema, que es generada por la diferencia de potencial existente en la cámara de Ionización.

La diferencia de potencial se genera cuando el ambiente con radiación pasa a través de la cámara, produciendo el efecto de ionización del medio con el aire interior. En la Figura 4.2 se indica dicho proceso.

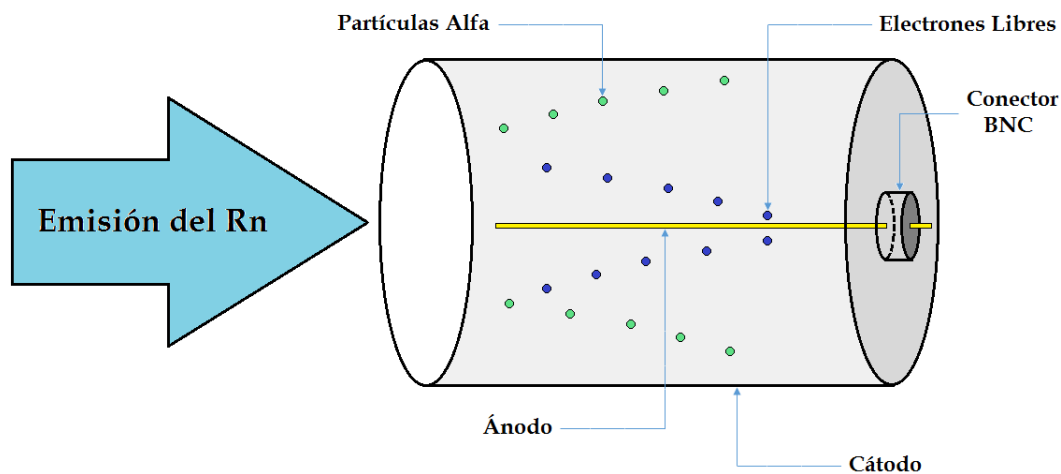


Fig. 4.2: Cámara de Ionización

La lectura de la radiación es captada debido al movimiento de los iones hacia el ánodo del sistema, traduciéndolo en un pulso electrónico a través de un amplificador operacional. Este sistema de medición no debe de ser afectado por otras radiaciones o sistemas, por lo que se incorpora en la parte superior de la Cámara de Ionización una malla metálica.

Esta malla actúa como Jaula de Faraday para evitar frecuencias producidas por la red eléctrica que es de 60Hz, o para que el filamento del sistema no actúe como una antena hacia otros sistemas.

Las señales de radiación que son detectadas por la Cámara de Ionización son enviados a través de un conector BNC hacia la parte electrónica del transductor, que se encuentra ubicado en la base de la Cámara de Ionización.

4.3.2 Implementación de la Cámara de Ionización

Para la elaboración de la cámara se utiliza elementos convencionales como:

- Cilindro metálico que actúa como *Cátodo del Sistema*.

- Varilla de cobre para el filamento del *Ánodo del Sistema*.
- Conector BNC para la señal de entrada del Sistema.
- Malla de Acero.
- Abrazadera para asegurar la malla al cilindro metálico.

En la Figura 4.3 se muestra la cámara de Ionización estructurada con los elementos preestablecidos.

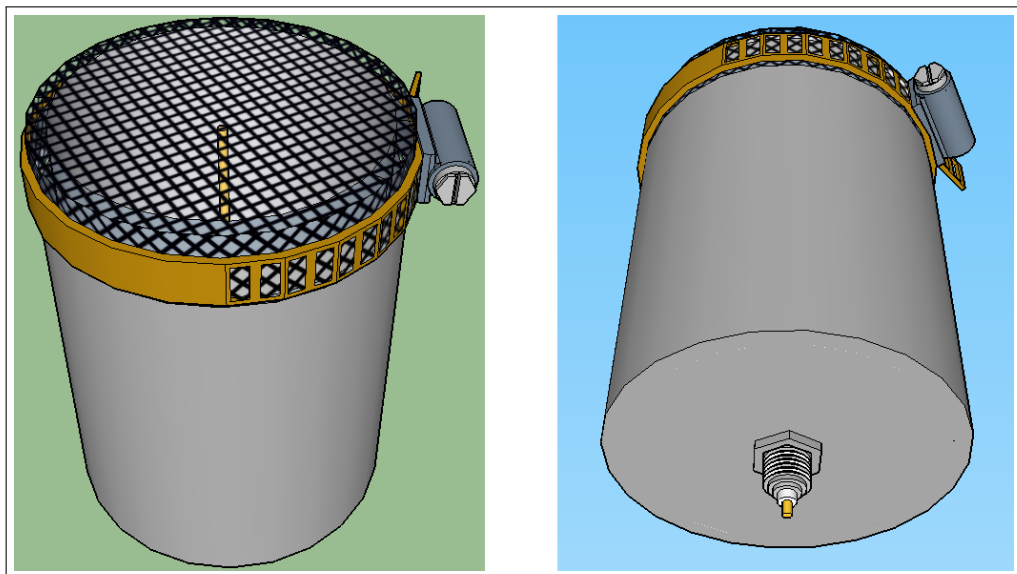


Fig. 4.3: Cámara de Ionización (Vista Superior e Inferior)

Se han seleccionado estos materiales debido a que se encuentran con facilidad en el mercado local, respondiendo con el sistema de una manera acorde a las prestaciones que se han planteado en los objetivos del proyecto.

4.3.3 Electrónica de la Señal de Entrada

La diferencia de potencial que es producida por la atracción de los electrones libres hacia el *Ánodo* y las partículas alfa hacia el *Cátodo*, es captado por el transistor FET 2N5484, el cual se encuentra dentro del conector BNC. Este transistor FET es un amplificador de Radio Frecuencia (RF) cuya función principal es la de aumentar la señal baja que detecta el sistema de una forma estable.

Se utiliza este transistor debido a que posee una impedancia de entrada que mejora la sensibilidad del circuito. Las características con las que debe prescindir son:

- *Amplificación:*

La señal que percibe el elemento es muy baja, siendo necesario su amplificación, por lo que una propiedad esencial es la de minimizar el ruido de entrada.

- *Selectividad:*

Este parámetro se caracteriza por diferenciar entre las señales que debe de percibir el elemento para producir una señal de información.

- *Sensibilidad:*

Hace referencia al nivel mínimo de señal que puede percibir la entrada del receptor. El objetivo fundamental es producir una señal óptima de información, tomando en cuenta la relación existente entre la señal de entrada y el ruido. El rango de sensibilidad va del orden de milivolts a nanovolts dependiendo de la calidad de la señal que se desea percibir para la medición.

El transistor opera en un modo lineal con respecto a la saturación del FET, es decir, el amplificador proporciona una amplificación de la señal para cierto rango de amplitudes de entrada, caso contrario, la amplitud permanece constante debido a la saturación que sufre el mismo.

En la práctica, la señal de salida que se produce con este elemento es aproximadamente lineal y proporcional a la señal de entrada para cierto rango de valores, pero si la señal no se encuentra entre estos rangos, se obtiene una señal distorsionada.

El transistor 2N5484 se encuentra en la parte interior del conector BNC, de tal modo que sus pines hagan contacto con las partes principales del conector. Esto se lo realiza para minimizar en lo posible las pérdidas que pueda ocasionar el conector al colocar sus pines directamente en un PCB.

El efecto que genera el transistor en el PCB de forma directa, es la de inducir ruido electrónico por los elementos que conforman la placa, alterando la sensibilidad del transistor. Si la información se encuentra modificada puede ser privada de ciertos datos de medición, llegando incluso a no ser detectado el elemento.

Al tener una señal de baja intensidad, se trata en lo posible eliminar algunas condiciones que alteren la señal de entrada al sistema. La disposición de los pines del transistor colocado dentro del conector se encuentra de la siguiente manera:

- *Gate:* Se encuentra soldado al Filamento de Cobre.
- *Drain:* Se encuentra soldado al cuerpo del conector BNC.

- *Source*: Se encuentra incorporado en el pin central del conector BNC para el envío de la información adquirida.

El sistema electrónico realiza la función de adecuación de la señal para el posterior envío de la información, conformado por las siguientes fases:

I. *Amplificador Cascode*.

II. *Circuito Derivador*.

III. *Circuito No Inversor*.

I. **Amplificador Cascode**

El amplificador *Cascode* es conocido como un amplificador multietapa, haciendo uso de dispositivos activos como transistores bipolares (BJT) o FETs unidos en serie. El objetivo principal es amplificar una baja señal de entrada para generar una señal óptima de información. La configuración del circuito se indica en la Figura 4.4.

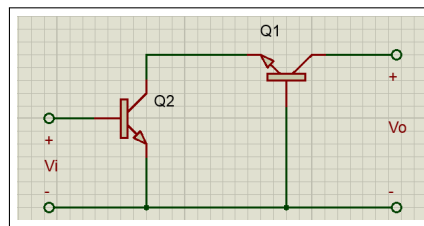


Fig. 4.4: Amplificador Cascode. [39]

Las ventajas que ofrece este tipo de amplificador son:

- Alta ganancia.
- Ancho de banda.
- Alta velocidad de respuesta.
- Alta estabilidad.
- Alta impedancia de entrada.

El amplificador mejora el aislamiento entrada-salida eléctrico, así como la estabilidad del sistema al no existir un directo acoplamiento entre la salida y la entrada.

El amplificador puede ser configurado mediante un transistor FET y un BJT, tomando en consideración la polarización de estos elementos. El transistor BJT debe de ser el transistor superior para evitar la saturación constante en su funcionamiento.

Este circuito posee una alta ganancia y minimización del ruido, logrando una mejor calidad de amplificación en comparación con los amplificadores convencionales en cascada.

II. Circuito Derivador

La configuración de este circuito ofrece una respuesta proporcional a la derivada de la señal de entrada con respecto al tiempo, es decir, la salida es proporcional a la variación de velocidad que presenta la señal de entrada. La magnitud de la salida del circuito será mayor según el cambio de la señal de entrada. En la Figura 4.5 se indica la configuración de este circuito.

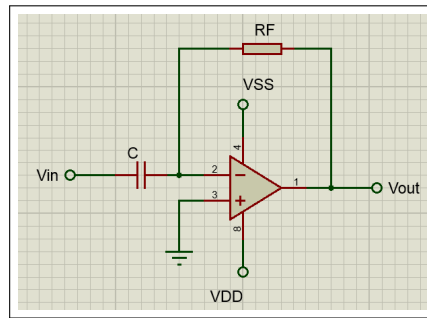


Fig. 4.5: Circuito Derivador. [40]

La resistencia y el condensador forman una red RC a través del amplificador operacional, siendo la reactancia del condensador un factor importante en el rendimiento del circuito. En la Figura 4.6 se observa el comportamiento del circuito dependiendo de la señal de entrada y de la reactancia del sistema.

La Tabla 4.1 indica las características del comportamiento que adquiere el circuito con respecto a los parámetros de la señal de entrada.

SEÑAL Entrada	Salida		
	Reactancia de C	Relación R_F/X_C	Ganancia
Pendiente Pequeña	Alta	Baja	Baja
Pendiente Grande	Baja	Alta	Alta

Tab. 4.1: Respuesta del Circuito Derivador según los parámetros de la Señal de Entrada. [40]

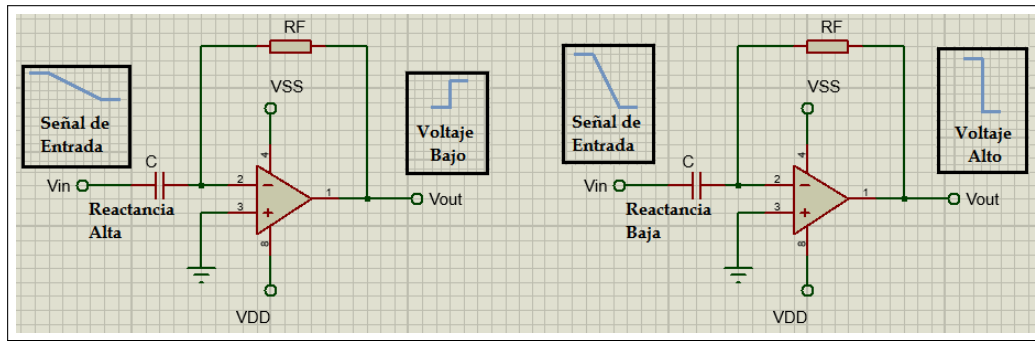


Fig. 4.6: Comportamiento del Circuito Derivador con respecto a la Señal de Entrada. [40]

La entrada inversora del amplificador operacional al detectar una señal negativa responde con un pulso positivo, y al tener una señal positiva presenta un pulso negativo. La forma del pulso depende de la constante del tiempo de la red RC.

Los inconvenientes que presenta este esquema del circuito son:

- El sistema presenta inestabilidad para altas frecuencias.
- La entrada Capacitiva produce señales de ruido aleatorio, además de amplificar cualquier tipo de ruido o armónico presente en el circuito.

Estas desventajas se producen debido a la proporcionalidad que existe entre la pendiente de la señal de entrada y la salida del circuito, requiriendo de un filtro para solventar estas deficiencias. La Figura 4.7 se muestra una variación del circuito con la finalidad de minimizar los inconvenientes mencionados.

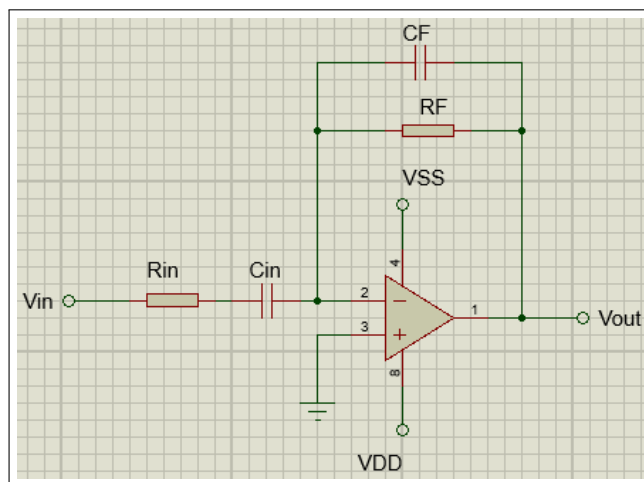


Fig. 4.7: Circuito Derivador Modificado. [40]

La incorporación de los elementos R_{in} en serie con C_{in} , y del C_F en paralelo con R_F , produce que el circuito al estar a bajas frecuencias realice las funciones de un circuito derivador, y para frecuencias altas, el circuito responda como un amplificador con realimentación resistiva, con lo que proporciona un mejor rechazo ante el ruido, aumentando la calidad del circuito.

III. Circuito *no Inversor*

Este circuito es utilizado cuando se desea tener una señal de salida en fase con la señal de entrada, teniendo una ganancia positiva. Su principal característica es amplificar la señal de entrada sin invertirla.

La configuración de este circuito presenta una impedancia de entrada alta con lo que garantiza una potencia baja sin la distorsión de la señal de entrada. Por su parte, la señal de salida ofrece una impedancia baja. La figura 4.8 se indica la configuración de este circuito.

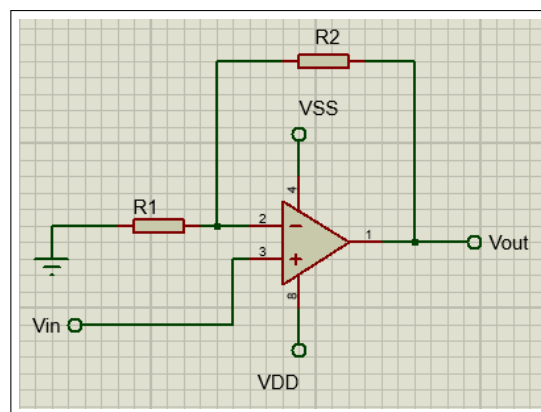


Fig. 4.8: Circuito no Inversor. [40]

Circuito Obtención de Datos

En la Figura 4.9 se indica el circuito final concerniente a la primera etapa del proyecto, donde se considera los aspectos necesarios para la percepción del elemento de medición.[41]

Los datos que son detectados por la señal de entrada y adecuados mediante el sistema electrónico, son enviados al microcontrolador para el correspondiente envío de la información.



Fig. 4.10: Módulo Wi-Fi ESP8266. [35]

cación. El dispositivo envía la información mediante los pines seriales hacia una Dirección IP y puerto que se han establecido en su configuración.

Al recibir información del Internet, el módulo no genera demandas de proceso y memoria debido a que este se encarga de entregar los datos correspondientes sin el empaquetado del Modelo TCP/IP. Esto lo realiza mediante el procesador interno que posee, el cual puede ser programado para funcionar en un modo autónomo.

El esquema del módulo se aprecia en la Figura 4.11.

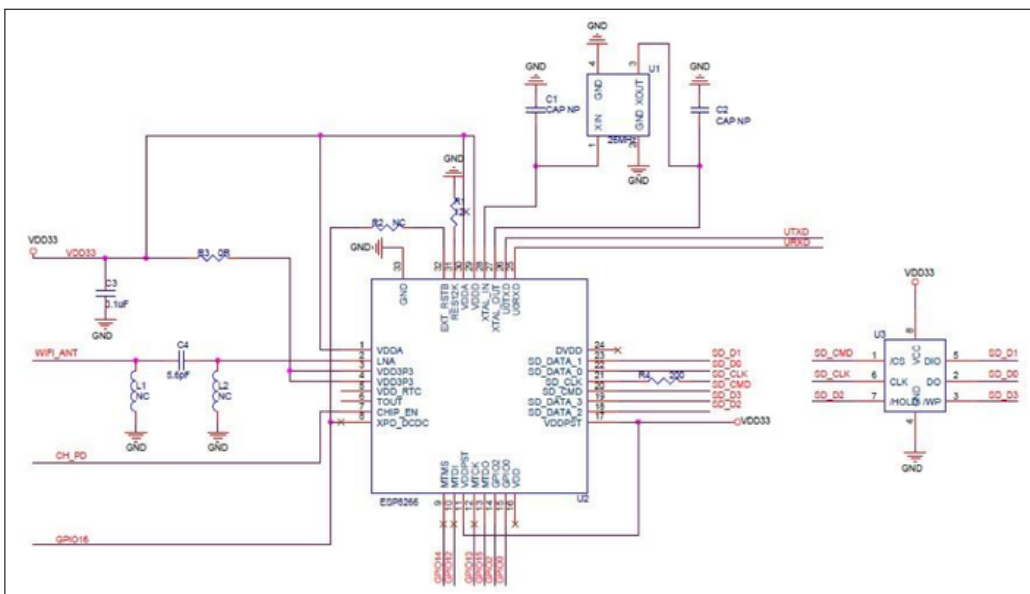


Fig. 4.11: Esquema del Módulo Wi-Fi ESP8266. [42]

El correcto funcionamiento del dispositivo depende de la versión de *firmware* pre programado. Al ser programado mediante un código abierto, las nuevas versiones agregan correcciones de errores encontrados en versiones anteriores. Si no se realiza la actualización, el módulo presenta fallas como:

- La no inicialización del módulo.

- Fallas en la conexión con la red establecida.
- Recepción de caracteres basura incrustados en la respuesta de un comando AT.

La actualización del módulo debe de ser completada, caso contrario, el dispositivo se coloca en un estado de ocupado. En este modo, no responde a los comandos AT enviados por lo que se debe de realizar una rehabilitación de los valores por defecto.

4.4.1 Electrónica del Módulo Wi-Fi

Al utilizar el módulo ESP8266 se debe de tomar en consideración la fuente de alimentación, ésta no debe de superar los 3.6V para un correcto funcionamiento, con la finalidad de que el equipo no presente fallos.

Se tiene una especial atención con respecto a la impedancia que otorga la fuente de alimentación, debido a que el módulo consume hasta un máximo de 250mA en su modo de operación. La Tabla 4.2 se indica los valores de consumo del equipo, dependiendo del modo de operación.

Modo de Operación	Consumo Típico	Unidad
Transmit 802.11b, CCK 1Mbps, POUT= +19.5dBm	215	mA
Transmit 802.11b, CCK 11Mbps, POUT= +18.5dBm	197	mA
Transmit 802.11g, OFDM 54Mbps, POUT = +16dBm	145	mA
Transmit 802.11n, MCS7, POUT= +14dBm	135	mA
Receive 802.11b, packet length=1024 byte, -80dBm	60	mA
Receive 802.11g, packet length=1024 byte, -70dBm	60	mA
Receive 802.11n, packet length=1024 byte, -65dBm	62	mA
Standby	0.9	mA
Deep sleep	10	mA
Power save mode DTIM 1	1.2	mA
Power save mode DTIM 3	0.86	mA
Total Shutdown	0.5	mA

Tab. 4.2: Consumo Máximo del Módulo ESP8266. [43]

El dispositivo Wi-Fi hace uso de pines seriales Tx/Rx para enviar y recibir buffers de Ethernet, y del mismo modo, el uso de comandos AT para consultar y cambiar las configuraciones del módulo Wi-Fi, mediante una comunicación directa con el microcontrolador.

En la fuente de alimentación del módulo se utiliza un KIA78R33API, siendo un regulador de voltaje con control de encendido y apagado. Para el funcionamiento correcto de los pines seriales del módulo, se debe de generar un voltaje de 3.3V con un cambio lógico de estrategia a partir de los pines seriales del microcontrolador.

El cambio lógico de estrategia se lo realiza a través de la combinación entre resistencia y diodo zener, debido a que los pines seriales del microcontrolador poseen un voltaje de 5V. La Figura 4.12 indica el proceso utilizado.

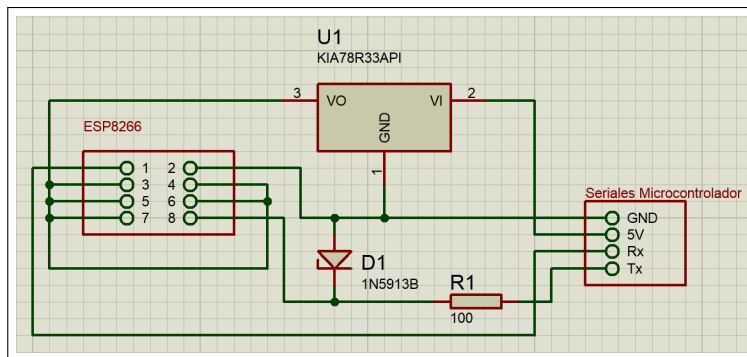


Fig. 4.12: Cambio de Estrategia 5V - 3.3V. [44]

4.4.2 Configuración del Módulo Wi-Fi

El primer paso para el envío de la información adquirida por parte de la cámara de ionización, es la configuración del módulo hacia una red de Internet mediante la utilización de comandos AT. [45]

1. Inicialización del módulo

AT+RST	OK [System Ready, Vendor:www.ai-thinker.com]
---------------	--

2. Configuración del modo de ejecución del módulo WiFi, ya que este puede actuar como Estación, Access Point, o Ambos.

AT+CWMODE=1	STA
--------------------	-----

3. Listado de redes inalámbricas detectadas por el dispositivo.

AT+CWLAP	+CWLAP: (4,RochefortSurLac",-38) +CWLAP: (4,"LiliPad2.4",-83) OK
-----------------	--

4. Conexión a una red disponible detectada por el módulo.

AT+CWJAP="SSID","Password"	OK
-----------------------------------	----

5. Comprobación de la Dirección IP que obtuvo el módulo al conectarse a la red .

AT+CWLAP	AT+CIFSR 192.168.0.106 OK
-----------------	------------------------------

Una vez establecidos estos parámetros, el módulo decreta que se ha realizado una conexión exitosa con la red accedida por el usuario.

La segunda parte para la configuración del módulo es el envío de la información a través de la red establecida, ejecutando un *script* en el servidor web, con la finalidad de realizar una petición HTTP y obtener un mensaje de recepción de los elementos enviados.

El *script* es un archivo de texto plano el cual acompaña a un documento en HTML o puede ser incrustado en el mismo, cuyo objetivo es la ejecución de órdenes para el procesamiento de información requerida por parte de una petición.

1. Este módulo puede ejecutar cinco conexiones TCP/UDP simultáneamente, siendo necesario definir el número de conexiones que se desea configurar. Para este caso se debe de configurar una conexión para el envío de datos al servidor web.[46]

AT+CIPMUX=0	Single
--------------------	--------

2. Se establece una conexión con la Dirección IP que ofrece el servidor web mediante la utilización de un socket TCP a través del puerto 80.

AT+CIPSTART="TCP","Dirección IP",80	OK
	Linked

3. Por último se establece el número de caracteres que se pretende enviar a través del módulo.

AT+CIPSEND=50	>
----------------------	---

Al ejecutar el último comando, este devuelve una entrada al sistema con la finalidad que el usuario coloque los datos a enviar de forma manual. Dependiendo del programa a utilizar para el acceso al módulo, se considera los caracteres como espacios y salto de línea.

El número de caracteres dispuestos en el comando para enviar debe ser acorde a los datos a transmitir, de lo contrario el equipo muestra fallos en la transmisión.

Una vez enviado los datos establecidos por parte del usuario, el módulo recibe:

- Respuesta de los datos enviados llamada *+IPD*.
- Número de bytes recibidos.
- Cabecera HTTP del Servidor.
- Cadena de respuesta por parte del Servidor.

Estos son los pasos que se debe de realizar para el envío de la información a partir del módulo hacia el Servidor Web, el cual guarda dicha información en una base de datos pre establecida.

Los pasos indicados son configurados mediante la utilización de un microcontrolador, siendo programado para el establecimiento de la conexión y envío de información.

4.5 Recepción de Datos

En esta etapa final del proyecto se utiliza un Servidor Web, debido a las características y funcionalidades que presentan en la actualidad al ser incorporado en la computación en la Nube como una herramienta de infraestructura, plataforma o servicio.

Los Servidores Web brindan la posibilidad de trabajar de forma remota con los equipos para la verificación del envío de datos y correcto funcionamiento del sistema.

Para la selección adecuada de un servidor web, se debe de tomar en cuenta características como:

- Alojamiento Web.
- Espacio en disco para el almacenamiento de la información.
- Tráfico mensual.
- Dominios que ofrece el proveedor.
- Número de sitios para la creación de la página web.
- Periodo de copias de seguridad.
- Garantía de tiempo en línea.
- Soporte PHP.
- Número de bases de datos en MySQL.
- Conexión remota con la base de datos.
- Velocidad de la red del Servidor.
- Memoria RAM del Servidor.
- Procesador del Servidor.

Una vez seleccionado el proveedor de Servidor Web, se estructura la base de datos para declarar el comportamiento de las variables a utilizar, cuya finalidad es de tener un acceso remoto tanto desde la página Web como para la aplicación del administrador.

La página Web y la aplicación del administrador son creadas para obtener la información de las estaciones con respecto al periodo de envío de datos y poder tener una visualización gráfica de los datos obtenidos en la recepción de los equipos instalados en las zonas determinadas del cantón Cuenca.

4.6 Microcontrolador

El microcontrolador es un circuito integrado digital que realiza una o varias funciones las cuales dependen del programa almacenado en la memoria ROM. El interior del microcontrolador se encuentra interconectado por:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU).
- Unidad de Memoria RAM y ROM.
- Puertos de Entrada y Salida.

La programación que se realiza para el microcontrolador es mediante un lenguaje de alto nivel. Estos dispositivos están diseñados para interpretar y procesar datos e instrucciones en forma binaria, por lo que es necesario de un software de compilación. Este software traduce y transforma el lenguaje de alto nivel al lenguaje que utiliza el microcontrolador.

Aspectos que se toman en consideración al momento de seleccionar un microcontrolador con respecto a la funcionalidad a desarrollar son:

- Existencia del microcontroladores en el mercado local.
- Información y herramientas de desarrollo.
- Costo.
- Modelo del microcontrolador según la aplicación a implementar.

El microcontrolador utilizado para este proyecto es el 18F4550, el cual cumple con las necesidades del sistema. El dispositivo ha sido programado mediante la utilización del programa mikro C, utilizando librerías propias del programa para las entradas y salidas del sistema.

La arquitectura general de un microcontrolador se indica en la Figura 4.13, resaltando los módulos empleados en el sistema.

A continuación se expone las librerías y variables utilizadas en el microcontrolador para el funcionamiento del sistema a través del programa Mikro C.

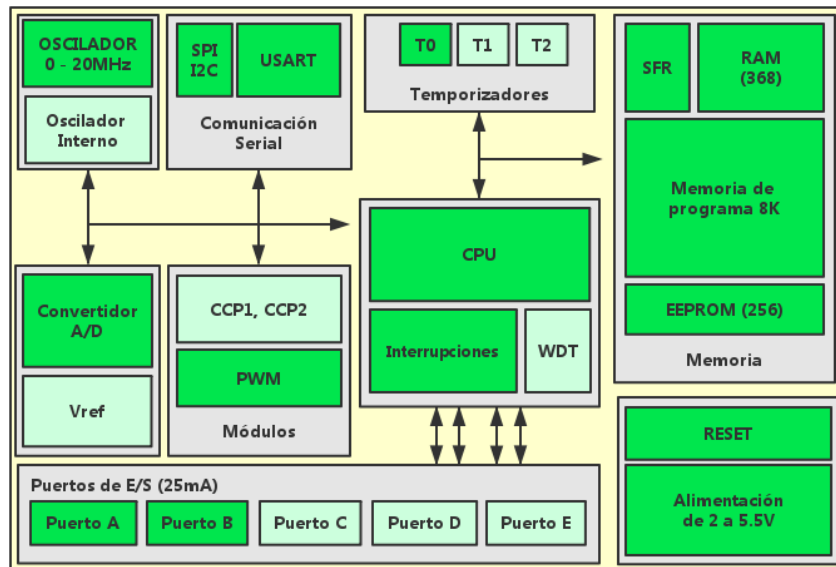


Fig. 4.13: Arquitectura de un microcontrolador. [47]

4.6.1 Módulo SPI I2C

Se utiliza esta librería para realizar la conexión con el integrado DS1307 a tiempo Real.

- Establecimiento de pines que interactúa entre el I2C del microcontrolador con la conexión física del circuito integrado DS1307.

```
sbit Soft_I2C_Scl_Direction at TRISD4_bit;
sbit Soft_I2C_Sda_Direction at TRISD5_bit;
sbit Soft_I2C_Scl at RD4_bit;
sbit Soft_I2C_Sda at RD5_bit;
```

- Inicialización del circuito integrado DS1307 con el microcontrolador.

```
DS1307Inicio();
```

- Rutina para actualizar los datos.

```
DS1307SetSegundos(SS);
DS1307SetMinutos(MM);
DS1307SetHoras(HH);
DS1307SetFechas(DD);
DS1307SetMeses(ME);
DS1307SetAnos(AA);
```

- Rutina para obtener:

```
I2CSEG = DS1307GetSegundos();  
I2CMIN = DS1307GetMinutos();  
I2CHOR = DS1307GetHoras();  
I2CDD = DS1307GetFechas();  
I2CMM = DS1307GetMeses();  
I2CAA = DS1307GetAnos();
```

4.6.2 Módulo UART

Es utilizado para inicializar el módulo ESP8226 para la comunicación con el microcontrolador por los pines seriales de los dispositivos.

- Bandera que indica la interrupción por UART.

```
RCIE_bit = 1;
```

- Bandera para habilitar la interrupción por UART.

```
PEIE_bit = 1;
```

- Bandera para las habilitar las interrupciones generales.

```
GIE_bit = 1;
```

- Número de unidades de señal por segundo que permite la interacción del módulo con el microcontrolador.

```
UART1_init(9600);
```

- Librería de Mikro C para la lectura del módulo.

```
UART1_Read();
```

- Librería de Mikro C para la escritura de código en el módulo.

```
UART1_Write_Text("script del sistema");
```

4.6.3 Timer 0 (T0)

Es utilizado para incrementar la cuenta en cada ciclo de instrucción, generando temporizaciones y bases de tiempo de la misma forma que los retardos por software.

- Habilitación de la interrupción por el T0

```
TOCON = 0x83;
```

- Carga los valores en un flanco alto del Timer0

```
TMROH = 0x0B;
```

- Carga los valores en un flanco bajo del Timer0

```
TMROL = 0xDC;
```

- Bandera que habilita las interrupciones del T0

```
TMROIE_bit = 1;
```

4.6.4 Verf

Es una configuración que hace uso del voltaje de la fuente como referencia del Convertidor A/D

4.6.5 Convertidor A/D:

- Configuración del puerto A0 del microcontrolador como entrada analógica.

```
ADCON1 = 0x0E;
```

- Inicialización del convertidor a través de la librería del programa Mikro C.

```
ADC_Init();
```

- Lectura del convertidor a través de la librería del programa Mikro C.

```
ADC_Read(0);
```

4.6.6 Puertos de E/S

Configuración para las entradas/salidas digitales del microcontrolador, establecidas en el puerto A y B.

- Entrada para las interrupciones INT0 e INT1.

```
TRISB = 0xFF;
```

- Salidad del microcontrolador utilizado para el control del módulo ESP8226.

```
TRISD2_bit = 0;
```

- Activación de las resistencias pull up del puerto B del microcontrolador.

```
NOT_RBPU_bit = 0;
```

4.6.7 Interrupciones

- INT0 es la interrupción que se encarga de contar los segundos que proporciona el circuito integrado DS1307 al microcontrolador en tiempo real.

- Interrupción por el puerto B0 del microcontrolador.

```
INT0IF_bit = 0;
```

- Interrupción por el portB0 para el flanco de bajada.

```
INTEDG0_bit = 0;
```

- Habilitación de la interrupción del INT0.

```
INT0IE_bit = 1;
```

- INT1 es la interrupción que se encarga de contar los pulsos que obtiene de la parte electrónica del transductor.

- Interrupción por el puerto B1 del microcontrolador.

```
INT1IF_bit = 0;
```

- Interrupción por el portB1 para el flanco de bajada.

```
INTEDG1_bit = 0;
```

- Habilitación de la interrupción del INT1.

```
INT1IE_bit = 1;
```

4.6.8 Circuito Final del Proyecto

El circuito completo conformado con el microcontrolador y los circuitos conformados en las etapas anteriores se expone en la Figura 4.14.

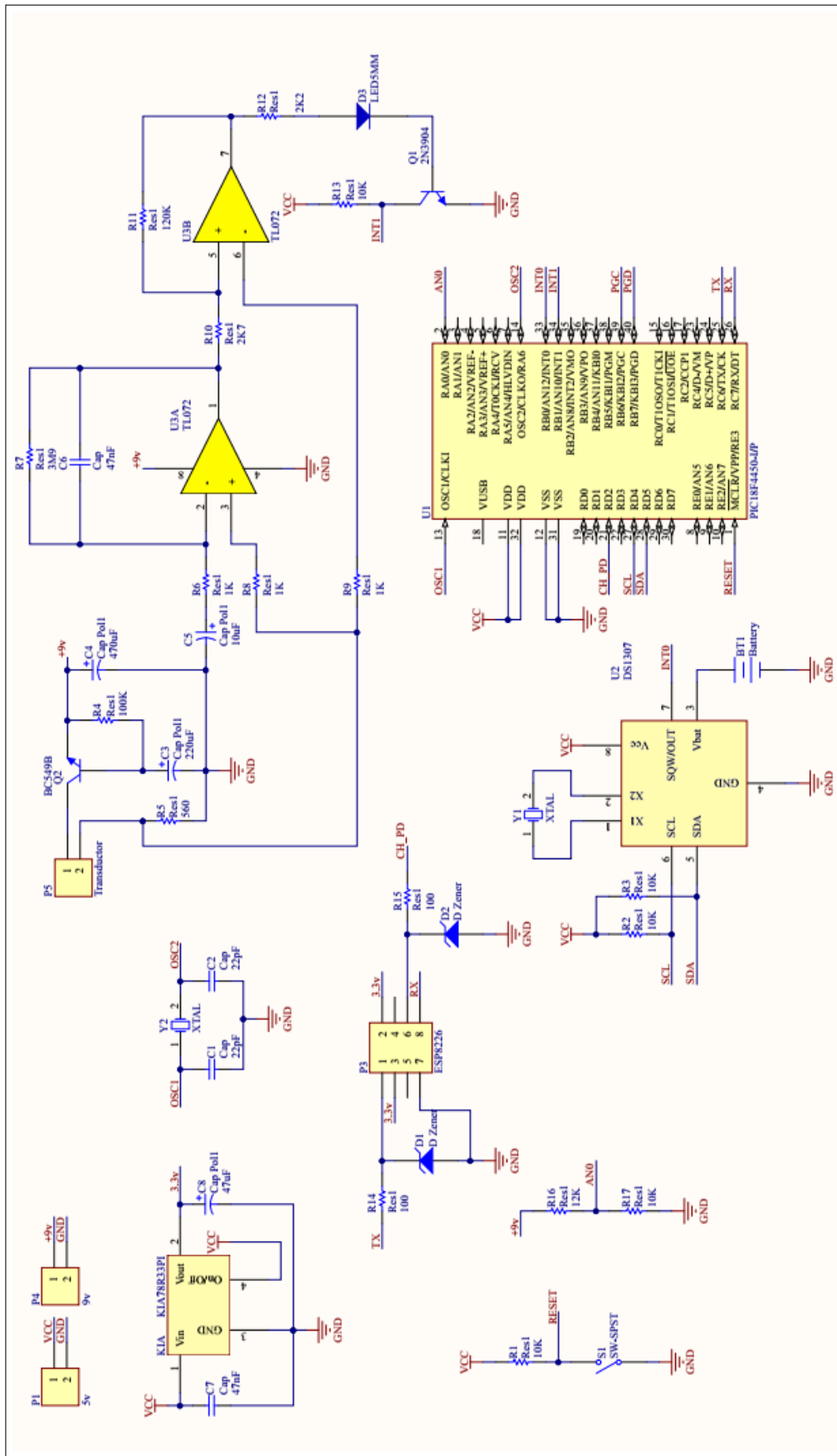


Fig. 4.14: Esquema del Circuito Final.

Página Web y App del Administrador

” *Tan pronto como comenzamos a programar encontramos, para nuestra sorpresa, que crear programas correctos no era tan fácil como habíamos pensado. Tuvo que descubrirse la depuración. Puedo recordar el instante exacto en el que me dí cuenta que una gran parte de mi vida desde entonces iba a pasarla encontrando errores en mis propios programas.*

— **Maurice Wilkes descubre la depuración,**
1949

5.1 Introducción

En el presente capítulo se da a conocer las características indispensables para la selección del servidor Web del sistema, también de incorporar las diversas formas de utilización que presenta la *Computación en la Nube*. Estas nuevas funcionalidades que ofrece la computación en la nube con el Internet de las cosas, dan al usuario nuevos factores de selección a un servicio ofrecido por parte de los proveedores de servidores Web en el mercado actual.

La página Web es creada mediante la programación del lenguaje PHP (Hypertext Preprocessor), generando *scripts* para la parte del desarrollo y diseño Web del entorno HTML, así como la programación que se efectúa en la interfaz del usuario a través del uso de *JavaFx*.

Además se establece la base de datos incorporada en el Servidor Web del sistema, cuyo propósito es la incorporación de la información obtenida de la medición del Radón en las tablas respectivas de forma remota, así como el medio de adquisición de los datos por parte de la Página Web y por la interfaz del Usuario.

5.2 Servidor Web

Actualmente el Internet presenta diversos enfoques y avances en los servicios que proporciona con la *Computación en la Nube* como parte del *Internet de las Cosas*, otorgando al usuario la ejecución de programas y visualización de componentes en tiempo real sin la necesidad de una instalación de software.

La incorporación de estos aspectos a través de los años, presentan al Internet como una Plataforma, Servicio, Aplicación o Información, que dan la posibilidad de generar nuevas características esenciales en los Servidores de hoy en día.

Hace años atrás, se necesitaba adquirir diversos equipos para el respaldo de información y sobre todo para alojar datos al Internet, observando las características inherentes al sistema que se deseaba sobrellevar. Aquellos equipos dependían de un costo, características, mantenimiento, diseño y tiempo en línea para un funcionamiento adecuado y cubrir con las exigencias del usuario, teniendo en cuenta las limitaciones de los mismos.

Hoy en día, para solventar dichos inconvenientes es común encontrar diferentes Servidores *en la Nube* dedicados a ofrecer un servicio de almacenamiento de la información, visualización y alojamiento a partir de un dominio y un contrato que accede el usuario.

Dichos servidores ofrecen ciertas propiedades que el usuario debe de tener en consideración al contratar el servicio. El Servidor Web para el proyecto debe de cumplir con propiedades que sean afines a las del sistema, cubriendo los objetivos planteados, a más de contemplar que el envío de la información será desde cuatro ubicaciones del cantón Cuenca.

Las propiedades a tomar en consideración son:

- Alojamiento Web.

Es el espacio donde el usuario utiliza el Servidor como almacenamiento de información para páginas Web, imágenes, videos, o contenido al que se puede ser accedido mediante Internet.

- Espacio en disco para el almacenamiento de la información.

Corresponde a la cantidad del espacio de almacenamiento que ofrece el proveedor del Servidor, dependiendo del tipo de servicio (gratis-pago) al que el usuario accede.

- Dominios que ofrece el proveedor.

Los dominios son aquellos que identifican a un sitio Web en la red, el cual debe de ser único mediante un registro. Está compuesto por lo general de las tres uves dobles(www), el nombre de la organización y el tipo de extensión. Cada Servidor Web requiere de un servidor de nombres de dominio (DNS) para traducir los nombres de los dominios a direcciones IP.

- Periodo de copias de seguridad.

Entre sus propiedades está el periodo de copia de seguridad, que depende del contrato del usuario con el proveedor. Estos periodos suelen ser mensual, semanal o diario según las exigencias que desea el contratante con respecto a los servicios que ofrece el proveedor del Servidor Web.

- Garantía de tiempo en línea.

La disponibilidad del servicio depende de las características del Servidor Web como la calidad y nivel de servicio. El servicio no se lo puede tener completamente en línea, debido a diversas fallas involuntarias que puede ocurrir en el Servidor.

La tabla 5.1 indica las caídas que puede tener el sistema con la garantía de disponibilidad que acepta el usuario.

Disponibilidad %	Tiempo de Caídas		
	Año	Mes	Día
90	36,5 días	72 horas	16,8 horas
95	18,25 días	36 horas	8,4 horas
97	10,96 días	21,6 horas	5,04 horas
98	7,30 días	14,4 horas	3,36 horas
99	3,65 días	7,20 horas	1,68 horas
99,5	1,83 días	3,60 horas	50,4 horas
99,8	17,52 horas	86,23 min	20,16 min
99,9	8,76 horas	43,2 min	10,1 min
99,95	4,83 horas	21,56 min	5,04 min
99,99	52,56 min	4,32 min	1,01 min

Tab. 5.1: Referencia entre el Tiempo de Caídas del Servicio y Disponibilidad del Servidor Web [50]

- Soporte PHP.

PHP es un lenguaje de código abierto para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Este código es ejecutado en la parte del servidor, mostrando al cliente la ejecución del *script* de una forma transparente.

La mayoría de Servidores Web ofrecen esta característica, siendo un entorno simple en el desarrollo para la generación y creación de Páginas Web.

- Sistema Gestor de Base de Datos.

Los servidores Web colocan a disposición algunos lenguajes relacionales, siendo el más común MySQL creado por la empresa ORACLE. MySQL es una herramienta simple, segura y escalable para la generación de Bases de Datos que soporta múltiples conexiones por parte de sus clientes.

- Número de bases de datos en MySQL.

Dependiendo del contrato al que accede el usuario, el Servidor Web proporciona un número limitado de Bases de datos para su creación.

- Conexión remota con la base de datos.

Dependiendo del contrato al que accede el usuario, el Servidor Web proporciona un acceso remoto a la Base de Datos para el ingreso de la información y manipulación de la misma.

5.3 PHP (Hypertext Preprocessor)

Es un lenguaje de programación versátil para la generación y creación de *scripts*, que son ejecutados en la parte del servidor para la transformación en código HTML, siendo visible a través de Internet.

Es utilizado para la creación de páginas web dinámicas e interactivas, procesamiento de información en formularios, foros de discusión, manipulación de cookies y demás.

El *script* es un archivo de texto que contiene instrucciones generadas a partir de un código de programación, el cual ejecuta una o varias funciones que son procesadas en el Servidor.

Las principales funciones que cumplen los *scripts* son:

- Combinar componentes o complementos de programación.
- Interactuar con el sistema operativo o con el usuario.
- Controlar un determinado programa o aplicación.
- Configurar o instalar sistemas operacionales.

Este lenguaje de código abierto permite el establecimiento de una comunicación con la base de datos albergada en el servidor, dando la capacidad de modificar, insertar, eliminar de forma dinámica el contenido del mismo.

Los archivos del lenguaje PHP pueden contener texto, HTML, CSS, JavaScript, para un trabajo en conjunto con la finalidad de mejorar el desempeño en el desarrollo de una página Web.

Los complementos para el desarrollo de la página no deben de verse afectados en la programación, ya que este se rige bajo normas del lenguaje de Etiqueta (HTML) de inicio (<?php) y fin (?>) para la inserción del código PHP.

Una característica de trabajar con *scripts* mediante la utilización de este lenguaje, es la de ser transparente al destinatario, es decir, el cliente que solicita una petición al servidor, solo obtendrá el resultado ejecutado por el *script* en el servidor donde se interpreta, procesa para la generación de la respuesta y se muestra en un entorno HTML en la red.

Existen algunos campos principales donde se usan los *scripts* de PHP.

- Lado del servidor.

Es el punto central, donde el servidor debe de contener el analizador de PHP para el procesamiento de los *scripts* creados, un servidor web y un navegador web.

- Línea de comandos.

Se puede crear un script de PHP y ejecutarlo sin necesidad de un servidor o navegador con la ayuda de un analizador de PHP para la ejecución de tareas simples de procesamiento de texto.

5.4 XAMPP

PHP es un lenguaje interpretado por el servidor el cual transforma y muestra el resultado del proceso al cliente en un formato HTML. Para la realización de la página web se utiliza el software XAMPP, siendo un programa gratuito que contiene un servidor web HTTP Apache, Base de Datos MySQL, PHP y Perl.

- *Apache:*

Es la aplicación de servidor web que se encarga de procesar y entregar el contenido web a un host.

- *MySQL:*

Es un programa de código abierto que permite el almacenamiento de información a través del sistema gestor de base de datos que posee.

- *PHP:*

Es un lenguaje de programación versátil para la generación y creación de *scripts*, que son ejecutados en la parte del servidor para la transformación en código HTML, siendo visible a través de Internet.

- *Perl:*

Es un lenguaje de programación dinámico y de alto nivel que se usa ampliamente en la programación de redes, la administración de sistemas, etc.

A través de este programa se puede disponer de un servidor propio para hacer pruebas de las páginas web creadas por el usuario, bases de datos y desarrollar aplicaciones con la finalidad de observar el procesamiento que tienen las mismas al subir a la Web.

Una vez instalado el programa, se podrá acceder a las características que ofrece al colocar en el navegador la dirección:

http : //localhost/xampp/

También se puede acceder a las Bases de Datos MySQL creadas por el usuario a través del siguiente enlace:

http : //localhost/phpmyadmin/

5.5 Base de Datos

Los equipos para la medición del gas Radón envían los datos a través del módulo ESP8266 hacia el servidor Web, el cual al ejecutar los *scripts* procede a incorporar la información en la base de datos. Los datos son enviados en un periodo de diez minutos.

La base de datos del sistema se conforma por dos tablas que son dispositivos y datos, albergando información referente a:

- Identificación del dispositivo,
- Ubicación de la estación o equipo de medición,
- Datos obtenidos de la medición,
- Hora y Fecha de la medición,
- Variables auxiliares para el programa,
- Estado de la Batería.

La información almacenada en la tabla de datos será visualizada constantemente a través de la página Web así como por la aplicación desarrollada para el administrador, con la finalidad de observar la variación existente en las zonas.

A continuación se indica la configuración de las tablas pre configuradas en el Servidor Web.

Nombre	Tipo	Nulo	Llave	Default	Extra
ID_Dispositivo	varchar (11)	No	Pri	Null	
password	varchar (15)	No		Null	
Lat	varchar (15)	No		Null	
Lon	varchar (15)	No		Null	

Tab. 5.2: Tabla Dispositivos

Nombre	Tipo	Nulo	Llave	Default	Extra
ID_Dispositivo	varchar (10)	No		Null	
ID_dato	int (11)	No	Pri	Null	AUTO_INCREMENTO
Magnitud	int (11)	No		Null	
Hora	varchar (8)	No		Null	
Fecha	varchar (11)	No		Null	
NotRad	int (11)	No		0	
NotBat	int (1)	No		0	
Batería	int (11)	No		0	

Tab. 5.3: Tabla Datos

La Figura 5.1 indica el modelo entidad-relación, que ofrece una mejor visión conforme a la estructura de la bases de datos a partir de las tablas creadas.

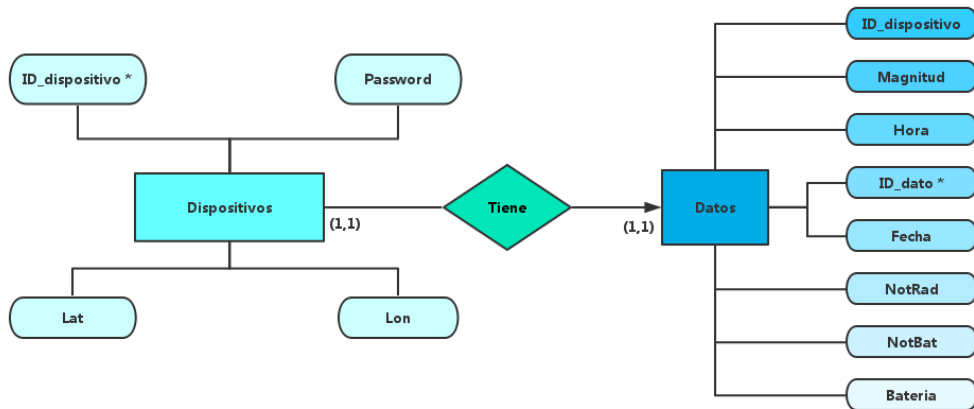


Fig. 5.1: Modelo Entidad-Relación de la base de datos

Los códigos de los transductores que han sido estipulados en la base de datos, están estructurados por diez caracteres alfanuméricos de la siguiente manera:

- El primer caracter corresponde a la provincia.
- El Segundo caracter corresponde al cantón de la provincia.
- El tercer y cuarto caracter corresponde a la parroquia urbana (PU), o parroquia rural (PR)
- Del quinto al séptimo caracter corresponde al nombre de la provincia.
- Los últimos caracteres corresponden a la numeración del dispositivo.

Una vez creada la base de datos, se pasa al desarrollo de la página web a través de la creación de *scripts* mediante el uso del lenguaje PHP.

5.6 Página Web

Las páginas Web son documentos electrónicos escritos en un lenguaje de marcado o etiquetado (HTML) que hacen uso del hipertexto y la hipermedia. Una parte esencial en estas páginas es la utilización de enlaces o hipervínculos mediante una URL, con la finalidad de crear el hipertexto.

HTML está conformado por un vocabulario y gramática, siendo empleado únicamente para definir la estructura y el contenido de la página Web. El vocabulario hace referencia a las etiquetas que emplea el lenguaje, y la gramática son las reglas que deben de seguir las etiquetas para escribir el documento.

La creación de la página Web está formada por:

- *Diseño Web:*

Hace referencia al diseño visual de un sitio o página Web, implicando el boceto de los elementos gráficos de la página. Entre los elementos gráficos están la tipografía, colores, tamaño y proporciones.

Es utilizado como una herramienta gráfica, proporcionando el marco para la presentación y comportamiento de la página. El producto final de la elaboración del diseño Web no contiene código, sino que se divide en partes que se pueden representar en código HTML más CCS (Cascade Style Sheet), o se convierten en elementos puramente gráficos.

El lenguaje de hojas de estilo o CCS permite generar el aspecto visual de la página Web, mediante la modificación de parámetros o atributos de las etiquetas de HTML que se le otorga al documento.

- *Desarrollo Web:*

Hace referencia a la programación necesaria para construir una aplicación o sitio Web. Se suelen dividir en dos partes, cliente y servidor que pueden estar conectadas, pero funcionan de forma independiente y emplean tecnologías distintas.

Para la configuración de la parte cliente se debe de tener conocimientos en HTML, CSS, Javascript, con la finalidad de generar peticiones correspondientes

al servidor y generar las opciones gráficas que desea el usuario, siendo necesario presentar de forma correcta los resultados del servidor a los visitantes.

El servidor es la parte del sitio Web que los visitantes no observan, el funcionamiento que realiza es abstracto a los visitantes. El desarrollo Web vela por el diseño y desarrollo de la base de datos, así como la seguridad del producto que se ofrece a los visitantes.

Una página Web está compuesta por un conjunto de elementos escritos en un orden concreto, siendo el elemento el componente básico. Un ejemplo de un elemento es el siguiente:

```
<p class = "importante">Esto es un párrafo</p>
```

El cual está formado por:

1. Etiqueta de Inicio (p).
2. Atributo (class).
3. Valor (importante).
4. Contenido (Esto es un párrafo).
5. Etiqueta Fin (/p).

Los elementos se pueden anidar, es decir, escribir unos dentro de otros, respetando las reglas que exige el lenguaje de etiquetado con respecto a la apertura y cierre de las mismas. Para escribir una página web se debe tener en consideración las principales etiquetas como se muestran en la Tabla 5.1.

Etiqueta	Descripción
< html >	Etiqueta principal del documento y única, la página web debe de escribirse dentro de esta etiqueta.
< head >	Define la cabecera, no tiene representación visual en el navegador. Se utiliza para definir métodos, información sobre la página o instrucciones sobre cómo se debe de procesar la misma.
< title >	Es única y es utilizada para definir el título de la página.
< body >	Etiqueta que referencia el cuerpo de la página web, siendo el contenido visible de la misma.

< h1 > ... < h6 >	Son utilizadas para el encabezado y títulos en la página Web.
< p >	Se emplea para introducir un párrafo en la página Web.
< strong >	Se utiliza para destacar una parte del texto.
< em >	Se utiliza para enfatizar una parte del texto.
< a >	Se utiliza para definir un hiperenlace.

Tab. 5.4: Principales Etiquetas de una página Web. [51]

Algunas pautas que hay que tomar en consideración al momento de escribir un documento Web es:

- Las etiquetas siempre se deben de cerrar.
- Los elementos anidados deben de tener un correcto orden de apertura/cierre.
- Dependiendo de la versión HTML, se debe de escribir las etiquetas con mayúsculas y minúsculas.
- Los valores de los atributos tienen que estar entre comillas dobles o simples.
- En los nombres de los ficheros de las páginas Web se debe de utilizar letras del alfabeto en Inglés, números, el guión o guión bajo.
- La extensión de las páginas web deben de ser HTM o HTML.

Los enlaces son el elemento principal que confiere a la Web su carácter de hipertexto, siendo un documento digital que se puede leer de forma secuencial y está compuesto de:

- **Nodos o secciones:**
Son las partes del hipertexto que contiene información accesible al usuario.
- **Enlaces o Hipervínculos:**
Son las uniones o vinculaciones que se establecen entre los nodos y facilitan la lectura secuencial o no secuencial por los nodos del documento.
- **Anclajes:**
Son los puntos de activación de los enlaces.

La Web está formada por millones de nodos, documentos o páginas Web interconectados por millones de enlaces. Existen dos tipos de enlaces.

- **Intradocumental:**

Es un enlace a un punto en el documento en el que se define el enlace. Se utiliza *href* para indicar el destino del enlace.

- **Extradocumental:**

Es un enlace a otro documento, normalmente a otra página Web.

Algunos aspectos a tomar en consideración sobre los enlaces son:

- Los nombres con mayúsculas y minúsculas.
- Los caracteres extraños que poseen algunos enlaces.
- No usar espacios en blanco en los nombres de los Ficheros o Directorios.
- La forma de escritura de las rutas de los enlaces.

5.7 Aplicación del Administrador

El entorno de la aplicación del administrador se ha desarrollado mediante la programación en Java, recurso que predomina en varias aplicaciones de escritorio, web y en dispositivos. La empresa Oracle encargada de implementar y desarrollar nuevas combinaciones visuales para el programador incorpora JavaFx, siendo una plataforma que ofrece mejores características de diseño al implementar una aplicación.

5.7.1 JavaFx

JavaFx es una combinación mejorada de los recursos de Java que permite dar un formato a las interfaces de las aplicaciones a generar según sus necesidades de los desarrolladores.

Java Fx permite generar aplicaciones interactivas de Internet Enriquecidas en contenido (RIA) a través de la incorporación de:

- Gráficos vectoriales.
- Animación.

- Sonido.
- Activos Web de Video.

Las actualizaciones de esta herramienta brindan a los desarrolladores una mejora en el rendimiento, estabilidad y seguridad de las aplicaciones, siendo disponible para los principales sistemas operativos.

5.7.2 Características principales:

- Plataforma RIA:

El programador tiene mayor libertad al generar el entorno visual en sus aplicaciones, dando una mejor experiencia del usuario a través de un modelo unificado de desarrollo y despliegue que ostenta.

Tradicionalmente las aplicaciones web realizan peticiones al servidor mediante la arquitectura cliente-servidor, llegando a generar en ocasiones una sobrecarga de proceso entre los intermediarios.

Las aplicaciones RIA son una combinación entre las aplicaciones desarrolladas para la web y el escritorio, siendo una herramienta flexible que evita las posibles fallas a las aplicaciones tradicionales.

La aplicación se carga en el navegador y se ejecutada en el lado del cliente, llegando a ser uso del servidor bajo ciertas circunstancias como la sincronización.

- Amplio alcance en el mercado:

Se desarrolla aplicaciones para ser ejecutadas en múltiples plataformas y sistemas operativos.

- Flujo de trabajo mas rápido en el diseño:

Se da una mejor generación de aplicaciones en cuanto al diseño, visualización y desarrollo.

- Tiempo de ejecución de gran alcance:

Trabaja bajo Java por lo que potencia el rendimiento y seguridad de las aplicaciones creadas.

- Liberarse de el navegador:

Incorpora una facilidad de arrastrar aplicación de JavaFX desde el navegador al escritorio para su utilización.

- La compatibilidad con la tecnología Java:

Permite el empleo de las librerías de Java con la finalidad de no generar una compatibilidad, por lo que no origina un exceso de consumo de proceso en el sistema.

Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

” *La conclusión es que sabemos muy poco y sin embargo es asombroso lo mucho que conocemos. Y más asombroso todavía que un conocimiento tan pequeño pueda dar tanto poder.*

— **Bertrand Arthur William Russell**

6.1 Resultados

Los transductores realizados en este proyecto tienen como principales objetivos la medición y detección de las partículas alfa, producidas por el efecto de ionización del Radón en el ambiente. El efecto se produce al captar el ingreso del ambiente contaminado de Radón en la Cámara de Ionización de cada transductor, percibiendo la medición del mismo y generando las expectativas deseadas.

Las etapas que realiza el Radón debido a la emanación natural que se produce hacia el ambiente, se indica a continuación de forma breve.

1. El Radón es un elemento que pertenece a los gases nobles cuyos antecesores son el Uranio y Radio. Estos elementos se encuentran con gran frecuencia en la corteza terrestre y en rocas.
2. El Radón al ser expulsado al ambiente comienza desarrollar su proceso de semidesintegración, perdiendo tamaño y generando inestabilidad, las cuales desencadenan en la liberación de partículas alfa y electrones en el entorno.
3. La emanación del elemento presenta diversas formas de filtración tanto en zonas Urbanas como en Rurales, permitiendo el almacenamiento del Radón en espacios poco ventilados como en escuelas, instituciones o edificaciones, ocasionando la proliferación de perjuicios en la salud de las personas.
4. Los transductores colocados en diferentes zonas de la ciudad, tienen como objetivo la captación de las partículas alfa y electrones libres provocados por el Radón en el entorno. La medición se obtiene a partir del efecto de

ionización que se genera en la *Cámara de Ionización* de cada transductor, desde la percepción del elemento.

En este proceso la *Cámara de Ionización* se encuentra alimentada con un voltaje de nueve voltios, creando la diferencia de potencial que permite percibir tanto partículas alfa como electrones. El proceso que realiza el Transductor para la captación del elemento y obtención de los respectivos datos del Radón en el ambiente es el siguiente:

- a) La diferencia de potencial se genera cuando el ambiente con radiación pasa a través de la cámara, produciendo el efecto de ionización del medio con el aire interior de la cámara del transductor.
- b) La *Cámara de Ionización* está conformada por un filamento de Cobre (*Ánodo del Sistema*) que atrae a los electrones, y por la pared de la cámara (*Cátodo del Sistema*) que atrae las partículas alfa.
- c) La radiación que se crea es percibida debido al movimiento de los iones hacia el ánodo del sistema, traduciéndolo en un pulso electrónico a través del amplificador JFET.
- d) A partir de los circuitos electrónicos como el *Amplificador Cascode*, *Circuito Derivador* y *Circuito no Inversor* se obtiene la amplificación adecuada y medición del elemento.
- e) Los datos obtenidos de la captación del Radón son enviados a través del Módulo Inalámbrico *ESP 8266* hacia el servidor Web.
- f) Los datos recibidos en el servidor Web son almacenados en la base de datos creada para el sistema.
- g) La aplicación del administrador y la página Web establecen comunicación con el Servidor, recogiendo los datos necesarios para la visualización a través de la red del comportamiento del elemento.

El transductor realizado se lo cataloga como un instrumento de medición activo, debido a que necesita de energía eléctrica para la percepción continua del Radón en su monitorización.

El dispositivo puede realizar pruebas de corto y largo plazo, observando el consumo de batería correspondiente a la parte electrónica de la *Obtención de datos*. La interfaz del usuario presenta una alerta sobre el agotamiento de la batería del equipo para realizar su reemplazo.

En la ciudad de Cuenca no existen registros sobre posibles fuentes de emanación de Radón, debido a que no se ha desarrollado un estudio de campo del elemento. En la etapa *Obtención de datos*, se utilizó un elemento que realice el efecto de radiación alfa, con la finalidad de verificar y constatar la correcta medición producida por la parte electrónica a partir de la *Cámara de Ionización* inherente en el sistema del transductor.

El elemento utilizado para corroborar la medición del transductor es el Americio (Am-241), que presenta radiación alfa debido a la desintegración de los núcleos del elemento. La aplicación principal de este elemento es en detectores de humo del tipo iónico, manejados ampliamente en sistemas de seguridad.

La caja contenedora para los equipos de adquisición de la señal está realizada en acrílico de tres milímetros, el cual brinda la protección adecuada al transductor, sin afectar la lectura de los datos emitidos de la parte electrónica del equipo al captar radiación alfa por el Radón.

La Figura 6.1 se observa las piezas diseñadas en el software *SolidWorks* para la conformación de la estructura en acrílico, y en la Figura 6.2 se aprecia la estructura armada.

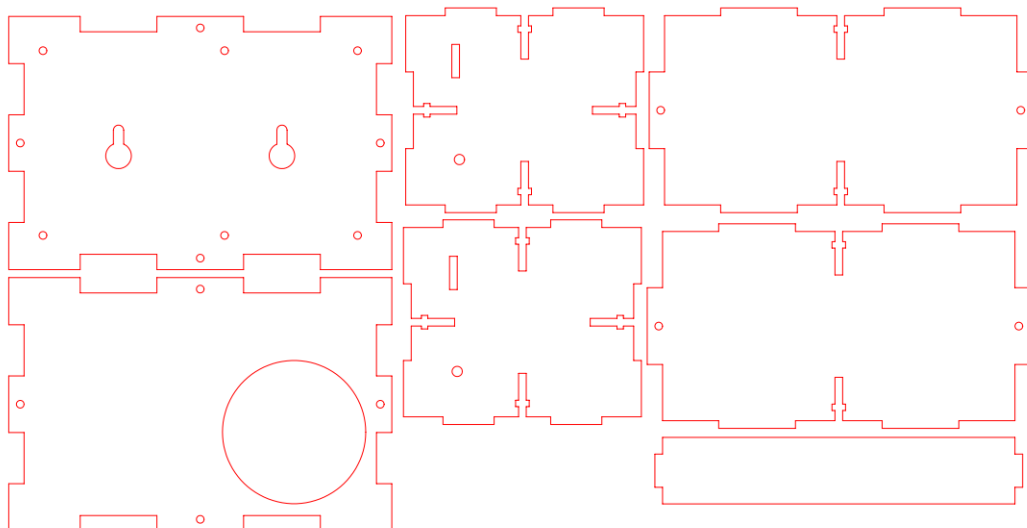


Fig. 6.1: Piezas de la estructura de acrílico

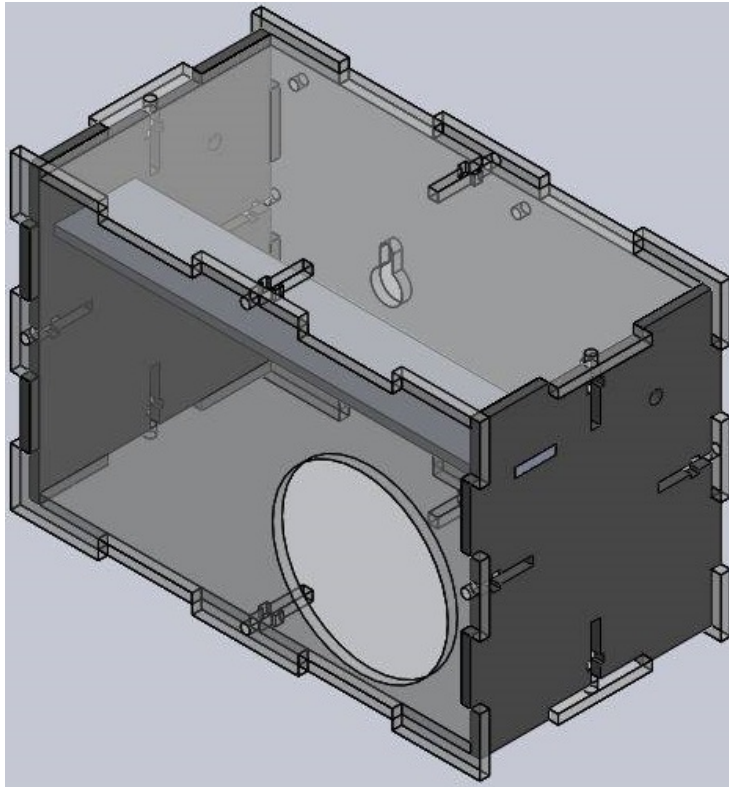


Fig. 6.2: Estructura de acrílico armada

6.1.1 Pruebas

En la Figura 6.3 se observa la *Interfaz del Usuario* del administrador, identificando parámetros referentes a:

- Alertas de radioactividad alfa generada por la presencia del Radón, a través de los datos obtenidos por parte del transductor.
- Un panel denominado Sensores haciendo referencia a los transductores habilitados para el envío de información hacia la base de datos del servidor Web. En cada dispositivo se detalla características como la Latitud y Longitud del equipo de adquisición de la señal y el máximo valor obtenido hasta el momento en el proceso de medición.
- Ubicación de los transductores a través de la incorporación de la API de Google Maps, mediante los valores de las coordenadas georeferenciadas extraídas de la base de datos del Servidor Web.

- Gráficas del comportamiento de la medición del Radón mediante los datos obtenidos de los equipos de adquisición de la señal, visualizando en referencia de Conteos por Minuto (CPM) con respecto al tiempo.

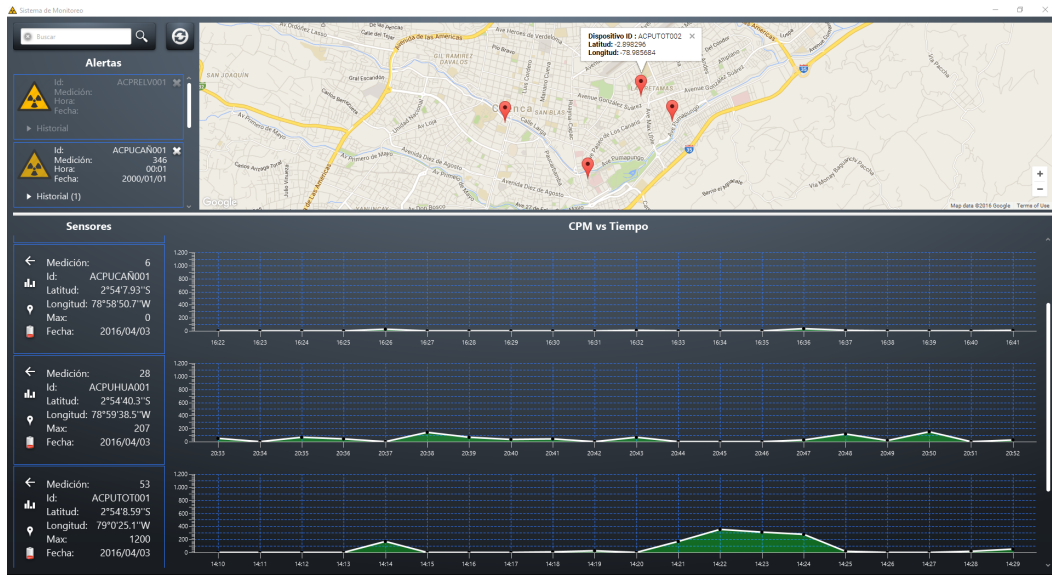


Fig. 6.3: Interfaz de Usuario.

Los equipos de adquisición de la señal fueron colocados en cuatro parroquias diferentes del Cantón Cuenca como se puede apreciar en la *Interfaz del Usuario*, obteniendo resultados del comportamiento del Radón en espacios interiores como en la intemperie.

La Figura 6.4, 6.5 y Figura 6.6, presentan como resultado la captación de un ruido de fondo por parte del transductor, el cual al estar colocado en la intemperie tiene un máximo de 200 CPM, y en un espacio interior presenta un límite de 50 CPM.

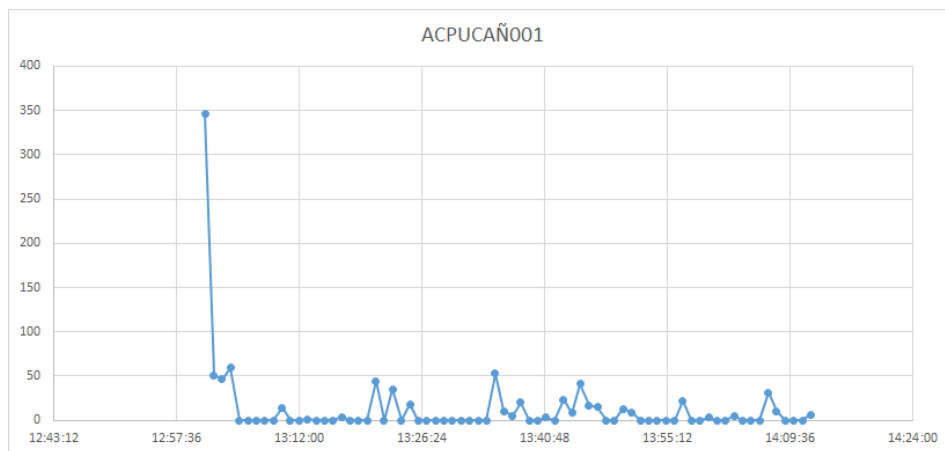


Fig. 6.4: Dispositivo ACPUÑ001

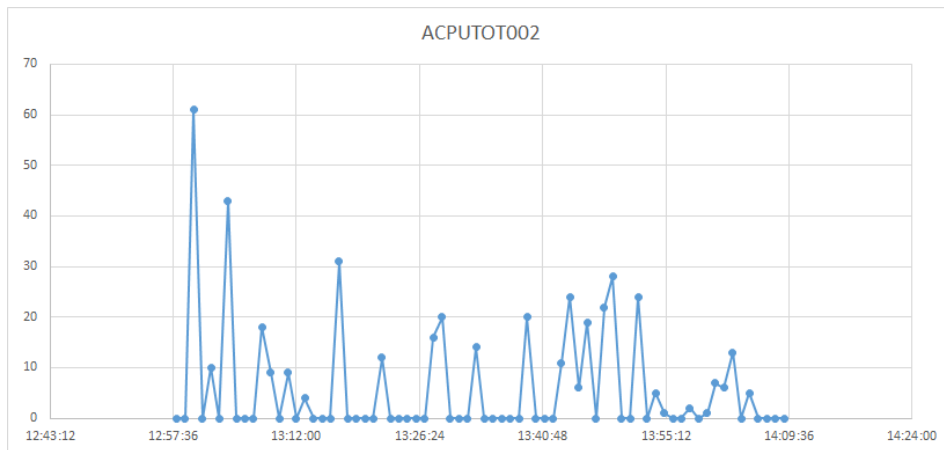


Fig. 6.5: Dispositivo ACPUTOT002

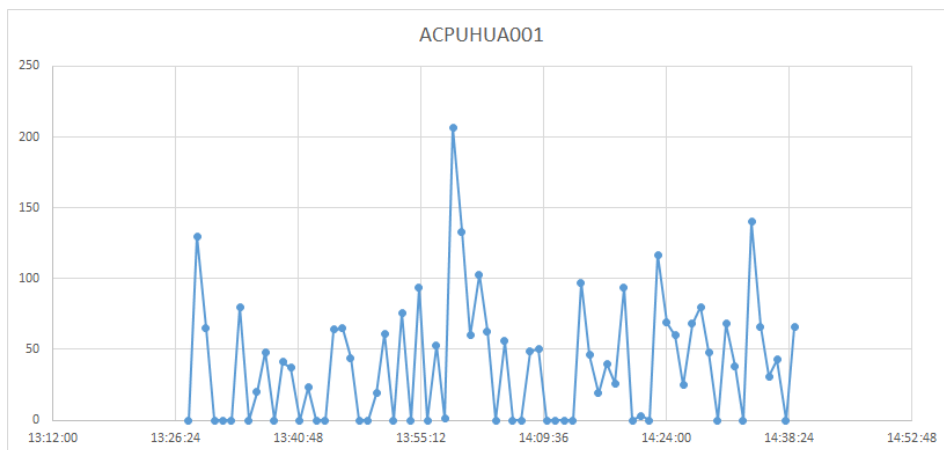


Fig. 6.6: Dispositivo ACPHUA001

La Figura 6.7 indica resultados diferentes debido a que el equipo de adquisición fue expuesto a 0.8 gramos de Americio, siendo un elemento que emite radiación alfa, con la finalidad de obtener los siguientes resultados:

- El equipo de adquisición de la señal capta el ruido de fondo establecido en un rango de 200 CPM, en los primeros treinta minutos.
- Se aproxima el Americio a la Cámara de Ionización a una distancia de quince centímetros, obteniendo un aumento de captación de partículas alfa que llegan a un límite de 1200 CPM.

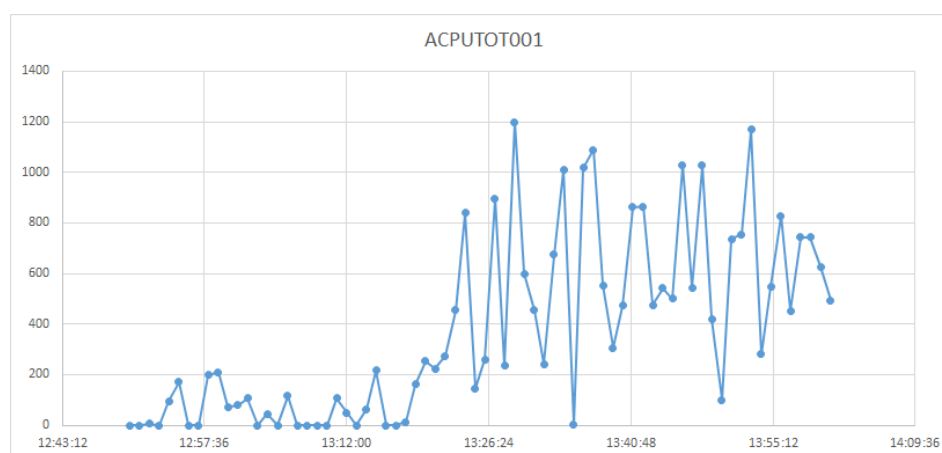


Fig. 6.7: Dispositivo ACPUTOT001

El acceso a la Página Web es: www.ucuencarsa.saphiensworld.com, obteniendo los datos de los dispositivos, gráficas e información del proyecto a través del Internet.

6.1.2 Costos

Los costos de los elementos incorporados en la realización del transductor final, se detalla a continuación:

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
3	Capacitor Electrolítico	0,15	0,45
3	Capacitor Cerámico	0,10	0,30
1	Amplificador Operacional TL072	0,65	0,65
17	Resistencias	0,03	0,51
1	Batería de 9V	4	4
1	Led	0,10	0,10
1	Transistor NPN 2N3904	0,10	0,10
2	Diodo Zener de 3.3V	0,15	0,30
1	Módulo WiFi ESP8266	19	19
1	Microcontrolador 18F4550	12,90	12,90
1	Reloj a tiempo real DS1307	4	4
2	Cristales	0,75	1,50
1	Regulador de Voltaje KIA78R33API	1,79	1,79
1	Transistor NPN BC549B	0,06	0,06

1	Amplificador RF N-Channel 2N5484	0,85	0,85
1	Estructura de Acrílico	12,32	12,32
1	Conector BNC para Chasis	0,75	0,75
1	Cilindro	1,25	1,25
	Varios	4	4
Total			64,83

6.2 Conclusiones

- El transductor ha sido diseñado para cumplir con las exigencias planteadas en el proyecto de Tesis, haciendo uso de una protección mediante un revestimiento de acrílico para asegurar y preservar el apropiado funcionamiento electrónico del transductor. Este revestimiento es utilizado para aislar los efectos ambientales del entorno evitando el desgaste del sistema, los cuales pueden llegar a degenerar la respuesta de medición del transductor.
- El transductor encargado de la captación del elemento Radón, no debe de afectar con la sensibilidad de lectura de los datos del JFET, por lo que se debe revisar a profundidad que la distribución de pines del 2N5484 estén en perfecto contacto con las partes del Conector BNC para obtener resultados aceptables.
- El JFET 2N5484 se encuentra colocado en el interior del Conector BNC con el propósito de tener pérdidas mínimas y no alterar la información obtenida en los datos de medición. Si el transistor es colocado directamente en el circuito impreso (PCB), las pérdidas del Conector BNC al sumarse con las del ruido electrónico inherente, ocasionan la pérdida parcial o total de la información.
- El filamento de Cobre que actúa como *Ánodo del Sistema* debe de encontrarse esmaltado, con el propósito de resistir a la degradación que se produce al encontrarse el dispositivo en la intemperie.
- El transductor entra en completo funcionamiento en un intervalo aproximado de un minuto, debido al periodo de estabilización de la cámara de ionización (diez segundos), además de considerar la inicialización del módulo inalámbrico (treinta segundos).

- Se descartó la incorporación de un *Scrip Georeferenciado* en el Servidor Web, que brinda la latitud y longitud de la ubicación del transductor a través de la conexión del módulo inalámbrico a la red, debido a no tener un posicionamiento preciso del dispositivo.
- En principio se planteaba la utilización del amplificador operacional CA3420, cuyo esquema para la detección de la radiación producida por el Radón presentaba los siguientes inconvenientes:
 - La utilización de una resistencia (en el orden de gigaohmios) no común en el mercado local, presenta problemas en su adquisición, y genera un aumento de costo en la elaboración final del transductor.
 - La sensibilidad del sistema era afectado por cualquier equipo cercano al mismo, en particular con la red eléctrica, distorsionando la captación del elemento y por ende los datos de lectura.
 - Debido a la sensibilidad de la parte electrónica del circuito, se debía de realizar dos estructuras, una de metal que actúe como *Jaula de Faraday* para aislar el circuito del ruido, y otra que realice la función de protección del transductor para su colocación en la intemperie.
 - El periodo de carga y descarga de la cámara de Ionización representaba un factor indispensable en el sistema, debido a que el intervalo de tiempo de estabilización era prolongado y producía valores erróneos en la lectura de medición.
 - La cámara de ionización debía de estar compuesta por múltiples ánodos o hilos para la captación del elemento, por lo que la cámara debía de ocupar un mayor tamaño.

Estos puntos fueron considerados para descartar la utilización del amplificador operacional CA3420, debido a que la intensidad de captación del elemento es baja y el sistema incorporaba una gran cantidad de errores. Se intentó adecuar la señal apropiadamente, el cual hubiera despreciado valores de la medición.

- En segunda instancia se realizó la detección de radiación a través de un contador *Geiger-Muller*, cuyo principio es la ionización del gas que se produce en el interior del tubo. Esto es debido a la alta tensión que necesita como fuente de alimentación para su funcionamiento. Algunas dificultades que se encontraron con el uso del contador son:

- Los contadores o tubos *Geiger-Muller* no se encuentran en el mercado local, teniendo que ser adquiridos fuera del país.
- Para un funcionamiento adecuado del contador *Geiger-Muller* es necesario generar una fuente de tensión continua comprendida entre 370 a 450 voltios, a partir de la corriente eléctrica alterna (120V, 60Hz) o continua. Para el empleo de la corriente eléctrica alterna se utiliza una distribución de capacitores y diodos, y para la corriente continua se hace uso de un circuito transformador elevador de tensión.
- Al trabajar con una fuente de voltaje de 450 voltios se debía de tener mayor precaución en aspectos de seguridad del equipo en la ubicación designada.
- La mayoría de estos contadores son para medir radiación beta o gamma; los tubos *Geiger-Muller* creados para la detección de partículas alfa son de un valor elevado proporcionando un incremento en el costo final de los equipos de adquisición de la señal.

Estos aspectos fueron considerados para descartar el sistema a través de contadores Geiger-Muller.

- Además se intentó la realización de la medición de partículas alfa mediante transistores Darlington, los cuales en el mercado local no cumplían con las especificaciones de los esquemas encontrados. Al tratar de utilizarlos con reemplazos del producto en el mercado local, los sistemas eran inestables y presentaban valores erróneos en la medición.
- Las valores obtenidos en las mediciones del transductor final, indican una respuesta que depende de parámetros como la temperatura, presión atmosférica, velocidad del viento, altura del terreno.

6.3 Recomendaciones

- La batería que es la encargada de dar la alimentación a la parte electrónica de la *Obtención de los Datos*, debería de proporcionar por lo menos un Amperio, con la finalidad de prolongar la vida útil y autonomía del sistema.
- La *Cámara de Ionización* que actúa como *Cátodo del Sistema*, debería de estar protegida con estaño, con la finalidad de prolongar el periodo de vida de los equipos de adquisición de señal. Al estar construida por otro material, la degeneración de la misma es un factor importante en el desempeño de su

funcionamiento, debido a la corrosión que se genera al estar expuesta en el ambiente.

- Se recomienda la incorporación de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en los transductores, con el propósito de tener sus coordenadas exactas de ubicación, así como la seguridad del mismo.
- Se puede incorporar sensores de temperatura y presión atmosférica al sistema, para abordar un estudio a profundidad con respecto a la variación que existe en la medición del Radón con las condiciones ambientales del entorno.
- Se recomienda realizar una ampliación del área de cobertura del sistema de medición, con el objetivo de realizar un estudio para analizar y encontrar principales focos de Emanación del Radón. Esto es con el propósito de encontrar correlación con las afecciones de los efectos de cáncer de pulmón en la ciudad.
- Se puede incorporar un estudio a fondo en la detección de radiación beta y gamma a través del contador *Geiger-Muller*, con el fin de establecer posibles puntos de radiación en la ciudad y los peligros que presenta al estar en continuo contacto con los elementos radioactivos.

Índice de figuras

1.1	Esquema del Monitoreo del Gas Radón a través de los dispositivos de medición.	23
2.1	Desintegración Radioactiva del Uranio y Torio [2]	29
2.2	Desintegración Radioactiva del Uranio-238 [3]	30
2.3	Fuentes de Emanación del Radón [3]	31
2.4	Mapa de la Concentración del Radón a nivel Mundial (OMS) [15] . . .	38
2.5	Ilustración de los países que ayudaron en la Investigación [16]	40
2.6	Niveles de Radón medidos en Quito [17]	42
3.1	Encapsulado de información entre capas del modelo TCP/IP.[21] . . .	47
3.2	Capas del Modelo TCP/IP [22]	49
3.3	Arquitectura Cliente-Servidor. [22]	50
3.4	Mensajes del Protocolo HTTP [25]	54
3.5	Petición HTTP [26]	55
3.6	Representación Gráfica de un Modelo Relacional. [27]	63
3.7	Sistema Embebido Ethernet Arduino [29]	66
3.8	Módulo XBee Wi-Fi por Arduino [30]	67
3.9	Módulo Particle Photon [32]	67
3.10	Módulo Spark Core [32]	68
3.11	Módulo Wi-Fi ESP8266 [35]	69
3.12	Modelo tradicional del Internet frente al Actual [37]	71
4.1	Diagrama del Sistema	78
4.2	Cámara de Ionización	80
4.3	Cámara de Ionización (Vista Superior e Inferior)	81
4.4	Amplificador Cascode. [39]	83
4.5	Circuito Derivador. [40]	84
4.6	Comportamiento del Circuito Derivador con respecto a la Señal de Entrada. [40]	85
4.7	Circuito Derivador Modificado. [40]	85
4.8	Circuito no Inversor. [40]	86
4.9	Esquema del Circuito Final. [41]	87
4.10	Módulo Wi-Fi ESP8266. [35]	88
4.11	Esquema del Módulo Wi-Fi ESP8266. [42]	88

4.12	Cambio de Estrategia 5V - 3.3V. [44]	90
4.13	Arquitectura de un microcontrolador. [47]	95
4.14	Esquema del Circuito Final.	99
4.15	Circuito impreso del proyecto	100
5.1	Modelo Entidad-Relación de la base de datos	108
6.1	Piezas de la estructura de acrílico	117
6.2	Estructura de acrílico armada	118
6.3	Interfaz de Usuario.	119
6.4	Dispositivo ACPUÑ001	119
6.5	Dispositivo ACPUTOT002	120
6.6	Dispositivo ACPHUA001	120
6.7	Dispositivo ACPUTOT001	121

Índice de cuadros

2.1	Resumen Estadístico proporcionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [12]	37
2.2	Instituciones Participantes [16]	39
2.3	Niveles de Radón Bq/m^3 en las diferentes ciudades de los países de América Latina [16]	41
2.4	Resultados del Radón por País [16]	42
3.1	Lenguaje de Manejo de Datos [27]	58
4.1	Respuesta del Circuito Derivador según los parámetros de la Señal de Entrada. [40]	84
4.2	Consumo Máximo del Módulo ESP8266. [43]	89
5.1	Referencia entre el Tiempo de Caídas del Servicio y Disponibilidad del Servidor Web [50]	103
5.2	Tabla Dispositivos	107
5.3	Tabla Datos	108
5.4	Principales Etiquetas de una página Web. [51]	111

Bibliografía

- [1] *NTP 533: El radón y sus efectos sobre la salud*, INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 1999.
- [2] Alicia Ayala Estrada, *Medición de Radón-222 en Ambientes Geohidrológicos en la Fracción Central de México*, Facultad de Ciencias, 2009.
- [3] María José Berenguer Subis, *NTP 440: Radón en ambientes interiores*, INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 1990.
- [4] Beatriz Piedecausa García, Servando Chinchón Payá, Miguel Angel Morales Recio y Miguel Angel Sanjuán Barbudo, *Radiactividad natural de los materiales de construcción. Aplicación al hormigón. Parte II. Radiación interna: el gas radón.*, Revista Técnica CEMENTO HORMIGÓN, 2011.
- [5] Miguel Balcazár, Pablo Peña García, Arturo López Martínez, Jesús Hernán Flores Ruiz, *RADÓN, TRAZADOR NATURAL de interés geofísico y ambiental*, El ININ hoy.
- [6] Marco Antonio Reyna Carranza, Gustavo López Badilla *Estudio del efecto del radón en los casos de muerte por cáncer pulmonar en la población de Mexicali, Baja California, México*, Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, 2002.
- [7] Eduardo Gallego Díaz, *RADIACIONES IONIZANTES Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA*, Foro de la Industria Nuclear Española.
- [8] *Manual Informativo Sobre El Radón: La guía para proteger a su familia y a usted del radón.*
- [9] *El radón en el hogar y otras viviendas*, HealthLinkBC, 2013.
- [10] *Radón «Un gas radioactivo de origen natural en su casa»*
- [11] *MANUAL DE LA OMS SOBRE EL RADÓN EN INTERIORES.*

- [12] Jan M. Zielinski, *Mapping of residencial Radon in the World*, 2014.
- [13] <http://www.mclaughlincentre.ca/welcome/index.shtml>
- [14] <http://www.mclaughlincentre.ca/research/map.shtml>
- [15] http://www.mclaughlincentre.ca/research/map_radon/Index.htm
- [16] A. Canoba, F. O. López, M. I. Arnaud, A. A. Oliveira, R. S. Neman, J. C. Hadler, P. J. Iunes, S. R. Paulo, A. M. Osorio, R. Aparecido, C. Rodríguez, V. Moreno, R. Vasquez, G. Espinosa, J. I. Golzarri, T. Martínez, M. Navarrete, I. Cabrera, N. Segovia, P. Peña, E. Taméz, P. Pereyra, M. E. López-Herrera and L. Sajo-Bohus, *Indoor radon measurements in six Latin American countries*, Geofísica Internacional, 2002.
- [17] http://www.mclaughlincentre.ca/research/map_radon/Ecuador.htm
- [18] <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/'Radón', un gas peligroso>
- [19] <http://www.lahora.com.ec/noticias/show/1101469765#.VhqYNuZtdVU>
- [20] <http://www.elmercurio.com.ec/341124-uranio-en-el-azuay/#.Vhq0uZtdVU>
- [21] <http://www.textoscientificos.com/redes/tcp-ip/comparacion-modelo-osi>
- [22] Akin Ramirez, Nicolas Contador, *Principios básicos de enrutamiento y switching CCNA1 V5*, Cisco Networking academy, 2014.
- [23] Luis Gerardo de la Fraga, *Redes TCP/IP*, 2003.
- [24] Francisco Prieto Donate, *Transmisión de Imágenes de Vídeo mediante Servicios Web XML sobre J2ME*, INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN, 2007.
- [25] R. Fielding, J. Gettys, J. C. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Berners-Lee, *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*, 1999.
- [26] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11247/fichero/Conceptos+previos.pdf>
- [27] Mercedes Marqués, *Bases de datos*, Colección Sapientia, 2011.
- [28] Jorge Sánchez, *Principios sobre Bases de Datos Relacionales*, 2004.
- [29] <http://www.coldfire-electronica.com/esp/item/arduino-ethernet-shield>
- [30] <http://www.seeedstudio.com/depot/XBee-WiFi-PCB-Antenna-S6-p-1114.html>

- [31] <http://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions>
- [32] <https://store.particle.io/collections/frontpage>
- [33] <http://docs.particle.io/photon-datasheet/#functional-description>
- [34] <http://docs.particle.io/datasheets/core-datasheet/>
- [35] <http://rayshobby.net/esp8266-serial-to-wifi-module/>
- [36] Benito Úbeda Miñarro, *Apuntes de Sistemas embebidos*, 2009.
- [37] <http://www.femeval.es/i-CREO/cloud%20computing.pdf>
- [38] <https://cursos.formacionactivate.es/cloud-computing/>
- [39] <http://www.allaboutcircuits.com/chpt-4/cascode-amplifier/>
- [40] <http://www.daqcircuitos.net/index.php/>
- [41] <http://www.vk2zay.net/article/264>
- [42] https://nurdspace.nl/File:Esp8266_schema.png
- [43] <https://nurdspace.nl/ESP8266>
- [44] <http://jamesreubenknowles.com/level-shifting-strategy-experiments/>
- [45] <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Wireless/WiFi/CommandDoc.pdf>
- [46] <https://www.sistemasorp.es/probando-el-modulo-wifi-esp8266/>
- [47] <http://learn.mikroe.com/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/>
- [48] <http://paginas.fe.up.pt/~fff/eBook/MDA/MDA.html>
- [49] <http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>
- [50] https://es.wikipedia.org/wiki/Alojamiento_web
- [51] <https://formacionactivate.appspot.com/idesweb-parte-1/>
- [52] <https://everac99.wordpress.com/alta-disponibilidad-que-es-y-como-se-logra/>
- [53] <http://fcoescobar.blogspot.com/java-fx-la-nueva-tecnologia-de-java.html>

- [54] <https://sites.google.com/site/anilandro/04200-obtener-muest-radiac>
- [55] <http://tympanus.net/codrops/>
- [56] <https://geekytheory.com/>
- [57] <http://www.w3schools.com/>
- [58] <http://www.masquewordpress.com/>
- [59] <http://www.cesarcancino.com/>

