



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

TEMA:
DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS
EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS

AUTOR:

JOSÉ LUIS LÓPEZ DASTE

TUTOR:

ING. LUIS HERNAN MONTOYA LARA MGS.

**QUITO, ECUADOR
2019**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS”, presentado por el Sr. José Luis López Daste, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Febrero del 2019

TUTOR

.....

Ing. Luis Hernán Montoya Lara, Mgs.

AGRADECIMIENTO

Agradecido para siempre con mis padres, quienes han sido los mejores seres humanos que he visto en toda mi vida, su amor incondicional por sus hijos y sus buenos ejemplos los hace merecedores de todo mi respeto y amor.

Gracias amada esposa quien ha sabido comprender que el tiempo que no se lo dediqué lo invertí en mis estudios.

Gracias a mi familia, los amigos, compañeros y maestros también forman parte de mi etapa estudiantil y de una u otra manera también han contribuido para alcanzar este momento tan anhelado.

DEDICATORIA

A mis padres.

Por su apoyo incondicional, sus consejos y valores impartidos en todo momento de mi vida, nunca me sentí sólo ni desamparado, siempre sus palabras fueron un motor que me empujaban hacia adelante cuando me faltaba aliento.

A mi esposa.

En los últimos años ha sido mi inspiración y un gran soporte cuando lo necesité, a ella mi amor y respeto por siempre.

A mi familia.

Sin mis hermanas, cuñado y sobrinos tampoco lo había logrado, son parte fundamental en mi vida y por tanto también de mis momentos felices y logros.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
TABLA DE CONTENIDO	iv
LISTA DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación del problema	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
Descripción de los capítulos	4
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1 El GPS	8
1.2 El GPS para Arduino.....	8
1.3 El GPS como herramienta en situaciones de emergencia	9
1.4 Dispositivos GPS en el mercado	11

1.5	Sistema inalámbrico de área personal WPAN	14
1.6	DIGI Internacional y ZigBee.....	15
1.7	Xbee	15
1.8	Micro controlador ATmega 328.....	18
1.9	Módulo GPS GY-GPS6MV2.....	19
2.	MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.	PROPUESTA.....	23
3.1	Descripción general del proyecto	23
3.2	Módulos que comprenden el dispositivo.....	24
1.	Xbee PRO S2B	24
2.	Xbee Explorer USB	25
3.	Módulo GPS	26
4.	Pantalla LCD 16X2	27
5.	Arduino Nano	27
6.	Pulsador	28
7.	Regulador de tensión LM317	29
3.3	Diagrama de flujo del sistema.....	29
3.4	Diagrama de flujo del transmisor.....	30
3.5	Programación del Transmisor	31

3.6	Diagrama de flujo del receptor.....	35
3.7	Programación del receptor	35
3.8	Diseño en simulador de computadora	37
3.9	Aspectos técnicos del producto	43
3.10	Análisis de costos y tiempo requerido para el desarrollo del proyecto	43
3.11	Ventajas del producto	45
4.	IMPLEMENTACIÓN	47
4.1	Desarrollo	47
4.2	Diagrama de bloques	47
4.3	Implementación	49
4.4	Pruebas de funcionamiento	49
4.5	Análisis de resultados.....	63
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES.....	66
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
	BIBLIOGRAFÍA	67
	REFERENCIAS A PÁGINAS WEB	71
	ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 XBEE PRO S2B (G1, 2018)	25
FIGURA 3.2 XBEE EXPLORER USB (ELECTROPRO.PE, 2018)	26
FIGURA 3.3 MÓDULO GPS (WITTRONICS.COM.MX, 2019)	26
FIGURA 3.4 PANTALLA LCD (SNI.CLOUDFLARESSL.COM, 2018)	27
FIGURA 3.5 ARDUINO NANO (THEENGINEERINGPROJECTS.COM, 2018)	28
FIGURA 3.6 PULSADOR (SHOPTRONICA.COM, 2019)	29
FIGURA 3.7 REGULADOR DE TENSIÓN (TIENDA.BRICOGEEK.COM, 2019)	29
FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA (AUTOR, 2019)	30
FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRANSMISOR (AUTOR, 2019)	31
FIGURA 3.10 DIAGRAMA DE FLUJO DEL RECEPTOR (AUTOR, 2019)	35
FIGURA 3.11 ESQUEMA DEL TRANSMISOR (AUTOR, 2019)	37
FIGURA 3.12 ESQUEMA DEL RECEPTOR (AUTOR, 2019)	38
FIGURA 3.13 ESQUEMA DE LOS CIRCUITOS Y MÓDULOS QUE COMPONEN EL TRANSMISOR (AUTOR, 2019)	39
FIGURA 3.14 ESQUEMA DE LOS CIRCUITOS Y MÓDULOS QUE COMPONEN EL RECEPTOR (AUTOR, 2019)	41
FIGURA 3.15 CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL TRANSMISOR (AUTOR, 2019)	42
FIGURA 3.16 DE IZQUIERDA A DERECHA, RECEPTOR Y TRANSMISOR (AUTOR, 2019)	42
FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA (AUTOR, 2019)	48

FIGURA 4.2 PRIMERA MEDICIÓN EN CAMPO (AUTOR, 2019)	50
FIGURA 4.3 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH (AUTOR, 2019)	51
FIGURA 4.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA A 400 METROS DE DISTANCIA (AUTOR, 2019)	52
FIGURA 4.5 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH A 400 METROS DEL ORIGEN (AUTOR, 2019)	53
FIGURA 4.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA A 800 METROS DE DISTANCIA (AUTOR, 2019)	54
FIGURA 4.7 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH A 800 METROS DEL ORIGEN (AUTOR, 2019)	55
FIGURA 4.8 UBICACIÓN GEOGRÁFICA A 1200 METROS DE DISTANCIA (AUTOR, 2019)	55
FIGURA 4.9 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH A 1200 METROS DEL ORIGEN (AUTOR, 2019)	57
FIGURA 4.10 UBICACIÓN GEOGRÁFICA A 1200 METROS DE DISTANCIA (AUTOR, 2019)	57
FIGURA 4.11 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH A 1600 METROS DEL ORIGEN (AUTOR, 2019)	59
FIGURA 4.12 ORIGEN SIN LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019)	60
FIGURA 4.13 PRIMER PUNTO A 400 METROS SIN LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019)	60
FIGURA 4.14 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH A 400 METROS DEL ORIGEN SIN LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019)	61
FIGURA 4.15 PRIMER PUNTO A 400 METROS SIN LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019)	62

FIGURA 4.16 UBICACIÓN EN GOOGLE EARTH A 835 METROS DEL ORIGEN SIN	
LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019).....	63

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.1 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS (AUTOR, 2019)	7
TABLA 1.2 REDES WPAN (AUTOR, 2019)	14
TABLA 1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA XBEE (AUTOR, 2019)	16
TABLA 1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS XBEE S2B Y S2C (AUTOR, 2019)	17
TABLA 1.5 CARACTERÍSTICAS DEL XBEE S2B (AUTOR, 2019)	18
TABLA 2.1 MÉTODOS METODOLÓGICOS (AUTOR, 2019)	22
TABLA 3.1 MATERIALES Y COSTOS (AUTOR, 2019)	45
TABLA 4.1 PRIMERA MEDICIÓN REALIZADA EN LA LAGUNA LIMPIOPUNGO (AUTOR, 2019)	51
TABLA 4.2 SEGUNDA MEDICIÓN REALIZADA A 400 METROS DE DISTANCIA ENTRE DISPOSITIVOS (AUTOR, 2019)	52
TABLA 4.3 TERCERA MEDICIÓN REALIZADA A 800 METROS DE DISTANCIA ENTRE DISPOSITIVOS (AUTOR, 2019)	54
TABLA 4.4 CUARTA MEDICIÓN REALIZADA A 1200 METROS DE DISTANCIA ENTRE DISPOSITIVOS (AUTOR, 2019)	56
TABLA 4.5 QUINTA MEDICIÓN REALIZADA A 1600 METROS DE DISTANCIA ENTRE DISPOSITIVOS (AUTOR, 2019)	58
TABLA 4.6 PRIMERA MEDICIÓN REALIZADA A 400 METROS DE DISTANCIA SIN LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019)	61
TABLA 4.7 SEGUNDA MEDICIÓN REALIZADA A 800 METROS DE DISTANCIA SIN LÍNEA DE VISTA (AUTOR, 2019)	62

RESUMEN

Las aplicaciones que se le puede dar a la tecnología únicamente tienen un limitante, la imaginación humana. En cada actividad que realiza el hombre aparecen nuevas necesidades que comúnmente son resueltas con una solución tecnológica; en el presente documento se trata da una solución a una necesidad, contar con un dispositivo que permita dar aviso de una situación de emergencia a un organismo de socorro o simplemente a una segunda persona, aplicada en lugares donde no existe cobertura celular. Se propone la siguiente solución, a través del diseño y construcción del “DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS”, básicamente cuenta con un sistema de comunicación inalámbrica basado en XBEE PRO S2B, que permite una comunicación de hasta 1600 metros y un dispositivo GPS con los cuales se da aviso de la emergencia y la ubicación exacta del individuo que necesita socorro.

La transmisión de una sola vía desde el transmisor hacia receptor es utilizada para notificar hasta cuatro tipos diferentes de alerta con la ubicación geográfica del dispositivo transmisor, lo que hace que la información sea más específica y útil al momento de canalizarla con el organismo de socorro competente.

Las alertas son las siguientes:

- Pulsador 1, accidente, incapacitado para movilizarse.
- Pulsador 2, Perdido.
- Pulsador 3, ataque de un animal.
- Pulsador 4, incendio.

Palabras claves: GPS, alerta de emergencia, Xbee PRO, lugares remotos, 2.4 GHz, sin cobertura celular.

ABSTRACT

Applications that can be given to technology only have a limiting, human imagination. In each man activity are new needs that are commonly resolved with a technological solution; in this document it is meet a need, have a device that allows to give notice of an emergency situation to a relief agency or simply a second person, applied in places where there is no cellular coverage. The following solution is proposed through the design and construction of an electronic device is assigned to which the name of portable device communications for issuance of alerts in situations of emergency in places remote, basically account with a communication system wireless XBEE PRO S2B that allows communication of up to 1600 meters and a GPS device with which is given notice of the emergency and the exact location of the individual who need relief.

The transmission of a single route from transmitter to receiver can notify up to four different types of alert with the geographic location of the transmitting device, which makes the information more specific and useful at the time of channel it with the competent relief agency.

Alerts are as follows:

- *Button 1, accident, unable to move.*
- *Button 2, lost.*
- *Button 3, an animal attack.*
- *Button 4, fire.*

Key words: GPS, WiFi, alert, emergency, WPAN, remote, coverage.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes de la situación objeto de estudio

Los teléfonos inteligentes en la actualidad constituyen los equipos electrónicos más comunes en la sociedad, mientras se encuentren dentro de cobertura de su operadora son muy útiles para comunicar cualquier tipo de evento, sin embargo, cuando no hay cobertura se les imposibilita establecer comunicación, en ese caso son imprescindibles otros sistemas de comunicación como, radio vía troncal, teléfono satelital, dispositivos satelitales, entre otras opciones.

Las actividades recreacionales o deportivas al aire libre cada día ganan más adeptos, hasta el punto que en muchos países se considera como atractivo turístico. Pero paralelamente el incremento de la práctica de deportes al aire libre, también se aumenta el número de accidentes derivados de esta práctica, la Federación Cántabra de Deportes de Montaña y Escalada (FCDME) de España cita que algunos expertos incluso califican esta situación como “un verdadero problema de salud pública” (Báez García, 2018).

Dado que no existe un registro consolidado donde intervinieron los organismos de socorro y rescate que se realizan en lugares remotos a nivel nacional resulta complicado establecer un dato certero sobre la cantidad de accidentes que se suscitan en la montaña, existe un dato proporcionado por el ECU 911 pero es generalizado, donde se reportan todas las situaciones de emergencia de “Gestión de riesgo” donde no se especifica si la emergencia fue en lugar urbano o montañoso, sin embargo, la FCDME indica que aproximadamente 3 de cada 100 personas que practican actividades en la montaña sufre un accidente cada año, de los cuales ventajosamente apenas el 5% de esos incidentes registrados requiere la intervención de los equipos de socorro.

Para explicar los factores que pueden justificar este aumento significativo en la incidencia de accidentes en la práctica deportiva del montañismo se hace referencia a que muchas personas se convierten en montañeros ocasionales, bien equipados y altamente motivados, pero carentes de formación y experiencia, una combinación que puede desembocar en un desastre. Según la FCDME, se ha objetivado que el 75% de los accidentes que se producen en montaña son producto de la impericia de los montañeros o de la sobreestimación de sus cualidades físicas, básicamente del nivel físico (Báez García, 2018).

Otro elemento presente en muchos de los accidentes se debe al factor humano o la falta de comunicación, bien sea en el grupo de excursionistas o en el intento de comunicarse con los servicios de emergencias una vez producido el eventual siniestro, bajo esta última posibilidad, la solicitud de auxilio y la alerta oportuna a las autoridades debe considerarse una prioridad que determina la evolución y resolución del problema incluso cuando las lesiones no revistan gravedad, puesto que puede impedir o limitar la deambulación del herido en un entorno potencialmente hostil. Sin embargo, la atención de emergencias fuera del contexto de áreas urbanizadas supone un reto para los equipos de rescate, dadas las condiciones de difícil accesibilidad y comunicación derivadas de la orografía del medio.

Los equipos mencionados en el apartado de Dispositivos GPS en el mercado (que se encuentra en éste documento páginas más adelante), no todos pueden alertar emergencias, también se debe considerar que la mayoría funcionan con cobertura GPRS, GSM y SMS, lo cual limita su funcionamiento a áreas de cobertura celular.

Planteamiento del problema

En una situación de emergencia en un lugar apartado de la civilización sin señal celular, ¿cómo se puede dar aviso a los organismos de socorro?

Si bien es cierto existen métodos y formas para alertar emergencias a través de dispositivos de comunicación satelital, su elevado costo de equipo y suscripción los limita a ser usados por quienes pueden pagarlos. Somos testigos de cómo cada pocos meses en el mercado aparecen nuevos teléfonos inteligentes con un costo mayor a su antecesor y así bajan los precios de los equipos ya no tan nuevos, lo mismo sucede con el resto de equipos electrónicos, además de la aparición de nuevas tecnologías, para este caso específico se estudia la opción de proporcionar una solución al problema de comunicación en lugares remotos, utilizando partes electrónicas confiables y de costo menor al de los dispositivos que existen en el mercado, los más representativos se los describe en el presente documento bajo el título “Dispositivos GPS en el mercado”.

El transmisor Xbee S2B por sus características como: bajo consumo energético, alcance, frecuencia, tasa de transmisión y costo, se lo considera para desarrollar el dispositivo de alerta de emergencia con GPS.

Justificación del problema

Abaratar los costos de un dispositivo que cumpla con la función de alertar una emergencia en lugares donde no existe cobertura celular es posible a través de otras tecnologías cuyo costo es menor al de dispositivos existentes en el mercado local.

El uso que se le puede dar es dinámico, por ejemplo, para actividades recreacionales, para delimitar áreas de terreno en tareas agrícolas o para marcar puntos que ayuden a identificar sitios de riesgo de incendio forestal, en fin, son algunos de los usos que se le puede dar al dispositivo de alerta de emergencia GPS.

Objetivo general

Construir un dispositivo portátil de comunicaciones para emisión de alertas en situaciones de emergencia en lugares remotos.

Objetivos específicos

Determinar el dispositivo de posicionamiento global para la obtención de la posición de latitud y longitud donde se presenta la situación de emergencia.

Definir los elementos electrónicos para la transmisión y recepción de mensajes de alerta temprana.

Desarrollar el algoritmo de programación para el funcionamiento del dispositivo.

Construir un sistema de transmisión de una vía en frecuencia libre UHF, 2.4 GHz, que alerte sobre una situación de emergencia en lugares remotos, basado en Xbee PRO S2B.

Realizar la validación del dispositivo a través de pruebas de uso.

Descripción de los capítulos

En el capítulo 1 de éste documento se encuentra un análisis de los dispositivos más comunes en el mercado que se utilizan para alertar situaciones de emergencia, haciendo énfasis en aquellos que no necesitan cobertura de señal celular. Se analizan las tecnologías que se pueden aportar para el diseño y construcción del dispositivo de alerta de emergencias

en lugares remotos, principalmente el GPS y los transmisores portátiles que siendo económicos sean capaces de transmitir una señal a más de 1 Kilómetro de distancia.

En el capítulo 2 se encuentra la metodología utilizada durante el proceso de estudio, diseño y construcción de los dispositivos.

En el capítulo 3 se encuentra la programación del micro controlador, la descripción de los módulos y tecnologías que se utilizan para la elaboración del dispositivo, así como sus funciones, especificaciones de los componentes, su costo y ventajas respecto a sus similares.

En el capítulo 4 se encuentra el proceso que se sigue para la construcción y pruebas de los dispositivos seguido de un análisis de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se analizan los dispositivos más comúnmente utilizados para alertar situaciones de emergencia, se hace énfasis en aquellos dispositivos que no necesitan cobertura de señal celular; también se analizan las tecnologías que se pueden aportar para el diseño y construcción del dispositivo, principalmente el GPS y los transmisores portátiles que siendo económicos sean capaces de transmitir una señal a más de 1000 metros de distancia, con esa información se elige el modelo de transmisor que se utiliza así como el GPS compatible.

Dispositivos que sean capaces de transmitir una señal de alerta en lugares remotos donde no existe cobertura celular se encuentran en el mercado bajo marcas reconocidas y especializadas, así por ejemplo la marca SPOT es una de las que lleva la vanguardia, cuando se busca información acerca de este tipo de dispositivos es un factor común el encontrar la marca SPOT, lo cual da una idea de que la marca se posiciona entre las más importantes en su tipo; un factor que también se debe considerar es la baja demanda, el senderismo o montañismo tiene pocos adeptos y lo hace menos llamativo para el fabricante de equipos de alerta de emergencia.

Los factores que aportan a que ocurra un accidente pueden ser muchos, el más común se atribuye al exceso de confianza, nadie piensa que va a tener una situación de emergencia

y es raro ver (al menos en el Ecuador) que alguien invierta en tecnología por su propio bienestar.

En repositorios locales de las universidades no existen trabajos similares al presente, y no se puede hacer una comparación con la que se aporte al lector para que tome una decisión que lo convenza tanto en la fiabilidad de equipo como en costo y utilidad.

Entre las tecnologías que se ajustan a las necesidades del presente trabajo se puede mencionar WILD, TETRA, PHR y satelital. A continuación, en la tabla 1.1, se presenta las principales características de cada una de éstas tecnologías.

Tabla 1.1 Tecnologías inalámbricas (Autor, 2019)

ALGUNAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS							
TECNOLOGÍA	FRECUENCIA DE OPERACIÓN		ANCHO DE BANDA	COBERTURA	COSTO APROXIMADO	CONSUMO ENERGÍA	TAMAÑO
WIFI LARGA DISTANCIA (WILD)	2,4 GHz y 5 GHz		Entre 1 y 11 Mbps para 802.11b y hasta 54Mbps para 802.11a/g	50 a 100 Kms	\$110	MEDIO	PEQUEÑO
	Banda 1	Banda 2					
TETRA (Trans European Trunked RAdio)	410-420	420-430	max 19 Kbps	58 Km	\$720	MEDIO	MEDIO
	870-876	915-921					
	450-460	460-470					
	385-390	395-399.					
SATELITAL	28 a 40 GHz		8 Mbps	Mundial	\$180	MEDIO	MEDIO
WPAN	2.4 GHz / 13.56 MHz / 5 GHz		10 Mbps	10 metros	\$20	BAJO	PEQUEÑO

Dado que se necesita transmitir una señal en frecuencia libre hasta 1600 metros de distancia, se utiliza WiFi de larga distancia ya que cumple con los requisitos de frecuencia y alcance de transmisión.

1.1 El GPS

En inglés *Global Positioning System*, en español Sistema de Posicionamiento Global. Se trata de un sistema de navegación global por satélite, permite localizar con precisión un dispositivo GPS en cualquier lugar del mundo.

Actualmente el sistema es operado y desarrollado por el Departamento de Defensa de EE.UU. Se compone por veinticuatro satélites (21 en estado operativo y 3 como respaldo) se encuentran en órbita a unos 20.200 km de distancia de la Tierra con trayectorias sincronizadas con el fin de cubrir todo el globo terrestre. Para ubicar un punto son necesarios cuatro satélites como mínimo. El dispositivo GPS recibe las señales y las horas de cada uno de ellos, con estos datos y por una operación de triangulación calcula la posición con latitud y longitud donde se encuentra (www.navcen.uscg.gov, 2017).

Existe otro sistema de posicionamiento por satélites, el GLONASS desarrollado por la ex Unión Soviética, que ahora controla el gobierno de Rusia, por otra parte la Unión Europea también intenta lanzar su sistema de posicionamiento llamado Galileo. (Urruela, 2012).

1.2 El GPS para Arduino

El módulo GPS modelo GY-GPS6MV2 cuenta con un módulo de serie U-Blox NEO 6M, éste ha sido diseñado teniendo en cuenta el bajo consumo de energía y su bajo costos. La inteligente administración de energía es un gran aporte para las aplicaciones de baja potencia. Estos receptores combinan un alto nivel de capacidad de integración con opciones de conectividad flexibles en un paquete pequeño, lo que lo hace adecuado para productos finales de mercado masivo con requisitos estrictos de tamaño y costo. La interfaz DDC proporciona conectividad y permite sinergias con los módulos inalámbricos u-blox LEON y LISA. Todos los módulos NEO - 6 se fabrican en sitios certificados ISO / TS 16949. Cada módulo es probado e inspeccionado durante la producción. Los módulos están calificados

según la norma ISO 16750 que se refiere a “Condiciones ambientales y pruebas eléctricas para equipos eléctricos y electrónicos para vehículos de carretera” (UBLOX, 20198).

También está equipado en su placa de circuito impreso, una EEPROM con configuración de fábrica, una fuente de botón para mantener los datos de configuración en la memoria EEPROM, una antena cerámica y un indicador LED. También cuenta con los pines o conectores Vcc, Rx, Tx y Gnd por el que se puede conectar a un microcontrolador mediante una interfaz serial. Para que el módulo GPS funcione de manera óptima, el fabricante recomienda hacer las pruebas en un ambiente abierto o cercano a la ventana para obtener mejor recepción de la señal (MECHATRONICS, 2019).

1.3 El GPS como herramienta en situaciones de emergencia

La tecnología GPS desempeña un rol destacable en las misiones de socorro, en casos de accidente, desastres naturales, como por ejemplo tsunamis en donde se tiene evidencia de que los equipos de rescate utilizaron información que proporciona el GPS que añadida a la automatización constituyen una herramienta que ayuda a ubicar a personas con necesidades de auxilio.

El GPS ha desempeñado un rol destacable en las misiones de socorro en casos de desastres naturales mundiales como el tsunami que afectó la región del Océano Índico en el año 2004, los huracanes tanto Katrina como Rita que afectaron el Golfo de México en el año 2005, el terremoto en Pakistán y la India en ese mismo año. Los equipos de socorro y rescate utilizaron el GPS, la información de posición geográfica proporcionada por los sistemas de información GIS, y la tecnología de teledetección para crear mapas de las zonas de desastre y ayudar tanto en la cuantificación de daños como en las operaciones de rescate. (GPS.gov: Seguridad Pública y Socorro en Casos de Desastre, 2019).

En las zonas propensas a terremotos, como por ejemplo el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, el GPS desempeña un papel preeminente como ayuda a los científicos y vulcanólogos para monitorear el crecimiento o decrecimiento de los terrenos que circundan el cráter del volcán, datos que utilizan para intentar predecir una eventual erupción.

En el terremoto de 7.8 grados en la escala de Richter ocurrido el 16 de abril de 2016 en Ecuador con epicentro en el cantón de Pedernales en la provincia de Manabí, pudo ser muy útil un sistema que a través de la ubicación geográfica ayudara a los organismos de socorro encontrar sobrevivientes sobre todo aquellos que quedaron incomunicados por la caída de puentes o la destrucción total de los caminos; algunas comunidades fueron contactadas días después del terremoto, sin embargo, si hubiesen contado con un dispositivo GPS de alerta de emergencia podían haber recibido ayuda más temprana. En el último escenario se considera que gran parte de la provincia se quedó sin señal celular debido a la caída de las torres donde se encontraban las antenas celulares por lo tanto era imposible la comunicación vía celular durante los primeros días después de ocurrido el terremoto.

En caso de incendios forestales para controlarlos y contenerlos el GPS cumple un rol estratégico, con la ayuda de una aeronave se determina la ubicación geográfica del siniestro con la cual se puede ubicar precisamente la dirección que deben tomar aeronaves cisterna, esta información es cotejada con datos adicionales que se encuentran disponibles en bases de datos como relieve, posible climatología de acuerdo a fecha, tipo de vegetación, en fin, con esos datos los bomberos tienen una mejor idea de lo que enfrentan con lo cual toman decisiones de cómo combatir el incendio.

Los meteorólogos con ayuda del GPS pueden estimar el contenido de vapor de agua en la atmósfera, con lo cual dan seguimiento a una eventual formación de tormenta que puede desembocar en inundación (GPS.gov: Seguridad Pública y Socorro en Casos de Desastre, 2019).

El GPS ahora forma parte de los sistemas de respuesta a emergencias, ya sea ayudando a los conductores extraviados, o guiando a los vehículos de los organismos de socorro. El GPS, en la industria de posicionamiento de vehículos de emergencia, proporciona a los líderes de la operación la posibilidad de identificar y conocer con exactitud la ubicación de vehículos de emergencia como, cuerpo de bomberos, policía, rescate, y desde luego de vehículos particulares.

La información sobre la posición proporcionada por el GPS añadida a la automatización, reduce la demora en el despacho de los servicios de emergencia. La incorporación del GPS a los teléfonos móviles dota a los usuarios normales de la capacidad de determinar su posición en caso de una emergencia.

Lo ideal es que no existan situaciones de emergencia, sin embargo, situaciones accidentales que se salen de control ameritan ser notificadas a las autoridades y organismos de socorro y rescate para que acudan tan pronto sea posible al lugar del incidente, en los lugares sin señal celular eso es prácticamente imposible para quienes practican actividades al aire libre, específicamente en áreas privadas o parques nacionales en donde por lo alejado y de difícil acceso únicamente se aventuran los amantes de los deportes como el senderismo, acampada o simplemente un paseo familiar, en tal virtud se hace necesario echar mano de la tecnología y las telecomunicaciones.

1.4 Dispositivos GPS en el mercado

Actualmente se cuenta con variedad de dispositivos electrónicos que tienen la función de alertar de una situación de emergencia y enviar a un receptor la ubicación por medio de coordenadas de latitud y longitud, entre los dispositivos más populares se encuentra *SPOT* que es un localizador GPS vía satélite cuyo costo llega a los \$149,99 en páginas web de ventas a nivel mundial como *Amazon* (AMAZON, 2019), o en *eBay* tiene un costo de \$100 (EBAY, 2019), o en la propia página web de la marca que tiene un costo de \$169,95. Además del costo del dispositivo se tiene que considerar el valor de la suscripción mensual o anual que

se paga por el servicio, dado que la empresa que presta el servicio se encuentra constituida en Europa específicamente Francia, sus precios están dados en euros, sus planes mensuales tienen un valor de €17,99 y el costo anual es de €179,99 (SPOT, 2019).

En la página web (Position Logic, 2019) se puede encontrar varios dispositivos para localizar personas y objetos entre cuales los que son aplicados a personas se puede nombrar los siguientes:

- *Cal-Amp LMU-4200*, que básicamente sirve para el rastreo de personas o flotas sin opción de enviar alertas.

- *Cybergraphy G200P*, muy ligero con un peso de 150 gramos, es un dispositivo útil para el rastreo de personas, trabajadores solitarios, niños pequeños, y para cualquier uso en el cual se necesite rastreo personal.

- *Falcom Mambo Vehicle GPS Tracker*, es un dispositivo de rastreo GPS compacto y portátil útil para el rastreo de individuos o activos de valor.

- *GlobalSat TR-203*, es un dispositivo de rastreo individual para el monitoreo de individuos, activos valiosos, e incluso vehículos pequeños.

- *Novatel Mini-MT*, es un dispositivo de rastreo con una amplia variedad de funcionalidades e implementación de campo.

- *Novatel Spider MT-GI*, ofrece localización a través de la plataforma de *Position Logic*.

- *Sanav MU-201*, dispositivo de rastreo personal, es uno de los dispositivos más pequeños en el mercado.

- *StarNav PT-33*, dispositivo de rastreo personal, es un dispositivo con varias características diferentes y útiles.

La empresa GARMIN ofrece varios tipos de GPS que tienen mapas precargados que ayudan con la orientación, sin embargo, no se puede emitir alertas a través de sus equipos, aunque uno de ellos cuenta con comunicación vía radio con una potencia de 5W en GMRS *General Mobile Radio Service* (Servicio General de Radio Móvil o GMRS) son frecuencias de radio que están en el espectro 462 y 467 MHz, los dispositivos GMRS permiten una comunicación de hasta una milla (1,6 km). Se puede comunicar a mayores distancias si se agrega un arreglo de antena. Estableciendo comunicación en dos vías es posible informar sobre la posición del usuario, sin embargo, su costo está apenas por debajo de los teléfonos satelitales, aproximadamente \$321,99 como se muestra en [2].

Otra opción a considerar para alertar emergencias en lugares donde no existe cobertura celular es el teléfono satelital, ofrecen una comunicación en dos direcciones, GPS, SMS entre otras opciones, su costo oscila entre los \$500 y los \$2143 según páginas de ventas internacionales [1]. Se aprecia su funcionalidad y precisión, sin embargo, no deja de ser relativamente costoso respecto a otras tecnologías que ofrecen servicios similares a menor costo.

En cuanto a los radioaficionados quienes están regulados por la Unión Internacional de Radioaficionados (IARU), el Ecuador está categorizado como región 2, son un grupo de personas con conocimiento de radio y es posible comunicarse con ellos vía radio en frecuencias destinadas para ese propósito, la comunicación de una alerta de emergencia es

factible, sin embargo, siempre se necesita de un receptor que eventualmente podría no estar disponible por lo que es probable no establecer comunicación efectiva y comunicar el mensaje.

1.5 Sistema inalámbrico de área personal WPAN

Por sus siglas en inglés comúnmente se las llama WPAN, son sistemas utilizados básicamente para comunicaciones entre dispositivos portátiles sin necesidad de cables, son energizados generalmente por baterías, normalmente se utilizan para transmisiones de baja tasa de datos.

A continuación los sistemas WPAN más comunes y sus principales características. (Flickenger, 2008).

Tabla 1.2 Redes WPAN (Autor, 2019)

NOMBRE	BANDAS DE FECUENCIA	POTENCIA TX	ALCANCE
Home RF2	2,4 GHz	100 mW	45 centímetros
NFC	13,56 MHz	1 mW	20 centímetros
RFID	2,4 GHz/13,56 MHz/125-148,4KHz	1 W	3 metros
IrDA	Infrarrojos	30 mW	30 centímetros
Bluetooth	2,4 GHz	100 mW	25 metros
Bluetooth ULP	2,4 GHz	1 mW	100 metros
INSTEON	RF 902-924 MHz / Física	>-103 dbM	45 metros
ZigBee	131,75 KHz		
	2,4 GHz	1 mW	75 metros

De acuerdo a la tabla 1.2, por alcance el Bluetooth ULP aparentemente es el más indicado para una transmisión de mayor alcance, sin embargo, ZigBee a través del módulo de serie Xbee PRO brinda otras características como mayor alcance y menor consumo de energía, características básicas para el desarrollo de un dispositivo portátil de comunicaciones para emisión de alertas en situaciones de emergencia en lugares remotos.

1.6 DIGI Internacional y ZigBee

DIGI Internacional es una empresa de comunicaciones y tecnología, la desarrolladora de la tecnología ZigBee y sus derivados.

ZigBee es una tecnología inalámbrica desarrollada como un estándar global abierto para abordar las necesidades de redes “persona a persona” de bajo costo y bajo consumo de energía. El estándar ZigBee opera en la especificación de radio física IEEE 802.15.4 y opera en bandas sin licencia, 2,4 GHz, 900 MHz y 868 MHz. [3]

1.7 Xbee

Los módulos XBEE son dispositivos electrónicos desarrollados por DIGI Internacional que se encuentran dentro de los dispositivos que cumplen las características de las redes WPAN, o para redes punto a punto. Diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Básicamente Xbee es propiedad de Digi basado en el protocolo ZigBee, en términos simples, los Xbee son módulos inalámbricos fáciles de usar.

El estándar IEEE 802.15.4 rige las LR-WPAN, Redes inalámbricas de área personal de baja tasa de transmisión, utiliza dispositivos de fácil instalación de transmisión confiable a un costo bajo.

Dentro de la familia Xbee se destacan los siguientes modelos que se observan en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Características de la familia XBEE (Autor, 2019)

CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA XBEE							
PROTOCOLO / TOPOLOGÍA	PRODUCTO	FRECUENCIA	RF RANGO CON LÍNEA DE VISTA	POTENCIA DE TRANSMISIÓN	SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN	TASA DE TRANSMISIÓN	MODELO FÍSICO
IEEE 802.15.4	XBee® 802.15.4	2.4 GHz	300 ft / 90 m	0 dBm	-92 dBm	250 Kbps	S1
Estrella	XBee-PRO® 802.15.4	2.4 GHz	2500 ft / 1 km	+10 dBm	-100 dBm	250 Kbps	S1
Malla	XBee® DigiMesh® 2.4	2.4 GHz	300 ft / 90 m	0 dBm	-92 dBm	250 Kbps	S1
Malla	XBee-PRO® DigiMesh® 2.4	2.4 GHz	3200 ft / 1 km	+10 dBm	-100 dBm	250 Kbps	S1
Árbol	XBee® ZB	2.4 GHz	400 ft / 120 m	+3 dBm	-96 dBm	250 Kbps	S2
Árbol	XBee-PRO® ZB	2.4 GHz	2 miles / 3.2 km	+18 dBm	-102 dBm	250 Kbps	S2B
Árbol	XBee® ZB SMT	2.4 GHz	4000 ft / 1.2 km	+8 dBm	-102 dBm	250 Kbps	S2C
Árbol	XBee-PRO® ZB SMT	2.4 GHz	2 miles / 3.2 km	+18 dBm	-101 dBm	250 Kbps	S2C
Estrella	XBee-PRO® XSC	900 MHz	9 miles / 14.5 km	+24 dBm	-107 to -109 dBm	10 Kbps o 20 Kbps	S3B
Malla	XBee-PRO® 900HP	900 MHz	9 miles / 14.5 km	+24 dBm	-101 to -110 dBm	10 Kbps o 200 Kbps	S3B
Estrella	XBee-PRO® 868	868 MHz	25 miles / 40 km	+25 dBm	-112 dBm	24 Kbps	S5
IEEE 802.11	XBee® Wi-Fi	2.4 GHz	N/A	+16 dBm	-93 a -71 dBm	1 a 72 Mbps	S6B
Malla	XBee® 865/868LP	865 MHz o 868 MHz	2.5 miles / 4 km	+12 dBm	-101 to -106 dBm	10 Kbps o 80 Kbps	S8

Para el diseño del dispositivo portátil de comunicaciones para emisión de alertas en situaciones de emergencia en lugares remotos se debe considerar el alcance, frecuencia, potencia y tasa de transmisión, además del tamaño que es una característica muy similar entre todos los Xbee citados.

De acuerdo a los transmisores citados que cumplen con las propiedades de portabilidad (dispositivo que sea fácil de llevar y manejar con una sola mano), todos cumplen con esa característica; en cuanto a frecuencia, en Ecuador una frecuencia que no necesita licencia para uso del espectro es 2.4 GHz, con eso las opciones se reducen a 9, en cuanto a distancia de transmisión los que sobrepasan los 1000 metros son 5, todos con una misma tasa de transmisión de 250 Kbps, por lo tanto esta característica no reduce los candidatos, la otra característica es la potencia de transmisión lo que reduce los módulos a dos, el **XBee-PRO® ZB SMT** y el **XBee-PRO® ZB**; en la propuesta del presente proyecto se describe que para

la elaboración del dispositivo se utilizan materiales disponibles en el mercado, por lo tanto, el **Xbee PRO S2B**, es el más que tiene más posibilidades de adquirirlo, hay que mencionar que no disminuye la calidad final del dispositivo ya que las características son muy parecidas como se observa en la tabla 1.4.

Tabla 1.4 Características de los Xbee S2B y S2C (Autor, 2019)

CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA XBEE							
PROTOCOLO / TOPOLOGÍA	PRODUCTO	FRECUENCIA	RF RANGO CON LÍNEA DE VISTA	POTENCIA DE TRANSMISIÓN	SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN	TASA DE TRANSMISIÓN	MODELO FÍSICO
Árbol	XBee® ZB SMT	2.4 GHz	4000 ft / 1.2 km	+8 dBm	-102 dBm	250 Kbps	S2C
Árbol	XBee-PRO® ZB SMT	2.4 GHz	2 miles / 3.2 km	+18 dBm	-101 dBm	250 Kbps	S2C
Árbol	XBee-PRO® ZB	2.4 GHz	2 miles / 3.2 km	+18 dBm	-102 dBm	250 Kbps	S2B
Malla	XBee-PRO® 900HP	900 MHz	9 miles / 14.5 km	+24 dBm	-101 to -110 dBm	10 Kbps o 200 Kbps	S3B

Otras características del Xbee PRO S2B que lo hacen útil para el presente trabajo son su bajo consumo de energía, trabajo en frecuencia no licenciada, tamaño portátil, entre otras características como se aprecia en la tabla 1.5.

Tabla 1.5 Características del Xbee S2B (Autor, 2019)

ESPECIFICACIÓN	Xbee-PRO S2B
Banda de frecuencia	2.4GHz
Dimensiones	2.438cm x 3.294cm
Temperatura de operación	-40 a 85°C
Voltaje de alimentación	2.7 - 3.6V
Corriente en transmisión	205mA
Corriente en recepción	47mA
Potencia de transmisión	63mW
Tasa de transferencia	250Kbps
Distancia en interior	90m
Distancia en exterior (línea de vista)	1600m

1.8 Micro controlador ATmega 328

El micro controlador ATmega 328 es un circuito integrado que contiene las partes funcionales de un computador, un CPU (*Central Processor Unit* o Unidad de Procesamiento Central), memorias volátiles (RAM), para datos, memorias no volátiles (ROM, PROM, EPROM) para escribir el programa, entradas y salidas para comunicarse entre otras características; es decir, el micro controlador es un computador integrado en un solo chip. Integrar estos elementos en un solo circuito ha significado desarrollar aplicaciones importantes en la industria al economizar materiales, tiempo y espacio.

ATMEL fabrica el micro controlador de la variedad AVR, esta nueva tecnología proporciona beneficios habituales de arquitectura RISC y memoria flash reprogramable eléctricamente. La característica que los identifica a estos micro controladores de ATMEL es la memoria flash y EEPROM que incorpora.

El modo de bajo consumo de energía guarda el contenido del registro, pero el oscilador se detiene, desactivando todas las funciones del chip hasta el siguiente reinicio del dispositivo que lo contiene.

En el modo de ahorro de energía, el contador asíncrono sigue funcionando, mientras que el resto del dispositivo está durmiendo. En modo de espera, el cristal oscilador está funcionando mientras que el resto del dispositivo está durmiendo, esto permite mantenerlo en funcionamiento con bajo consumo de energía.

1.9 Módulo GPS GY-GPS6MV2

Este módulo comúnmente es utilizado con el micro controlador ATmega 328, por lo que se lo eligió, incluye una EPROM para guardar la configuración cuando el dispositivo se apaga, una batería de respaldo y una antena cerámica. Se comunica con el micro controlador ATmega 328 a través de Arduino nano vía puerto serial. Algunas de sus características que lo hacen idóneo para usarlo en este proyecto son: Alimentación de 3 a 5 Voltios, led indicador de conexión, tamaño de antena 25 x 25 mm, tamaño del módulo 25 x 35 mm, velocidad de comunicación 9600 bps, interface USB, conector para antena externa, entre otras.

CAPITULO 2

2. MARCO METODOLÓGICO

Al presente trabajo se le dio un enfoque cualitativo por cuanto se estudia el desempeño de los dispositivos electrónicos construidos, se realizaron pruebas en varios ambientes como por ejemplo: Parque Metropolitano ubicado en el norte de la ciudad de Quito, en los exteriores de la Universidad Israel y en el Parque Nacional Cotopaxi donde la cobertura celular no llega; existe un proyecto donde se estudia la cobertura 3G en el cantón Mejía, sin embargo, no es suficiente para dar cobertura en el sector de la Laguna de Limpiopungo (MONTROYA, 2018).

En las tres localidades antes mencionadas se encontraron variaciones en los resultados debido a las condiciones de los mismos, la principal diferencia encontrada es la distancia de cobertura que varía de acuerdo al entorno, en la ciudad existe menos cobertura, se asume que se debe a las interferencias que provocan otros radio enlaces, mientras que en un entorno natural libre de saturación de radio enlaces el desempeño mejoró, se describe los resultados en el capítulo 4.

Se utiliza el método empírico ya que al tratarse de un sistema de dos dispositivos diseñados específicamente para comunicación en lugares donde no existe cobertura celular y no se tiene un antecedente de algún sistema parecido pues es el método que más se ajusta al estudio.

Los datos obtenidos de distancia se los midió con un dispositivo GPS marca GARMIN, el cual mediante una pantalla presenta la distancia entre dos o más puntos de referencia, el tiempo medido se lo tomó con un cronómetro de aplicación instalada en un Smartphone.

Desde el inicio del proyecto se utilizaron los siguientes materiales:

- Computador
- Software ARDUINO
- Software PROTEUS
- Protobard
- Resistencias
- Regulador de voltaje
- Arduino nano
- Módulo GPS
- Pantalla LCD
- Pulsadores
- Cables varios
- Leds
- Baterías
- Cajas construidas en impresora en tres dimensiones
- GPS GARMIN
- Smartphone

A continuación en la tabla 2.1 los métodos y técnicas empleados en cada una de las etapas de la investigación.

Tabla 2.1 Métodos metodológicos (Autor, 2019)

Etapa de investigación	Métodos			Técnicas
	Empíricos	Teóricos	Matemáticos	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		Analítico Inductivo-Deductivo Hipotético- Demostrativo Sistémico Modelación		Fichaje Revisión bibliográfica y por Internet
MARCO METODOLÓGICO	Histórico Revisión documental Recolección de información Medición		Uso de las tablas Pruebas de hipótesis	Criterios de expertos
PROPUESTA		Analítico Hipotético- Demostrativo Sistémico Modelación		
IMPLEMENTACIÓN	Experimentos			

CAPÍTULO 3

3. PROPUESTA

3.1 Descripción general del proyecto

El dispositivo se basa en la tecnología Xbee concretamente en el modelo PRO S2B dado que, sus características técnicas de frecuencia de operación en un rango de espectro de libre uso, alcance suficiente para la comunicación entre otras, el aspecto económico su disponibilidad en el mercado nacional lo hacen el más idóneo.

El sistema de alerta de emergencia tiene un radio de cobertura de hasta 1600 metros, sin embargo, el módulo Xbee PRO S2B según su ficha técnica alcanza una distancia de transmisión de hasta 3200 metros con línea de vista.

El dispositivo transmisor posee 4 pulsadores botones los cuales distinguen 4 diferentes tipos de emergencia:

- Pulsador 1, accidente, incapacitado para movilizarse.
- Pulsador 2, perdido.
- Pulsador 3, ataque de un animal

- Pulsador 4, incendio.

Salvar vidas es una meta ambiciosa pero probable, se espera que el dispositivo de alerta de emergencia algún día salve vidas humanas, eventualmente también se espera que el dispositivo esté al alcance de las masas.

3.2 Módulos que comprenden el dispositivo

Las piezas y módulos electrónicos principalmente utilizados para la construcción de los dispositivos se mencionan y describen a continuación:

1. Xbee PRO S2B

Las características más relevantes del Xbee pro S2B son:

El código asignado por su fabricante es XBP24BZ7WIT-004, forma parte de los modelos denominados Xbee ZB.

De acuerdo a las especificaciones técnicas elaborada por el fabricante el Xbee pro S2B puede tener un alcance de 300 pies, unos 91 metros para el modelo de 1.25 mW y de 2 millas, 3.21 Kms para el modelo de 63 mW~18 dBm con línea de vista.

- Compatibilidad cruzada con otros módulos ZigBee.
- Posee 10 entradas y 10 salidas digitales y (4) ADC de 10 bits
- Velocidad de transmisión de datos de interfaz de 250 kbps.
- Trabaja en banda de frecuencia de 2,4 GHz.

- Temperaturas de trabajo entre -40°C a 85°C .
- Voltaje de alimentación de 2.7 a 3.6 VDC; transmisor con corriente de 220 mA; receptor con corriente 62 mA.

En la figura 3.1 se observa el módulo Xbee pro S2B, comúnmente utilizado con otros módulos Arduino.



Figura 3.1 Xbee PRO S2B (G1, 2018)

2. Xbee Explorer USB

Es la interfaz de comunicación entre los módulos Xbee, y la computadora con la que se los programa es a través de cable USB directamente el Xbee Xplorer con el Xbee PRO S2B a través de los pines específicos para su conexión, se los observa en la figura 3.2.



Figura 3.2 XBee EXPLORER USB (*electropro.pe, 2018*)

3. Módulo GPS

El módulo GPS de la figura 3.3 tiene como nombre técnico GY-GPS6MV2, viene acompañado del módulo serie U-Blox NEO 6M, una EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), es decir, es una memoria programable con la capacidad de reprogramarse y no es volátil; cuenta con una antena interna y un indicador LED; posee una interfaz de conexión serial para comunicarse con el micro controlador.

El fabricante recomienda para un mejor desempeño utilizarlo al aire libre, lo que lo hace idóneo para el sistema de alerta de emergencia.



Figura 3.3 Módulo GPS (*wittronics.com.mx, 2019*)

4. Pantalla LCD 16X2

La pantalla LCD, alfanumérica de 2 hileras y de 16 caracteres. La iluminación de retro iluminación permite que los caracteres luzcan blancos en un fondo azul. En la figura 3.4 se observa el lado frontal de la placa en la que sobresale la pantalla LCD.

Cuando el Xbee Pro S2B reciba la señal de alerta, en la pantalla LCD se despliega la información con la tipología del tipo de emergencia, una de las cuatro que se programa, además se visualiza los datos tanto de latitud como de longitud.



Figura 3.4 Pantalla LCD (*sni.cloudflaressl.com, 2018*)

5. Arduino Nano

El Arduino Nano que se observa en la figura 3.5, es módulo más pequeño de la familia Arduino, sin dejar de ser útil como sus familiares más grandes, se basa en el micro controlador ATmega 328. Se asemeja en funciones al Arduino *Duemilanove*, pero en un diseño diferente. Funciona con 5 voltios, sin embargo, se recomienda una alimentación entre 7 y 12 voltios y se conecta a través de cable USB Mini-B en lugar de un cable estándar.

El micro controlador es el encargado de procesar la información y canalizarla de acuerdo a las necesidades del dispositivo, desde luego con una programación previa.

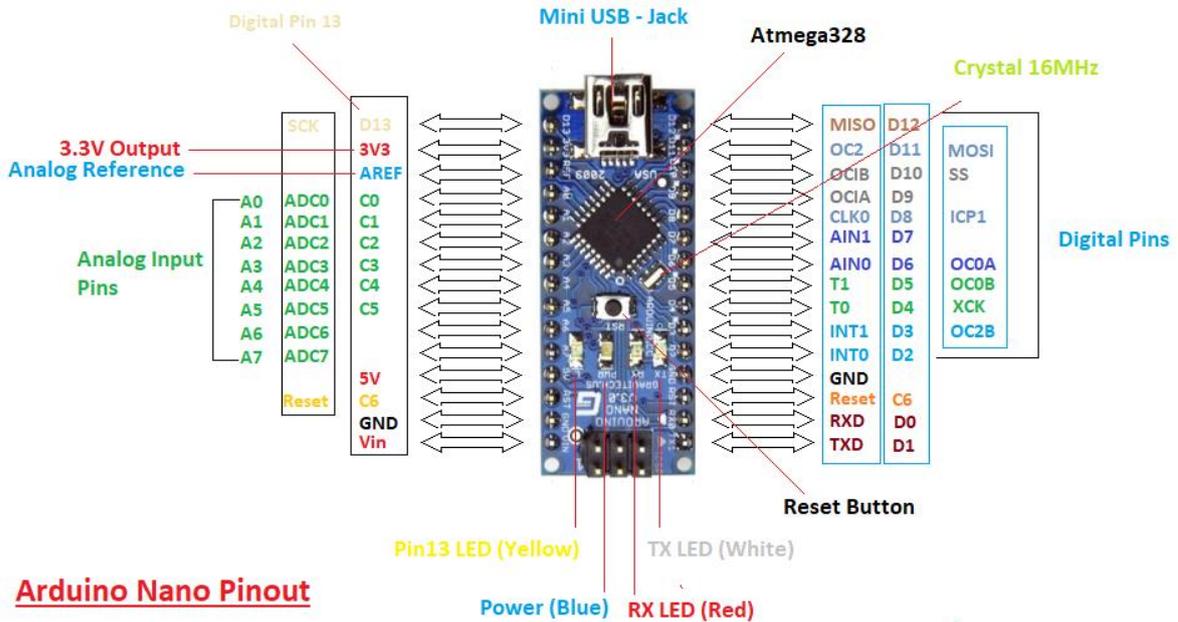


Figura 3.5 Arduino Nano (theengineeringprojects.com, 2018)

6. Pulsador

Los pulsadores de pata larga o interruptores eléctricos son elementos que sirven para interrumpir el paso de la corriente eléctrica, existen de varias formas y tamaños, el que se observa en la figura 3.6 es el que se utiliza en el dispositivo de alerta de emergencia, internamente está compuesto por contactos metálicos.

El dispositivo cuenta con 4 pulsadores, cada uno será utilizado para identificar un tipo de emergencia diferente.



Figura 3.6 Pulsador (*shoptronica.com, 2019*)

7. Regulador de tensión LM317

El regulador que se observa en la figura 3.7 es un dispositivo lineal, se encarga de regular la tensión o voltaje para valores entre 1,2 y 37 voltios con un amperaje de hasta 1,5 A, como característica física y para configuración, cuenta con tres pines: ajuste, entrada y salida.



Figura 3.7 Regulador de tensión (*tienda.bricogeek.com, 2019*)

3.3 Diagrama de flujo del sistema

En la figura 3.8 se observa el diagrama de flujo del sistema completo, desde la transmisión de la señal de alerta que puede ser cualquiera de las 4 alertas disponibles hasta la recepción de la señal de alerta en el receptor.

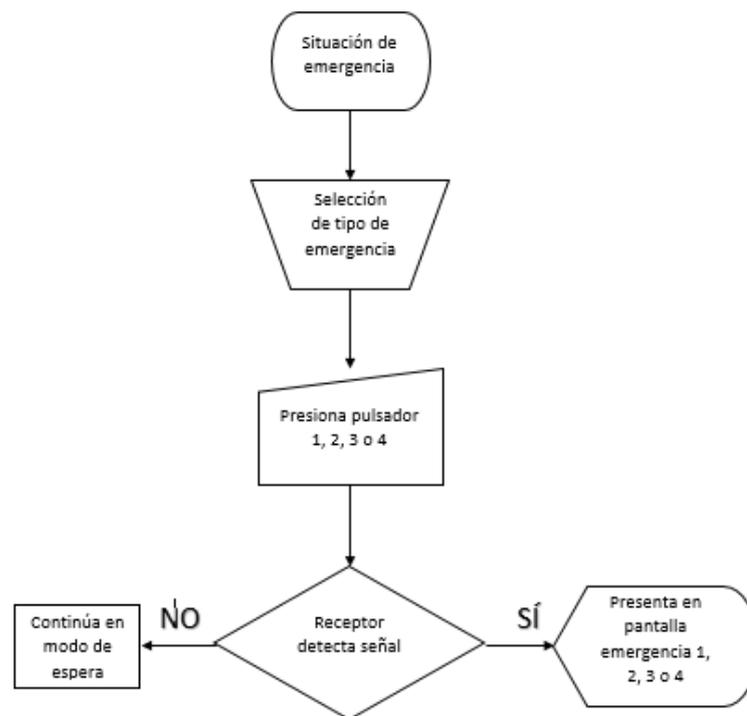


Figura 3.8 Diagrama de flujo del sistema (Autor, 2019)

3.4 Diagrama de flujo del transmisor

En la figura 3.9 se observa el flujo de la operación del transmisor desde que se lo enciende hasta llegar al modo de espera.

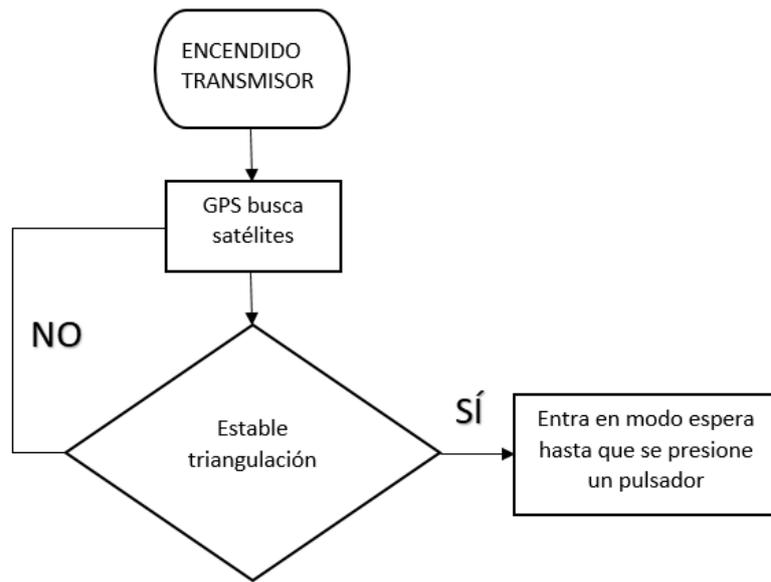


Figura 3.9 Diagrama de flujo del transmisor (Autor, 2019)

3.5 Programación del Transmisor

El código para que el micro controlador procese la información que va a transmitir es el siguiente:

```

//Declaración de variables necesarias para la programación

#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS.h>
TinyGPS gps;
char msg1[40]="PRUEBA DE ENVIO";
SoftwareSerial ss(4, 3);
void setup() {
// Declaración de entradas que se utilizarán para el envío de las señales
// Registro de código de configuración para ejecutar una sola vez
pinMode(A0,OUTPUT);//LED
pinMode(5,INPUT);
pinMode(6,INPUT);

```

```
pinMode(7,INPUT);
pinMode(8,INPUT);
Serial.begin(9600);
//Serial.println("WAIT.");
    // Para reconocer el modulo GPS
ss.begin(9600);//GPS
}
void loop() {
    // Escribir el código principal aquí para correr el programa repetidamente:
gpsst();
    //Serial.println("loop");
}
void gpsst(){
    ss.begin(9600);
bool newData = false;
    unsigned long chars;
    unsigned short sentences, failed;
ss.listen();
    // Por un Segundo analiza los datos del GPS y presenta los valores
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
{
    while (ss.available())
    {
        char c = ss.read();
        // Serial.write(c); // Si se elimina esta línea se pueden ver los datos del GPS fluyendo
        if (gps.encode(c)) // Valida que el comando sea correcto
            newData = true;
    }
}
if (newData)
{
    float flat, flon;
```

```
    unsigned long age;
    gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);

//Envía latitud y longitud
    //Serial.print("LAT=");
    //Serial.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
    //Serial.print(" LON=");
    //Serial.print(flou == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flou, 6);
    //Serial.print(" SAT=");
    //Serial.print(gps.satellites() == TinyGPS::GPS_INVALID_SATELLITES ? 0 :
gps.satellites());
    //Serial.print(" PREC=");
    // Serial.print(gps.hdop() == TinyGPS::GPS_INVALID_HDOP ? 0 : gps.hdop());
//Mensajes de emergencia
    char cadena[40]="EMERGENCIA";
    char lat [15];
        char lon [15];
        dtostrf(flat,3,3,lat);
        dtostrf(flou,3,3,lon);
//EMERGENCIA 1 /T:-0.14;N:-0.21*
    char buf2 [10];//lat
    char ct=0;
// Lectura de emergencias del 1 al 4
    if(digitalRead(5)==LOW){
        ct='1';
    }
    if(digitalRead(6)==LOW){
        ct='2';
    }
    if(digitalRead(7)==LOW){
        ct='3';
    }
}
```

```
if(digitalRead(8)==LOW){
    ct='4';
}
sprintf (buf2, " %c/", ct);
strcat(cadena,buf2);
sprintf (buf2, "%s", lat);
strcat(cadena,buf2);
sprintf (buf2, ",%s*", lon);
strcat(cadena,buf2);
//sprintf (buf2, ",T%d", t);
//strcat(cadena,buf2);
if(ct>48){
    Serial.println(cadena);
}
//for (int x=0;x<40;x++){
//msg1[x]=cadena[x];
// }
//cont++;
//if(cont>10){
//cont=0;
//sendm1();
//}
}
// Verifica posibles fallos y los presenta en pantalla
    gps.stats(&chars, &sentences, &failed);
/* Serial.print(" CHARS=");
    Serial.print(chars);
    Serial.print(" SENTENCES=");
    Serial.print(sentences);
    Serial.print(" CSUM ERR=");
    Serial.println(failed);
*/
```

```
if (chars == 0)
  Serial.println("** No characters received from GPS: check wiring **");
}
```

3.6 Diagrama de flujo del receptor

En la figura 3.10 se observa el flujo de la operación del receptor desde que se lo enciende hasta llegar al modo de espera donde está listo para que se presione uno de los pulsadores.

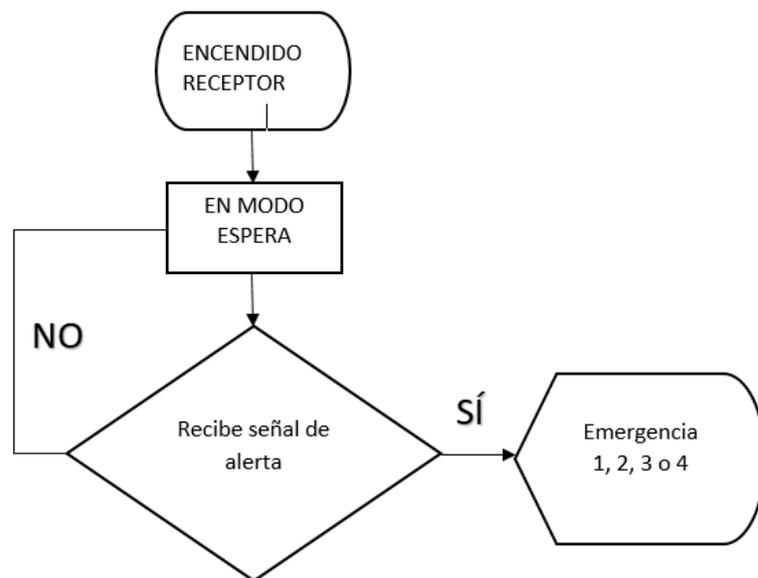


Figura 3.10 Diagrama de flujo del receptor (Autor, 2019)

3.7 Programación del receptor

El código para que el microprocesador controle el receptor es el siguiente:

```
//Declaración de variables y asignación de pines de salida
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
#include <Wire.h>
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(A0,OUTPUT);
  pinMode(A1,OUTPUT);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" SISTEMA LISTO");
  //lcd.setCursor(0, 1);
  delay(3000);
}
//EMERGENCIA 1 /T:-0.14;N:-0.21*
void loop() {
  digitalWrite(A0,LOW);
  while (Serial.available() > 0) {
    digitalWrite(A0,HIGH);
    char dato=Serial.read();
    if(dato=='/'){
      lcd.setCursor(0, 1);
      dato=Serial.read();
      lcd.print(dato);
    }else{
      lcd.print(dato);
    }
  }
  if(dato=='*'){
    for(int x=1;x<50;x++){
      digitalWrite(A0,HIGH);digitalWrite(A1,HIGH);
      delay(100);
      digitalWrite(A0,LOW);digitalWrite(A1,LOW);
    }
  }
}
```


En la figura 3.12 se observa el diseño el circuito del receptor en programa de computación donde se obtiene el siguiente diagrama:

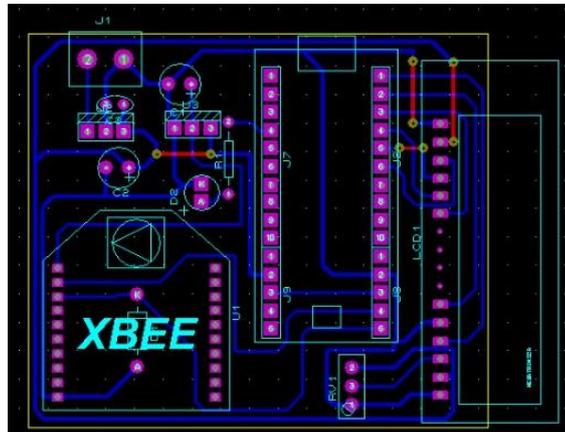
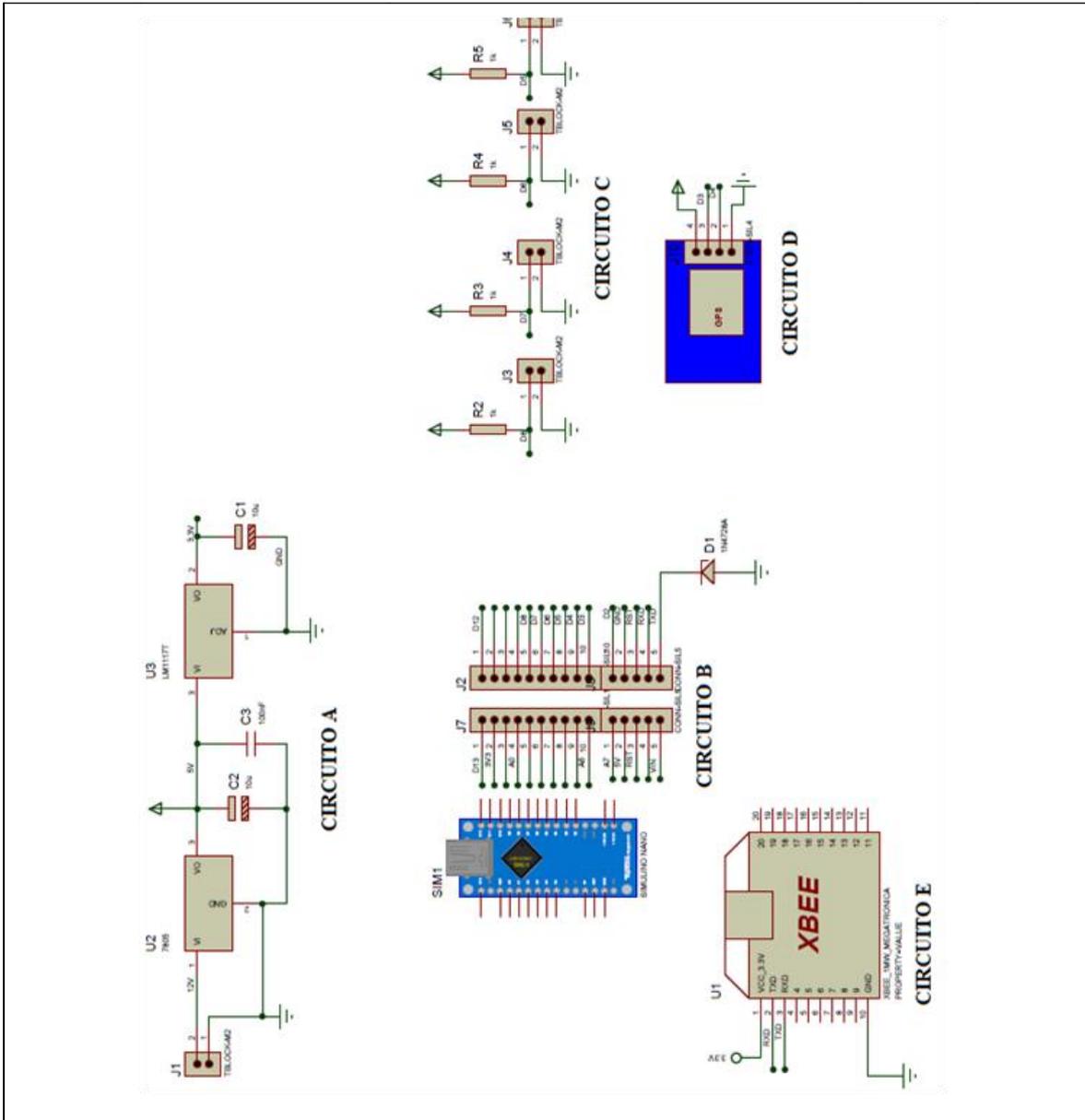


Figura 3.12 Esquema del receptor (Autor, 2019)

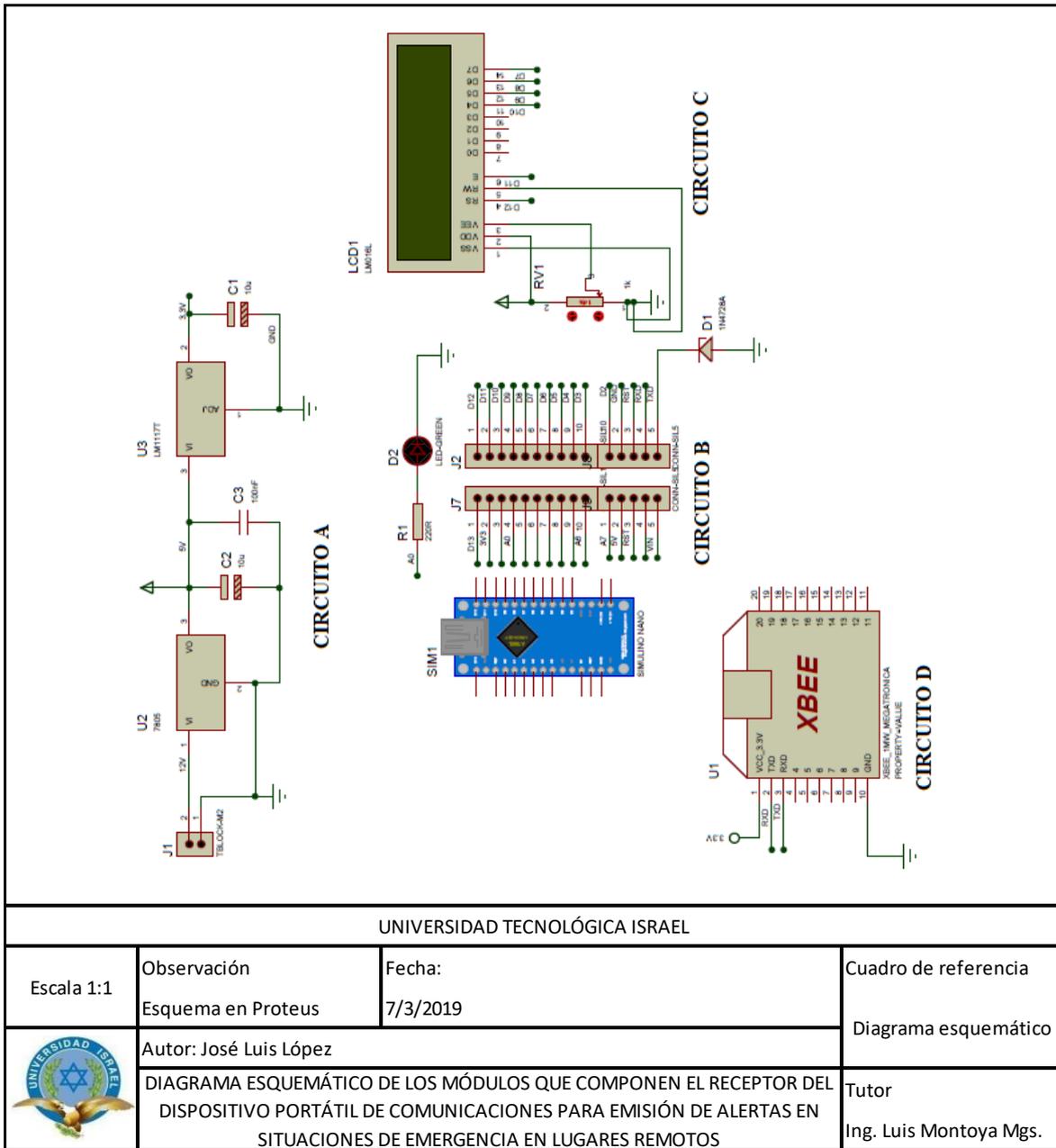
En la figura 3.13 se observan los circuitos y módulos que componen el transmisor, el circuito A se encarga de regular el voltaje para el funcionamiento del módulo GPS, el circuito B es el del Arduino Nano donde se observan los pines de conexión, el circuito C corresponde a los 4 pulsadores, el circuito 1 corresponde al módulo GPS y el circuito E corresponde al módulo Xbee PRO S2B.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL			
Escala 1:1	Observación Esquema en Proteus	Fecha: 7/3/2019	Cuadro de referencia
	Autor: José Luis López		Diagrama esquemático
	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LOS MÓDULOS QUE COMPONEN EL TRANSMISOR DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS		Tutor Ing. Luis Montoya Mgs.

Figura 3.13 Esquema de los circuitos y módulos que componen el transmisor (Autor, 2019)

En la figura 3.14 se observan los esquemas de los circuitos que componen el receptor, el circuito A es el encargado de regular el voltaje con el que se alimenta el Arduino nano, el circuito B es el del Arduino Nano, el circuito C corresponde a la pantalla LCD y finalmente el circuito D corresponde al Xbee PRO S2B.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

Escala 1:1	Observación Esquema en Proteus	Fecha: 7/3/2019	Cuadro de referencia
	Autor: José Luis López		Diagrama esquemático
	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LOS MÓDULOS QUE COMPONEN EL RECEPTOR DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS		Tutor Ing. Luis Montoya Mgs.

Figura 3.14 Esquema de los circuitos y módulos que componen el receptor (Autor, 2019)

El siguiente paso es la elaboración del circuito físico, como se observa en la figura 3.15, se montan los diferentes elementos sobre una baquelita para que los elementos estén conectados y fijos.

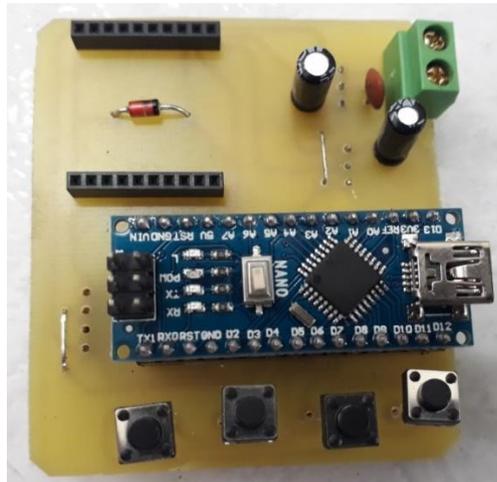


Figura 3.15 Circuito electrónico del Transmisor (Autor, 2019)

En la figura 3.16 se observa ambos dispositivos, los módulos dentro de sus cajas de protección, el transmisor cumple la función de transmitir la señal de emergencia y el receptor cumple la función de recibir la señal de emergencia para presentar en la pantalla el tipo de emergencia.

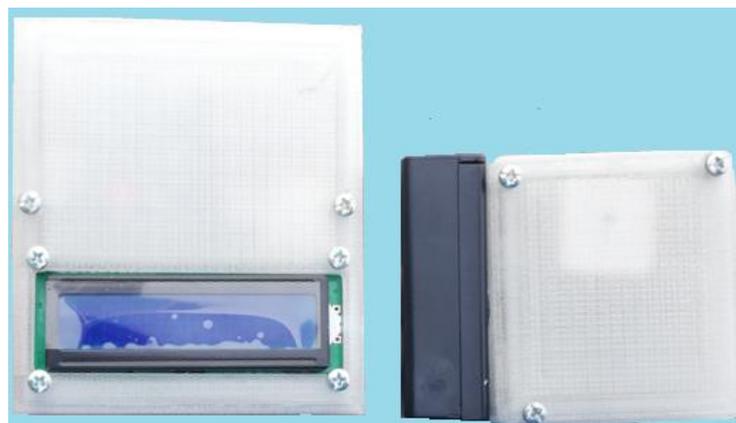


Figura 3.16 De izquierda a derecha, receptor y transmisor (Autor, 2019)

3.9 Aspectos técnicos del producto

Se realizaron prueba de autonomía con baterías de marcas diferentes, el resultado es que, con una de las baterías, la más económica se tuvo una operatividad de 24 horas, mientras que con una batería un poco más costosa se obtuvo una duración de 48 horas, la prueba consistió en dejar ambos dispositivos en modo de espera.

Dado que los dispositivos se utilizan en ambientes abiertos, se tiene una cobertura de 1600 metros con línea de vista de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Cuenta con cubierta ABS que es el plástico que se suele encontrar en electrodomésticos o juguetes comunes, es muy duro y resiste a altas temperaturas, sin embargo, no es impermeable.

Las temperaturas de trabajo del transmisor y receptor oscilan entre los -40°C a 85°C , dato otorgado por el fabricante.

Si bien es cierto el dispositivo tiene una fuente (batería) de 9 voltios, es necesario un regulador de voltaje ya que el voltaje de operación del módulo Xbee PRO S2B es de 2.7 a 3.6 VDC, en modo de transmisor con corriente de 220 mA, mientras que en modo receptor con corriente 62 mA. El módulo GPS por su parte necesita un voltaje entre los 3 a 5 voltios.

3.10 Análisis de costos y tiempo requerido para el desarrollo del proyecto

El dispositivo básicamente es un localizador mediante GPS, sin embargo, sus funciones van más allá, lo que busca es asistir a personas en dificultades y eventualmente hasta podría llegar a salvar la vida de quien lo utiliza.

El dispositivo está diseñado con elementos electrónicos de calidad y fidelidad garantizadas por sus fabricantes, sin descuidar la austeridad alcanzando un valor de \$164,21.

En caso de avería basta con reemplazar la unidad averiada por una nueva, la unidad más costosa del dispositivo es el módulo Xbee pro S2B con un valor aproximado de \$45.

Únicamente se incluyen los materiales utilizados en la construcción del dispositivo, materiales que se observan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Materiales y costos (Autor, 2019)

MATERIAL	CANTIDAD	VALOR SIN IVA	IVA	VALOR CON IVA
Módulo Xbee PRO S2B	2	\$40,00	\$4,80	\$89,60
Módulo GPS	1	\$20,00	\$2,40	\$22,40
Xbee Explorer USB	1	\$7,04	\$0,84	\$7,88
Arduino Nano	2	\$7,00	\$0,84	\$15,68
Pantalla LCD 16X2	1	\$11,44	\$1,37	\$12,81
Oscilador de cristal	1	\$0,50	\$0,06	\$0,56
Pulsador	4	\$0,25	\$0,03	\$1,12
Regulador de tensión LM317	2	\$0,60	\$0,07	\$1,34
Capacitor cerámico	4	\$0,16	\$0,02	\$0,72
Regletas macho hembra	2	\$0,65	\$0,08	\$1,46
Baquelita 10X10	1	\$2,00	\$0,24	\$2,24
Cajas para los módulos	2	\$10,00	\$1,20	\$22,40
			TOTAL	\$164,21

3.11 Ventajas del producto

Al momento de elegir un dispositivo para seguridad del comprador, uno de los factores a tomar en cuenta es el económico, por lo tanto, el dispositivo diseñado fue inspirado principalmente en la seguridad del individuo sin descuidar la calidad y fiabilidad del dispositivo, los elementos utilizados son los idóneos más económicos disponibles en el mercado nacional.

En el análisis de costos entre el dispositivo más común para alertar situaciones de emergencia en lugares remotos SPOT, tiene un costo de \$175 más la suscripción anual que llega a los \$206 nos da un total de \$381, mientras que el DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS tiene un costo de construcción de \$164,2, no

necesita de ningún tipo de suscripción gratuita ni pagada por lo cual el ahorro anual es de \$216,80.

Durante 9 meses se ha utilizado el DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS, dos veces al mes en promedio, no se ha tenido una situación de emergencia, sin embargo, se lo ha probado y hasta el momento no ha dado fallos.

CAPÍTULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Desarrollo

En el capítulo 3 se describe el funcionamiento de los dispositivos, diseño, programación, construcción y pruebas de funcionamiento.

4.2 Diagrama de bloques

En la figura 4.1 se observa el diagrama de bloques que representa el funcionamiento de ambos dispositivos durante todas las etapas.

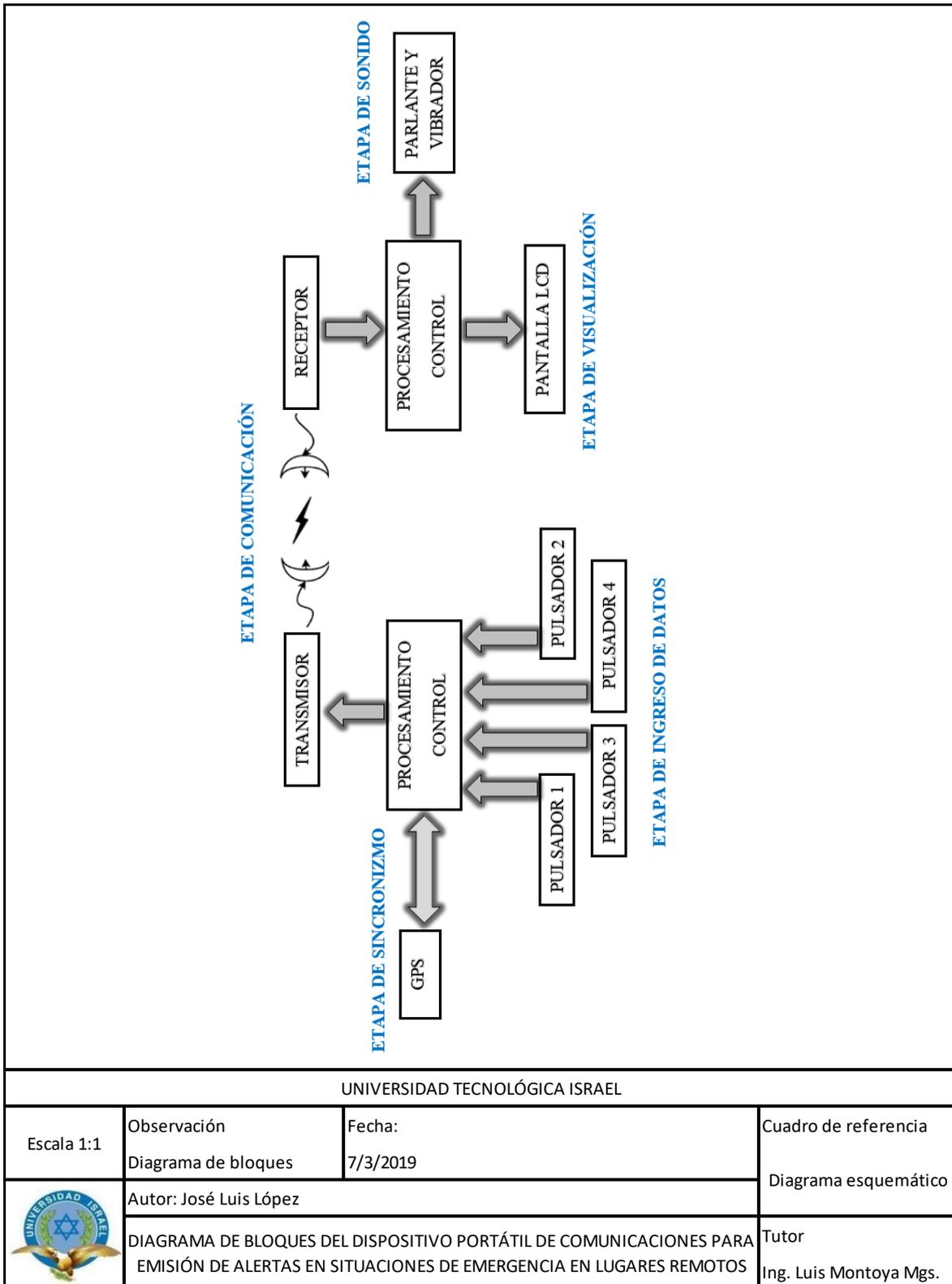


Figura 4.1 Diagrama de bloques del funcionamiento del sistema (Autor, 2019)

4.3 Implementación

Las conexiones entre los módulos que comprenden el transmisor se las realizó luego de realizar la programación en el micro controlador, programación que más adelante se proporcionan en éste documento, de forma similar las conexiones entre los módulos que comprenden el receptor se las realiza luego de culminar la programación correspondiente para que el microcontrolador reciba la señal a través del Xbee y presente la ubicación en grados decimales.

Las pruebas de funcionamiento en un inicio se realizaron en ciudad, primero probando distancias cortas donde evidentemente están sujetas a las interferencias de otros enlaces que trabajan en la misma frecuencia, sin embargo, se establece el enlace. Dado que el dispositivo está diseñado para ser utilizado en ambientes donde no existe cobertura celular se programa una visita al Parque Nacional Cotopaxi donde no hay cobertura de señal celular, más adelante los resultados.

4.4 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento se las realizó con los siguientes elementos y consideraciones:

- El ambiente de prueba elegido es el Parque Nacional Cotopaxi que tiene una zona plana con línea de visita de aproximadamente 2500 metros, libre de señal celular.
- Distancias con intervalos de 400 metros hasta los 1600 metros.
- Para medir la distancia se utilizó un GPS marca Garmin.
- Para medir el tiempo se utiliza cronometro de *Smartphone*.
- La comunicación entre la persona que manipula el dispositivo transmisor y la persona que manipula el receptor se realizó mediante radios MOTOROLA.
- Para validar los datos que presenta el receptor en la pantalla se utiliza *Google Earth* que es un software de licencia gratuita.

En campo, específicamente en el Parque Nacional Cotopaxi se realizaron las pruebas finales en un entorno libre de las abundantes señales radio eléctricas existentes en el Distrito Metropolitano de Quito, las cuales pueden causar interferencias en el enlace.

Con línea de vista se realizaron pruebas a 5 distintas distancias, 0 metros, 400 metros, 800 metros, 1200 metros y 1600 metros.

La primera prueba se realizó con el transmisor y receptor en el mismo sitio, concretamente en el parqueadero localizado a pocos metros de la laguna de Limpiopungo ubicado en el Parque Nacional Cotopaxi en la provincia de Cotopaxi-Ecuador, cuya ubicación geográfica es latitud -0.615 , longitud -78.474 como se observa en la figura 4.2.



Figura 4.2 Primera medición en campo (Autor, 2019)

Se tomaron los tiempos de respuesta de cada una de las alertas de emergencia, 4 en total con los resultados descritos en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Primera medición realizada en la laguna Limpiopungo (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.615	-78.474
EMERGENCIA 1	< 1 segundo	
EMERGENCIA 2	< 1 segundo	
EMERGENCIA 3	< 1 segundo	
EMERGENCIA 4	< 1 segundo	

Con la ubicación geográfica se puede localizar el sitio de origen de la señal del transmisor a través de *Google Earth*, en la figura 4.3 se observa que la ubicación está cerca a la orilla de la laguna de Limpiopungo.

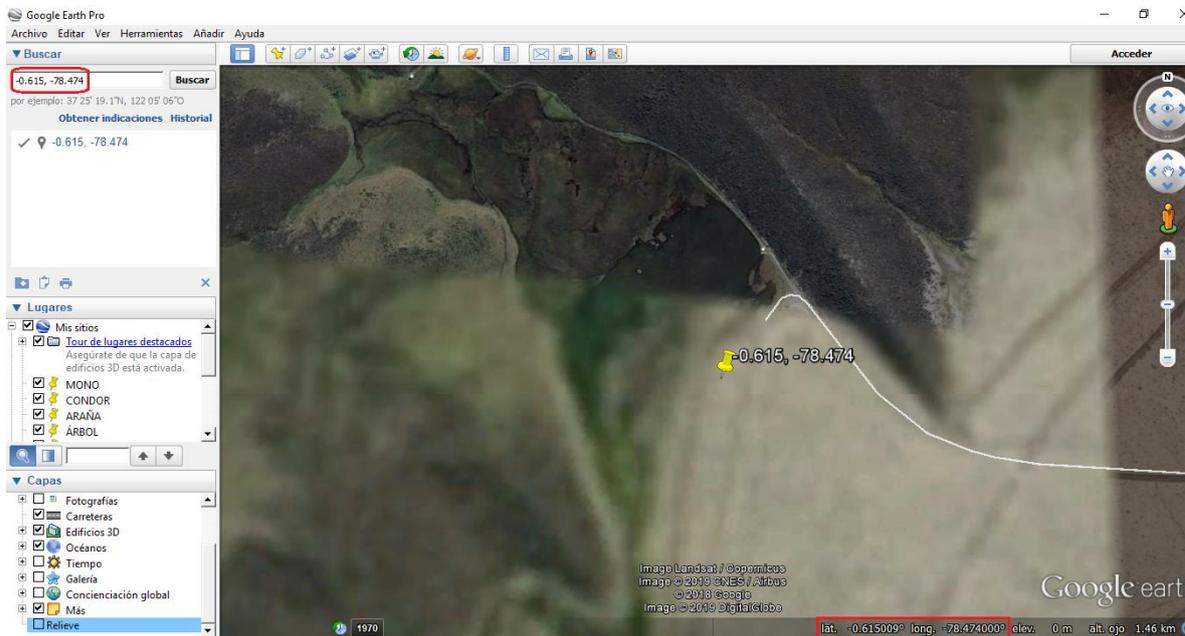


Figura 4.3 Ubicación en Google Earth (Autor, 2019)

A continuación, se realizan pruebas cada 400 metros de distancia, las cuatro emergencias una por una. El dispositivo receptor presenta la siguiente ubicación geográfica, latitud -0.618, longitud -78.474 como se observa en la figura 4.4.



Figura 4.4 Ubicación geográfica a 400 metros de distancia (Autor, 2019)

Los tiempos de respuesta a 400 metros de distancia no varían respecto a la primera medición como se observa en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Segunda medición realizada a 400 metros de distancia entre dispositivos (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.618	-78.474
EMERGENCIA 1	< 1 segundo	
EMERGENCIA 2	< 1 segundo	
EMERGENCIA 3	< 1 segundo	
EMERGENCIA 4	< 1 segundo	

En el *Google Earth* se ingresa la ubicación geográfica, latitud -0.618, longitud -78.474 con el siguiente resultado, se incluye la medida entre el punto de origen y la primera medición a 400 metros como se puede observar en la figura 4.5.

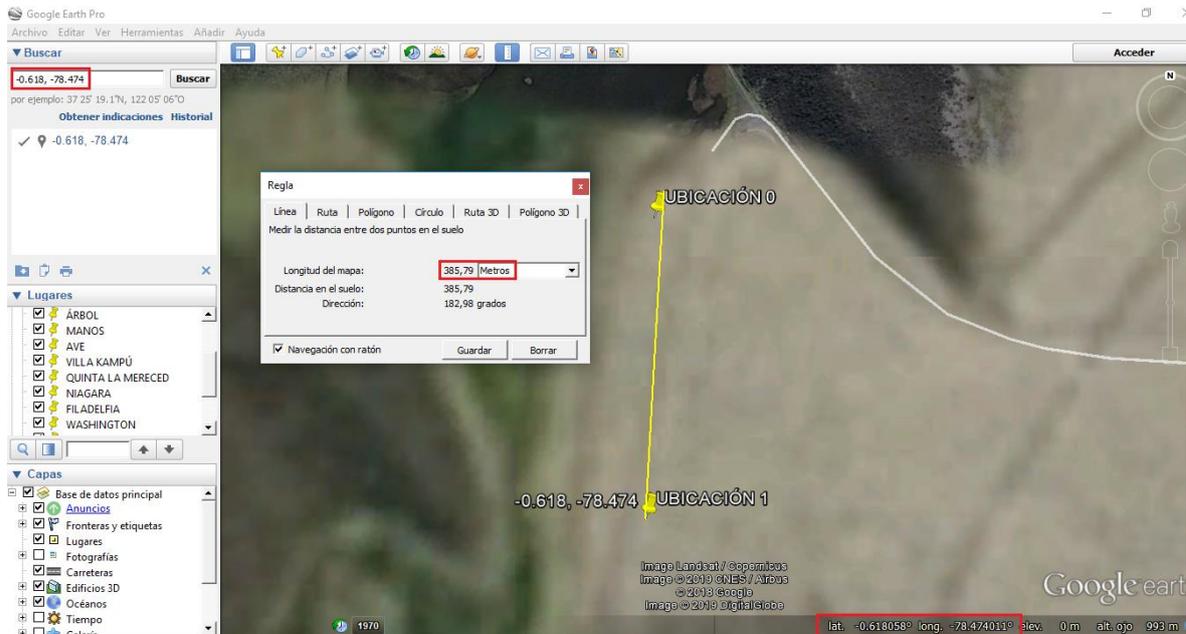


Figura 4.5 Ubicación en Google Earth a 400 metros del origen (Autor, 2019)

La siguiente distancia de medición se realiza a 800 metros del origen, el dispositivo receptor presenta la siguiente ubicación geográfica, latitud -0.621, longitud -78.475 como se observa en la figura 4.6.



Figura 4.6 Ubicación geográfica a 800 metros de distancia (Autor, 2019)

Los tiempos de respuesta a 800 metros de distancia presentan una mínima diferencia, se aprecia que el tiempo de recepción aproximadamente es de 1 segundo como se observa en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Tercera medición realizada a 800 metros de distancia entre dispositivos (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.621	-78.475
EMERGENCIA 1	1 segundo	
EMERGENCIA 2	1 segundo	
EMERGENCIA 3	1 segundo	
EMERGENCIA 4	1 segundo	

En el *Google Earth* se ingresa la ubicación geográfica, latitud -0.618, longitud -78.475 con el siguiente resultado, se incluye la medida entre el punto de origen, la primera y segunda medición a 800 metros como se observa en la figura 4.7.

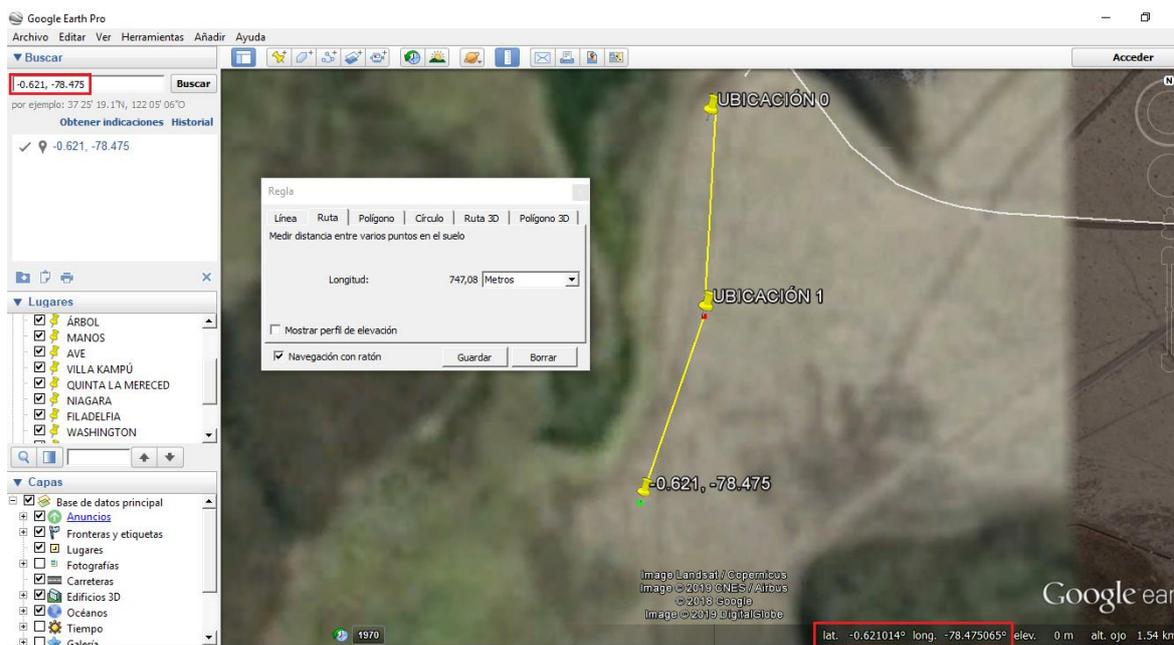


Figura 4.7 Ubicación en Google Earth a 800 metros del origen (Autor, 2019)

La siguiente distancia de medición se realiza a 1200 metros del origen, el dispositivo receptor presenta la siguiente ubicación geográfica, latitud -0.627, longitud -78.475 como se observa en la figura 4.8.



Figura 4.8 Ubicación geográfica a 1200 metros de distancia (Autor, 2019)

Los tiempos de respuesta a 1200 metros de distancia presentan similar tiempo a la medición anterior a 800 metros, se aprecia que el tiempo de recepción aproximadamente es de 1 segundo, como se observa en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Cuarta medición realizada a 1200 metros de distancia entre dispositivos (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.627	-78.475
EMERGENCIA 1	1 segundo	
EMERGENCIA 2	1 segundo	
EMERGENCIA 3	1 segundo	
EMERGENCIA 4	1 segundo	

En el *Google Earth* se ingresa la ubicación geográfica, latitud -0.627, longitud -78.475 con el siguiente resultado, se incluye la medida entre el punto de origen, la primera, segunda y tercera medición a 1200 metros como se observa en la figura 4.9.

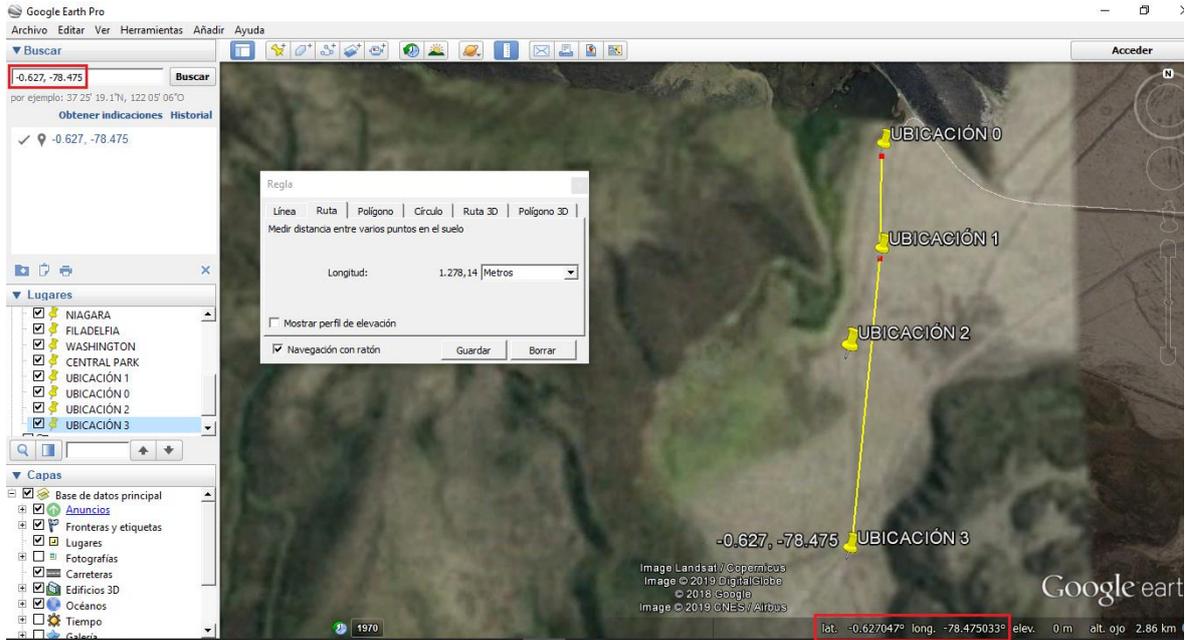


Figura 4.9 Ubicación en Google Earth a 1200 metros del origen (Autor, 2019)

La siguiente distancia de medición se realiza a 1200 metros del origen, el dispositivo receptor presenta la siguiente ubicación geográfica, latitud -0.630, longitud -78.477 como se observa en la figura 4.10.



Figura 4.10 Ubicación geográfica a 1200 metros de distancia (Autor, 2019)

Los tiempos de respuesta a 1600 metros de distancia presentan una mínima diferencia, tardan más de 1 segundo sin llegar a 2 segundos como se presenta en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Quinta medición realizada a 1600 metros de distancia entre dispositivos (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.63	-78.477
EMERGENCIA 1	> 1 segundo	
EMERGENCIA 2	> 1 segundo	
EMERGENCIA 3	> 1 segundo	
EMERGENCIA 4	> 1 segundo	

En el *Google Earth* se ingresa la ubicación geográfica, latitud -0.630, longitud -78.477 con el siguiente resultado, se incluye la medida entre el punto de origen, la primera, segunda, tercera y cuarta medición a 1600 metros como se observa en la figura 4.11.

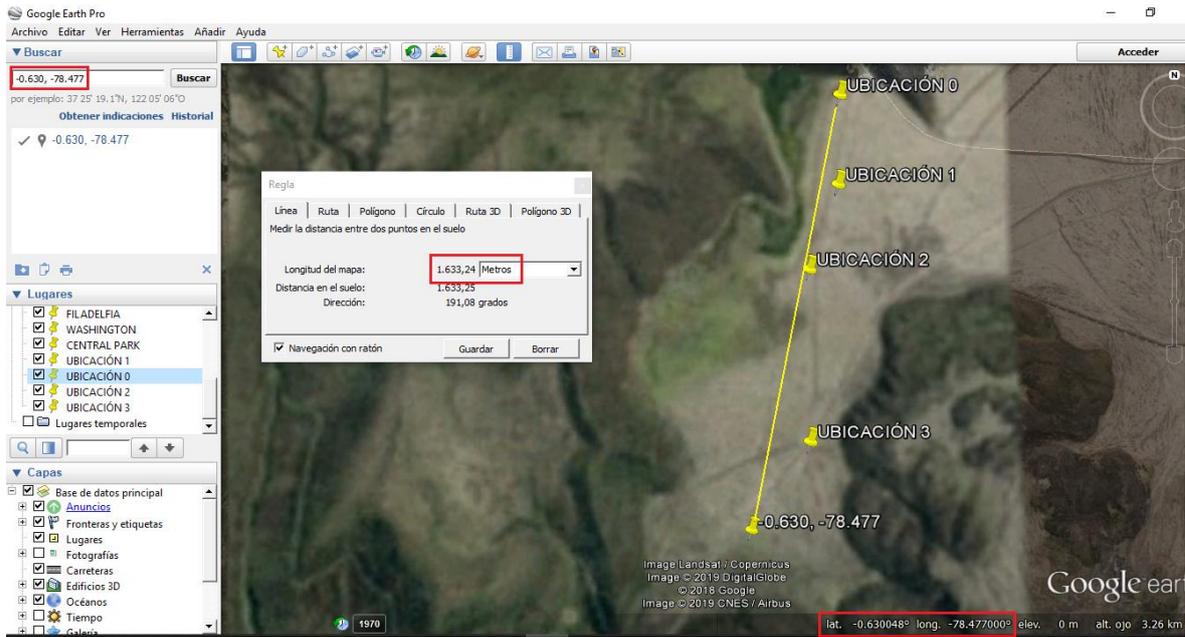


Figura 4.11 Ubicación en Google Earth a 1600 metros del origen (Autor, 2019)

Señalar que las mediciones en terreno se las realizó con un reloj deportivo marca GARMIN, con eso se logró establecer las distancias entre los puntos los cuales son corroborados por las gráficas que proporciona Google Earth, donde la distancia final presentada es de 1633 metros de distancia.

Por otra parte, también se realizaron pruebas sin línea de vista con un nuevo punto de origen con obstáculos visibles como un bosque y desnivel en el terreno incluyendo una quebrada, la primera ubicación es la que se observa en la figura 4.12.



Figura 4.12 Origen sin línea de vista (Autor, 2019)

La medición en distancia se la calcula con un reloj deportivo marca Garmin, sin embargo, tiene un margen de error ya que el terreno en esta ocasión tiene desnivel. La segunda medición se la realiza aproximadamente a 400 metros de distancia del origen, la ubicación geográfica que proporciona el GPS es la que se observa en la figura 4.13.



Figura 4.13 Primer punto a 400 metros sin línea de vista (Autor, 2019)

Se miden los tiempos de respuesta desde que se presiona el pulsador hasta que recibe la señal el receptor, se presentan los datos que se observan en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Primera medición realizada a 400 metros de distancia sin línea de vista (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.637	-78.485
EMERGENCIA 1	> 1 segundo	
EMERGENCIA 2	> 1 segundo	
EMERGENCIA 3	> 1 segundo	
EMERGENCIA 4	> 1 segundo	

En el *Google Earth* se ingresa la ubicación geográfica, latitud -0.637, longitud -78.485 con el resultado que se observa en la figura 4.14, se incluye la medida entre el punto de origen, la primera medida sin línea de vista.

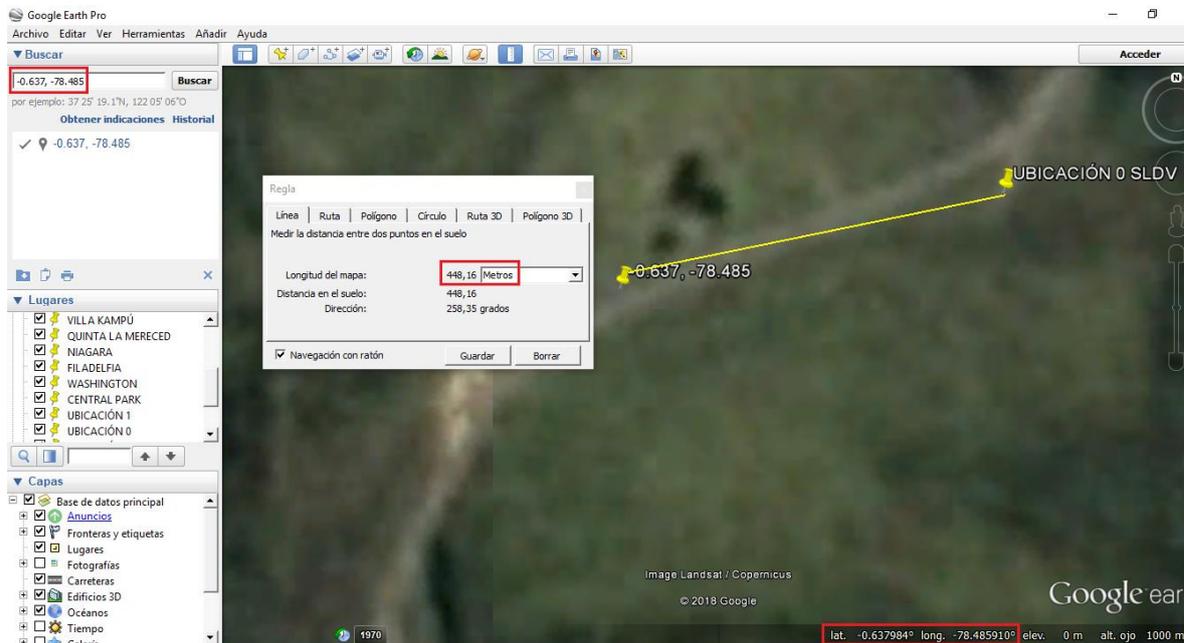


Figura 4.14 Ubicación en Google Earth a 400 metros del origen sin línea de vista (Autor, 2019)

La siguiente distancia es 800 metros sin línea de vista, en esta ocasión ya nos separa una quebrada y un bosque de pino que constituyen obstáculos naturales para las ondas electro magnéticas, en la figura 4.15 se observa la ubicación geográfica dada por el GPS.



Figura 4.15 Primer punto a 400 metros sin línea de vista (Autor, 2019)

En línea recta sin tomar en cuenta los obstáculos se tiene una distancia de 835 metros donde las mediciones de respuesta entre el transmisor y el receptor se presentan en la tabla 4.7.

Tabla 4.7 Segunda medición realizada a 800 metros de distancia sin línea de vista (Autor, 2019)

<i>LUGAR</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>
PARQUEADERO LAGUNA LIMPIOPUNGO	-0.64	-78.487
EMERGENCIA 1	> 1 segundo	
EMERGENCIA 2	> 1 segundo	
EMERGENCIA 3	> 1 segundo	
EMERGENCIA 4	> 1 segundo	

En el *Google Earth* se ingresa la ubicación geográfica, latitud -0.64, longitud -78.487, como se observa en la figura 4.16 se incluye la medida entre el punto de origen, la primera y segunda medida sin línea de vista a 835 metros de acuerdo a la medición que proporciona el mismo software.

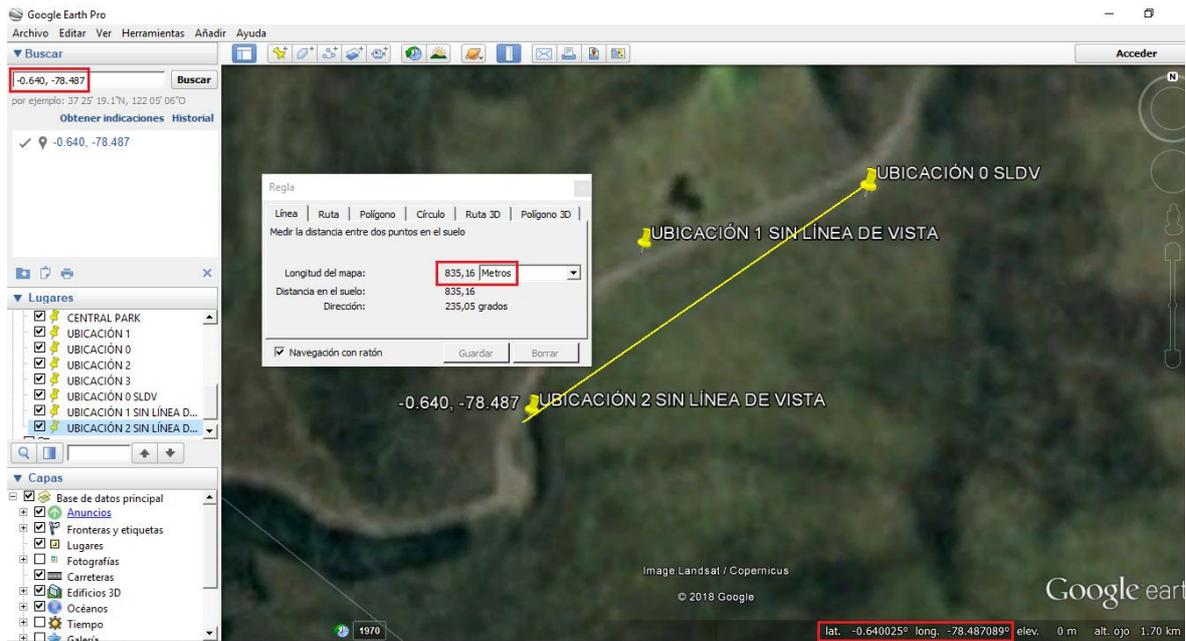


Figura 4.16 Ubicación en Google Earth a 835 metros del origen sin línea de vista (Autor, 2019)

La siguiente prueba se la realizó a 1000 metros sin embargo no se tuvo respuesta del receptor, como se mencionó el bosque y el desnivel del terreno constituyen un obstáculo natural para las ondas lo cual impide que se establezca la comunicación.

4.5 Análisis de resultados

Los resultados en términos generales son los esperados, el dispositivo portátil de comunicaciones para emisión de alertas en situaciones de emergencia en lugares remotos, cumple su función contando con línea de vista, sin embargo, se observa que los tiempos de

enganche debido a la estabilización del GPS se encuentran entre los 20 a 60 segundos, tiempo medido en varias pruebas realizadas al aire libre y otras con obstáculos menores como árboles, también se probó en los interiores de la Universidad Tecnológica Israel donde se perdía la señal constantemente a pesar de estar cerca de las ventanas.

CONCLUSIONES

- Con el análisis de los transmisores portátiles de bajo costo fue posible establecer que el módulo GPS GY-GPS6MV2 es el más adecuado para cumplir la función por sus características y compatibilidad de conexión.
- Con la selección del transmisor Xbee PRO S2B, la elección de los demás elementos fue más sencilla ya que son partes que se fabrican en serie.
- Se desarrolló el algoritmo con el cual es posible el control de los dispositivos tanto para transmisión como para recepción.
- Basado en el módulo Xbee PRO S2B, se construyeron los dispositivos de transmisión y recepción de una vía en frecuencia libre UHF, 2.4 GHz, que alerte sobre una situación de emergencia en lugares remotos con la distancia de cobertura propuesta de 1600 metros.
- Mediante las pruebas del funcionamiento de los dispositivos electrónicos realizadas en campo se verificó que el sistema es apto para ser utilizado en los entornos sugeridos (donde no existe cobertura celular), sin descartar su uso donde sí existe cobertura celular.

RECOMENDACIONES

- En el futuro se recomienda verificar si existen nuevos dispositivos similares en tamaño que tengan mayor potencia de transmisión con la finalidad de que se mejore el dispositivo.
- Se recomienda continuar con el estudio de nuevas y mejoradas tecnologías en el GPS que permitan una triangulación más rápida.
- Fomentar una cultura de seguridad y uso de la tecnología para aumentar las posibilidades de sobrevivencia en caso de accidentes en lugares donde no existe cobertura celular.
- En el transmisor y en el receptor se debe verificar que los cables y contactos estén correctamente soldados y tengan un buen contacto entre las superficies de contacto con la finalidad de evitar fallos.
- Si se utiliza en ambientes húmedos o lluviosos se recomienda llevar los dispositivos con algún tipo de aislamiento hermético para evitar que se moje internamente y produzca posibles fallos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

AMAZON. (10 de ENERO de 2019). *Amazon.com: Spot 3 Satellite GPS*. Obtenido de <https://www.amazon.com/SPOT-Satellite-GPS>: https://www.amazon.com/SPOT-Satellite-GPS-Messenger-Orange/dp/B00C8S8S4W/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1534090402&sr=8-1&keywords=Spot+GEN3

Autor. (2019). *PIC GPS*. Quito.

Báez García, A. B. (26 de JUNIO de 2018). *Telecomunicaciones de emergencia en la montaña: cómo comunicarse en zonas sin cobertura de telefonía móvil*. Obtenido de www.fcdme.es:
https://www.fcdme.es/sites/default/files/noticias/telecomunicaciones_de_emergencia_en_la_montana_jornada_3-06-2018.pdf

EBAY. (10 de ENERO de 2019). *SPOT 1 Personal Tracker*. Obtenido de <https://www.ebay.com>: https://www.ebay.com/itm/SPOT-1-Personal-Tracker/222477891619?hash=item33ccb73823:g:1NEAAOSwWkJY9BSU:rk:1:pf:0&LH_BIN=1&LH_ItemCondition=1000

electropro.pe. (07 de 12 de 2018).
https://electropro.pe/index.php?route=product/product&product_id=497.
Obtenido de <https://electropro.pe/image/cache/data/imgProductos/151.%20Adaptador%20USB%20Xbee/1-1000x1000.JPG>

Flickenger, R. (2008). *Redes inalámbricas en los países en desarrollo: una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo*.

G1, E. E. (19 de 06 de 2018). www.digicert.com. Obtenido de https://www.geeetech.com/images/s/Geeetech_XBEES2BUFL.jpg

GPS.gov: Seguridad Pública y Socorro en Casos de Desastre. (9 de enero de 2019). *GPS.gov: Seguridad Pública y Socorro en Casos de Desastre*. Obtenido de www.gps.gov: <https://www.gps.gov/applications/safety/spanish.php>

<http://www.orientlcd.com/v/vspfiles/photos/AMC1602AR-B-B6WTDW-I2C-2.jpg>.
(2017). *display lcd 16x2*.

Laguete, H. E. (agosto de 2018). *Repositorio Digital Universidad Israel: PLANIFICACIÓN DE UN NODO 3G PARA COBERTURA CELULAR EN EL CANTÓN MEJÍA, ALOAG – SANTO DOMINGO – BARRIO OBELISCO*. Obtenido de <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1625>

MECHATRONICS, N. (10 de ENERO de 2019). *Tutorial Módulo GPS con Arduino*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com>: https://naylampmechatronics.com/blog/18_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html

MONTOYA, L. (AGOSTO de 2018). *Repositorio Digital Universidad Israel: PLANIFICACIÓN DE UN NODO 3G PARA COBERTURA CELULAR EN EL CANTÓN MEJÍA, ALOAG – SANTO DOMINGO – BARRIO OBELISCO*. Obtenido de <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1625>

Position Logic. (10 de enero de 2019). *Librería de Dispositivos de Rastreo GPS*. Obtenido de <https://www.positionlogic.com/es/libreria-de-dispositivos-gps-trackers>: <https://www.positionlogic.com/es/libreria-de-dispositivos-gps-trackers>

shoptronica.com. (04 de 03 de 2019). *www.shoptronica.com*. Obtenido de https://www.shoptronica.com/7239-home_default/pulsador-2-pin-de-6x6mm-tact-switch.jpg

sni.cloudflaressl.com. (06 de 10 de 2018). <https://330ohms.com/products/pantalla-lcd-16x2-con-backlight-verde>. Obtenido de https://cdn.shopify.com/s/files/1/1040/8806/products/lcd16x201_450x337.jpeg?v=1526735927

SPOT. (10 de ENERO de 2019). *Planes de Servicio para los dispositivos SPOT*. Obtenido de <https://www.findmespot.eu/sp/index.php?cid=103>: <https://www.findmespot.eu/sp/index.php?cid=103>

theengineeringprojects.com. (03 de 05 de 2018). <http://certs.godaddy.com/repository/>. Obtenido de <https://www.theengineeringprojects.com/wp-content/uploads/2018/06/introduction-to-arduino-nano-13-1.png>

tienda.bricogeek.com. (24 de 01 de 2019). *tienda.bricogeek.com*. Obtenido de https://cdn-tienda.bricogeek.com/217-large_default/regulador-de-voltaje-ajustable-lm317.jpg

UBLOX. (10 de ENERO de 20198). *NEO-6 series*. Obtenido de <https://www.u-blox.com/en/product/neo-6-series#tab-product-description>

Urruela, A. . (2012).

wittronics.com.mx. (04 de 03 de 2019). *www.wittronics.com.mx*. Obtenido de <https://www.wittronics.com.mx/wp-content/uploads/2018/03/M%C3%B3dulo-GPSV3.jpg>

www.navcen.uscg.gov. (27 de 10 de 2017). *GPSNAVSTARUsersOverviewMarch1991.pdf*. Obtenido de www.navcen.uscg.gov: <https://www.navcen.uscg.gov/pdf/gps/GPSNAVSTARUsersOverviewMarch1991.pdf>

Báez García, A. B. (26 de JUNIO de 2018). *Telecomunicaciones de emergencia en la montaña: cómo comunicarse en zonas sin cobertura de telefonía móvil*. Obtenido de www.fcdme.es: https://www.fcdme.es/sites/default/files/noticias/telecomunicaciones_de_emergencia_en_la_montana_jornada_3-06-2018.pdf

Flickenger, R. (2008). *Redes inalámbricas en los países en desarrollo: una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo*.

<http://www.orientlcd.com/v/vspfiles/photos/AMC1602AR-B-B6WTDW-I2C-2.jpg>. (2017). *display lcd 16x2*.

Urruela, A. . (2012).

Arnalich S. y J. Urruela (2012): “GPS, Google Earth y Cooperación” *Water and Habitat*

García A. Comunicaciones TETRA: La red de las fuerzas de seguridad. *Revista Digital ACTA*. 2013. Sánchez AF. Accidentes de montaña: siniestros, rescates y acciones preventivas de los deportes de montaña en España. Tesis Doctoral. 2017.

Flickenger, Rob (2008) “Redes inalámbricas en los países en desarrollo: una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo”

REFERENCIAS A PÁGINAS WEB

[1]

https://www.amazon.com/s/ref=sr_pg_4?fst=p90x%3A1%2Cas%3Aoff&rh=i%3Aaps%2Ck%3Atelefono+satelital%2Cp_n_condition-type%3A6461716011&page=4&sort=price-asc-rank&keywords=telefono+satelital&ie=UTF8&qid=1534099572

[2] [https://www.amazon.com/Garmin-010-01958-20-Rino-Handheld-](https://www.amazon.com/Garmin-010-01958-20-Rino-Handheld-Units/dp/B0741JFPLM/ref=sr_1_6?ie=UTF8&qid=1534100622&sr=8-6&keywords=GARMIN+RINO+650t)

[Units/dp/B0741JFPLM/ref=sr_1_6?ie=UTF8&qid=1534100622&sr=8-6&keywords=GARMIN+RINO+650t](https://www.amazon.com/Garmin-010-01958-20-Rino-Handheld-Units/dp/B0741JFPLM/ref=sr_1_6?ie=UTF8&qid=1534100622&sr=8-6&keywords=GARMIN+RINO+650t)

[3] <https://www.digi.com/products/zigbee>

ANEXOS

MANUAL DEL USUARIO

DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS

ADVERTENCIA: Este manual contiene información sobre limitaciones relativas al uso del dispositivo y sus funciones, información sobre limitaciones en la responsabilidad del fabricante. Lea atentamente todo el manual.



El presente manual está dirigido al usuario final del dispositivo portátil de comunicaciones para emisión de alertas en situaciones de emergencia en lugares remotos diseñado y construido en el año 2018.

CONTENIDO

CONTENIDO	75
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD IMPORTANTES	1
LIMPIEZA REGULAR Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	1
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	3
CON RELACIÓN A SU DISPOSITIVO	3
PROBAR	3
MANTENIMIENTO	4
OPERACIÓN GENERAL DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO.....	4
EMISION DE ALERTA DE EMERGENCIA	4
RECEPCIÓN DE ALERTA DE EMERGENCIA.....	5
AJUSTES GENERALES	5
IMPORTANTE.....	5
ENCENDIDO	6
APAGADO.....	7
SOPORTE TÉCNICO	7



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD IMPORTANTES

Con el objeto de reducir el riesgo de incendios, descargas eléctricas o lesiones respete las siguientes indicaciones:

- No derrame ningún tipo de líquido sobre el equipo.
- No trate de reparar usted mismo el dispositivo.
- Deje que el personal calificado se ocupe del mantenimiento.
- No abra nunca el dispositivo.
- Durante una tormenta eléctrica no toque el equipo ni los cables que lleve conectados, existe riesgo de descarga eléctrica provocada por los rayos.

LIMPIEZA REGULAR Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Para mantener el dispositivo en condiciones óptimas debe respetar todas las instrucciones de este manual o las que pudiera encontrar en el dispositivo.



- Limpie la caja de circuitos con un paño ligeramente humedecido, asegúrese de que el equipo se encuentre apagado.
- No utilice productos abrasivos, diluyentes, disolvente o aerosoles que puedan entrar por los orificios del dispositivo.

- No utilice agua ni ningún otro líquido.
 - No limpie la pantalla con alcohol.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En cuanto al funcionamiento del transmisor, de presentarse una falla prenda y vuelva a encender el dispositivo, si el fallo persiste contacte al personal calificado para realizar la debida revisión.

En cuanto al funcionamiento del receptor, de presentarse una falla prenda y vuelva a encender el dispositivo, si el fallo persiste contacte al personal calificado para realizar la debida revisión.

Si la pantalla LCD no enciende sustituya la batería, si el persiste contacte al personal calificado para realizar la debida revisión.

CON RELACIÓN A SU DISPOSITIVO

El dispositivo electrónico fue diseñado para brindarle la mayor flexibilidad y comodidad posible.

Lea este manual cuidadosamente y solicite a su constructor que lo oriente en el manejo del dispositivo y sus características.

PROBAR

Para asegurar que su dispositivo funcione adecuadamente, debe ser utilizado frecuentemente y revisar que las baterías se encuentren en buen estado. Si el dispositivo no funciona correctamente, comuníquese con el personal calificado.

MANTENIMIENTO

Con uso normal, el dispositivo necesita de mantenimiento mínimo.

No limpie la caja de circuitos con paño mojado, una limpieza ligera con un paño ligeramente húmedo es suficiente para quitar la acumulación normal de polvo.

OPERACIÓN GENERAL DEL DISPÓSITIVO ELECTRÓNICO

La caja de circuitos contiene elementos electrónicos sensibles que hacen que funcione todo el dispositivo, no hay razón para que alguien diferente al instalador o personal calificado tenga acceso al control.

La pantalla LCD le indicará el tipo de emergencia y la posición geográfica a través de latitud y longitud.

La cubierta plástica del dispositivo es resistente a golpes ligeros, no exponerlo a golpes fuertes, si detecta una avería no intente repararlo, comuníquese con el personal calificado.

EMISION DE ALERTA DE EMERGENCIA

En dispositivo GPS necesita un tiempo de aproximadamente 120 segundos para establecer comunicación con los satélites que se establezca triangulación necesaria para proporcionar su ubicación en el mundo, debe esperar ese tiempo y verificar que la luz led se encuentre azul antes de presionar uno de los pulsadores.

El dispositivo transmisor cuenta con cuatro pulsadores para dar aviso de una emergencia, cada uno con un motivo diferente:

Pulsador 1, accidente, incapacitado para moverse.

Pulsador 2, Perdido.

Pulsador 3, ataque de un animal.

Pulsador 4, incendio.

RECEPCIÓN DE ALERTA DE EMERGENCIA

El dispositivo receptor cuenta con un parlante y un sistema de vibración, en cuanto reciba la señal del transmisor se encenderán, el parlante emitiendo un sonido intermitente y el vibrador hará que el dispositivo completo vibre mientras esto suceda también en la pantalla LCD se visualiza el tipo de emergencia y la ubicación del transmisor.

AJUSTES GENERALES

El dispositivo no puede ser programado por la interfaz accesible al usuario final, si se necesita un cambio en la programación la debe realizar el personal calificado.

IMPORTANTE

Los dispositivos funcionan bajo condiciones normales, exclúyase condiciones ambientales atípicas externas al dispositivo.

PARTES DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO

- Módulo Xbee PRO S2B
- Módulo GPS
- XBee Explorer USB
- Pantalla LCD 16X2
- Microcontrolador PIC 876
- Pulsadores
- Regulador de tensión LM317
- Baquelita 10X10
- Cajas para los módulos

ENCENDIDO

Antes de encenderlos inspeccione visualmente las cajas de circuitos, en caso que se verifique humedad, anomalías en la caja como fisuras, golpes o quemaduras, debe comunicarse con el personal calificado para su revisión.

Cada dispositivo cuenta con un interruptor, únicamente los debe encender cuando los vaya a utilizar.

Después de haberlos encendido inmediatamente se encenderán, el transmisor y el módulo GPS incorporado tarda aproximadamente 120 segundos en triangular posición en el mundo, mientras que el receptor está listo para recibir los datos luego de pocos segundos de haberlo encendido.

APAGADO

Cuando no sea necesario el funcionamiento del dispositivo apague los interruptores, esto le ayudará para tener un menor consumo de energía y por consiguiente alargará la vida útil de la batería.

SOPORTE TÉCNICO

En la siguiente tabla se encuentran posibles escenarios identificados como fallos, revisarlo en caso de detectar alguno.

	Verifique que el interruptor se encuentre encendido	Sustituya la batería	Reinicie el dispositivo (apáguelo y enciéndalo nuevamente)
El LED del transmisor no enciende	X	X	
El LCD del receptor no enciende	X	X	
El parlante no suena	X	X	X
El vibrador no funciona	X	X	X

Desarrollador del sistema, soporte técnico:

RESPONSABLE	CORREO ELECTRÓNICO	CELULAR
José Luis López Daste	mjl_721@hotmail.com	0988169817

**MANUAL TÉCNICO DISPOSITIVO PORTÁTIL DE
COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN
SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS**

ÍNDICE

Objetivo general.....	1
Objetivos específicos	1
Módulos que comprenden el dispositivo	2
Xbee PRO S2B	2
Xbee Explorer USB	3
Módulo GPS	4
Pantalla LCD 16X2.....	4
Arduino Nano	5
Pulsador	6
Regulador de tensión LM317	7
Diagrama de flujo del sistema	7
Diagrama de flujo del transmisor.....	8
Programación del Transmisor	9
Diagrama de flujo del receptor	13
Programación del receptor	13
Diseño en simulador de computadora.....	15

Aspectos técnicos del producto.....	20
Análisis de costos y tiempo requerido para el desarrollo del proyecto	¡Error!
Marcador no definido.	
Ventajas del producto	21

MANUAL TÉCNICO

Objetivo general

Construir un dispositivo portátil de comunicaciones para emisión de alertas en situaciones de emergencia en lugares remotos.

Objetivos específicos

Determinar el dispositivo de posicionamiento global para la obtención de la posición de latitud y longitud donde se presenta la situación de emergencia.

Definir los elementos electrónicos para la transmisión y recepción de mensajes de alerta temprana.

Desarrollar el algoritmo de programación para el funcionamiento del dispositivo.

Construir un sistema de transmisión de una vía en frecuencia libre UHF, 2.4 GHz, que alerte sobre una situación de emergencia en lugares remotos, basado en Xbee PRO S2B.

Realizar la validación del dispositivo a través de pruebas de uso.

Módulos que comprenden el dispositivo

Las piezas y módulos electrónicos principalmente utilizados para la construcción de los dispositivos se mencionan y describen a continuación:

Xbee PRO S2B

Las características más relevantes del Xbee pro S2B son:

El código asignado por su fabricante es XBP24BZ7WIT-004, forma parte de los modelos denominados Xbee ZB.

De acuerdo a las especificaciones técnicas elaborada por el fabricante el Xbee pro S2B puede tener un alcance de 300 pies, unos 91 metros para el modelo de 1.25 mW y de 2 millas, 3.21 Kms para el modelo de 63 mW~18 dBm con línea de vista.

- Compatibilidad cruzada con otros módulos ZigBee.
- Posee 10 entradas y 10 salidas digitales y (4) ADC de 10 bits
- Velocidad de transmisión de datos de interfaz de 1200 bps ~ 1 Mbps.
- Trabaja en banda de frecuencia de 2,4 GHz.
- Temperaturas de trabajo entre -40 ° C a 85 ° C.
- Voltaje de alimentación de 2.7 a 3.6 VDC; transmisor con corriente de 220 mA; receptor con corriente 62 mA.

En la figura 1 se observa el módulo Xbee pro S2B, comúnmente utilizado con otros módulos Arduino.



Ilustración 1 Xbee PRO S2B (G1, 2018)

Xbee Explorer USB

Es la interfaz de comunicación entre los módulos Xbee, y la computadora con la que se los programa es a través de cable USB directamente el Xbee Explorer con el Xbee PRO S2B a través de los pines específicos para su conexión, se los observa en la figura 2.



Ilustración 2 Xbee EXPLORER USB (electropro.pe, 2018)

Módulo GPS

El módulo GPS de la figura 3 tiene como nombre técnico GY-GPS6MV2, viene acompañado del módulo serie U-Blox NEO 6M, una EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), es decir, es una memoria programable con la capacidad de reprogramarse y no es volátil; cuenta con una antena interna y un indicador LED; posee una interfaz de conexión serial para comunicarse con el micro controlador.

El fabricante recomienda para un mejor desempeño utilizarlo al aire libre, lo que lo hace idóneo para el sistema de alerta de emergencia.



Ilustración 3 Módulo GPS (wittronics.com.mx, 2019)

Pantalla LCD 16X2

La pantalla LCD, alfanumérica de 2 hileras y de 16 caracteres. La iluminación de retro iluminación permite que los caracteres luzcan blancos en un fondo azul. En la figura 4 se observa el lado frontal de la placa en la que sobresale la pantalla LCD.

Cuando el Xbee Pro S2B reciba la señal de alerta, en la pantalla LCD se despliega la información con la tipología del tipo de emergencia, una de las cuatro que se programa, además se visualiza los datos tanto de latitud como de longitud.



Ilustración 4 Pantalla LCD (*sni.cloudflaressl.com, 2018*)

Arduino Nano

El Arduino Nano que se observa en la figura 5, es módulo más pequeño de la familia Arduino, sin dejar de ser útil como sus familiares más grandes, se basa en el micro controlador ATmega 328. Se asemeja en funciones al Arduino *Duemilanove*, pero en un diseño diferente. Funciona con 5 voltios, sin embargo, se recomienda una alimentación entre 7 y 12 voltios y se conecta a través de cable USB Mini-B en lugar de un cable estándar.

El micro controlador es el encargado de procesar la información y canalizarla de acuerdo a las necesidades del dispositivo, desde luego con una programación previa.

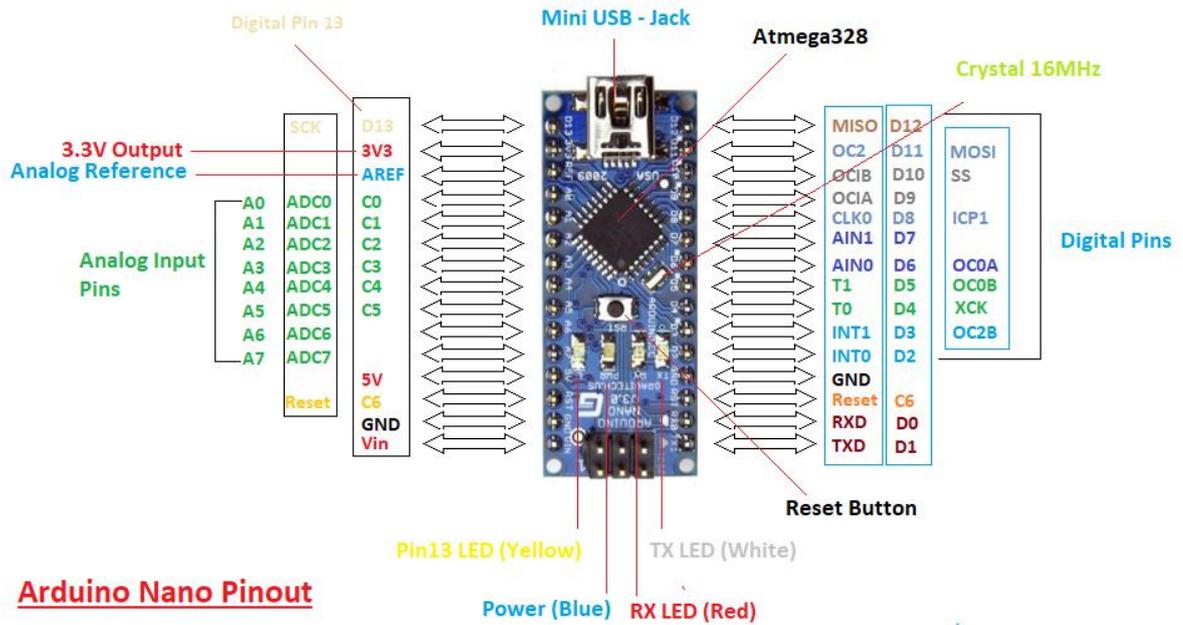


Ilustración 5 Arduino Nano (theengineeringprojects.com, 2018)

Pulsador

Los pulsadores de pata larga o interruptores eléctricos son elementos que sirven para interrumpir el paso de la corriente eléctrica, existen de varias formas y tamaños, el que se observa en la figura 6 es el que se utiliza en el dispositivo de alerta de emergencia, internamente está compuesto por contactos metálicos.

El dispositivo cuenta con 4 pulsadores, cada uno será utilizado para identificar un tipo de emergencia diferente.



Ilustración 6 Pulsador (*shoptronica.com, 2019*)

Regulador de tensión LM317

El regulador que se observa en la figura 7 es un dispositivo lineal, se encarga de regular la tensión o voltaje para valores entre 1,2 y 37 voltios con un amperaje de hasta 1,5 A, como característica física y para configuración, cuenta con tres pines: ajuste, entrada y salida.



Ilustración 7 Regulador de tensión (*tienda.bricogeek.com, 2019*)

Diagrama de flujo del sistema

En la figura 8 se observa el diagrama de flujo del sistema completo, desde la transmisión de la señal de alerta que puede ser cualquiera de las 4 alertas disponibles hasta la recepción de la señal de alerta en el receptor.

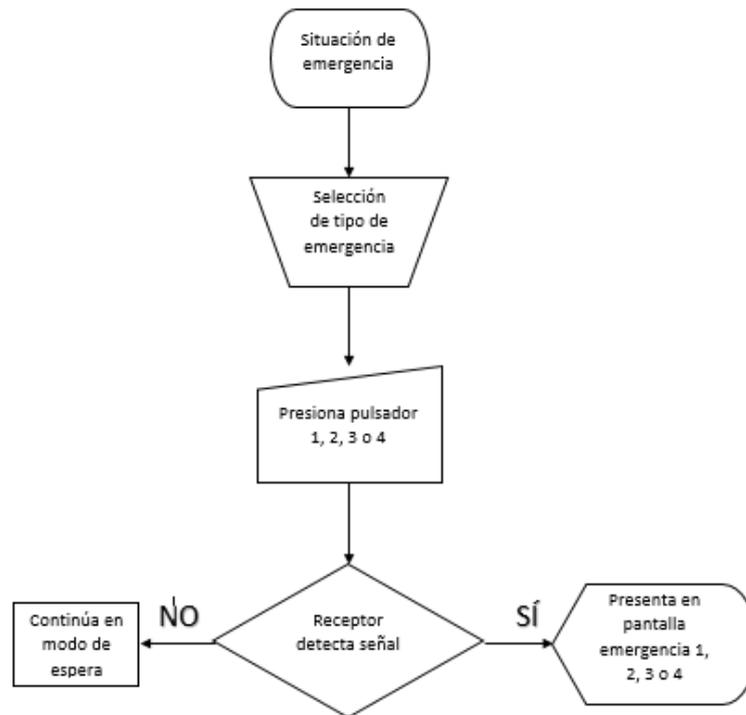


Ilustración 8 Diagrama de flujo del sistema (Autor, 2019)

Diagrama de flujo del transmisor

En la figura 9 se observa el flujo de la operación del transmisor desde que se lo enciende hasta llegar al modo de espera.

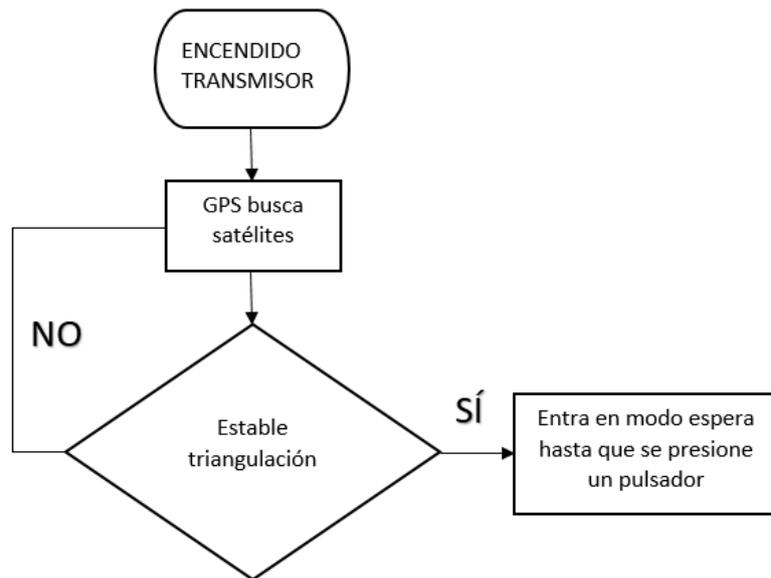


Ilustración 9 Diagrama de flujo del transmisor (Autor, 2019)

Programación del Transmisor

El código para que el micro controlador procese la información que va a transmitir es el siguiente:

```

//Declaración de variables necesarias para la programación

#include <SoftwareSerial.h>
#include <TinyGPS.h>
TinyGPS gps;
char msg1[40]="PRUEBA DE ENVIO";
SoftwareSerial ss(4, 3);
void setup() {
// Declaración de entradas que se utilizarán para el envío de las señales
// Registro de código de configuración para ejecutar una sola vez
pinMode(A0,OUTPUT);//LED
pinMode(5,INPUT);
pinMode(6,INPUT);

```

```
pinMode(7,INPUT);
pinMode(8,INPUT);
Serial.begin(9600);
//Serial.println("WAIT.");
    // Para reconocer el modulo GPS
ss.begin(9600);//GPS
}
void loop() {
    // Escribir el código principal aquí para correr el programa repetidamente:
gpsst();
    //Serial.println("loop");
}
void gpsst(){
    ss.begin(9600);
bool newData = false;
    unsigned long chars;
    unsigned short sentences, failed;
ss.listen();
    // Por un Segundo analiza los datos del GPS y presenta los valores
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
{
    while (ss.available())
    {
        char c = ss.read();
        // Serial.write(c); // Si se elimina esta línea se pueden ver los datos del GPS
fluyendo
        if (gps.encode(c)) // Valida que el comando sea correcto
            newData = true;
    }
}
if (newData)
{
```

```

float flat, flon;
unsigned long age;
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);

//Envía latitud y longitud
//Serial.print("LAT=");
//Serial.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
//Serial.print(" LON=");
//Serial.print(flou == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
//Serial.print(" SAT=");
//Serial.print(gps.satellites() == TinyGPS::GPS_INVALID_SATELLITES ? 0 :
gps.satellites());
//Serial.print(" PREC=");
// Serial.print(gps.hdop() == TinyGPS::GPS_INVALID_HDOP ? 0 : gps.hdop());
//Mensajes de emergencia
char cadena[40]="EMERGENCIA";
char lat [15];
    char lon [15];
    dtostrf(flat,3,3,lat);
    dtostrf(flou,3,3,lon);
//EMERGENCIA 1 /T:-0.14;N:-0.21*
char buf2 [10];//lat
char ct=0;
// Lectura de emergencias del 1 al 4
if(digitalRead(5)==LOW){
    ct='1';
}
if(digitalRead(6)==LOW){
    ct='2';
}
if(digitalRead(7)==LOW){
    ct='3';
}

```

```
    }
    if(digitalRead(8)==LOW){
        ct='4';
    }
    sprintf (buf2, " %c/", ct);
    strcat(cadena,buf2);
    sprintf (buf2, "%s", lat);
    strcat(cadena,buf2);
    sprintf (buf2, ",%s*", lon);
    strcat(cadena,buf2);
    //sprintf (buf2, "T%d", t);
    //strcat(cadena,buf2);
    if(ct>48){
        Serial.println(cadena);
    }
    //for (int x=0;x<40;x++){
    //msg1[x]=cadena[x];
    // }
    //cont++;
    //if(cont>10){
        //cont=0;
    //sendm1();
    //}
    }
    // Verifica posibles fallos y los presenta en pantalla
    gps.stats(&chars, &sentences, &failed);
    /* Serial.print(" CHARS=");
    Serial.print(chars);
    Serial.print(" SENTENCES=");
    Serial.print(sentences);
    Serial.print(" CSUM ERR=");
    Serial.println(failed);
```

```

*/
if (chars == 0)
  Serial.println("*** No characters received from GPS: check wiring ***");
}

```

Diagrama de flujo del receptor

En la figura 10 se observa el flujo de la operación del receptor desde que se lo enciende hasta llegar al modo de espera donde está listo para que se presione uno de los pulsadores.

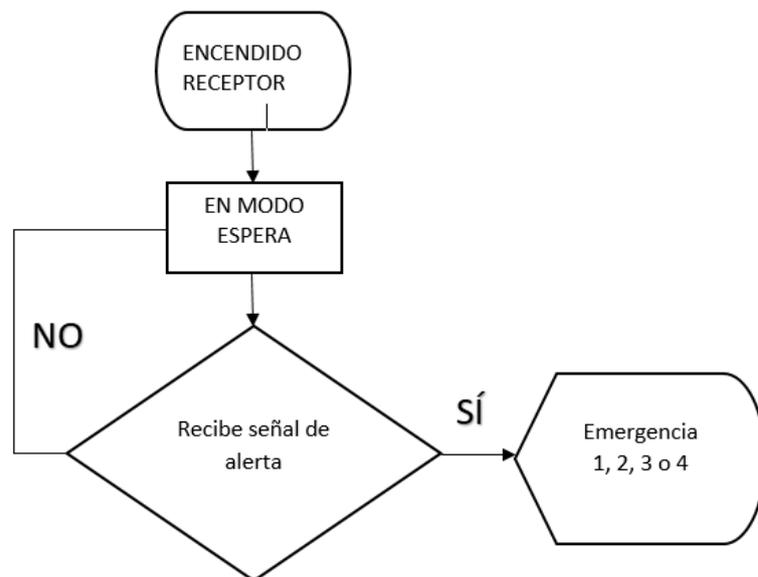


Ilustración 10 Diagrama de flujo del receptor (Autor, 2019)

Programación del receptor

El código para que el microprocesador controle el receptor es el siguiente:

```

//Declaración de variables y asignación de pines de salida
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);
#include <Wire.h>

```

```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(A0,OUTPUT);
  pinMode(A1,OUTPUT);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" SISTEMA LISTO");
  //lcd.setCursor(0, 1);
  delay(3000);
}
//EMERGENCIA 1 /T:-0.14;N:-0.21*
void loop() {
  digitalWrite(A0,LOW);
  while (Serial.available() > 0) {
    digitalWrite(A0,HIGH);
    char dato=Serial.read();
    if(dato=='/'){
      lcd.setCursor(0, 1);
      dato=Serial.read();
      lcd.print(dato);
    }else{
      lcd.print(dato);
    }
  }
  if(dato=='*'){
    for(int x=1;x<50;x++){
      digitalWrite(A0,HIGH);digitalWrite(A1,HIGH);
      delay(100);
      digitalWrite(A0,LOW);digitalWrite(A1,LOW);
      delay(100);
    }
  }
}
```

```

for(int x=1;x<50;x++){
  dato=Serial.read();
}
delay(100);
}
}
delay(100);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.clear();
}

```

Diseño en simulador de computadora

En la figura 11 se observa el diseño el circuito del transmisor en programa de computación donde se obtiene el siguiente diagrama:

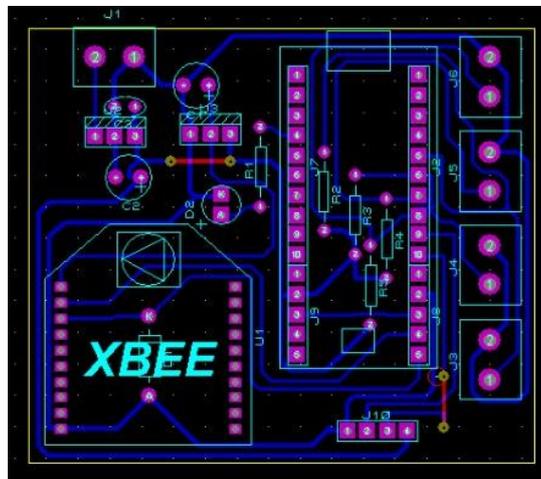


Ilustración 11 Esquema del transmisor (Autor, 2019)

En la figura 12 se observa el diseño el circuito del receptor en programa de computación donde se obtiene el siguiente diagrama:

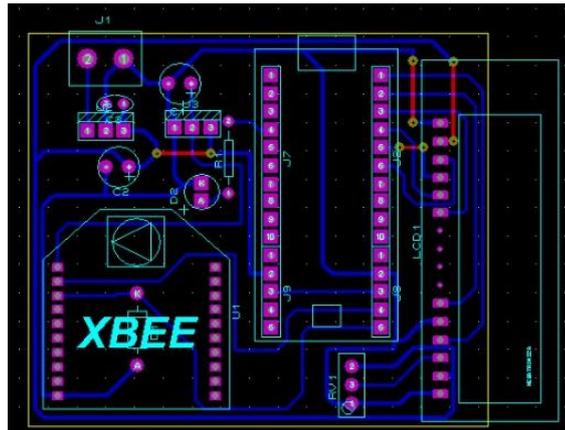
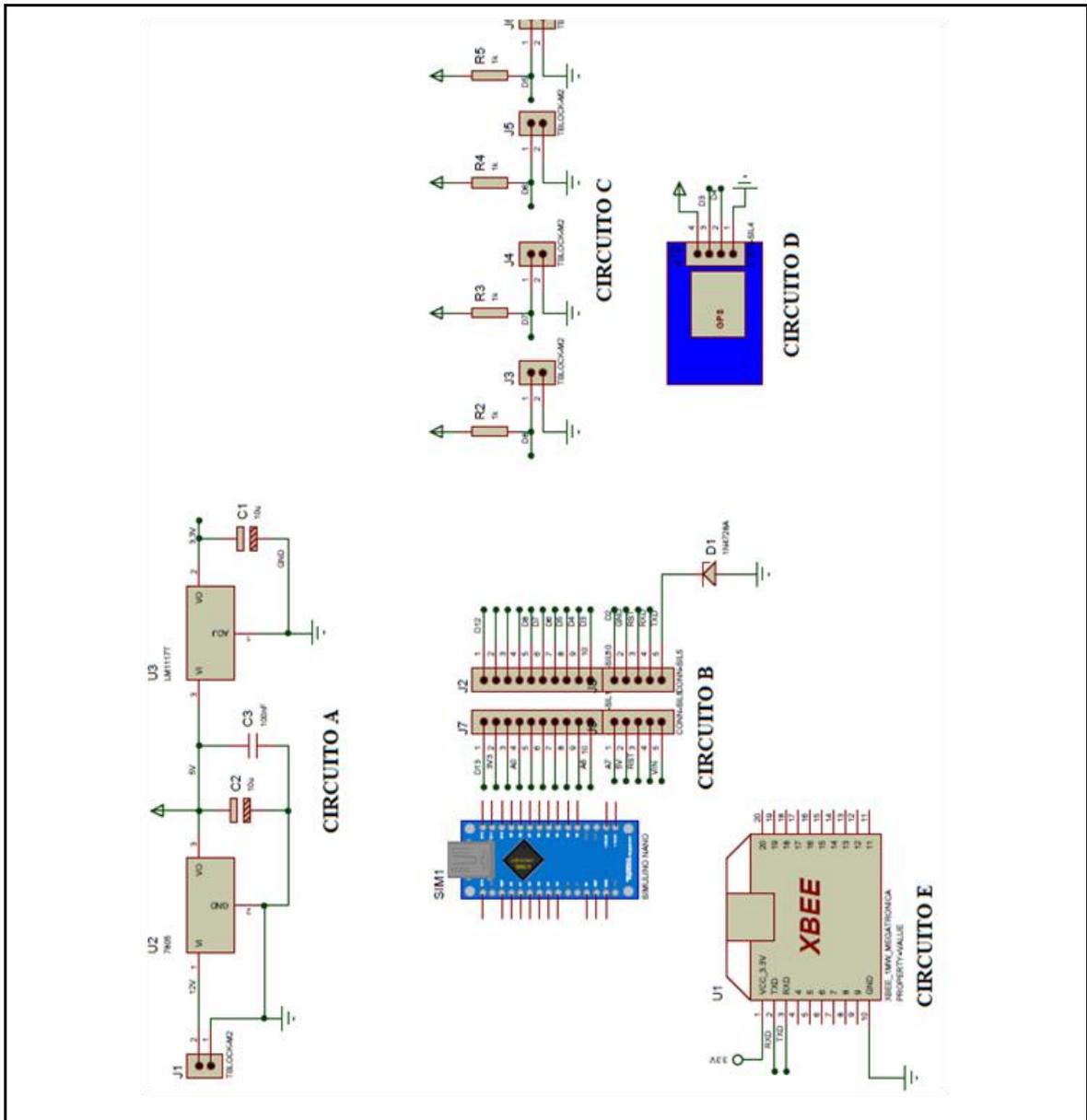


Ilustración 12 Esquema del receptor (Autor, 2019)

En la figura 13 se observan los circuitos y módulos que componen el transmisor, el circuito A se encarga de regular el voltaje para el funcionamiento del módulo GPS, el circuito B es el del Arduino Nano donde se observan los pines de conexión, el circuito C corresponde a los 4 pulsadores, el circuito 1 corresponde al módulo GPS y el circuito E corresponde al módulo Xbee PRO S2B.



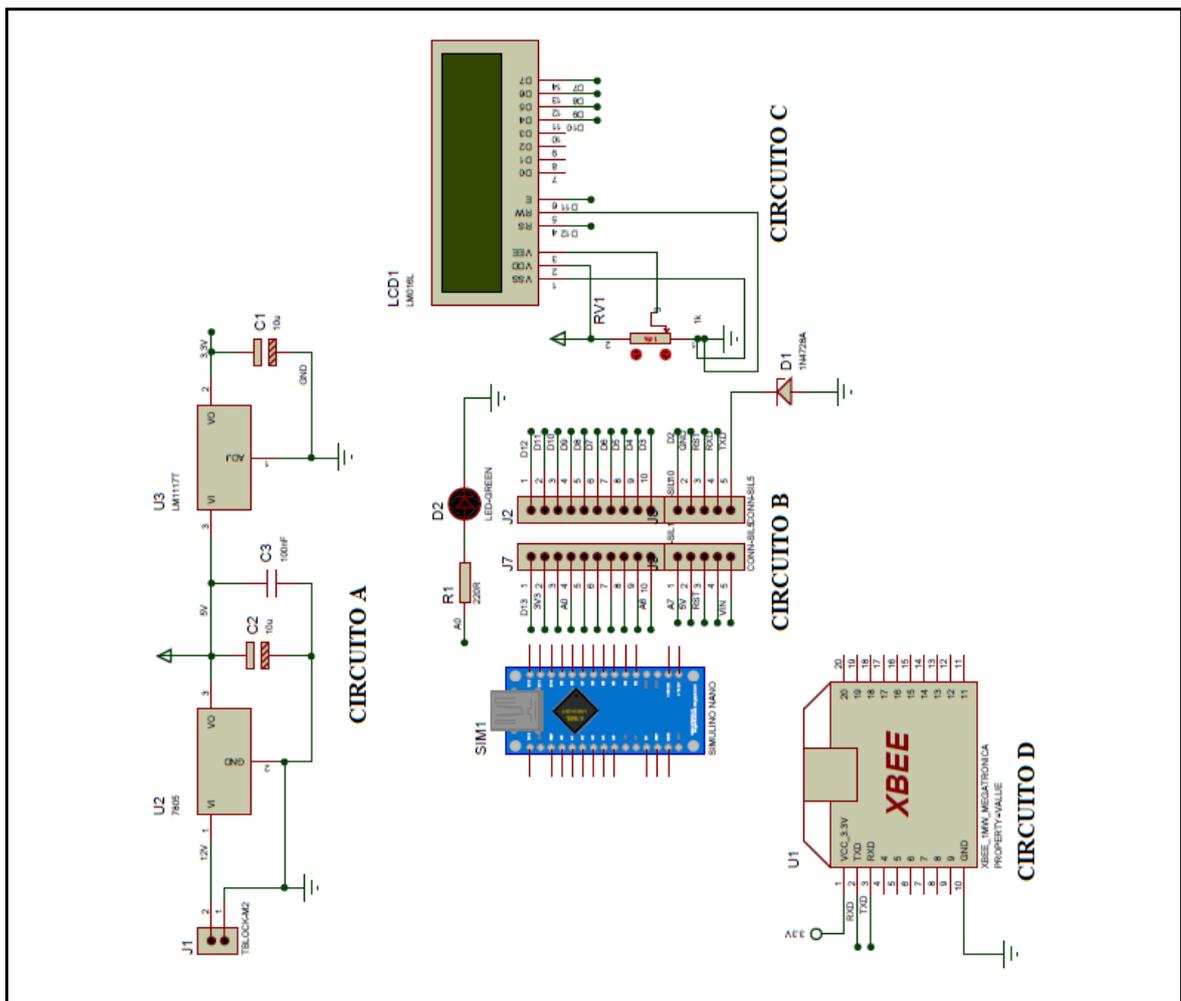
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

Escala 1:1	Observación Esquema en Proteus	Fecha: 7/3/2019	Cuadro de referencia
	Autor: José Luis López		Diagrama esquemático
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LOS MÓDULOS QUE COMPONEN EL TRANSMISOR DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS			Tutor Ing. Luis Montoya Mgs.

Ilustración 13 Esquema de los circuitos y módulos que componen el transmisor (Autor, 2019)

En la figura 14 se observan los esquemas de los circuitos que componen el receptor, el circuito A es el encargado de regular el voltaje con el que se alimenta el Arduino nano,

el circuito B es el del Arduino Nano, el circuito C corresponde a la pantalla LCD y finalmente el circuito D corresponde al Xbee PRO S2B.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL			
Escala 1:1	Observación Esquema en Proteus	Fecha: 7/3/2019	Cuadro de referencia
	Autor: José Luis López		Diagrama esquemático
	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LOS MÓDULOS QUE COMPONEN EL RECEPTOR DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS		Tutor Ing. Luis Montoya Mgs.

Ilustración 14 Esquema de los circuitos y módulos que componen el receptor (Autor, 2019)

El siguiente paso es la elaboración del circuito físico, como se observa en la figura 15, se montan los diferentes elementos sobre una baquelita para que los elementos estén conectados y fijos.

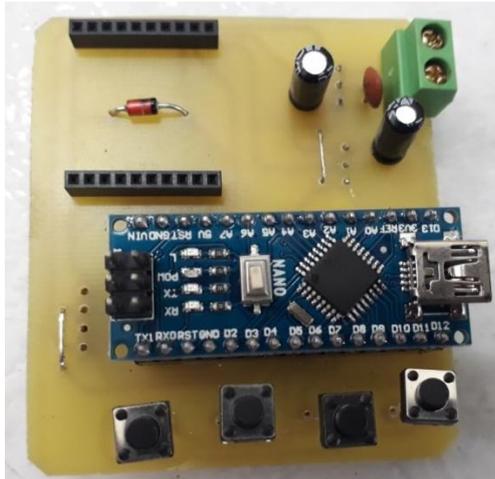


Ilustración 15 Circuito electrónico del Transmisor (Autor, 2019)

En la figura 16 se observa ambos dispositivos, los módulos dentro de sus cajas de protección, el transmisor cumple la función de transmitir la señal de emergencia y el receptor cumple la función de recibir la señal de emergencia para presentar en la pantalla el tipo de emergencia.

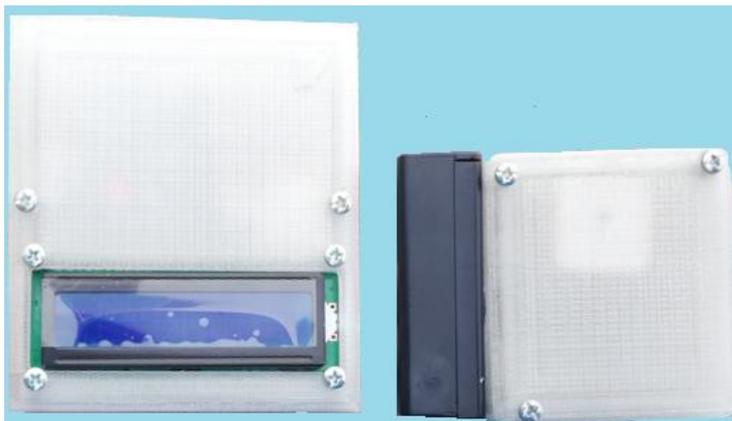


Ilustración 16 De izquierda a derecha, receptor y transmisor (Autor, 2019)

Aspectos técnicos del producto

Se realizaron prueba de autonomía con baterías de marcas diferentes, el resultado es que, con una de las baterías, la más económica se tuvo una operatividad de 24 horas, mientras que con una batería un poco más costosa se obtuvo una duración de 48 horas, la prueba consistió en dejar ambos dispositivos en modo de espera.

Dado que los dispositivos se utilizan en ambientes abiertos, se tiene una cobertura de 1600 metros con línea de vista de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Cuenta con cubierta ABS que es el plástico que se suele encontrar en electrodomésticos o juguetes comunes, es muy duro y resiste a altas temperaturas, sin embargo, no es impermeable.

Las temperaturas de trabajo del transmisor y receptor oscilan entre los -40°C a 85°C , dato otorgado por el fabricante.

Si bien es cierto el dispositivo tiene una fuente (batería) de 9 voltios, es necesario un regulador de voltaje ya que el voltaje de operación del módulo Xbee PRO S2B es de 2.7 a 3.6 VDC, en modo de transmisor con corriente de 220 mA, mientras que en modo receptor con corriente 62 mA. El módulo GPS por su parte necesita un voltaje entre los 3 a 5 voltios.

Ventajas del producto

Al momento de elegir un dispositivo para seguridad del comprador, uno de los factores a tomar en cuenta es el económico, por lo tanto, el dispositivo diseñado fue inspirado principalmente en la seguridad del individuo sin descuidar la calidad y fiabilidad del dispositivo, los elementos utilizados son los idóneos más económicos disponibles en el mercado nacional.

En el análisis de costos entre el dispositivo más común para alertar situaciones de emergencia en lugares remotos SPOT, tiene un costo de \$175 más la suscripción anual que llega a los \$206 nos da un total de \$381, mientras que el DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS tiene un costo de construcción de \$164,2, no necesita de ningún tipo de suscripción gratuita ni pagada por lo cual el ahorro anual es de \$216,80.

Durante 9 meses se ha utilizado el DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS, dos veces al mes en promedio, no se ha tenido una situación de emergencia, sin embargo, se lo ha probado y hasta el momento no ha dado fallos.

Ventajas del producto

Al momento de elegir un dispositivo para seguridad del comprador, uno de los factores a tomar en cuenta es el económico, por lo tanto, el dispositivo diseñado fue inspirado principalmente en la seguridad del individuo sin descuidar la calidad y fiabilidad del dispositivo, los elementos utilizados son los idóneos más económicos disponibles en el mercado nacional.

En el análisis de costos entre el dispositivo más común para alertar situaciones de emergencia en lugares remotos SPOT, tiene un costo de \$175 más la suscripción anual que llega a los \$206 nos da un total de \$381, mientras que el DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS tiene un costo de construcción de \$164,2, no necesita de ningún tipo de suscripción gratuita ni pagada por lo cual el ahorro anual es de \$216,80.

Durante 9 meses se ha utilizado el DISPOSITIVO PORTÁTIL DE COMUNICACIONES PARA EMISIÓN DE ALERTAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIA EN LUGARES REMOTOS, dos veces al mes en promedio, no se ha tenido una situación de emergencia, sin embargo, se lo ha probado y hasta el momento no ha dado fallos.