

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE UN RECEPTOR EWBS EMBEBIDO EN EL
BEAGLEBONE BLACK PARA ALERTA TEMPRANA DE
TSUNAMI EN EL CALLAO, LIMA 2020**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADA POR:

Bach. PAREDES CÁRDENAS, PAÚL JHERSON

Bach. VILCHEZ HERRERA, EILMAR YEFIM

Asesor: Ing. CUADRADO LERMA, LUIS ALBERTO

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres Ana y Walter, por su apoyo incondicional, sacrificio y esfuerzo por forjarme como persona y que sin ellos no hubiera alcanzado muchos de mis logros incluido este.

Paúl Paredes Cárdenas

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, a mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron, a mi esposa por estar a mi lado en todo este camino del desarrollo de esta tesis y a mi amada hija por ser mi gran fortaleza y motivo de salir adelante. Por todos ustedes es que disfruto de este logro.

Eilmar Vilchez Herrera

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestros docentes de nuestra alma mater, por habernos brindado sus conocimientos y experiencias a lo largo de nuestra formación profesional; a la empresa Tecnologías de Radiodifusión del Perú SAC por abrirnos sus puertas y brindarnos el apoyo y asesoría para el desarrollo de esta tesis; y a todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de nuestra formación profesional y la culminación de esta tesis, entre ellos a nuestros familiares y amigos.

Paúl Paredes y Eilmar Vilchez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	3
1.1.1 Descripción del Problema.....	3
1.1.2 Problema General	4
1.1.3 Problemas Específicos	4
1.2 Objetivo general y específico	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática.....	4
1.4 Justificación e importancia	5
1.4.1 Justificación	5
1.4.2 Importancia	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	6
2.1.1 Marco Histórico	6
2.1.2 Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.1.2.1 Antecedentes Internacionales	7
2.1.2.2 Antecedentes Nacionales	9
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio	11
2.2.1 Emergency Warning Broadcast System (EWBS).....	11
2.2.2 Alerta Temprana de Tsunami	14
2.3 Definición de términos básicos.....	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23

3.1 Tipo y nivel.....	23
3.1.1 Tipo de la investigación.....	23
3.1.2 Nivel de la investigación.....	23
3.2 Diseño de investigación.....	24
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE INGENIERÍA	25
4.1 Diseño de Hardware del Sistema.....	25
4.1.1 Descripción del receptor EWBS.....	25
4.1.2 Módulo de sintonizador EWBS.....	25
4.1.3 Módulo de procesamiento.....	28
4.1.4 Módulo de notificación.....	29
4.1.4.1 Notificación por mensaje de voz.....	30
4.1.4.2 Notificación por mensaje visual.....	34
4.1.4.3. Notificación por Alerta Visual.....	36
4.1.5 Módulo de alimentación.....	38
4.2 Implementación del Sistema.....	40
4.2.1 Recepción de la señal.....	40
4.2.2 Configuración y programación del BeagleBone Black.....	43
4.2.3 Activación de las interfaces audiovisuales.....	49
4.3 Simulación y Resultados.....	50
4.3.1 Recepción de señal de emergencia.....	50
4.3.2 Autonomía del prototipo.....	52
CAPÍTULO V: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	56
5.1 Cronograma de actividades.....	56
5.2 Análisis de Costos.....	56
5.3 Análisis Económico – Comercial del receptor EWBS.....	57
5.3.1 Identificar el rubro de producción.....	57
5.3.2 Diseñar el receptor EWBS.....	58

5.3.3 Desarrollar el receptor EWBS	58
5.3.4 Analizar el mercado nacional	58
5.3.5 Definir la estrategia comercial	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	69
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	69
Anexo 2: Matriz de Operacionalización	70
Anexo 3: DFPlayer Mini MP3	71
Anexo 4: Optoacoplador 4N35	73
Anexo 5: Transistor BD139	74
Anexo 6: Amplificador de audio	75
Anexo 7: Led de Alta Potencia 3W	76
Anexo 8: Módulo Cargador de Batería.....	77
Anexo 9: Antena TN-006	78
Anexo 10: Autorización para realizar la investigación.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Funciones del receptor EWBS.....	14
Tabla 2. Especificaciones técnicas del Módulo MP3.	31
Tabla 3. Descripción de pines de módulo MP3.	32
Tabla 4. Descripción de pines LCD 16x2.....	36
Tabla 5. Resultado de pruebas de recepción.....	52
Tabla 6. Cronograma de actividades.....	56
Tabla 7. Análisis de Costos.....	56
Tabla 8. Matriz de Consistencia.	69
Tabla 9. Matriz de Operacionalización de Variable Independiente.....	70
Tabla 10. Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de transmisión incluyendo una señal EWBS.....	13
Figura 2. Dimensiones de Módulo Sintonizador EWBS-Superimpose.....	26
Figura 3. Antena HDTV Interior CCT-Digital TV modelo TN-006.....	27
Figura 4. Diagrama de flujo del funcionamiento del módulo sintonizador de EWBS. ..	27
Figura 5. Configuración del firmware del módulo sintonizador EWBS.	28
Figura 6. Módulo de procesamiento Beaglebone Black SBC.	29
Figura 7. Diagrama de bloques del receptor EWBS.....	29
Figura 8. Bloque - Mensaje de voz.....	30
Figura 9. Pines de Módulo MP3.....	31
Figura 10. Diagrama esquemático de conexión de módulo MP3 con optoacopladores y transistor.....	33
Figura 11. Diagrama esquemático de amplificador con optoacoplador y transistor.	33
Figura 12. Pantalla LCD 16x2 - distribución de pines.	35
Figura 13. Diodo LED de Alta Potencia, encendido (a) y apagado (b).....	37
Figura 14. Diagrama esquemático de activación de diodo LED Ultra brillante.....	37
Figura 15. Diagrama de bloques del módulo de Alimentación.....	38
Figura 16. Prueba de señal EWBS.....	41
Figura 17. Interfaz del software del modulador portátil USB multiestándar.....	41
Figura 18. Conexión física del módulo EWBS con el dispositivo modulador portátil USB multiestándar.....	42
Figura 19. Captura de datos en el ordenador de la recepción de la señal EWBS.	42
Figura 20. Conexión con en Beaglebone Black a través de SSH.	44
Figura 21. Conexión a internet desde el BeagleBone Black.....	44
Figura 22. Comprobación de la instalación de control de versiones git.	45
Figura 23. Instalación de PySerial.....	45

Figura 24. Esquema de la conexión del módulo EWBS y las resistencias en los pines 3 y 4 para comunicación serial UART.....	45
Figura 25. Lectura de la trama de bytes en la señal serial asíncrona UART por medio de la terminal remota SSH en Linux.	46
Figura 26. Lectura de la trama de bytes en la señal serial asíncrona UART por medio de una pantalla LCD.	46
Figura 27. Librería para uso de la comunicación serial UART	47
Figura 28. Configuración del protocolo serial UART half duplex.	47
Figura 29. Detección de la señal EWBS en la señal de TV digital emitida por el modulador portátil USB multiestándar.	48
Figura 30. Señal recibida en la pantalla LCD.	48
Figura 31. Esquema de la conexión del Beaglebone Black a los módulos de notificación y sintonizador de señal EWBS.....	49
Figura 32. Esquema de la conexión del Beaglebone Black a los módulos de notificación y sintonizador de señal EWBS.....	50
Figura 33. Esquema de equipos utilizados en las pruebas.	51
Figura 34. Resultado de la prueba con el analizador HEXYLON para la validación de la señal EWBS transmitida.	51
Figura 35. Prototipo activado.....	52
Figura 36. Verificación del consumo de corriente en modo alerta.	53
Figura 37. Cálculo de horas de autonomía en modo alerta.....	53
Figura 38. Verificación del consumo de corriente en modo Stand By.	54
Figura 39. Cálculo de horas de autonomía, modo Stand By.....	55

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en Lima en el año 2020, en la cual participaron los bachilleres: Paredes Cárdenas, Paúl Jherson y Vilchez Herrera, Eilmar Yefim, por ello el propósito de la investigación consistió en demostrar que el Sistema de Radiodifusión de Alerta de Emergencias EWBS es una función importante que ofrece el estándar ISDB-Tb para que su transmisión sea captado por receptores con códigos de área preconfigurados que restringen dicha alerta sólo a las áreas involucradas, éstos receptores monitorean permanentemente el bit del Flag de activación, el cual, al cambiar de 0 a 1 se activa la alerta de emergencia.

La presente tesis fue justificada por poseer utilidad práctica, tecnológica y social, los cuales son convenientes ya que permiten saber de manera inmediata la posible presencia de un tsunami. La referencia teórica es fundamentada bajo el concepto de ISDB-T Documento de Armonización Parte 3: Sistema de Alerta de Emergencias EWBS elaborado en el Foro Internacional ISDB-T en el 2013, donde se sustenta que la aplicación, diseño e implementación del receptor EWBS permitan la activación de alerta de emergencia, no sólo para notificar, sino también para mostrar información.

Los resultados de la presente tesis demuestran que el diseño e implementación es adecuado y efectivo para la detección de la señal EWBS, su correcta decodificación y su adecuada notificación de alerta. Concluyéndose que la Alerta Temprana de Tsunami llegue a las personas que habitan las áreas vulnerables del Callao lo antes posible desde la transmisión de la señal EWBS.

Palabras clave: EWBS, transmisión, recepción, activación, detección, notificación, Beaglebone Black.

ABSTRACT

The present investigation was developed in Lima in 2020, in which the university graduates participated: Paredes Cárdenas, Paúl Jherson and Vilchez Herrera, Eilmar Yefim, therefore the purpose of the investigation was to demonstrate that the Emergency Warning Broadcast System EWBS is an important function offered by the ISDB-Tb standard so that its transmission is captured by receivers with preconfigured area codes that restrict said alert only to the areas involved, these receivers permanently monitor the activation Flag bit, which, changing from 0 to 1 activates the emergency alert.

The present thesis was justified by having practical, technological and social utility, which are convenient since they allow to know immediately the possible presence of a tsunami. The theoretical reference is based on the concept of ISDB-T Harmonization Document Part 3: EWBS Emergency Alert System prepared at the ISDB-T International Forum in 2013, where it is sustained that the application, design and implementation of the EWBS receiver allow triggering emergency alert, not only to notify, but also to display information.

The results of this thesis show that the design and implementation is adequate and effective for the detection of the EWBS signal, its correct decoding and its adequate alert notification. Concluding that the Tsunami Early Warning reaches the people who live the vulnerable areas of Callao as soon as possible from the transmission of the EWBS signal.

Keywords: EWBS, transmission, reception, activation, detection, notification, Beaglebone Black.

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación titulada Diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao, Lima 2020 se consideró los siguientes antecedentes: Velasco Haro Diego, en su tesis titulada Estudio del impacto tecnológico del Sistema de Televisión Digital Terrestre mediante la normativa ISDB-TB para el caso de transmisión de alertas y emergencias EWBS, así mismo Barba Chérrez Diego, en su tesis titulada Influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante erupciones volcánicas y sismos compatible con el estándar ISDB-TB en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua y finalmente la investigación de Silva Chuquillanqui Marco, en su tesis titulada Diseño y construcción de un receptor de señales de emergencia EWBS según el estándar ISDB-TB.

Para la investigación se ha formulado el problema general de la siguiente manera: ¿Cómo será el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao?, interrogante que a través de la investigación se ha dado respuesta.

El motivo fundamental de la investigación considera conocer el Sistema de Alerta de Emergencia por Radiodifusión y cómo esta se relaciona en la Alerta temprana de Tsunami en función a la necesidad de salvaguardar la vida e integridad de las personas que habitan en zonas vulnerables ante la presencia de tsunami en el distrito del Callao. Así mismo los resultados obtenidos de la investigación servirán de base para incentivar el mejoramiento del diseño e implementar sistemas innovadores basados en otros requerimientos.

El objetivo principal de la presente investigación es Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao.

Así mismo para un estudio sistematizado del problema, la investigación se ha estructurado de la siguiente manera:

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, en el cual se considera la descripción y formulación del problema general y específicos, también el objetivo general y específico, así como las delimitaciones de la investigación y finalmente la justificación e importancia de la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, se considera los antecedentes del estudio de investigación, describiendo el marco histórico sobre el desarrollo de los sistemas de radiodifusión de alerta de emergencia en beneficio de salvaguardar la vida de las personas. Además, se utilizaron tesis nacionales e internacionales de referencia relacionadas con la investigación y las bases teóricas vinculadas a las variables de estudio.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, tomando en cuenta algunas referencias bibliográficas, se consideran el tipo, nivel y diseño de la investigación en base a las variables de estudio.

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE INGENIERÍA, se considera el desarrollo de ingeniería de la investigación, empezando con el diseño del hardware, posteriormente su implementación, la simulación y finalmente los resultados. Este capítulo describe cada una de las etapas en el proceso de la señal del Sistema de Alerta de Emergencia por Radiodifusión desde la recepción de la señal hasta su notificación.

CAPÍTULO V: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS, en este capítulo se considera el cronograma de actividades para el desarrollo de la investigación, así como su análisis de costos y análisis económico – comercial del receptor EWBS.

Concluyendo con la investigación se redactan las conclusiones, recomendaciones y se describe la referencia bibliográfica utilizada como también se consideran los anexos con información que valida la investigación realizada.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

1.1.1 Descripción del Problema

En la última década se han tenido grandes avances en la prevención contra los desastres naturales, haciendo uso de la tecnología como la televisión digital terrestre (TDT) y mediante el estándar ISDB-T que permite implementar los sistemas EWBS. Japón, siendo pionero en el desarrollo de esta tecnología, en el 2011 en el desastre de Fukushima, se pudo confirmar que su sistema EWBS ayudó a evacuar a tiempo a la población, alertando rápidamente la presencia de un Tsunami. En el 2009, el Perú confirma la implementación del estándar japonés – brasileño ISDB-Tb, en el 2013 se determina la Norma Estándar Internacional del EWBS en Latinoamérica; con la colaboración de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el 2015 se llevó a cabo la prueba del prototipo de EWBS para la alerta en caso de Tsunami en el distrito de La Punta – Callao; se observó que dicho prototipo tuvo una alerta sonora con un radio de alcance de 600 metros aproximadamente (Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA], 2015).

En el sismo ocurrido en Pisco en el año 2007 se observó que el servicio eléctrico fue uno de los primeros en vulnerarse, así mismo las comunicaciones de telefonía fija y móvil, y el Internet colapsaron, además se registró un tsunami de mediana intensidad. Luego de este suceso las estrategias de prevención han mejorado considerablemente en el Perú; como por ejemplo la adquisición de tecnologías (sensores marinos) por el Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis y la implementación de la Televisión Digital Terrestre junto a su sistema EWBS. No obstante, si las personas se encuentran en un lugar fuera del radio de alcance sonoro emitidas por las alertas públicas estacionarias; de ocurrir alguno de estos hechos, es inevitable alertar correctamente a las personas que se encuentran en las zonas de riesgo, por tal motivo, habría más pérdidas de vidas humanas. Además, en la actualidad en el mercado tecnológico nacional no se comercializan dispositivos portátiles receptores EWBS para el uso domiciliario.

En consecuencia, a lo anterior, este proyecto tiene como objetivo diseñar un receptor EWBS para alerta temprana de Tsunami en el Callao, y así reforzar las estrategias de prevención ante desastres naturales desarrolladas por las entidades gubernamentales.

1.1.2 Problema General

¿Cómo será el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao?

1.1.3 Problemas Específicos

- a. ¿Cómo el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black podrá detectar la alerta temprana de Tsunami en el Callao?
- b. ¿Cómo el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black podrá decodificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao?
- c. ¿Cómo el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black podrá notificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao?

1.2 Objetivo general y específico

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para detectar la alerta temprana de Tsunami en el Callao.
- b. Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para decodificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao.
- c. Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para notificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao.

1.3 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática.

Temporal: El proyecto se desarrollará en el periodo comprendido entre agosto – noviembre 2020.

Espacial: Las simulaciones a realizar en los laboratorios URP y pruebas en campo en el Callao, se verán afectadas debido a la coyuntura actual de la pandemia, ya que existen restricciones en el transporte y acceso.

Temática: Bibliografía relacionada con la señal EWBS, TDT y estándar ISDB-Tb.

1.4 Justificación e importancia

1.4.1 Justificación

Práctica: el proyecto procura mejorar la portabilidad de un receptor EWBS, que por tal motivo las personas puedan ser notificados de la alerta temprana de Tsunami, ya que, los receptores estacionarios públicos tienen alcance limitado.

Tecnológica: en el presente proyecto, el receptor EWBS siendo portátil, tendrá un bajo consumo de energía y estará encendido todo el tiempo (en modo escucha), también contará con un backup de energía el cual permitirá la suficiente autonomía cuando no haya energía eléctrica.

Social: con el diseño del receptor EWBS se busca aportar la mejora de los métodos de prevención de las instituciones gubernamentales (INDECI, IGP, SNAT) ante la llegada de un Tsunami y de esta manera evacuar a tiempo a la población.

1.4.2 Importancia

La importancia del presente proyecto es que el usuario residente puede tener al alcance dicho receptor por ser portátil y pueda ser notificado de la alerta de emergencia en el momento oportuno para evacuar. Ya que las instalaciones de transmisión de la TDT son seguras en caso de desastres naturales, esto implica que la señal EWBS se seguirá transmitiendo a pesar del desastre ocurrido. En tal sentido, el receptor EWBS podrá emitir una alerta de manera anticipada de la posible llegada de un Tsunami en el Callao.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

2.1.1 Marco Histórico

Los Sistemas de radiodifusión de alerta de emergencia (EWBS) se remontan a la década de 1920, cuando el 1 de setiembre de 1923 Tokio sufrió un gran terremoto donde murieron más de 100 mil personas; a partir de ese día Japón empezó con la transmisión de la señal de radio, medio por donde se alertaba a la población de un desastre natural; ya en 1980 se empezó con los primeros estudios de los sistemas EWBS, dando como resultado el comienzo de la transmisión del EWBS en Japón en 1985. El 18 de marzo de 1987 el EWBS alertó por primera vez de un tsunami y desde esa fecha hasta el 2006 Japón fue alertado por el EWBS 14 veces por la emergencia de tsunamis. Las primeras 12 alertas fueron transmitidas para radio y TV analógica AM/FM terrestre y satelital, a excepción de los últimos 2 (setiembre 2004 y noviembre de 2006) que fueron transmitidas por la televisión digital terrestre, mediante el estándar ISDB-T (Shogen et al. 2006).

En Japón, el EWBS regido por el estándar ISDB-T ha sido operado desde diciembre de 2003, además mensualmente se transmiten señales de prueba del EWBS. El 01 de abril de 2006 se empezó a operar el servicio One-Seg que transmite el EWBS, gracias a este servicio se pudo alertar el 11 de marzo de 2011 una alerta de tsunami mediante el EWBS recibido en los teléfonos móviles de muchas personas, las cuales evacuaron a tiempo del desastre ocurrido por el accidente de Fukushima (Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones de Japón [JICA], 2016).

En abril de 2009 el Perú adoptó el sistema ISDB-T (estándar japonés-brasileño) para la Televisión Digital Terrestre (TDT). En marzo de 2010 la transmisión de TDT se inició en Lima y de manera gradual viene migrando de la Televisión Analógica Terrestre a la transmisión de la TDT a nivel nacional. Una de las características importantes del Sistema ISDB-T es el Sistema de Radiodifusión de Alerta de Emergencia (EWBS: Emergency Warning Broadcast System), que transmite la alerta de emergencia a través de una señal especial con el fin de

avisar rápidamente la información de desastres naturales como terremotos y tsunamis. (JICA, 2015).

El 25 de febrero de 2014, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha firmado el Acuerdo de Donación con el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) para la Cooperación Financiera no Reembolsable al "Proyecto para el Mejoramiento de Equipos para la Gestión de Riesgo de Desastres". (JICA, 2014).

En la videoconferencia sobre los Sistemas de Alerta Temprana Empleando Radiodifusión, el Ing. Alejandro Llanos García expone que los últimos aportes que ha hecho la Universidad Nacional de Ingeniería mediante el INICTEL-UNI (Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones) al desarrollo del EWBS en el Perú, se puede ver que se están desarrollando Sistemas de alerta de emergencia en lugares como Arequipa, en Lima sobre un sistema de alerta temprana del desborde fluvial del río Chillón en Carabayllo-Chocas, la implementación de un sistema de alerta temprana (SAT) para la prevención de deslizamientos y huaycos en las quebradas de Libertad, Corrales y Pedregal del distrito de Lurigancho-Chosica, Aporte en el estudio definitivo del Componente “Difusión del sistema de alerta temprana ante tsunamis” con el INDECI, diseño de un sistema automático para enviar una alerta y alarma de emergencia para múltiples eventos a través del sistema de transmisión de radiodifusión en el Perú y un sistema de radiodifusión de una alerta de emergencia con el protocolo CAP-PER usando el estándar RDS (CAPACITA INICTEL-UNI, 2020).

2.1.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.1.2.1 Antecedentes Internacionales

Velasco, D. (2015) en su tesis titulada Estudio del impacto tecnológico del Sistema de Televisión Digital Terrestre mediante la normativa ISDB-TB para el caso de transmisión de alertas y emergencias EWBS; para obtener el título de Ing. Electrónico y Telecomunicaciones en la Universidad Tecnológica Israel, Ecuador menciona que: el Sistema de alertas y emergencias EWBS, permite a las entidades encargadas tener un mejor control frente a cualquier desastre natural que se presente, ya

que informará a la ciudadanía sobre algún desastre natural que pueda presentarse y además dará instrucciones sobre lo que esta debe hacer. Agrega además que: gracias a la normativa adoptada por el Ecuador para la transmisión de la Televisión Digital Terrestre, el sistema de alertas y emergencias EWBS puede ser una realidad en nuestro país y su uso permitirá a los organismos de socorro configurar la transmisión de las alertas frente a casos de emergencia como puede ser terremoto, tsunami, entre otros, para cada dispositivo en la zona que la señal ISDB-Tb esté presente.

Tomando en cuenta la descripción del autor, nuestra investigación tiene la misma idea ya que el receptor EWBS informará de manera oportuna la posible llegada de un Tsunami. La normativa ISDB-Tb también está implementada en el Perú y puede ser utilizada para el Sistema de Radiodifusión de Alerta de Emergencia.

Barba, D. (2018) en su tesis titulada Influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante erupciones volcánicas y sismos compatible con el estándar ISDB-TB en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua; para obtener el grado de Magister en Sistemas de Telecomunicaciones en la Escuela Superior Politécnica de Chimbrazo, Riobamba - Ecuador menciona en una de sus recomienda lo siguiente: aprovechar al máximo todos los beneficios que supone la migración de Tecnología Analógica a Digital Terrestre y más aún los ofrecidos por el estándar ISDB-Tb adoptado en Ecuador, en específico, la inserción de aplicaciones interactivas y señales EWBS en la programación habitual.

Tal como recomienda el autor, nos permite afianzar uno de sus beneficios de la TDT para la aplicación de emisión de alerta temprana ante un posible Tsunami.

Segura, J. (2015). En su tesis titulada Diseño de una Sistema de Monitorización y Emisión de señales de Alerta Temprana de desastres naturales para TDT; para obtener el grado de Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones en la Universidad de Las Fuerzas Armadas, Ecuador concluye que: una vez analizados los estándares ISDB-T e

ISDB-Tb, incluido EWBS se diseñó un sistema de monitorización que contiene la señal con el código o clave de emergencia al sector involucrado, la misma que será emitida por los Broadcasters con el objetivo principal de salvar vidas humanas. Para poder lograr el objetivo deseado se necesitará la activación de la bandera de emergencia en el bit 26 de la señal TMCC e incluir la información en el Descriptor de Información de Emergencia en las tablas PMT, colocando el código de área del sector afectado.

Tal como concluye el autor, su conclusión se relaciona con el proceso inicial del receptor EWBS, ya que estará en constante monitoreo para analizar una activación en la señal de control.

2.1.2.2 Antecedentes Nacionales

Sulla, W. (2016) en su tesis Metodología para la identificación de sismos generadores de Tsunami a distancias regionales usando la transformada de Wavelet; para obtener el grado de Ingeniero Geofísico en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú en el capítulo 6 describe que: las alertas de Tsunami siempre se han dado utilizando datos limitados, como: la magnitud del sismo y la ubicación de su epicentro, dejando de lado su mecanismo, área y proceso de ruptura; por lo tanto, a partir del análisis de la señal sísmica, es posible tener información que permita discriminar entre sismos que puedan o no generar Tsunami. Además, menciona como una de sus conclusiones que: el algoritmo AlerTsun es un aporte importante para la Alerta temprana de Tsunamis regionales en el Perú y será integrado al Centro Nacional de Monitoreo Sísmico a cargo del Instituto Geofísico del Perú.

En base a lo que describe el autor, sustenta cómo generar un sistema de alerta temprana de Tsunami haciendo uso del algoritmo AlerTsun, se puede ver que en el Perú se está aportando nuevos estudios para la generación de un nuevo Sistema de Alerta Temprana de Tsunami.

Acedo, P. (2016) en su tesis Identificación de los riesgos geológicos con fines de implementación del Sistema de Alerta Temprana comunitario ante Tsunami en el Centro Poblado de Colan – Paita; para

obtener el grado de Ingeniera Geóloga en la Universidad Nacional de Piura, Perú describe como uno de sus objetivos: proporcionar los elementos de análisis necesarios para la Implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la localidad de San Lucas de Colán a partir de la determinación del nivel de Riesgo que representan los peligros geológicos, contribuyendo a la generación del escenario de riesgo ante el peligro por Tsunami.

Respecto al objetivo de la tesis planteada, consideraremos el nivel de riesgo que genera un Tsunami para alertar a la población lo más pronto posible y salvaguardar la integridad de las personas.

Silva, M. (2016) en su tesis titulada Diseño y construcción de un receptor de señales de emergencia EWBS según el estándar ISDB-TB; para obtener el grado de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú menciona que: los sistemas de alerta de emergencia son una pieza fundamental que contribuye a la tarea de mitigar las pérdidas humanas. Se enfoca en los sistemas que emplean la radiodifusión, dado que son los sistemas que, a lo largo de la historia, han demostrado no presentar mayor complicación en casos de emergencia, analizando con mayor detalle al sistema Emergency Warning Broadcast System (EWBS) presente en el estándar de televisión digital ISDB-Tb.

Respecto a lo que argumenta el autor, existe una relación directa a nuestra investigación en la empleabilidad del EWBS a través de la radiodifusión por ser un medio seguro en caso de emergencia. Cabe resaltar que la implementación de este receptor se llevó a cabo en el 2014-2015 y probado en campo en agosto de 2015; se sabe que JICA ha venido apoyando al Perú mediante el INICTEL-UNI en el desarrollo del EWBS, ese mismo año (2015) JICA presentó el receptor EWBS de características estacionaria y de alerta pública, en el distrito de La Punta-Callao, concluyendo que dicho receptor no es un dispositivo portátil el cual no utiliza la plataforma de desarrollo de hardware BeagleBone Black.

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Emergency Warning Broadcast System (EWBS)

El Sistema de Transmisión de Alerta de Emergencias (EWBS) es una de las funciones importantes que ofrece el estándar ISDB-Tb; el cual utiliza una señal de alerta de emergencia que es transmitida por una estación televisiva, cuando se suscita un fenómeno natural, de modo tal que se activan los dispositivos receptores, independientemente si estos están encendidos o en modo de espera. Este Sistema tiene como objetivo prevenir o mitigar las pérdidas, humanas y daños materiales, causadas por estos fenómenos naturales, notificando anticipadamente a la población de la zona afectada, por medio de la televisión digital terrestre (TDT) (Sakaguchi et al. s.f.).

También, el sistema EWBS, tiene como objetivo brindar a los telespectadores informaciones sobre la protección contra catástrofes a través de la transmisión de datos. Son variados los tipos de informaciones de desastres, tales como el estado del impacto de los desastres y de la evacuación de las zonas afectadas. (Sasaki, 2011, como se citó en Orozco, 2015).

EWBS utiliza una advertencia especial o señales de alerta incorporadas en las señales de broadcasting para cambiar automáticamente en el equipo receptor en 100 el hogar, y emitir un boletín de emergencia, alertando a la gente ante un desastre inminente, por ejemplo, un tsunami o un terremoto. Es importante mencionar que las señales EWBS trabajan en sistemas análogos y digitales. Las señales EWBS embebidas en TV y radio analógica requieren un generador de señal de control de frecuencia dual. Las señales pueden ser enviadas a TV y radios convencionales sin ninguna modificación especial. La señal EWBS puede incluir códigos de área y tiempo como también códigos fijos para iniciar o terminar la operación del sistema. EWBS analógico ha estado en operación en Japón desde 1985, y en modo digital desde el año 2000. Los lineamientos para su implementación en TV Digital se definieron en el año 2006 en la Asamblea General de la ABU (Asia-Pacific Broadcasting Unión). En base al manual de la ABU se abordan los principales lineamientos para la implementación de EWBS para difusión digital (Tiupul Urquizo, 2015, como se citó en Navarrete, 2016).

Por otro lado, por medio del Foro Internacional ISDB-T se aseguró que los receptores de EWBS de los países de la región, tengan la compatibilidad en las normas técnicas y de operación. Además, el EWBS en la región, está basado en las reglas operacionales del sistema utilizado en Japón con modificaciones a fin de satisfacer las necesidades de los países latinoamericanos que optaron el estándar ISDB-Tb; asimismo, la implementación de este sistema no es obligatoria, dicha decisión debe estar a cargo del organismo competente de cada país (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013).

Según lo visto en el documento del VI Foro Internacional ISDB-T sobre el EWBS se establece las siguientes dimensiones:

a. Transmisión

Las redes de transmisión de la TDT son robustas por que utilizan las ondas radiales dado que no producen congestiones aún en casos de transmisión a accesos simultáneos. Según el estándar ISDB-T, se tiene una subportadora de transmisión One-Seg por la cual se transmite la señal del EWBS, ya que el One-Seg puede ser captada por receptores portátiles y móviles, a todo esto, en la región se estableció que se transmitirá utilizando la función Superimpose y un subtítulo (closed caption), la cual permite brindar información de la emergencia en un mensaje de texto simple de forma separada e independiente de la señal de video y audio. La información de emergencia esta transferida en la Tabla del Mapa de Programa (PMT) en un descriptor, donde se incluye las condiciones de inicio y fin del EWBS, el código de área y servicio (Sakaguchi et al. s.f.).

Es preciso mencionar si el sistema EWBS es empleado o no, el descriptor con información de la emergencia debe ser transmitido en la tabla PMT. La información contenida en el descriptor es invariable, para poder efectuar cambios en algún parámetro es preciso detener la señal de alerta, es decir colocando el flag de activación en cero y suprimiendo el descriptor de la tabla; posteriormente se debe incluir el descriptor modificado y finalmente se vuelve a activar el flag (Barba, 2018).

La Figura 1 se muestra un diagrama que esquematiza el funcionamiento de la etapa de transmisión del sistema EWBS, mismo que ha sido incluido en la señal

emitida por una estación que ofrece servicios de multiprogramación (Foro Internacional ISDB-T, 2013).

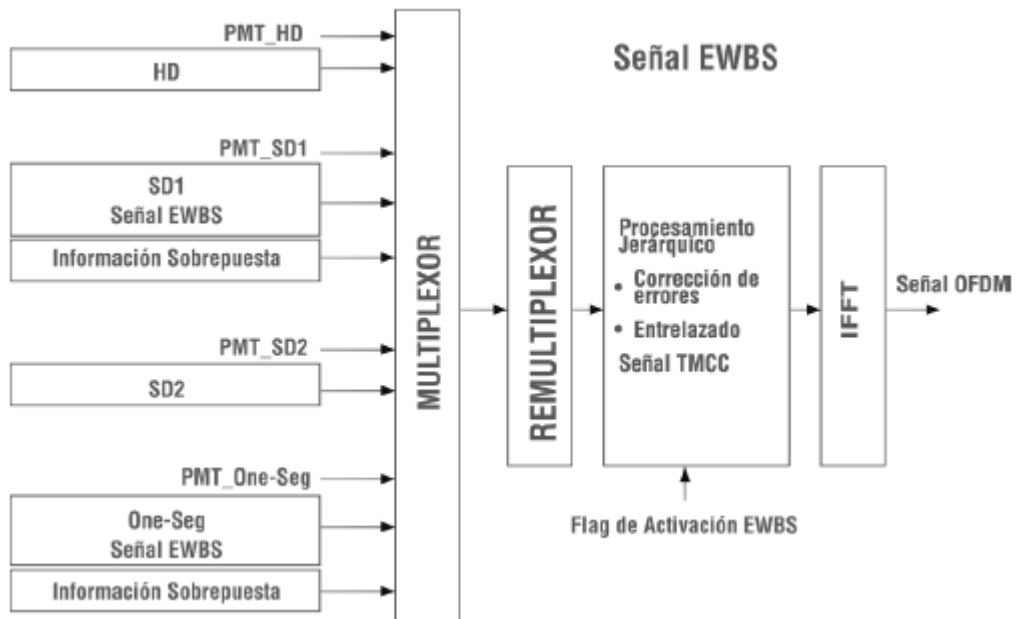


Figura 1. Diagrama de transmisión incluyendo una señal EWBS.

Fuente: Foro Internacional ISDB-T (2013).

b. Recepción y monitoreo

Para la recepción en el sistema EWBS, se preconfiguran los receptores con los códigos de área, para que las transmisiones de alerta de emergencia se restrinjan sólo a las áreas involucradas. Además, es aquí donde los receptores van a estar monitoreando permanentemente el bit del Flag de activación del TMCC (Control de Multiplexación y Transmisión) dentro de la PMT (Sakaguchi et al. s.f.).

Las señales del sistema EWBS que llegan a los receptores, fijos y móviles, deben mostrarse en la pantalla de los mismos, ya sea con textos superpuestos a la señal propia de televisión o como información adicional contenida en ella; además los dispositivos deben contar con la capacidad de ejecutar ciertas funciones que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Funciones del receptor EWBS

Función	Receptores fijos		Recepciones móviles		
	Televisión con sintonizador integrado	Set -top box	One-seg	Exclusivo para EWBS	
Inicio automático	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Recomendado	
Preset del código de área	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	
Superposición	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	
Decodificación del programa	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	

Fuente: Barba (2018).

c. Activación

Para activar la señal de emergencia del EWBS, el receptor debe de estar sintonizado en la estación transmisora de la señal de emergencia. Así sólo el receptor deberá detectar el cambio del Flag de activación del TMCC que es un bit (bit 26) de los 204 bits que conforman el paquete IPP, “1” si hay alerta de emergencia y “0” no se cuenta con el control; activando la señal de alerta en el receptor (Foro Internacional ISDB-T, 2013).

2.2.2 Alerta Temprana de Tsunami

En 1948 Estados Unidos estableció un sistema de alerta de tsunami en las islas de Hawai, esto a consecuencia de un tsunami ocurrido en Alaska dos años antes; años después en 1960 y 1964 ocurrieron tsunamis en Chile y Alaska respectivamente, por lo que en 1965 EE.UU. extiende su sistema y se forma el Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWC). Cuando ocurre un gran sismo de gran magnitud, el PTWC transmite un boletín a todos los países integrantes de la Cuenca del Pacífico, informando la evaluación de la situación. Esta información es transmitida a través del sistema internacional de comunicaciones de aeropuertos. En el Perú existe un Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis (SNAT), creado en 1970, y que desde el 2011 se designó a la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) como representante oficial

del Perú ante el PTWC; el SNAT se encuentra en las instalaciones de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú y que además coordina constantemente con los organismos públicos, tales como: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC) (Jiménez et al. 2013).

El SNAT puede emitir una alerta contra un tsunami de acuerdo a la distancia de generación de los parámetros sísmicos. Cuando es Local el IGP, tras un análisis y evaluación emite un boletín al Centro de Operaciones de Emergencia Nacional y Capitanías de puerto. Si un tsunami tiene como origen un lugar distante a las costas peruanas, se recibe información del PTWC y se inicia la etapa de vigilancia del fenómeno y si los parámetros son altos se emite inmediatamente una alerta según los umbrales. El sistema de vigilancia del Centro Nacional de Alerta de Tsunami cuenta con un sistema AFTN, por el cual un mensaje de alerta de un tsunami proviene de Hawai y se recibe a través de la CORPAC, ubicada en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, vía Red de Comunicaciones Fijas Aeronáuticas (AFTN), también cuenta con un sistema telefónico Punto a Punto (RDSI) la cual integra vía telefónica al SNAT, IGP e INDECI, así como un Sistema de Comunicación Satelital, un Sistema EMWIN (Emergency Managers Weather Information Network) que proporciona recepción, visualización y almacenamiento de imágenes meteorológicas del satélite GOES del PTWC y con el Sistema de Comunicación de Mensajes GTS que es empleado por la Organización Meteorológica Mundial. Para el monitoreo y vigilancia el CNAT cuenta con el sistema REDSSAT-IGP (Red Sísmica Satelital) que está compuesto por 7 estaciones sísmicas de banda ancha para la emisión del reporte sísmico para alerta temprana de tsunami a nivel nacional, También se utiliza el Sistema CISN la Red Sísmica Integrada de California que funciona a través de comunicación IP y por último están los sistemas de vigilancia del nivel de mar, que estos a su vez cuentan con una Red de doce Estaciones Mareográficas que están compuestas por tres mareógrafos automáticos (del tipo radar, flotador y presión) y por el Sistema de Boyas DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis) se utilizan para la detección de tsunamis de origen

lejanos que sirven para mantener y mejorar la detección temprana e informar a tiempo de la presencia de un tsunami, este sistema lo maneja el PTWC (Jiménez et al. 2013).

De lo anterior se verifica como los sistemas de Alerta temprana de Tsunami detectan y monitorean las señales sísmicas que producen un tsunami, una vez que las instituciones involucradas emiten una alerta, estas coordinan con el canal de TV digital del Estado (IRTP) a cargo del sistema EWBS la cual codifica la alerta en la señal a transmitir de TDT y las envía vía satelital a sus 15 estaciones emisoras de señal digital (territorio1, 2 y 3) las cuales emitirán la señal a los receptores de EWBS.

2.3 Definición de términos básicos

Embebido: Galiana (2016) define al sistema embebido de la siguiente manera:

Se entiende por sistemas embebidos a una combinación de hardware y software de computadora, sumado tal vez a algunas piezas mecánicas o de otro tipo, diseñado para tener una función específica. Es común el uso de estos dispositivos, pero pocos se dan cuenta que hay un procesador y un programa ejecutándose que les permite funcionar. Esto ofrece un contraste con la computadora personal, que si bien también está formada por una combinación de hardware y software más algunas piezas mecánicas (discos rígidos, por ejemplo). Sin embargo, la computadora personal no es diseñada para un uso específico. Si no que es posible darle muchos usos diferentes (p.5).

Beaglebone Black: McLaughlin (2015) define al Beaglebone Black de la siguiente manera:

Es una de las cuatro placas producidas por la fundación Beaglebone.org. Es el último de la serie de placas. Los microprocesadores de Texas Instruments se utilizan en el núcleo de todos los dispositivos Beagleboard.

El microprocesador en el corazón de toda la familia de dispositivos BeagleBoard está construido sobre la arquitectura ARM. ARM se refiere a una clase de procesadores que utilizan un conjunto de instrucciones específico, en este caso, un conjunto de instrucciones desarrollado por la compañía

informática británica Acorn. Esto es similar a cómo la mayoría de los dispositivos de escritorio y portátiles que usaba en el pasado se basaban en el conjunto de instrucciones x86 de Intel. Sin embargo, el conjunto de instrucciones ARM es completamente diferente. La arquitectura ARM utiliza un diseño de código de conjunto de instrucciones reducido, o RISC. Dado que la arquitectura fue desarrollada por Acorn, esto llevó a que el procesador se llamara Acorn RISC Machine, o ARM. Esta arquitectura significa que los procesadores ARM pueden hacer más con un poco menos de todo, incluida menos energía. Esto es lo que hace que la familia de procesadores ARM sea tan popular en la informática integrada (p. 15).

SAT-Tsunami: el Sistema de Alerta Temprana de Tsunami “es el conjunto de capacidades, instrumentos y procedimientos articulados con el propósito de monitorear, procesar y sistematizar información exclusivamente sobre el peligro de Tsunami en un área específica” (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2017, p.7).

Tiene como objetivo:

Alertar a las autoridades y la población sobre la proximidad o inminencia de un Tsunami, facilitando la aplicación de medidas anticipadas para una respuesta adecuada y oportuna de la población, con la finalidad de proteger y evitar la pérdida de vidas humanas (INDECI, 2017, p.7)

TDT: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital [MINECO], (s.f.) define que:

La Televisión Digital Terrestre es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla por medio de ondas hercianas terrestres, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas UHF convencionales.

Ventajas de la Televisión Digital:

- Más canales.
- Mejor calidad de imagen y sonido.
- Más servicios.

ISDB-Tb: Aguirre (2018) define el estándar ISDB-Tb de la siguiente manera:

El estándar ISDB-Tb conocido por sus siglas en inglés como Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial Brazilian (Servicios Integrado de Difusión Digital Terrestre con mejoras brasileñas) es una mejora al estándar japonés (ISDB-T) el cual, es susceptible a cambios para optimizar su utilización en la transmisión de señales digitales.

Estas mejoras que dieron paso a la creación del estándar ISDB-Tb, radican básicamente en:

- Mejorar el sistema de compresión de video a MPEG-4, que permite cargar mayor cantidad de información, mejorando la calidad de imagen.
- Mejorar la interactividad brindada por esta tecnología, incursionando el Middleware GINGA de código abierto.

El estándar ISDB-Tb permite trabajar transmitiendo múltiples propuestas de programación en diferentes señales, pero utilizando el mismo canal de difusión (p.30).

Además, Parreño et al. (2014) definen que:

En un principio denominado SBTVD (Sistema Brasileño para Televisión Digital) es un sistema basado en el estándar Japonés, donde las mayores diferencias son el uso de tecnologías de compresión de audio y video más avanzadas (HE-AAC y H.264 respectivamente) que las utilizadas por ISDB-T (MPEG-2 y MPEG-L2), cuyo middleware o software de soporte de aplicaciones distribuidas o intermediario fue totalmente desarrollado en Brasil y denominado GINGA, mientras que la modulación y transporte utiliza MPEG-2 propio de su estándar base japonés. Posteriormente llamado ISDB-Tb usando la letra “b” para indicar que se trata de las modificaciones brasileñas. Actualmente adoptado en varios países de la Región Latinoamericana como: Perú, Argentina, Chile, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Paraguay, Bolivia, Nicaragua, Uruguay y su desarrollador Brasil (pp.161-162).

AM (Amplitud Modulada): Pierce y Noll (1995) describen que:

La modulación de amplitud (AM) es una forma de transmitir una señal (de baja frecuencia) como un conjunto (una banda) de componentes de alta frecuencia. Este tipo de modulación nos es familiar de las transmisiones por radio. Una señal de amplitud modulada consiste en una onda de alta frecuencia cuyas amplitudes máximas varían de acuerdo con la señal original o de banda de base (p.70).

FM (Frecuencia Modulada): Alcalde (2010) define respecto a la Frecuencia Modulada lo siguiente:

Con este sistema de transmisión se consigue una gran calidad de recepción, siendo lo más habitual que este tipo de transmisiones se realice con sistema estereofónico de audición.

En un emisor de FM se hace que la frecuencia de la portadora se modifique en función de la señal de audio a transmitir, es decir, de la señal moduladora. Así, conseguimos que la señal de RF transmitida por la antena del emisor contenga la información a transmitir en forma de variación de frecuencia (p.336).

CAP: Common Alert Protocol (Protocolo Común de Alerta) es definido por Eliot (2001) de la siguiente manera:

El Protocolo de Alerta Común (CAP) es un formato de mensaje estándar diseñado para comunicaciones en Todos los Medios, para Todas las amenazas:

- En cualquier y en todos los medios (televisión, radio, teléfono, fax, letreros en las carreteras, correo electrónico, Sitios Web, “Blogs” RSS, ...).
- Sobre cualquier y todas las amenazas (Clima, Incendios, Terremotos, Volcanes, Deslizamientos, Secuestro de niños, brotes de enfermedades, Advertencias sobre calidad del Aire, Problemas en el Transporte, Apagones...)
- Para cualquier persona: público en general, grupos designados (autoridades cívicas, personal de emergencia, etc.); gente en específico.

(p.7).

RDS: Radio Data System (Sistema de Datos de Radio), Dancel (s.f.) menciona que:

El sistema permite la inserción inaudible de sintonías auxiliares e información en una señal mono o estéreo FM (87.5 a 198,0 Mhz).

El objetivo principal del RDS es permitir realizar las funciones de sintonía automática en los receptores. Los receptores RDS evalúan además la identificación de programas y de frecuencias alternativas.

El nombre del programa puede mostrarse mediante una pequeña pantalla, informando de qué programa está siendo recibido. Hay otras aplicaciones, que cada cadena radiofónica puede implementar según sus necesidades (p.2).

PMT: Program Map Table (Tabla de Mapa de Programa) es descrita por Merrill (1996) de la siguiente manera:

Las tablas de mapas de programas proporcionan la correspondencia entre los números de programas y los flujos elementales que los componen. Este mapeo para un programa individual se denomina definición de programa. La definición del programa lleva los números PID (Identificador de Paquetes) para cada uno de los PES asociados con su programa. Es esta estructura la que permite que múltiples programas compartan PES comunes. Por ejemplo, dos programas, cada uno con su propia definición de programa contenida en una Tabla de Mapa de Programa separada con un número PID asociado, podrían usar un PID de PES de video común en sus listas junto con los PID para sus PES de audio individuales (pp.146-147).

Comunicación Serial UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, en español: Transmisor-Receptor Asíncrono Universal, es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo. El controlador del UART es el componente clave del subsistema de comunicaciones series de una computadora. El UART toma bytes de datos y transmite los bits individuales de forma secuencial. En el destino, un segundo UART reensambla los bits en bytes completos. La transmisión serie de la información digital (bits) a través de un cable único u otros medios es mucho más efectiva en cuanto a costo que la transmisión en paralelo a través de múltiples cables. Se utiliza un UART para convertir la información transmitida entre su forma

secuencial y paralela en cada terminal de enlace. Cada UART contiene un registro de desplazamiento que es el método fundamental de conversión entre las forma secuencial y paralela (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, s.f.).

RS-485 (half duplex): RS485 permite una comunicación bus bidireccional. Por esto, RS485 es adecuado para su uso en redes field. RS485 permite la comunicación half-duplex usando una conexión de 2 cables. Se debe tener cuidado de que en cualquier momento dado sólo un remitente está activo. Por esta razón en general se utiliza una estructura master-slave (Expert DAQ, s.f.).

Step Up de Voltaje: es un convertidor elevador de voltaje DC a DC que obtiene a su salida una tensión continua mayor que a su entrada. Es un tipo de fuente de alimentación conmutada que contiene al menos dos interruptores semiconductores (diodo y transistor), y al menos un elemento para almacenar energía (condensador, bobina o combinación de ambos). Frecuentemente se añaden filtros construidos con inductores y condensadores para mejorar el rendimiento (Convertidor Elevador, s.f.).

BMS: Battery Management System (Sistema de Administración de Batería) es un sistema electrónico que gestiona una batería recargable (pila o batería), por ejemplo, mediante la protección de la batería para no operar fuera de su área de operación segura (Safe Operating Area,), el seguimiento de su estado, el cálculo de los datos secundarios, informar de esos datos, el control de su entorno, la autenticación y / o el balance o equilibrio de la misma (Sistema de gestión de baterías, s.f.).

CAD: El diseño asistido por computadora, habitualmente citado como CAD por las siglas de su nombre en inglés Computer Aided Design es el uso de ordenadores para ayudar en la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño. El software CAD se utiliza para aumentar la productividad del diseñador, mejorar la calidad del diseño, mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la fabricación. La salida CAD a menudo se presenta en forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado u otras operaciones de fabricación. También se puede considerar al CAD como una técnica de dibujo (Diseño asistido por computadora, s.f.).

Python: Es un lenguaje de programación interpretado, interactivo y orientado a objetos. Incorpora módulos, excepciones, tipificación dinámica, tipos de datos

dinámicos de muy alto nivel y clases. Admite múltiples paradigmas de programación más allá de la programación orientada a objetos, como la programación de procedimientos y funcional. Python combina una potencia notable con una sintaxis muy clara (Python, s.f.).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y nivel

3.1.1 Tipo de la investigación

La presente investigación será aplicada, en el cual, Murillo (como se citó en Vargas, 2009) indica que:

La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (p.159).

En base a lo anterior, el receptor EWBS será sometido a pruebas de campo para determinar los niveles de señal recibidos y verificar así su correcto desempeño y/o respuesta ante la señal del EWBS. Se utilizará la tecnología oportuna y adecuada para el correcto proceso de la señal.

Para el desarrollo de la investigación se considerará la siguiente metodología:

- a. Búsqueda de los lugares adecuados en el Callao para la realización de pruebas.
- b. Coordinaciones con las autoridades e instituciones involucradas al EWBS para el SAT-Tsunami.
- c. Pruebas de campo con el fin de verificar el correcto funcionamiento del receptor EWBS.

3.1.2 Nivel de la investigación

Nuestra investigación será de nivel exploratorio, cuya mención hace Hernández, Fernández y Baptista (2014), indicando que:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas

vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (p.91).

3.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación de la presente tesis será experimental, el cual, Gómez (2006) menciona que:

El término “experimento” tiene al menos dos acepciones. La general se refiere a “aplicar una acción” y luego observar las consecuencias. Este uso del término es bastante coloquial. La acepción particular, más acorde con el sentido científico del término, se refiere a “un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control creada por el investigador.” (pp.86-87).

Según el párrafo anterior, la variable independiente (receptor EWBS) será manipulada de tal manera que al recibir la señal EWBS, se obtendrá como consecuencia que la variable dependiente (Alerta Temprana de Tsunami) sea activada.

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE INGENIERÍA

4.1 Diseño de Hardware del Sistema

4.1.1 Descripción del receptor EWBS

El diseño del receptor EWBS de Alerta Temprana de Tsunami en el Callao fue desarrollado como un prototipo EWBS-ready el cual es capaz de mostrar el Superimpose, esto quiere decir que al momento de la transmisión de la alerta se visualizó el mensaje de texto codificado que viene empaquetado en la señal, y que además tiene preestablecido el ajuste del código de área.

El prototipo cuenta con notificaciones audiovisuales y un backup de energía, asimismo en la funcionalidad el prototipo está en constante monitoreo del flag (bit 26) de la señal EWBS que viene en la transmisión del canal TV-Perú, que al cambiar de “0” a “1” se activan las notificaciones audiovisuales del prototipo.

El receptor EWBS de esta tesis, fue desarrollado en base a un prototipo que se implementó en el área de investigación de la empresa Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C – ELOGIC.

4.1.2 Módulo de sintonizador EWBS

Para el diseño implementado, al momento de definir qué componente (sintonizador EWBS) utilizar, se tuvo en consideración algunas características particulares donde se seleccionó un módulo de sintonización de señal EWBS, fabricado en Japón cuyo modelo es el EWBS-Superimpose Module, con las siguientes características:

- Bajo consumo de energía, 190 mW (en modo stand-by) y 248mW (en modo activo) y con una alimentación de 3.3Vdc.
- Compatible para la operación en los diferentes estándares de TDT, para los anchos de banda, 6MHz/8MHz.
- Opera en la banda de frecuencias UHF (470MHz – 806MHz)
- La recepción de la señal EWBS se hace por medio del servicio de transmisión de One-seg de la TDT, por lo que la recepción de la señal es

más robusta, además la señal llega al sintonizador por medio de una antena que opera en la banda UHF.

- Tiene las funciones de superposición en la transmisión de un mensaje de texto de hasta 120 bytes y control de sonido.
- Se puede ajustar la frecuencia de recepción y el código de área.
- Puede monitorizar la calidad de recepción de la frecuencia ajustada.
- Actualización del Firmware a través de su puerto micro-USB.
- Protocolo de comunicación en serie “UART” y comunicación semidúplex.

En la Figura 2 se muestra el Módulo Sintonizador EWBS – Superimpose y sus dimensiones.

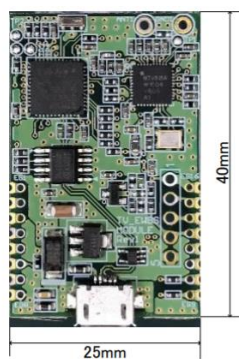


Figura 2. Dimensiones de Módulo Sintonizador EWBS-Superimpose

Fuente: DiBEG (s.f.).

La conexión de la antena que recibe la señal EWBS es conectada al módulo sintonizador por sus pines 17 y 18 a un conector F hembra que está adosado al chasis del prototipo (la conexión esquemática se visualiza en la Figura 24), y que a su vez está conectado a una antena para interior HDTV pasiva la cual opera en el rango de frecuencia de 470MHz a 862MHz (Banda UHF, frecuencias establecidas para transmisión de canales de TDT), teniendo una ganancia de 10dBi y una impedancia de 75 Ohms. Esta antena seleccionada para el prototipo implementado es de la marca CCT (Easybox) y modelo TN-006, la cual se muestra en la Figura 3.

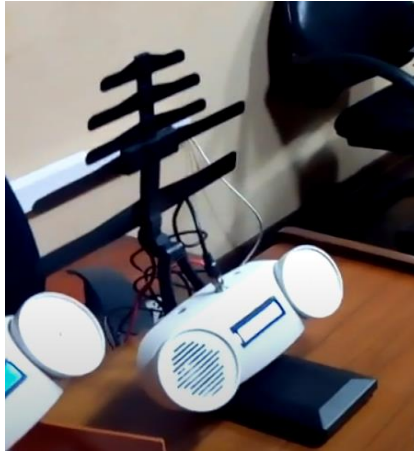


Figura 3. Antena HDTV Interior CCT-Digital TV modelo TN-006.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

A continuación, en la Figura 4 se observa el funcionamiento del módulo sintonizador de EWBS mediante un diagrama de flujo.

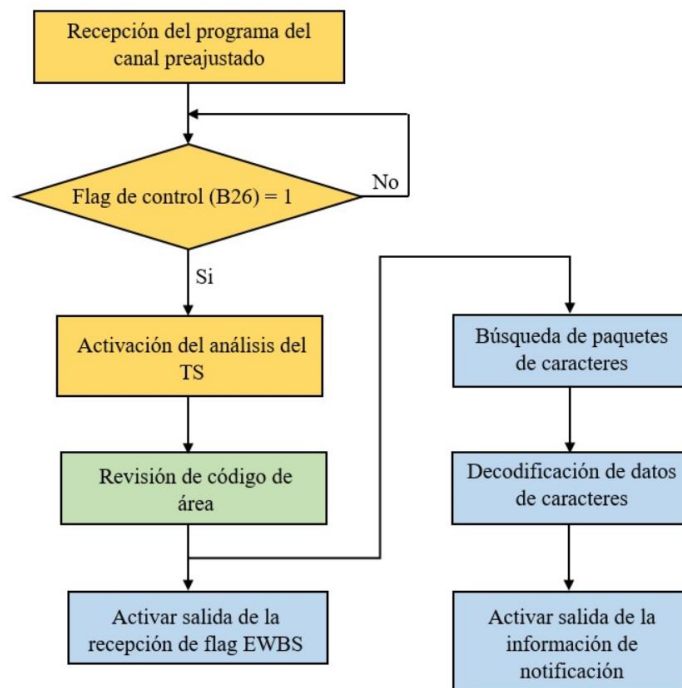


Figura 4. Diagrama de flujo del funcionamiento del módulo sintonizador de EWBS.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Se seleccionó dicho sintonizador porque utiliza el protocolo de comunicación en serie UART, el cual facilita la transmisión de datos al módulo de procesamiento.

En el prototipo, el módulo sintonizador EWBS fue configurado con los parámetros requeridos para la recepción de la señal emitida por IRTP (Tv Perú), cuya frecuencia central es 485.142857MHz (canal 16) la cual está dentro del rango de operación de la antena seleccionada, asimismo, el ancho de banda de 6MHz correspondiente al estándar ISDB-Tb y el código de área definido por el MTC. Sabiendo que el módulo es de fabricación japonesa y corresponde al estándar ISDB-T el canal correspondiente a la configuración requerida para el prototipo es el canal 15. Dichos parámetros fueron utilizados para configurar el firmware del módulo sintonizador EWBS, el cual se muestra en la Figura 5.

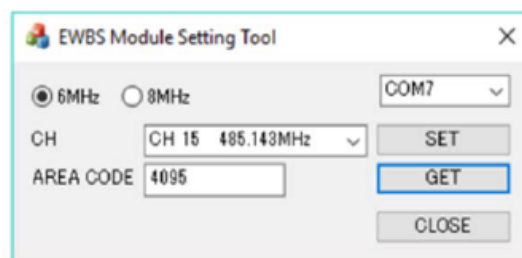


Figura 5. Configuración del firmware del módulo sintonizador EWBS.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

4.1.3 Módulo de procesamiento

Para elegir un sistema de procesamiento, se tuvo en cuenta el tipo y forma de transmisión de datos emitidos por el módulo sintonizador EWBS el cual utiliza el protocolo de comunicación en serie UART y comunicación tipo half-dúplex, por lo que se eligió la plataforma de desarrollo de código abierto BeagleBone Black SBC que utiliza también el tipo y forma de comunicación del módulo sintonizador EWBS. En la Figura 6 se presenta el módulo de procesamiento Beaglebone Black SBC.

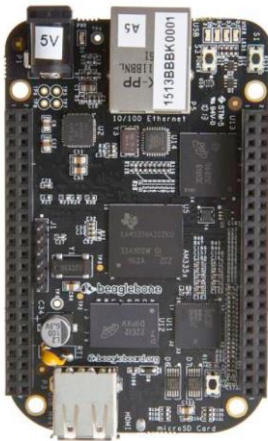


Figura 6. Módulo de procesamiento Beaglebone Black SBC.

Fuente: Beagleboard.org (2019).

Ya definido como módulo de procesamiento al Beaglebone Black se diseñó e implementó el receptor de señal EWBS el cual, a través de la recepción de la señal que recibe del sintonizador de señal EWBS, esta se procesa mediante una programación para que pueda activar la alerta de emergencia en el módulo de notificación y pueda ser visualizada por los usuarios.

4.1.4 Módulo de notificación

El módulo de notificación está integrado por 3 bloques de acción, estos son: mensaje de voz, mensaje visual y alerta visual. Cada uno de los 3 bloques de acción mencionados cumplen una tarea independiente, pero en su conjunto notifican de manera completa al usuario en el momento que se activa la alerta temprana de tsunami del receptor EWBS. En la Figura 7 se muestra el diagrama de bloques del receptor EWBS, en el que el Sintonizador EWBS recibe la señal de emergencia y luego es enviada al Beaglebone para su procesamiento y posteriormente activar las notificaciones representadas por los 3 bloques de acción.

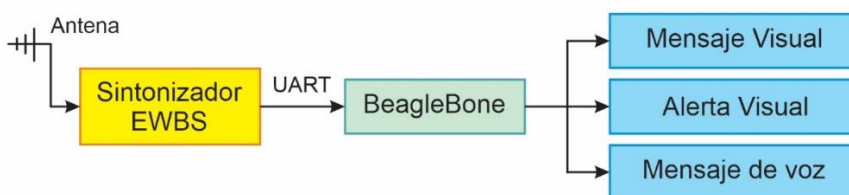


Figura 7. Diagrama de bloques del receptor EWBS.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe el diseño y funcionamiento de cada uno de los bloques de acción.

4.1.4.1 Notificación por mensaje de voz

Se emitió un mensaje de voz conteniendo los datos más importantes de la alerta de tsunami, esto es, que el mensaje sea claro y conciso para que los usuarios con discapacidad visual puedan ser notificados y alertados oportunamente.

El presente bloque está compuesto por un módulo MP3, un amplificador y un parlante como se muestra en la Figura 8.

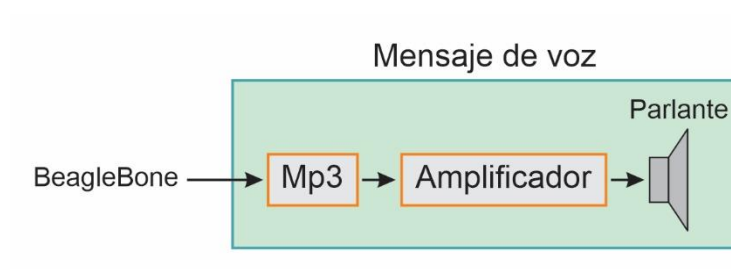


Figura 8. Bloque - Mensaje de voz.
Fuente: Elaboración propia.

a. Módulo MP3

El presente módulo se encargó de reproducir el mensaje de alerta, el cual se activa mediante la señal proveniente del Beaglebone Black, para el presente módulo se utilizó el DFPlayer Mini MP3-TF-16P, el cual cumple las siguientes características:

- Soporta frecuencias de muestreo (kHz): 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48.
- 24 - bit DAC output, soporta un rango dinámico de 90dB.
- Sistemas de archivos FAT16, FAT32 y tarjetas de hasta 32G.
- Se puede controlar por comandos seriales UART, señales TTL digitales.
- Organización de archivos por carpeta. Soporta hasta 100 directorios y 255 pistas por directorio.
- 30 niveles de volumen y 6 niveles de ecualización EQ.

En la Tabla 2 se describen las especificaciones técnicas del módulo MP3.

Tabla 2. Especificaciones técnicas del Módulo MP3.

Ítem	Descripción
Formato MP3	1. Soporta 11 172-3 e ISO13813-3 decodificación de audio capa 3
	2. Soporta frecuencia de muestreo (KHz): 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48
	3. Soporta ecualización Normal, Jazz, Classic, Pop, Rock
Puerto UART	Serie Estándar; Nivel TTL; Tasa de Baudios ajustable (tasa de baudios por defecto: 9600)
Voltaje de trabajo	DC 3.2 ~ 5.0 V; Tipo DC 4.2 V
Corriente en modo de espera	20 mA
Temperatura de operación	-40 ~ +70 °C
Humedad	5% ~ 95%

Fuente: Electrónicos Caldas. (s.f.).

En la Figura 9 se muestran cada uno de los pines correspondientes al módulo MP3.

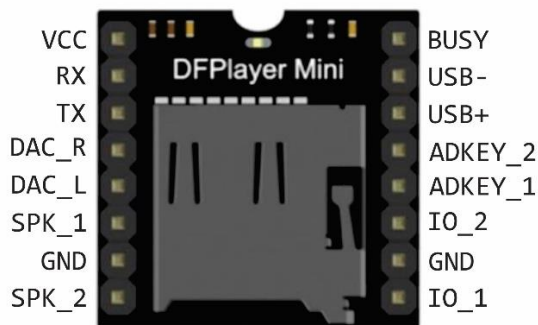


Figura 9. Pines de Módulo MP3.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 3 se describen los 16 pines del módulo MP3.

Tabla 3. Descripción de pines de módulo MP3.

No	Pin	Descripción	Nota
1	VCC	Entrada de Voltaje	DC 3.2 ~ 5.0 V; Tipo DC 4.2 V
2	RX	Entrada serial UART	
3	TX	Salida serial UART	
4	DAC_R	Canal derecho de salida de audio	Drive del auricular y amplificador
5	DAC_L	Canal izquierdo de salida de audio	Drive del auricular y amplificador
6	SPK_2	Parlante	Drive del parlante menor a 3W
7	GND	Tierra	Tierra de fuente
8	SPK_1	Parlante	Drive del parlante menor a 3W
9	IO_1	Puerto de disparo 1	Presión corta para para reproducir pista anterior (presión larga para bajar volumen)
10	GND	Tierra	Tierra de fuente
11	IO_2	Puerto de disparo 2	Presión corta para para reproducir pista siguiente (presión larga para subir volumen)
12	ADKEY_1	Puerto AD 1	Disparo de reproducción primer segmento
13	ADKEY_2	Puerto AD 2	Disparo de reproducción quinto segmento
14	USB +	USB+ DP	Puerto USB
15	USB -	USB- DM	Puerto USB
16	BUSY	Estatus de reproducción	Bajo: reproducción/Alto: no reproducción

Fuente: Electrónicos Caldas. (s.f.).

Para que el módulo MP3 reproduzca el mensaje de audio, se requiere una señal de tierra en el pin ADKEY_1 proveniente del Beaglebone Black. Sin embargo, para separar la tierra del Beaglebone con la tierra general, la señal de tierra en ADKEY_1 debe ser controlada por un optoacoplador como se muestra en la Figura 10. Cuando el optoacoplador recibe la señal de activación (DF_PLAYER) proveniente del Beaglebone, se permite el contacto de tierra en ADKEY_1. Por otro lado, para que el módulo MP3 tenga la energía necesaria para un correcto funcionamiento, se requieren de dos elementos: un optoacoplador para la separación de fuentes de

alimentación y un transistor para que el módulo MP3 sea alimentado con suficiente corriente, como se muestra en la Figura 10.

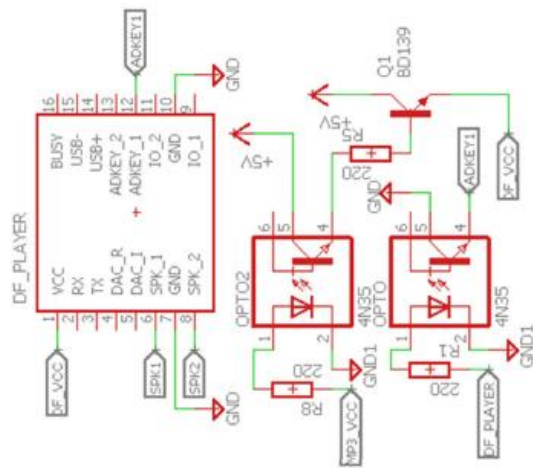


Figura 10. Diagrama esquemático de conexión de módulo MP3 con optoacopladores y transistor.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

b. Amplificador

Fue el encargado de amplificar la señal de audio proveniente del módulo MP3, ya que este último tiene una potencia de salida inadecuada para cumplir con las condiciones necesarias para la emisión sonora de una alerta de emergencia. Los decibelios correspondientes a la emisión sonora deben estar en un rango mayor a 90dB y menor a 120dB. En la Figura 11 se muestra el diagrama esquemático de conexión del amplificador con el optoacoplador para la separación de fuentes de alimentación y un transistor para que el amplificador sea alimentado con suficiente corriente.

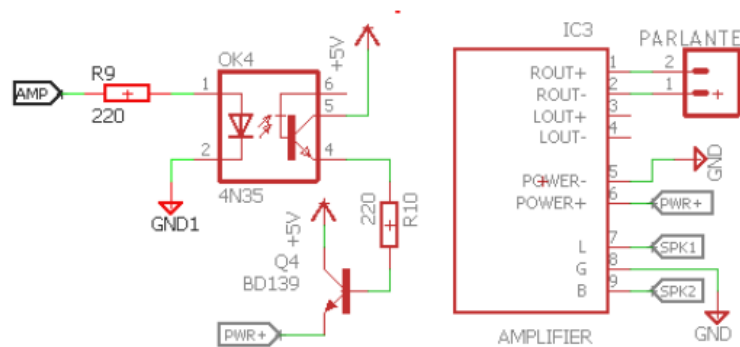


Figura 11. Diagrama esquemático de amplificador con optoacoplador y transistor.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Como se muestra en la Figura 11, la entrada de voltaje AMP proveniente del BeableBone Black se conecta al optoacoplador y éste al transistor para que el amplificador tenga una alimentación voltaica necesaria para su correcto funcionamiento. El amplificador recibe la señal de entrada por los pines SPK1 y SPK2 proveniente del módulo MP3 y luego la señal amplificada se envió por los pines ROUT+ y ROUT- hacia el parlante.

c. Parlantes

Es el dispositivo pasivo encargado de emitir el mensaje de voz ante la alerta de tsunami, cumple además con las características técnicas necesarias para una buena recepción de dicha alerta por nuestros oídos, el cual es representado por un parlante de 8 ohms y 0.5 Vatios.

4.1.4.2 Notificación por mensaje visual

Cuando se recibe la alerta de tsunami, se emite un mensaje visual a través de una pantalla LCD 16x2. La función de esta pantalla LCD no sólo es mostrar el mensaje de alerta ante un posible tsunami, sino también cuando no la hay. Además, se muestran los datos más importantes de la alerta de tsunami, esto es, que el mensaje sea claro y conciso para que los usuarios con discapacidad auditiva puedan ser notificados y alertados oportunamente.

La pantalla LCD 16x2 utilizada tiene las siguientes características técnicas:

- Pantalla LCD Alfanumérica 16x2: 16 caracteres x 2 líneas
- Cada carácter está formado por una casilla de 5x8 pixeles
- Voltaje de operación: de 4.7V a 5.3V
- Consumo de corriente: 1mA sin luz de fondo
- Datos de entrada: disponibilidad de interfaces 4-Bits o 8-Bits
- Se pueden visualizar cualquier carácter generado personalizado

El la Figura 12 se muestra la pantalla LCD 16x2 y sus 16 pines de conexión.

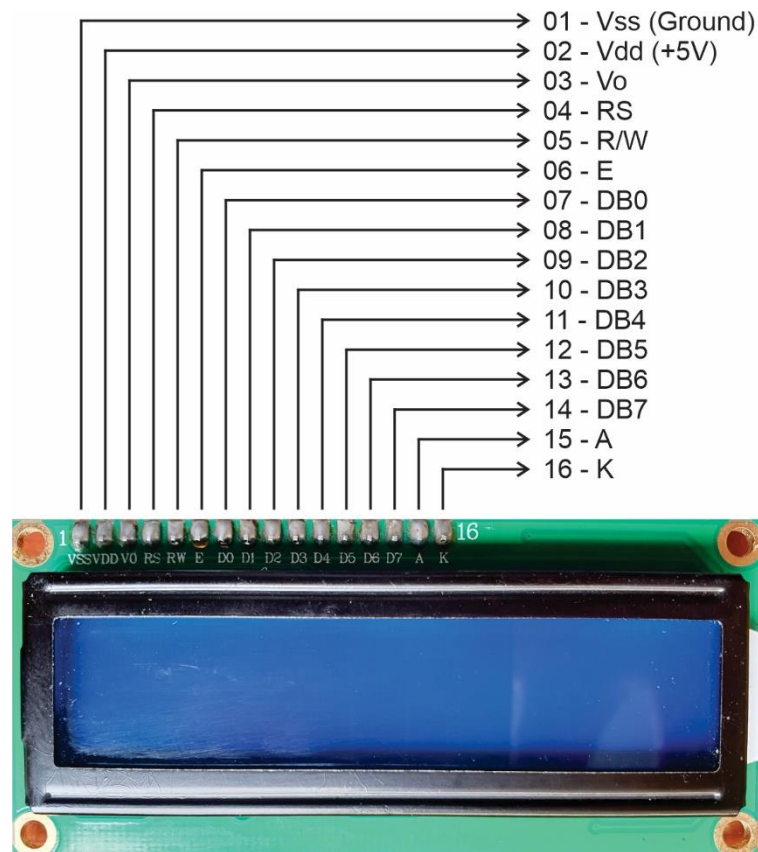


Figura 12. Pantalla LCD 16x2 - distribución de pines.
 Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se describe cada uno de los 16 pines del LCD 16x2.

Tomando en cuenta las características y especificaciones del LCD 16x2 que se mencionan en la Tabla 4, se procedió a realizar las configuraciones y conexiones adecuadas para una correcta respuesta y compatibilidad en la comunicación entre el módulo LDC y el Beaglebone Black.

Tabla 4. Descripción de pines LCD 16x2.

Pin Nro.	Nombre de pin	Descripción
1	Vss (Ground)	Pin conectado al punto de tierra del sistema.
2	Vdd (+5 V)	Alimentación de 5 voltios para LCD (4.7V – 5.3V).
3	Vo	Regula el nivel de contraste del display. Máximo contraste cuando se conecta al punto tierra.
4	RS	Conectado al microcontrolador para seleccionar registro de datos o comando.
5	R/W	Usado para leer o escribir los datos. Normalmente conectado a tierra para escribir datos al LCD.
6	E	Conectado al pin del Microcontrolador y alternado entre 1 y 0 para reconocimiento de datos.
7	DB0	Los pines de datos de 0 a 7 forman una línea de datos de 8 bits. Se pueden conectar al microprocesador para enviar datos de 8 bits. Éste LCD también puede funcionar en modo de 4 bits, en tal caso los pines de datos 4, 5, 6 y 7 quedarán libres.
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	A	Pin de luz de fondo LED, terminal positivo.
16	K	Pin de luz de fondo LED, terminal negativo.

Fuente: Components 101. (2017).

4.1.4.3. Notificación por Alerta Visual

Para este bloque de alerta se utilizó un diodo LED de alta potencia ultra brillante color rojo, no sólo por ser un color característico de emergencia, sino por ser el color más evidente y perceptible por el ojo humano en cualquier ambiente. En la Figura 13 se muestra físicamente el diodo LED de alta potencia, cuando está apagado (a) y cuando está encendido (b).

El diodo LED utilizado para la notificación de emergencia temprana en caso de tsunami tiene las siguientes características técnicas:

- Color: rojo
- Eficacia Luminosa: 47 lm/W
- Longitud de onda (± 5 nm): 620 nm
- Apertura del Haz: 140°
- Potencia: 3W

- Corriente: 700 mA
- Voltaje: 2.4 ~ 2.8 VDC
- Vida útil: 30000 horas

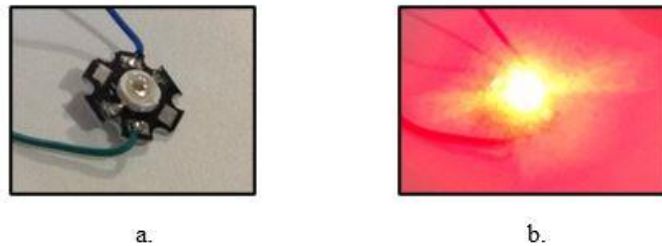


Figura 13. Diodo LED de Alta Potencia, encendido (a) y apagado (b).
Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

La conexión realizada con el diodo LED ultra brillante debe ser independiente al Beaglebone Black, porque la corriente necesaria para su funcionamiento produce inestabilidad al Beaglebone. Para evitar tal efecto, se utilizó un optoacoplador y 2 transistores para la separación de tierras y suministrar suficiente corriente al diodo LED ultra brillante.

La Figura 14 muestra el diagrama esquemático de activación del diodo LED ultra brillante, además del optoacoplador y transistores, esto es, la señal DF_PLAYER proveniente del Beaglebone Black activa el optoacoplador ante una alerta de emergencia y este a su vez permite alimentar al diodo LED ultra brillante con suficiente corriente a través de los dos transistores.

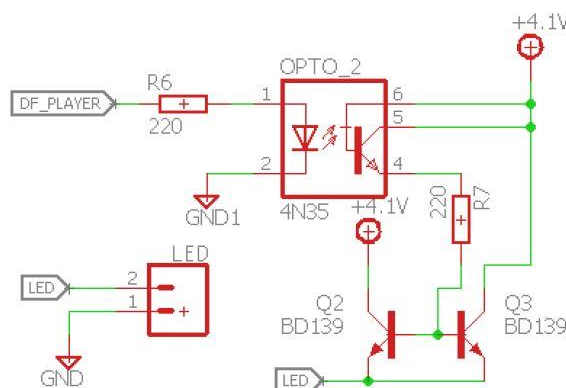


Figura 14. Diagrama esquemático de activación de diodo LED Ultra brillante.
Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

4.1.5 Módulo de alimentación

Este módulo tiene la tarea de dar alimentación voltaica al prototipo receptor EWBS, la cual requiere de energía para el óptimo funcionamiento del receptor EWBS, siendo 5VDC. Además de tener una fuente de energía de respaldo o también llamada back up de energía, todo esto está integrado principalmente por una batería de Ion - Litio de 3.7V a 3000 mAh, dichos valores son totalmente comerciales en el mercado electrónico nacional. Sin embargo, la batería no funciona sola, debe estar conectada a otros circuitos y en conjunto formar el módulo de alimentación. La Figura 15 muestra el diagrama de bloques del módulo de alimentación para obtener el voltaje regulado y adecuado para el Beaglebone y demás módulos.

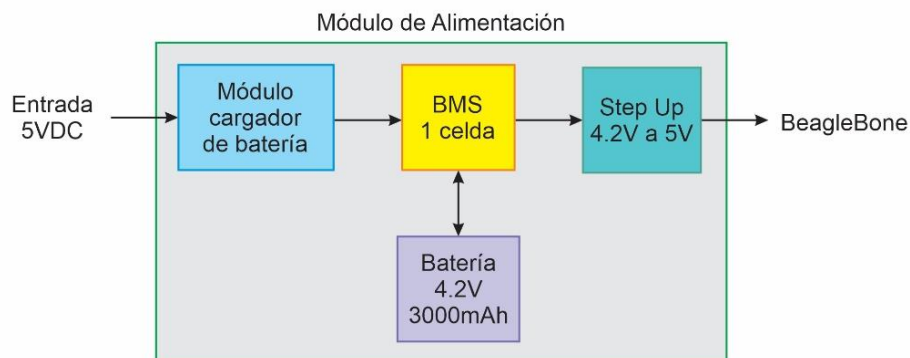


Figura 15. Diagrama de bloques del módulo de Alimentación.
Fuente: Elaboración propia.

El módulo de alimentación está compuesto por cuatro bloques:

a. Módulo cargador de batería

Su función principal es la de mantener con carga continua a la batería de Ion-Litio. Este módulo recibe una alimentación de 5VDC como se muestra en la Figura 15 y la salida se conecta directamente a la entrada del BMS de 1 celda. El módulo cargador, además de sus funciones de entrada y salida, protegen el circuito de sobrecalentamiento, protección de sobrecorriente y subtensión; respecto a la batería, tiene protección de temperatura, la carga se apaga en caso de conectar la batería inversamente y protección en caso de corto circuito.

b. BMS

Battery Management System (Sistema de Administración de Batería) es el encargado de controlar y/o administrar la carga de la batería de tal manera que ésta sea protegida ante sobre cargas, sobre descargas, sobre corriente y cortocircuito para un funcionamiento seguro. Para el módulo de alimentación se utilizó un BMS de 1 celda, esto quiere decir que sólo está habilitado para cargar una sola batería. El BMS es un mediador entre la batería de Ion-Litio y su módulo cargador como se muestra en la Figura 15.

c. Batería de Ion-Litio

La batería utilizada es de 4.2 VCC a 3000 mAh, dichos valores son enteramente comerciales en el mercado tecnológico nacional, esto es, que ante algún reemplazo ya sea por falla de fábrica o uso prolongado de tiempo, pueda ser reemplazada. La cantidad de mAh escogida para la batería fue en base al consumo de corriente del receptor EWBS en modo standby y en modo alerta, para que el receptor EWBS tenga una autonomía dentro de los tiempos recomendados. Su conexión en el módulo de alimentación fue a través del BMS para su adecuada protección de carga, como se muestra en la Figura 15.

d. Step Up de voltaje

Cumple la función de incrementar el voltaje de salida de la batería 4.2VDC al voltaje requerido por el Beaglebone Black 5VDC, cabe señalar que el voltaje de entrada del Step Up proviene de la batería y su salida o incremento de voltaje se conecta principalmente al Beaglebone Black. Sus características técnicas son las adecuadas para dar alimentación al Beaglebone Black, al módulo MP3, amplificador de audio y al diodo LED de alta potencia.

Especificaciones técnicas del Step Up de voltaje:

- Convertidor elevador DC-DC
- Voltaje de entrada: 2V a 24V DC
- Voltaje de salida: hasta 28VDC
- Corriente de salida máxima: 2A
- Voltaje de salida ajustable

Este módulo tiene dos fuentes de alimentación, una de forma directa que viene de un cargador de pared de 5VDC-2A el cual alimenta al prototipo y carga a su vez la fuente de back up que viene hacer la segunda fuente de alimentación del prototipo, esta fuente de back up es una fuente de reserva (con batería) el cual le permite tener autonomía por un tiempo necesario al prototipo en caso la primera fuente se corte. Cabe resaltar que de la salida del step up se alimentan el Beaglebone Black, el módulo MP3 y módulo amplificador, asimismo, el módulo de la pantalla LCD y el módulo sintonizador van conectados a las fuentes internas que brinda el Beaglebone Black, y por último el módulo led de alerta se alimenta de la salida de la fuente de back up (batería).

4.2 Implementación del Sistema

4.2.1 Recepción de la señal

Luego de haber establecido los parámetros de recepción del sintonizador EWBS, se realizó un testeo de la recepción de la señal, es decir, se efectuaron pruebas de recepción de la señal EWBS que para ese periodo de la implementación se generaron y emitieron por un modulador portátil USB multiestándar, que simula la transmisión de un canal de TDT. Para esto se ejecutó una aplicación de testeo, donde se puede visualizar el estado de la señal captada. En la Figura 16 se muestra la prueba de señal EWBS donde se puede observar que, al no recibir la señal, se obtiene un estado 0x0, pero luego al recibir la señal se visualiza el estado 0x3, en donde se muestra un mensaje de emergencia: “Tsunami Warning!! in Nationwide Peru”.

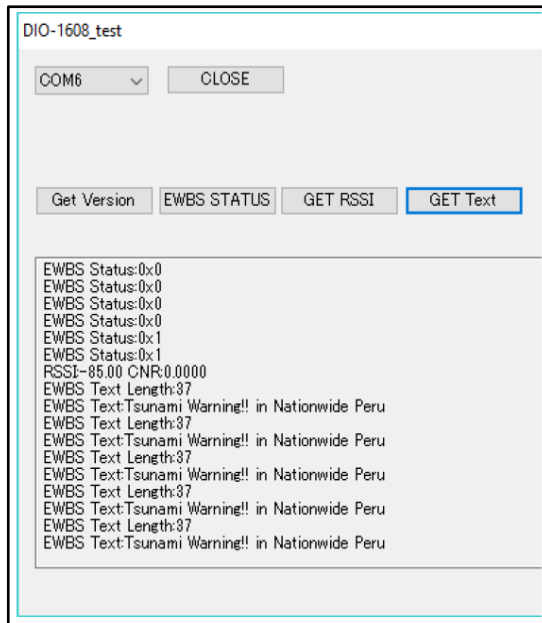


Figura 16. Prueba de señal EWBS.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

El modulador portátil USB tiene un software que permite ajustar los parámetros para una transmisión simulada, en donde se hizo coincidir con los parámetros de recepción del módulo EWBS para que sean compatible, además este software genera desde el ordenador una señal que contiene el EWBS y lo transmite por medio del puerto USB con el fin de probar el correcto funcionamiento del módulo EWBS. En la Figura 17 se muestra la interfaz del software del modulador portátil USB multiestándar.

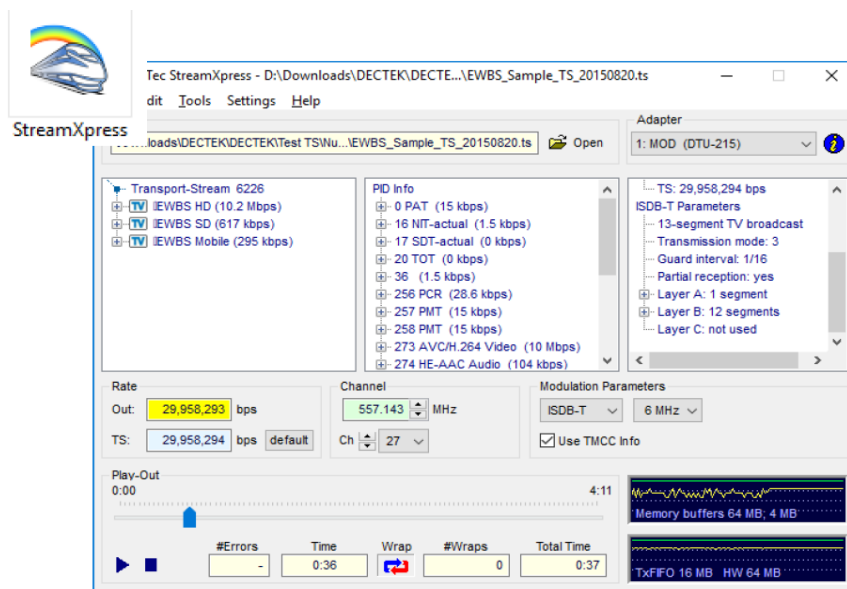


Figura 17. Interfaz del software del modulador portátil USB multiestándar.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

En la Figura 18 se puede observar la conexión en físico del sintonizador EWBS con el dispositivo modulador portátil USB multiestándar, donde además el sintonizador a su vez está conectado a un módulo de conexión UART que transmite el estado de la información de recepción del sintonizador al ordenador donde se puede visualizar información.

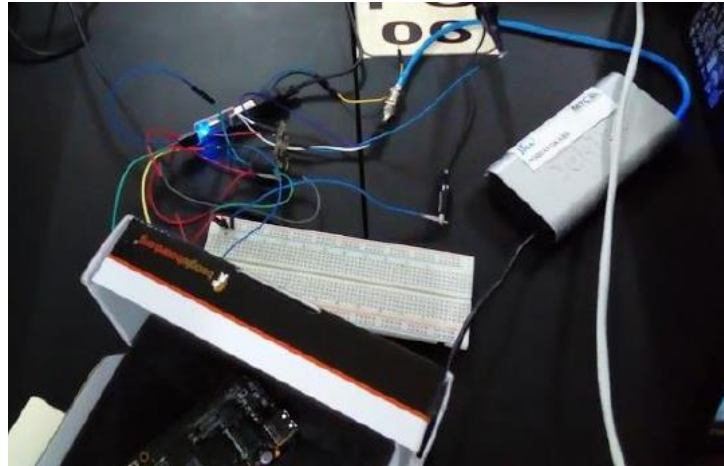


Figura 18. Conexión física del módulo EWBS con el dispositivo modulador portátil USB multiestándar.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Para captar la información de recepción del sintonizador que se hace por medio del modulador portátil USB multiestándar, se necesita el módulo de conexión UART el cual nos ayuda a establecer una conexión con el sintonizador que tiene la misma comunicación serial UART y que de esta manera se logra visualizar los datos en el ordenador de manera exitosa, el cual se muestra en la Figura 19.

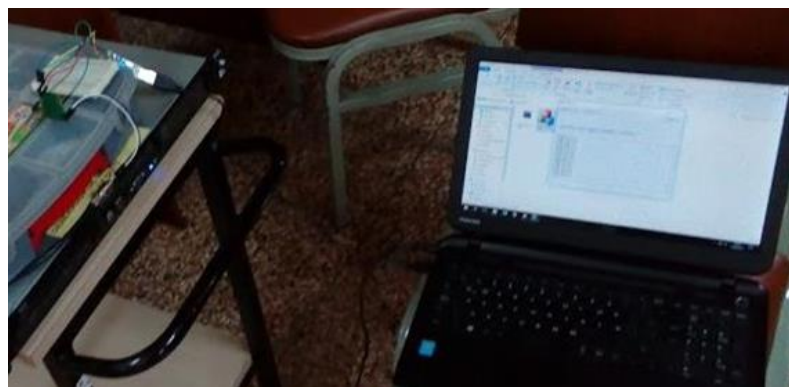


Figura 19. Captura de datos en el ordenador de la recepción de la señal EWBS.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

4.2.2 Configuración y programación del BeagleBone Black

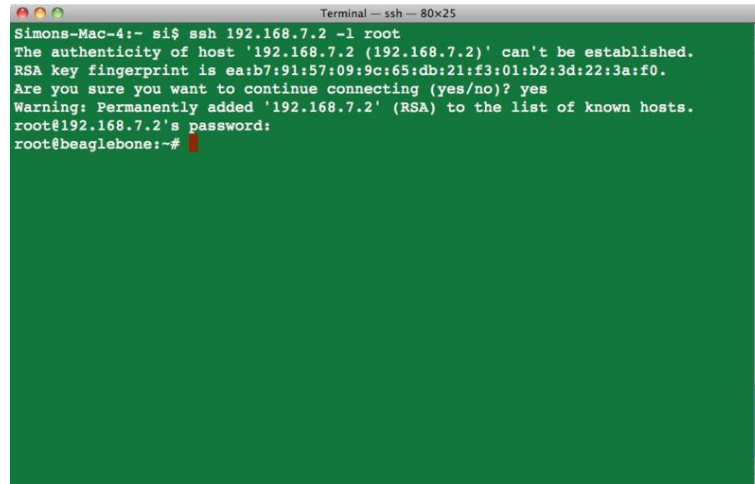
Con el fin de poder desarrollar el software para la lectura de datos almacenados en el sintonizador EWBS luego de detectar la señal de alerta de Tsunami, se necesita configurar el BeagleBone Black para que este pueda ejecutar tanto la comunicación serial, así como la posterior muestra de información a través de la línea de comandos y una pantalla LCD. A continuación, se dará en detalle lo necesario para lograr la correcta configuración y posterior desarrollo del software que recolecta la información del sintonizador.

Para el desarrollo de la configuración del Beaglebone Black se optó por el lenguaje de programación Python dado a la cantidad de documentación, soporte y la creciente comunidad de desarrolladores en este lenguaje de programación. Así mismo por la presencia de librerías específicas para el control de la comunicación serial UART en todo su espectro siendo las mismas: PyBBIO y PySerial.

a. Comunicación con el Beaglebone Black a través de SSH

Se entabló la conexión con en Beaglebone Black a través de SSH para poder acceder al control total del Sistema Operativo Linux, en el cual fue preciso instalar las librerías necesarias para la ejecución de la comunicación serial UART y así poder desarrollar el programa que realizará la recolección de datos presentes en el sintonizador EWBS.

Para el desarrollo se puede usar dos vías, la primera a través de la web, ya sea con un usuario de Linux y la segunda por medio de SSH, el cual permite acceder al Beaglebone Black. SSH o Secure Shell, es un protocolo para obtener, de forma segura y el acceso de la terminal a una computadora remota a través de una red local, todo lo anterior se muestra en la Figura 20.



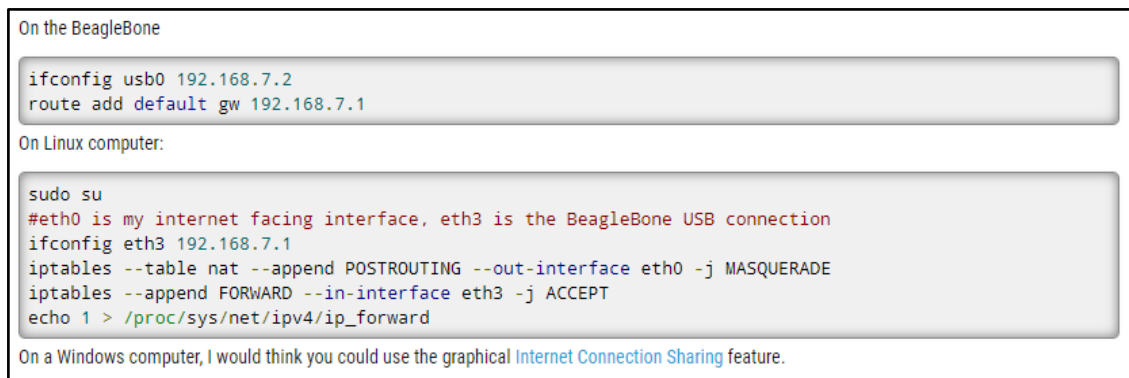
```
Terminal - ssh - 80x25
Simons-Mac-4:~ si$ ssh 192.168.7.2 -l root
The authenticity of host '192.168.7.2 (192.168.7.2)' can't be established.
RSA key fingerprint is ea:b7:91:57:09:9c:65:db:21:f3:01:b2:3d:22:3a:f0.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.7.2' (RSA) to the list of known hosts.
root@192.168.7.2's password:
root@beaglebone:~#
```

Figura 20. Conexión con en Beaglebone Black a través de SSH.

Fuente: Adafruit (s.f.)

b. Configuración del acceso a Internet

Fue necesario conectarse a internet desde el Beaglebone Black dado que se requiere actualizar drivers y más importante aún la capacidad de instalar el control de versiones git para posteriormente instalar PySerial y los periféricos necesarios, dicha conexión se muestra en la Figura 21.



```
On the BeagleBone
ifconfig usb0 192.168.7.2
route add default gw 192.168.7.1

On Linux computer:
sudo su
#eth0 is my internet facing interface, eth3 is the BeagleBone USB connection
ifconfig eth3 192.168.7.1
iptables --table nat --append POSTROUTING --out-interface eth0 -j MASQUERADE
iptables --append FORWARD --in-interface eth3 -j ACCEPT
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward

On a Windows computer, I would think you could use the graphical Internet Connection Sharing feature.
```

Figura 21. Conexión a internet desde el BeagleBone Black.

Fuente: Evan, B. (2013)

c. Instalación de la librería PySerial

Para la instalación de la librería PySerial se realizaron los siguientes pasos: Primero se comprobó que el software de control de versiones git esté instalado en el Beaglebone Black, el cual se muestra en la Figura 22.

2.1. Installation

The git version control system is installed with the following command

```
sudo apt install git
```

Figura 22. Comprobación de la instalación de control de versiones git.

Fuente: Ubuntu. (s.f.)

Luego, se procedió a instalar PySerial, en la Figura 23 se muestra la librería para la instalación del PySerial.

Installation

```
pip install pyserial should work for most users.
```

Figura 23. Instalación de PySerial.

Fuente: GitHub. (s.f.).

d. Diagrama de conexiones para comunicación serial UART half dúplex con el sintonizador

El Beaglebone Black necesitó de la conexión de dos resistencias de 22 ohms en los pines 3 y 4 para poder entablar la comunicación con el módulo sintonizador EWBS, esto se puede observar en la Figura 24.

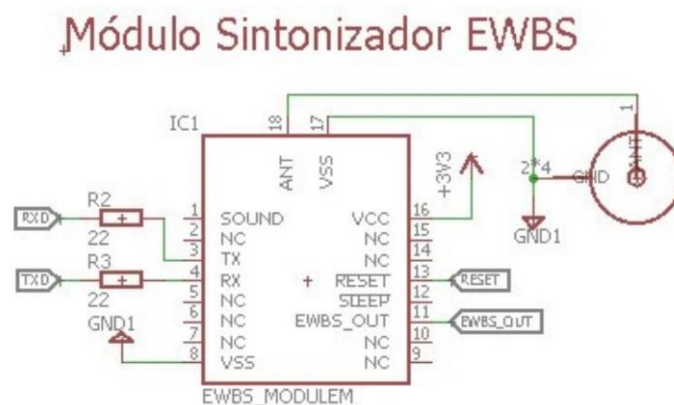


Figura 24. Esquema de la conexión del módulo EWBS y las resistencias en los pines 3 y 4 para comunicación serial UART.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

e. Prueba de comunicación UART half duplex

Para la prueba de comunicación UART se empleó el programa para la lectura del Status de la Señal EWBS, donde se escribió una serie de Bytes como instrucción al sintonizador y así obtener el status de la Señal EWBS por medio de la comunicación serial asíncrona a 115200 baudrate, los cuales son mostradas en las Figuras 25 y 26.

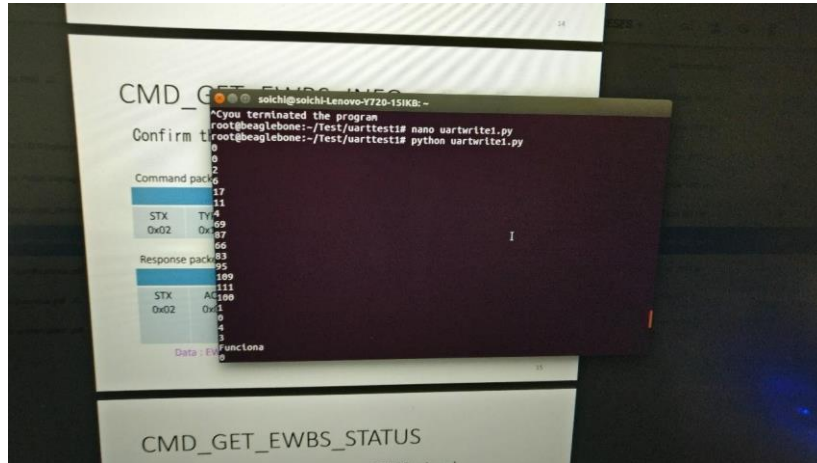


Figura 25. Lectura de la trama de bytes en la señal serial asíncrona UART por medio de la terminal remota SSH en Linux.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

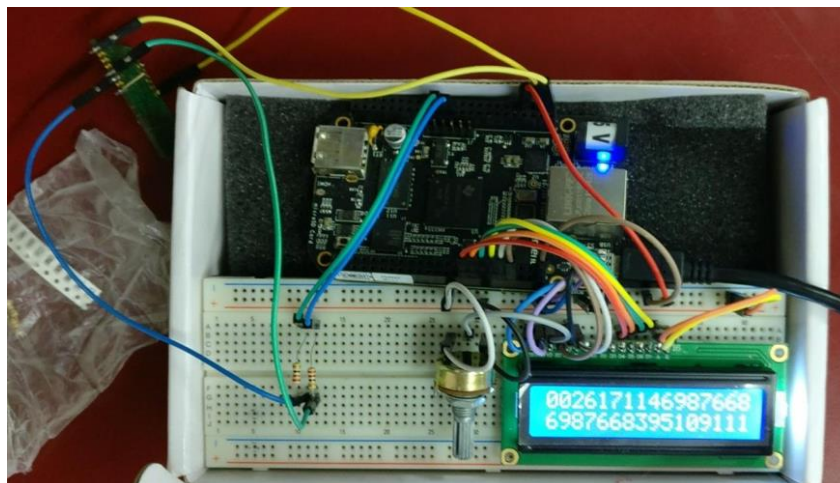


Figura 26. Lectura de la trama de bytes en la señal serial asíncrona UART por medio de una pantalla LCD.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

f. Desarrollo del programa para la obtención de Status de la Señal EWBS

Ahora bien, para el desarrollo del programa para obtener el Status de la señal EWBS fue necesario la declaración de la librería para uso de la comunicación serial UART, como se muestra en la Figura 27.

```
# Libraries
import Adafruit_BBIO.UART as UART
import Adafruit_CharLCD as LCD
import serial
import time
```

Figura 37. Librería para uso de la comunicación serial UART

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Mientras que la configuración del protocolo serial UART half duplex a 115,200bps, 8bit, 1 stop bit, no parity, no flow control se puede observar en la Figura 28.

```
# UART Settings
UART.setup("UART1")

ser = serial.Serial(port="/dev/ttyO1", baudrate=115200, bytesize=serial.EIGHTBITS, parity=serial.
ser.close()
ser.open()

ial.PARITY_NONE, stopbits=serial.STOPBITS_ONE, timeout=None, xonxoff=False, rtscts=False, dsrdtr=False)
```

Figura 28. Configuración del protocolo serial UART half duplex.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Asimismo, la función que genera la lectura de los valores de los bytes en la trama recibida desde el sintonizador EWBS se mostró en una pantalla la señal de alerta detectada es una tabla creada para mostrar la notificación de alerta. Con la programación, la función que inicia la interacción con el sintonizador EWBS, el cual solicita la trama que contiene información sobre el status de la señal EWBS (activa o inactiva).

Para que de esa manera la detección de la señal EWBS presente en la señal de TV digital Terrestre emitida por el modulador portátil USB. La cual se visualiza en la Figura 29.

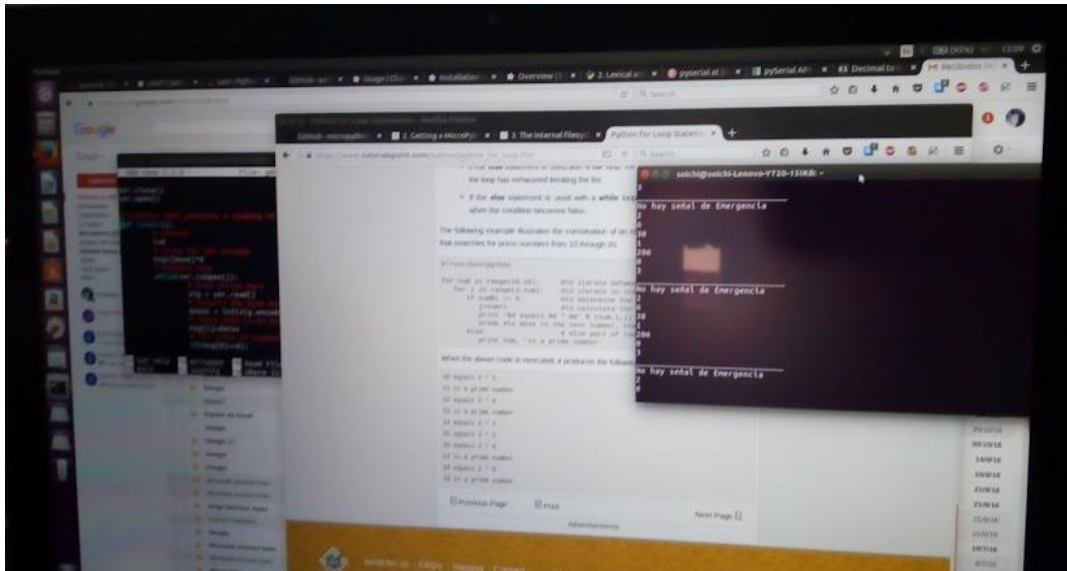


Figura 29. Detección de la señal EWBS en la señal de TV digital emitida por el modulador portátil USB multiestándar.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Finalmente, la detección de la Señal EWBS presente en la señal de TV digital Terrestre emitida por el modulador portátil USB multiestándar, se imprimió en la pantalla LCD incorporada en el prototipo. En la Figura 30 se puede observar lo descrito.

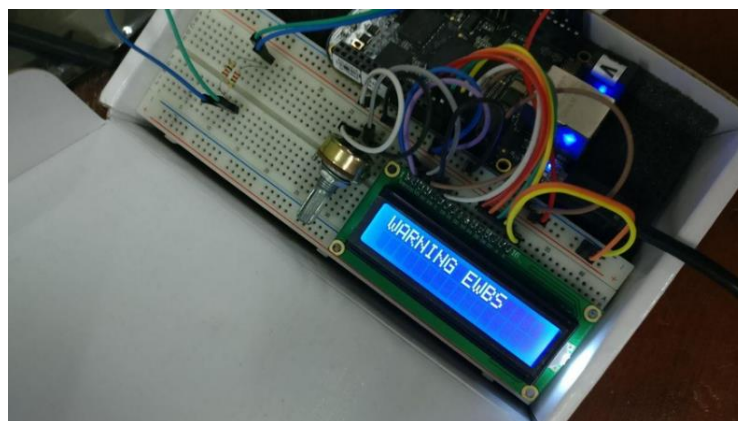


Figura 30. Señal recibida en la pantalla LCD.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Para finalizar, en la Figura 31 se muestra el esquema de conexión del BeagleBone Black, el cual se encarga de recibir la señal del sintonizador la cual llega por los puertos de comunicación UART, inmediatamente se envía una señal de activación a sus puertos, las cuales activan la pantalla LCD, el módulo MP3 y el LED de alerta DF_PLAYER.

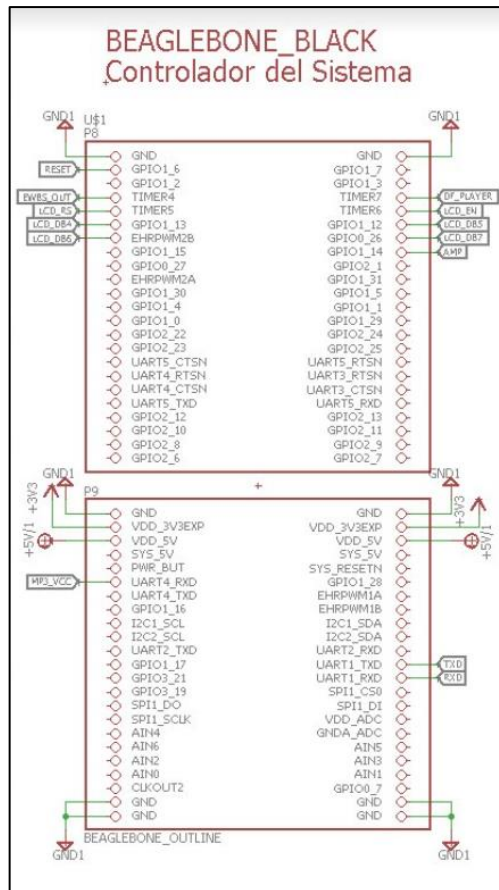


Figura 31. Esquema de la conexión del Beaglebone Black a los módulos de notificación y sintonizador de señal EWBS.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

4.2.3 Activación de las interfaces audiovisuales

Para la activación de los módulos de notificación, los cuales ya se describieron anteriormente, se hizo la integración de todos módulos descritos, que mediante el módulo de procesamiento (Beaglebone Black) se activan tres señales las cuales encienden los módulos de notificación.

Una serie de pines manejan la conexión del módulo de la pantalla LCD los cuales mediante los comandos programados escriben el mensaje que viene codificado en la señal EWBS y se muestra en la pantalla LCD, además cuando el equipo no recibe una señal de Alerta muestra un mensaje “Sin Tsunami”.

Para la activación de la notificación de audio se utilizó un parlante donde previamente en el módulo MP3 se grabó un mensaje diciendo: “alerta de tsunami, dirigirse a una zona segura”, esta notificación se activa mediante la señal DF_PLAYER el cual a su vez activa el ADKEY_1 que enciende el

módulo MP3 y empieza a reproducir el mensaje guardado, adicionalmente el Beaglebone Black activa el Amplificador a través de la señal AMP, que finalmente se oye por el parlante.

El módulo Led se activó por la señal enviada desde el Beaglebone Black del DF_PLAYER que lo enciende de manera intermitente. En la Figura 32 se muestra cuando el prototipo esta sin señal de alerta y otra con señal de alerta.

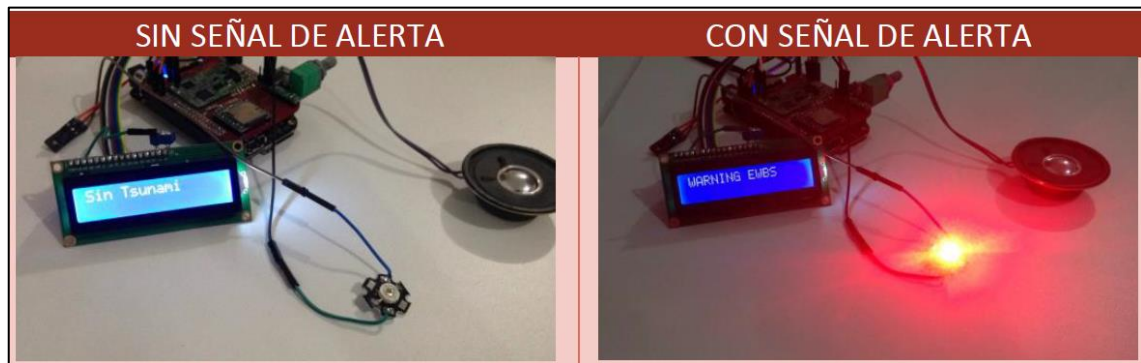


Figura 32. Esquema de la conexión del Beaglebone Black a los módulos de notificación y sintonizador de señal EWBS.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

4.3 Simulación y Resultados

4.3.1 Recepción de señal de emergencia

Para la simulación de la transmisión de una señal de TDT con una señal EWBS se utilizaron los dispositivos, como el Playout (servidor, multiplexor, re-multiplexor y modulador), el amplificador y una antena; que se encuentran en los ambientes de la empresa Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C., para ello se obtuvo un archivo de vídeo (BTS) con la señal EWBS integrada (este vídeo tiene la extensión ". ts" y 204 bytes), con el fin de utilizarlo en las pruebas para el desarrollo del prototipo, este archivo de vídeo ha sido grabado en la memoria del servidor de Playout (marca EITV).

Los parámetros de la salida se seleccionaron eligiendo la tarjeta moduladora DTA-115, el canal de transmisión (CH16) y la frecuencia 485,142857 MHz, después de lo cual la señal se modula y se transmite. En la Figura 33 se muestra un diagrama de conexión de los equipos antes descritos.

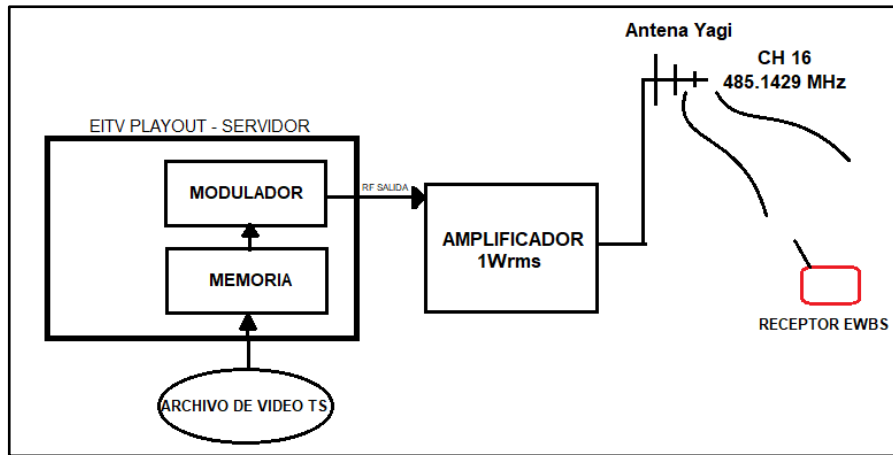


Figura 33. Esquema de equipos utilizados en las pruebas.

Fuente: Elaboración propia.

Para corroborar que la transmisión fue efectiva, se utilizó el equipo “Hexylon”, el cual permite la recepción de la señal de audio y video transmitida por el sistema de prueba del laboratorio de la empresa. La Figura 34 muestra que la señal EWBS está activa en el momento de la transmisión " EWS: ON", además del rango de frecuencia en el que recibe esta señal.

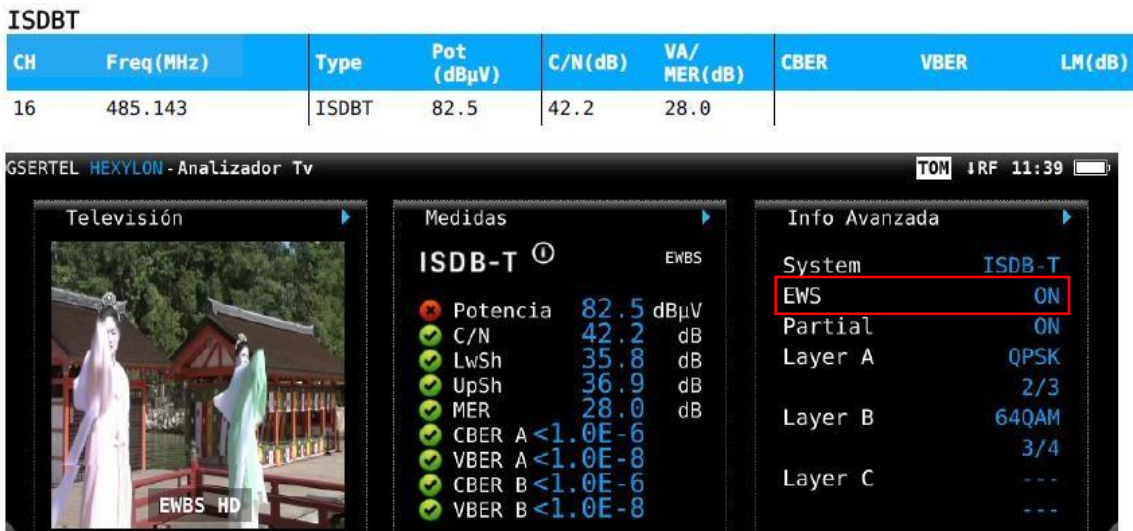


Figura 34. Resultado de la prueba con el analizador HEXYLON para la validación de la señal EWBS transmitida.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Para las pruebas de recepción en los ambientes de la empresa Tecnologías de Radiodifusión del Perú SAC, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultado de pruebas de recepción.

Nº	Distancia del prototipo a la antena de transmisión	Nivel de Recepción de TDT en dBuV/m	Recepción de Señal EWBS desde el prototipo HIRO	Tiempo de Respuesta ante lanzamiento de señal de prueba
1	3m	60	SI	2 s
2	8m	59	SI	2 s
3	15m	54	SI	4 s
4	25m	52	SI	5 s
5	40m	49	SI	5 s

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Se comprobó que el prototipo en una zona con cobertura, puede recibir la transmisión de la señal EWBS en un tiempo menor a 6 segundos.

En la Figura 35 se muestra el prototipo activado.



Figura 35. Prototipo activado.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

4.3.2 Autonomía del prototipo

Para efectos de validación de operación y funcionamiento del prototipo HIRO se desarrolló el siguiente procedimiento de verificación para:

a. Validación de autonomía en modo Alerta.

El estado de operación en modo alerta, indica que el prototipo está operando con todas las salidas digitales habilitadas, eso quiere decir que tanto como la señal de alerta lumínica, audible y visual están en plena operación.

Se midió el consumo de corriente mediante una fuente de alimentación programable, dando como resultado un consumo de 1.829 A, en la Figura 36 se muestra dicho resultado, además por lo analizado el prototipo consume aproximadamente 9.2 vatios en modo alerta.

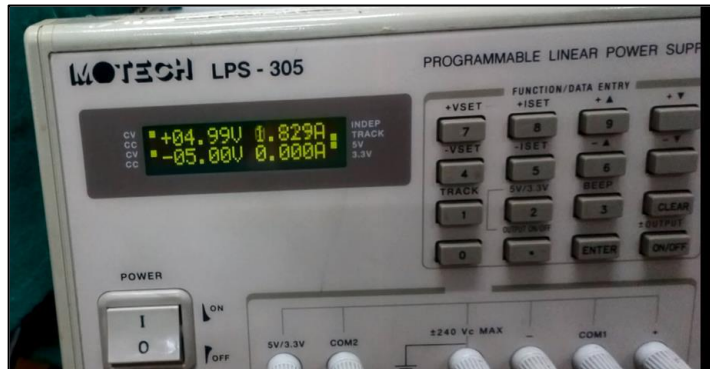


Figura 36. Verificación del consumo de corriente en modo alerta.

Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

De acuerdo a cálculos teóricos, recomendados por DIGIKEY, proveedor de dispositivos electrónicos, recomienda que la autonomía teórica debería ser de unas 1.14 horas aproximadamente.

El tiempo de autonomía comprobado en modo alerta fue de 10 minutos. En base a ello se realizaron las estimaciones correspondientes para cumplir con dicho objetivo. Para ello se realizaron pruebas de funcionamiento y medición de consumo de corriente y voltaje para la estimación de la capacidad de la batería, indicadas en la Figura 37.

Duración de la batería	
Capacidad de la batería:	
<input type="text" value="3000"/>	mAh
Consumo del dispositivo:	
<input type="text" value="1829"/>	mA
Tasa de consumo:	
<input type="text" value="0.7"/>	
Horas estimadas:	
<input type="text" value="="/>	<input type="text" value="1.148168398"/>

Figura 37. Cálculo de horas de autonomía en modo alerta.

Fuente: Digi-Key, (s.f.)

Por temas de disponibilidad de baterías en el mercado tecnológico del país, se realizaron adquisiciones de baterías de 4.2 V a 3000 mA, el cual fue acondicionado para que luego genere 5 Vdc, en base al cual se realizaron las pruebas de operación y funcionamiento.

b. Validación de autonomía en modo Stand By.

El estado de operación en modo Stand By, indica que el prototipo está operando con dos salidas digitales apagadas, solo se encuentra habilitada la notificación por mensaje visual (continuamente indica sin tsunami).

El consumo de corriente en modo stand by es de: 413 mA, el cual se muestra en la Figura 38.



Figura 48. Verificación del consumo de corriente en modo Stand By.

Fuente: Fuente: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C.

Por lo que analizando el prototipo consume 2.1 vatios aproximadamente en modo Stand By.

De acuerdo a cálculos teóricos, recomendados por DIGIKEY, proveedor de dispositivos electrónicos, recomienda que la autonomía teórica debería ser de unas 5.08 horas aproximadamente, como se muestra en la Figura 39.

Duración de la batería

Capacidad de la batería:

3000 mAh

Consumo del dispositivo:

413 mA

Tasa de consumo:

0.7

Horas estimadas:

= 5.0847457627

Figura 39. Cálculo de horas de autonomía, modo Stand By.
Fuente: Digi-Key, (s.f.)

CAPÍTULO V: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

5.1 Cronograma de actividades

Tabla 6. Cronograma de actividades.

Actividades	Año 2020																			
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Planteamiento del estudio	x	x																		
Fundamentos teóricos		x	x																	
Metodología de la investigación			x	x																
Diseño del Hardware del Sistema					x	x	x	x												
Implementación del Sistema							x	x	x	x	x									
Simulación y resultados											x	x	x	x						
Conclusiones y Recomendaciones															x	x				
Referencias Bibliográficas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Anexos							x	x	x	x	x	x								
Revisión Final																	x	x		

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Análisis de Costos

La elaboración de la presente tesis no sólo involucró el tiempo dedicado en el planeamiento, investigación y desarrollo, sino también aspectos económicos que se reflejan en:

- Adquisición de equipos, dispositivos y accesorios
- Materiales de escritorio
- Personal (mano de obra externa)
- Gastos adicionales

En la Tabla 7 se describen cada uno de los aspectos antes mencionados.

Tabla 7. Análisis de Costos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNIT. S/	P. TOTAL S/
EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS				
1	BeagleBone Black	01	320.00	320.00
2	Sintonizador de señal EWBS	01	180.00	180.00
3	Antena UHF	01	55.00	55.00
4	Conector coaxial F	01	2.50	2.50
5	Batería de 3.7 VDC – 3000 mAh	01	30.00	30.00
6	Tarjeta reproductor MP3	01	15.00	15.00
7	Memoria MicroSD 8GB	02	20.00	40.00
8	Pantalla LCD 2x16	01	12.00	12.00

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNIT. S/	P. TOTAL S/
EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS				
9	Dispositivos electrónicos y materiales en general (cables, resistencias, conectores, optoacopladores, soldadura, estaño, etc.)	01	55.00	55.00
10	Módulo Amplificador de audio	01	15.00	15.00
11	Parlante de 8Ω - 2W	01	8.00	8.00
12	Módulo Cargador de batería	01	8.00	8.00
13	Step Up Voltage regulator	01	20.00	20.00
14	Módulo BMS de 1 celda	01	10.00	10.00
15	Impresión de placa	01	120.00	120.00
16	Chasis de prototipo	01	100.00	100.00
Subtotal parcial				990.50
MATERIALES DE ESCRITORIO				
17	Hojas Bond A-4 de 80 gramos	100	0.10	10.00
18	Útiles de escritorio en general	01	--	10.00
19	Impresión	70	0.50	35.00
Subtotal parcial				55.00
PERSONAL				
20	Programador	01	--	400.00
21	Asesoría externa	02	200.00	400.00
Subtotal parcial				800.00
GASTOS ADICIONALES				
22	Traslados	01	--	200.00
23	Refrigerios	01	--	100.00
24	Otros gastos	01	--	70.00
Subtotal parcial				370.00
Total				2215.50

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Análisis Económico – Comercial del receptor EWBS

En esta parte se pretende demostrar la factibilidad de la comercialización del receptor EWBS tomando en cuenta los siguientes factores: identificar el rubro de producción, diseñar el receptor EWBS, desarrollar el receptor EWBS, analizar el mercado nacional y definir la estrategia comercial. A continuación, se describen cada uno de los factores de comercialización:

5.3.1 Identificar el rubro de producción

La elaboración del receptor EWBS se encuentra en el rubro de la seguridad y prevención ante un tsunami. Por tal motivo el prototipo debe cumplir con las recomendaciones adecuadas en funcionamiento, autonomía y garantía direccionadas a equipos o dispositivos electrónicos utilizados para notificación de emergencias.

5.3.2 Diseñar el receptor EWBS

Primero debemos validar el diseño y detectar posibles fallas y defectos de funcionamiento tanto en software como en hardware. Para la elaboración de la carcasa del prototipo, la parte interna debe tener el espacio necesario para las placas y dispositivos; la forma debe ser comercialmente atractiva y el tamaño lo suficiente para que el receptor EWBS cumpla con las características técnicas para su correcto funcionamiento, especialmente para la etapa de notificación.

5.3.3 Desarrollar el receptor EWBS

Bajo el CAD de diseño es posible la elaboración del prototipo, ya sea mecanizado, impresión 3D o por equipos electrónicos. Dicha elaboración o fabricación puede ser con manufactura nacional o internacional, cualquiera sea el caso, deben cumplir con altos estándares de calidad y funcionamiento, ante todo ello se analizará los costos de producción (fijos y variables).

La estructura organizacional es la pieza clave del presente análisis comercial, ya que de esta manera se puede derivar a varias áreas (logística, comercial, marketing, control de calidad, etc.) y así realizar un trabajo organizado y dedicado.

Sobre la patente del receptor EWBS, es de mucha importancia hacer su documentación respectiva como parte de un derecho exclusivo tanto en la fabricación como en la comercialización, de igual manera el registro de la marca del producto.

5.3.4 Analizar el mercado nacional

Es importante saber cuál es nuestro público objetivo, tomando en cuenta los aspectos y niveles económicos en los sectores de vulnerabilidad ante un tsunami, este público objetivo debe poder mantener una vivienda, tener un centro laboral fijo y una condición económica independiente. A pesar que la presente investigación sólo toma en cuenta el distrito del Callao como sector vulnerable ante un tsunami, cabe mencionar que este receptor aplica para toda la zona costera del Perú, esto hace, que se amplíe el mercado.

El receptor EWBS es nuevo en el Perú, quiere decir que no existen competidores directos en el mercado nacional. Cabe mencionar que INICTEL-UNI ha realizado avances sobre esta propuesta, pero sin tener en cuenta varias características que la presente investigación considera.

Sobre el costo del receptor EWBS, tomando en cuenta lo dicho en los 2 párrafos anteriores, se considera un valor que oscile alrededor de un monto de los gastos de los equipos, dispositivos y accesorios que se muestran en la Tabla 7, esto como un valor aproximando para su venta. Cabe mencionar que para ello se debe estructurar una buena logística, sobre todo en la adquisición de materiales y dispositivos en cantidad y no por unidad, conseguir buenos proveedores que cumplan con nuestros requerimientos técnicos y estándares de calidad.

5.3.5 Definir la estrategia comercial

Para esta definición se tomarán en cuenta varios aspectos que conlleven a la adquisición del receptor EWBS, de tal forma que el producto sea confiable y recomendable, a continuación, se mencionan cada uno de estos aspectos:

a. Cultura de seguridad

Es importante generar en las personas una cultura sobre la importancia de la seguridad ante un desastre natural, generar esta cultura no solo depende de uno mismo, sino también la información que pueda transmitir las instituciones peruanas por los distintos medios de comunicación (radio, TV, SMS y redes sociales), de tal manera que la seguridad forme parte de una necesidad y no de un lujo.

b. Innovación

Será un aspecto importante en el desarrollo de ingeniería del receptor acorde al avance de la tecnología, esto indica que el desarrollo de software y hardware será con mejora continua cumpliendo siempre con los estándares de calidad, así como las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Ya que el receptor tiene como principal función retransmitir la señal de alerta de emergencia, es preciso saber que mejorar el diseño del receptor no altera las características técnicas necesarias para la notificación de alerta de tsunami.

c. Mantenimiento

El receptor EWBS está diseñado para su uso en interiores, es importante evitar la acumulación de polvo para evitar la obstrucción de su ventilación natural. El mantenimiento preventivo que corresponde, fácilmente lo puede realizar el usuario.

CONCLUSIONES

1. El diseño del receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black permitió detectar exitosamente la alerta temprana de Tsunami en el Callao de manera simulada, ya que su módulo sintonizador pudo detectar el cambio del Flag de activación (bit 26) de la señal EWBS emitida por el equipo transmisor.
2. Se comprobó que el diseño del receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black hizo posible la decodificación de la alerta temprana de tsunami en el Callao, esto es debido a que el Beaglebone Black cumplió positivamente con el proceso de la señal EWBS desde el módulo sintonizador hasta las salidas correspondientes para la notificación.
3. La implementación del receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black cumplió con el objetivo de notificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao debido a que los módulos para la notificación por mensaje de voz, alerta visual y mensaje visual recibieron satisfactoriamente la señal correspondiente del Beaglebone Black.

El diseño del receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black, conllevó a la realización de pruebas de cada uno de sus módulos, de tal manera que pudimos asegurarnos del objetivo de cada una de ellos, cuya consecuencia, al integrar todos estos módulos, se comprobaron el funcionamiento de todo el receptor EWBS. Todo esto permitió que la alerta temprana de tsunami en el Callao sea una realidad para que miles de personas puedan salvaguardar su integridad.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que, para fines experimentales o investigación en campo, se debería coordinar con las instituciones competentes para que la recepción de la señal EWBS sea captada por medio de la señal abierta. Esto implica que se pueda probar la recepción de la señal EWBS en distintos puntos geográficos ubicados dentro de las áreas vulnerables del Callao.
2. Aprovechar la información digital contenida en la señal EWBS, ya que no solo se puede tener información de una alerta de tsunami, sino que la decodificación de la señal EWBS implica que dicha señal de alerta corresponde a un área específica (para este caso al área de Callao), de tal manera que se pueda dar alerta de cualquier desastre natural a la zona correspondientemente vulnerable del Perú.
3. Conocer las distintas formas en que se puede notificar una alerta de emergencia, tomando en cuenta que dicha notificación debe ser percibida por el ser humano y más aún para personas con discapacidad auditiva y/o visual.
4. Tomar en cuenta todas las bondades ofrecidas por la Televisión Digital Terrestre y con mayor razón el uso del estándar ISDB-Tb adoptado en el Perú para sus distintas aplicaciones en beneficio de las personas. Así como las aplicaciones y señales EWBS pueden ser agregados a la programación para que su contenido sea visto por todas las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acedo, P. (2016) Identificación de los riesgos geológicos con fines de implementación del Sistema de Alerta Temprana comunitario ante Tsunami en el Centro Poblado de Colán – Paita. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Piura.
- Adafruit. (s.f.). SSH on Mac and Linux. Recuperado el 15 de octubre del 2020. Obtenido de: <https://learn.adafruit.com/ssh-to-beaglebone-black-over-usb/ssh-on-mac-and-linux>
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2014) Firma del Acuerdo de Donación para el "Proyecto para el Mejoramiento de Equipos para la Gestión de Riesgo de Desastres". Disponible en website: <https://www.jica.go.jp/peru/espanol/office/topics/140225.html>
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2015) Desarrollo Exitoso del Receptor del Sistema de Radiodifusión de Alerta de Emergencia (EWBS) en el Perú. Disponible en website: <https://www.jica.go.jp/peru/espanol/office/topics/151023.html>
- Aguirre, D. (2018) Red de Frecuencia Única en el estándar ISDB-Tb. Espacios, Vol. 39 (N° 32), pág. 29. Disponible en website: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p29.pdf>
- Alcalde, P. (2010). Electrónica general: equipos electrónicos de consumo. Editorial Gráficas Rogar. Obtenido de: <https://books.google.com.pe/books?id=Ewaumr4SaG8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Barba, D. (2018) Influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante erupciones volcánicas y sismos compatibles con el estándar ISDB-TB en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua. Tesis de Maestría. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- CAPACITA INICTEL-UNI. (16 de junio del 2020). Sistemas de Alerta Temprana Empleando Radiodifusión [Archivo de video]. Youtube. Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=vZIDs8eCfHA&feature=youtu.be>

- Components 101. (2017). 16x2 LCD Module. Recuperado el 1 de octubre del 2020. Obtenido de: <https://components101.com/16x2-lcd-pinout-datasheet>
- Convertidor Elevador. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 8 de octubre del 2020. Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Convertidor_elevador
- Dancel, D. (s.f.). RDS (Radio Data System) Principios. Obtenido de: <http://www.electronicasi.com/wp-content/uploads/2013/05/Equipos-de-sonido-Radio-Data-System.pdf>
- DiBEG. (s.f.). EWBS-Superimpose Module. Obtenido de: https://www.dibeg.org/presentation/2017/1703_EWBS_Module/02_EWBS_Module_Overview.pdf
- Digi-Key. (s.f.). Calculador de vida útil de una batería. Obtenido de: <https://www.digikey.com/es/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-battery-life>
- Diseño Asistido por Computadora. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 2 de noviembre del 2020. Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_asistido_por_computadora
- Electrónicos Caldas. (s.f.). DFPlayer Mini [Archivo PDF]. Recuperado el 16 de septiembre del 2020. Obtenido de: <https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/DFR0299-DFPlayer-Mini-Manual.pdf>
- Eliot, C. (2001) Protocolo Común de Alerta (CAP). Obtenido de: https://etrp.wmo.int/pluginfile.php/16534/mod_resource/content/1/2018-MISC-WDS-CAP-Protocol-Comun-18856_es.pdf
- Evan, B. (2013). BeagleBone Internet over USB only. Recuperado el 16 de octubre del 2020. Obtenido de: <http://robotic-controls.com/learn/beaglebone/beaglebone-internet-over-usb-only>
- Expert DAQ. (s.f.). RS422 / RS485 Bus. Recuperado el 10 de octubre del 2020. Obtenido de: <https://expertdaq.com/es/faq/rs422-rs485-bus/>

- Foro Internacional ISDB-T (2013) ISDB-T Documento de Armonización Parte 3: Sistema de Alerta de Emergencia EWBS. Disponible en website: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/470102/EWBS_armonizacion.pdf
- Galiana, A. (2016) Sistemas Embebidos. Disponible en website: <https://es.slideshare.net/marcoreyes1972/sistemas-embebidos-62000647>
- GitHub. (s.f.). PySerial. Recuperado el 16 de octubre del 2020. Obtenido de: <https://github.com/pyserial/pyserial>
- Gómez, M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica. Editorial Brujas. Obtenido de: <https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&lpg=PA85&dq=dise%C3%B1o%20de%20investigacion%20experimental&pg=PA2#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20de%20investigacion%20experimental&f=false>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación, México DF, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2017) Guía para la implementación de SAT-Tsunami a nivel distrital y comunitario. Disponible en website: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201804031548581-1.pdf>
- Jiménez, C., Ortega, E., Moggiano, N., Olcese, D. y Rios, R. (2013) Tsunamis en Perú. Tsunamis, 1ra. Edición, 5 – 59. Disponible en website: https://www.dhn.mil.pe/cnat/pdf/revista_tsunami2014.pdf
- McLaughlin, B. (2015) The BeagleBone Black Primer. Estados Unidos: Editorial Que Publishing.
- Merrill, S. (1996). Issues in Advanced Television Technology. Editorial Focal Press. Obtenido de: <https://books.google.com.pe/books?id=imBQDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. (s.f.). TDT. España.
Disponble en website:
<https://www.televisiondigital.gob.es/TelevisionDigital/TDT/Paginas/tdt.aspx>
- Ministerio de Asuntos Interiores y Comunicaciones de Japón (14 de enero, 2016) Visión general de la ISDB-T, Descripción de la Transición a DTV y los Nuevos Servicios en Japón. Disponible en website:
<https://www.omc.co.jp/ICTperu/espanol/pdf/02.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) Informe Anual de evaluación del Proceso de Implementación d la Televisión Digital Terrestre (TDT) en el Perú. Disponible en website:
<https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/radiodifusion/documentos/1/prueba%20de%20extracto%202013.pdf>
- Navarrete, D. (2016) Implementar el Sistema de Transmisión de Alerta de Emergencia (EWBS) en la Plataforma Villageflow para activar las aplicaciones TDT de alertas tempranas. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Chimborazo. Ecuador.
- Orozco, G. (2015). Las Pantallas múltiples pueden salvar vidas: Sistemas de Alerta Anticipada de Emergencia. En García, F. (Ed.), TVMorfosis 4: Televisión everywhere. México DF, México: Editorial Tintable.
- Parreño, J., Ponce, S., Olmedo, G. y Acosta, F. (2014). Implementación de Servicios para Televisión Digital Terrestre bajo el Estándar ISDB-Tb. Obtenido de:
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/99/97>
- Pierce, J. y Noll, A. (1995). Señales: La Ciencia de las Telecomunicaciones. Editorial Reverté. Obtenido de:
https://books.google.com.pe/books?id=xxY094_Zpb8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- Python (s.f.). General Python FAQ. Recuperado el 10 de octubre del 2020. Obtenido de:
<https://docs.python.org/3/faq/general.html#why-was-python-created-in-the-first-place>

- Sakaguchi, Y., Yoshimi, T. y Marayuma, Y. (s.f.). Estandarización del Sistema de Alerta de Emergencias EWBS en América Central y Sudamérica. Obtenido de: https://www.dibeg.org/news/2013/1310_An_Article_about_the_Standardization_of_EWBS/nb25-4_web-6_bt-ewbs_spanish.pdf
- Segura, J. (2015) Diseño de un Sistema de Monitorización y Emisión de señales de Alerta Temprana de desastres naturales para TDT. Tesis de pregrado. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Ecuador.
- Shogen, K., Ito, Y., Hamazumi, H. y Taguchi, M. (2006) Implementation of Emergency Warning Broadcasting System in the Asia Pacific Region. Disponible en website: http://staging.itu.int/en/ITU-D/Emergency_Telecommunications/Documents/Thailand_2006/final1/Session%209/SESSION%209%20%bNHK%5d%20Dr%20Kazuyoshi%20SHOGEN.pdf
- Silva, M. (2016) Diseño y construcción de un receptor de señales de emergencia EWBS según el estándar ISDB-TB. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Sistema de Gestión de Baterías. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 5 de octubre del 2020. Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_bater%C3%ADas
- Sulla, W. (2016) Metodología para la identificación de Sismos generadores de Tsunami a distancias regionales usando la transformada de Wavelet. Tesis de pregrado. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Ubuntu. (s.f.). Ubuntu Server Guide. Recuperado el 16 de octubre del 2020. Obtenido de: https://help.ubuntu.com/16.04/serverguide/serverguide.pdf?_ga=2.268402311.867882280.1604803417-362223256.1604803417
- Universal Asynchronous Receiver-Transmitter. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 4 de octubre del 2020. Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Asynchronous_Receiver-Transmitter
- Vargas, Z. (2009) La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Educación, Vol. 33 (Nº 1), pág. 159. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Velasco, D. (2015) Estudio del impacto tecnológico del Sistema de Televisión Digital Terrestre mediante la normativa ISDB-TB para el caso de Transmisión de Alertas y Emergencias EWBS. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica Israel. Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

En la Tabla 8 se muestra la matriz de consistencia de la presente tesis titulada: Diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao, Lima 2020.

Tabla 8. Matriz de Consistencia.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES
¿Cómo será el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao?	Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao.	EWBS
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cómo el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black podrá detectar la alerta temprana de Tsunami en el Callao? ¿Cómo el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black podrá decodificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao? ¿Cómo el diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black podrá notificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para detectar la alerta temprana de Tsunami en el Callao. Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para decodificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao. Diseñar un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para notificar la alerta temprana de Tsunami en el Callao.	Alerta temprana de Tsunami

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Matriz de Operacionalización

En la Tabla 9 y Tabla 10 se muestran la matriz de operacionalización de la variable independiente y dependiente respectivamente de la presente tesis titulada: Diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao, Lima 2020.

Tabla 9. Matriz de Operacionalización de Variable Independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES
EWBS	Emergency Warning Broadcast System o Sistema de Radiodifusión de Alerta Temprana, está relacionada con crisis y contiene información importante (avisos de emergencia o desastres naturales) se envía a las autoridades y después, directamente a la población; a veces de forma simultánea. (Orozco, 2015).	Con el sistema de difusión de alerta de emergencia (EWBS) se podrá detectar, decodificar y notificar la alerta temprana de Tsunami, mediante el receptor EWBS.	Transmisión
			Recepción y monitoreo
			Activación

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10. Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES
Alerta temprana de Tsunami	El Sistema de Alerta Temprana de Tsunami (SAT-TSUNAMI) es el conjunto de capacidades, instrumentos y procedimientos articulados con el propósito de monitorear, procesar y sistematizar información exclusivamente sobre el peligro de Tsunami en un área específica. (INDECI, 2017)	La Alerta Temprana de Tsunami es transmitida por la señal del EWBS mediante la TDT (Televisión Digital Terrestre), la cual estará en constante monitoreo para analizar una activación en la señal de control; si esto ocurre, el receptor EWBS decodifica la señal para luego activar la notificación de una alerta de Tsunami.	Detección
			Decodificación
			Notificación

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3: DFPlayer Mini MP3

DFPlayer Mini

1. Summary

1.1 .Brief Instruction

DFPlayer Mini module is a serial MP3 module provides the perfect integrated MP3, WMV hardware decoding. While the software supports TF card driver, supports FAT16, FAT32 file system. Through simple serial commands to specify music playing, as well as how to play music and other functions, without the cumbersome underlying operating, easy to use, stable and reliable are the most important features of this module.

1.2 .Features

- Support Mp3 and WMV decoding
- Support sampling rate of 8KHz,11.025KHz,12KHz,16KHz,22.05KHz,24KHz,32KHz,44.1KHz,48KHz
- 24-bit DAC output, dynamic range support 90dB, SNR supports 85dB
- Supports FAT16, FAT32 file system, maximum support 32GB TF card
- A variety of control modes, serial mode, AD key control mode
- The broadcast language spots feature, you can pause the background music being played
- Built-in 3W amplifier
- The audio data is sorted by folder; supports up to 100 folders, each folder can be assigned to 1000 songs
- 30 levels volume adjustable, 10 levels EQ adjustable.

1.3 .Application

- Car navigation voice broadcast
- Road transport inspectors, toll stations voice prompts
- Railway station, bus safety inspection voice prompts
- Electricity, communications, financial business hall voice prompts
- Vehicle into and out of the channel verify that the voice prompts
- The public security border control channel voice prompts
- Multi-channel voice alarm or equipment operating guide voice
- The electric tourist car safe driving voice notices
- Electromechanical equipment failure alarm
- Fire alarm voice prompts
- The automatic broadcast equipment, regular broadcast.

2. Module Application Instruction

2.1. Specification Description

Item	Description
MP3Format	1、 Support 11172-3 and ISO13813-3 layer3 audio decoding
	2、 Support sampling rate (KHZ):8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48
	3、 Support Normal、 Jazz、 Classic、 Pop、 Rock etc
UART Port	Standard Serial; TTL Level; Baud rate adjustable(default baud rate is 9600)
Working Voltage	DC3.2~5.0V; Type :DC4.2V
Standby Current	20mA
Operating Temperature	-40~+70
Humidity	5% ~95%

Table 2.1 Specification Description

2.2 .Pin Description

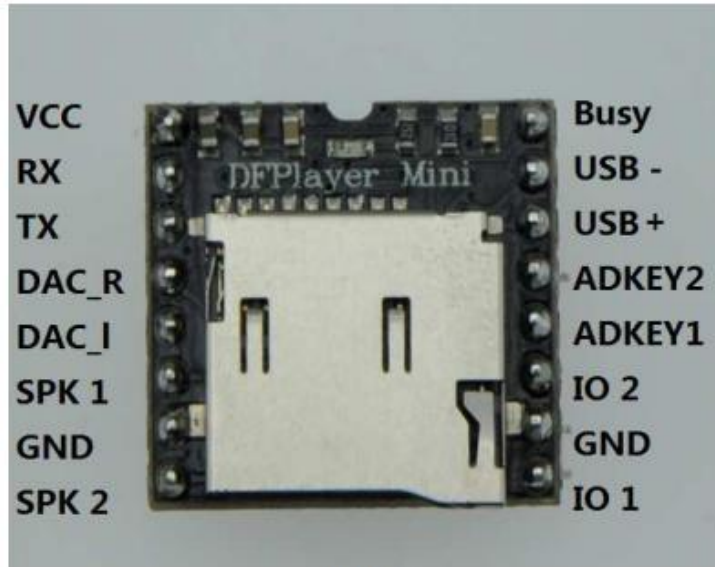


Figure 2.1

No	Pin	Description	Note
1	VCC	Input Voltage	DC3.2~5.0V;Type: DC4.2V
2	RX	UART serial input	
3	TX	UART serial output	
4	DAC_R	Audio output right channel	Drive earphone and amplifier
5	DAC_L	Audio output left channel	Drive earphone and amplifier
6	SPK2	Speaker	Drive speaker less than 3W
7	GND	Ground	Power GND
8	SPK1	Speaker	Drive speaker less than 3W
9	IO1	Trigger port 1	Short press to play previous (long press to decrease volume)
10	GND	Ground	Power GND
11	IO2	Trigger port 2	Short press to play next (long press to increase volume)
12	ADKEY1	AD Port 1	Trigger play first segment
13	ADKEY2	AD Port 2	Trigger play fifth segment
14	USB+	USB+ DP	USB Port
15	USB-	USB- DM	USB Port
16	BUSY	Playing Status	Low means playing \High means no

Table 2.2 Pin Description

Anexo 4: Optoacoplador 4N35

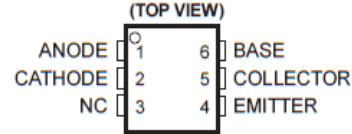
4N35, 4N36, 4N37 OPTOCOUPERS

SOES021C – NOVEMBER 1981 – REVISED APRIL 1998

COMPATIBLE WITH STANDARD TTL INTEGRATED CIRCUITS

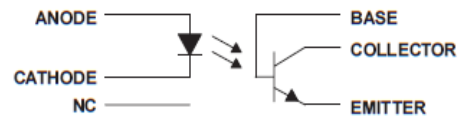
- Gallium-Arsenide-Diode Infrared Source
Optically Coupled to a Silicon npn
Phototransistor
- High Direct-Current Transfer Ratio
- High-Voltage Electrical Isolation
1.5-kV, 2.5-kV, or 3.55-kV Rating
- High-Speed Switching
 $t_r = 7 \mu s$, $t_f = 7 \mu s$ Typical
- Typical Applications Include Remote
Terminal Isolation, SCR and Triac Triggers,
Mechanical Relays and Pulse Transformers
- Safety Regulatory Approval
UL/CUL, File No. E65085

DCJT OR 6-TERMINAL DUAL-IN-LINE PACKAGE



†4N35 only
NC – No internal connection

schematic



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)†

Input-to-output peak voltage (8-ms half sine wave):	4N35	3.55 kV
	4N36	2.5 kV
	4N37	1.5 kV
Input-to-output root-mean-square voltage (8-ms half sine wave):	4N35	2.5 kV
	4N36	1.75 kV
	4N37	1.05 kV
Collector-base voltage		70 V
Collector-emitter voltage (see Note 1)		30 V
Emitter-base voltage		7 V
Input-diode reverse voltage		6 V
Input-diode forward current: Continuous		60 mA
Peak (1 μs , 300 pps)		3 A
Phototransistor continuous collector current		100 mA
Continuous total power dissipation at (or below) 25°C free-air temperature:		
Infrared-emitting diode (see Note 2)		100 mW
Phototransistor (see Note 3)		300 mW
Continuous power dissipation at (or below) 25°C lead temperature:		
Infrared-emitting diode (see Note 4)		100 mW
Phototransistor (see Note 5)		500 mW
Operating temperature range, T_A		-55°C to 100°C
Storage temperature range, T_{stg}		-55°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds		260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these conditions is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. This value applies when the base-emitter diode is open-circuited.
 2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mW/°C.
 3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4 mW/°C.
 4. Derate linearly to 100°C lead temperature at the rate of 1.33 mW/°C. Lead temperature is measured on the collector lead 0.8 mm (1/32 inch) from the case.
 5. Derate linearly to 100°C lead temperature at the rate of 6.7 mW/°C.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

Anexo 5: Transistor BD139



SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

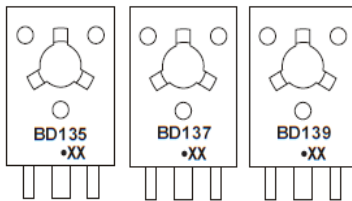
BD135/BD137/BD139

BD135 / BD137 / BD139 TRANSISTOR (NPN)

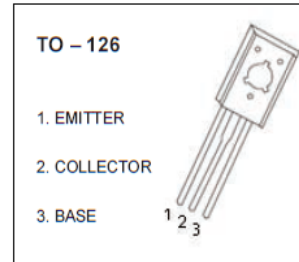
FEATURES

- High Current

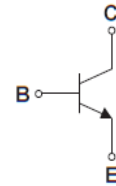
MARKING



BD135, BD137, BD139 = Device code
 Solid dot = Green molding compound device,
 if none, the normal device
 XX = Code



Equivalent Circuit



ORDERING INFORMATION

Part Number	Package	Packing Method	Pack Quantity
BD135	TO-126	Bulk	100pcs/Bag
BD137	TO-126	Bulk	100pcs/Bag
BD139	TO-126	Bulk	100pcs/Bag

MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	BD135	45
		BD137	60
		BD139	80
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	BD135	45
		BD137	60
		BD139	80
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current	1.5	A
P_C	Collector Power Dissipation	1.25	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance From Junction To Ambient	100	$^\circ\text{C}/\text{W}$
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{stg}	Storage Temperature	-55~+150	$^\circ\text{C}$

Anexo 6: Amplificador de audio



A Product Line of
Diodes Incorporated



PAM8403

FILTERLESS 3W CLASS-D STEREO AUDIO AMPLIFIER

Description

The PAM8403 is a 3W, class-D audio amplifier. It offers low THD+N, allowing it to achieve high-quality sound reproduction. The new filterless architecture allows the device to drive the speaker directly, requiring no low-pass output filters, thus saving system cost and PCB area.

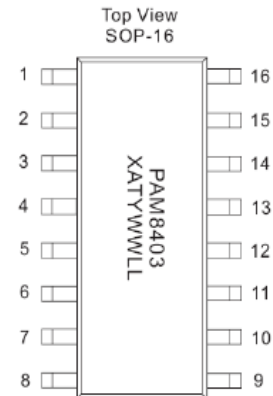
With the same numbers of external components, the efficiency of the PAM8403 is much better than that of Class-AB cousins. It can extend the battery life, which makes it well-suited for portable applications.

The PAM8403 is available in SOP-16 package.

Features

- 3W Output at 10% THD with a 4Ω Load and 5V Power Supply
- Filterless, Low Quiescent Current and Low EMI
- Low THD+N
- Superior Low Noise
- Efficiency up to 90%
- Short Circuit Protection
- Thermal Shutdown
- Few External Components to Save the Space and Cost
- Pb-Free Package

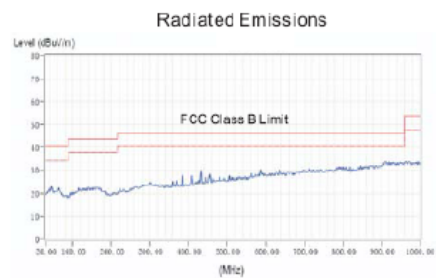
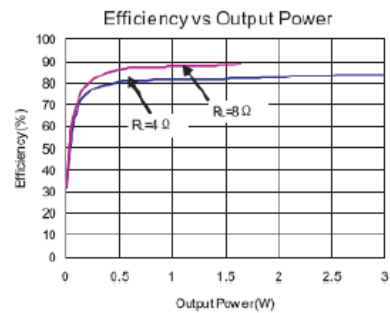
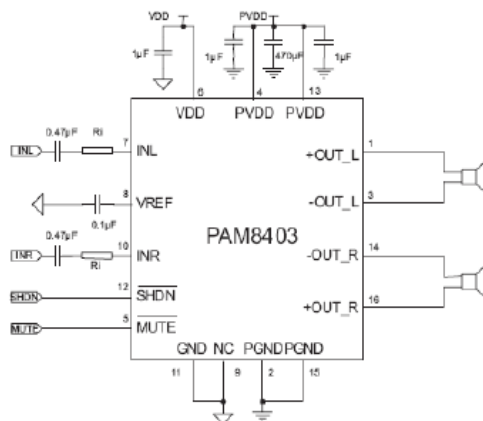
Pin Assignments



Applications

- LCD Monitors / TV Projectors
- Notebook Computers
- Portable Speakers
- Portable DVD Players, Game Machines
- Cellular Phones/Speaker Phones

Typical Applications Circuit



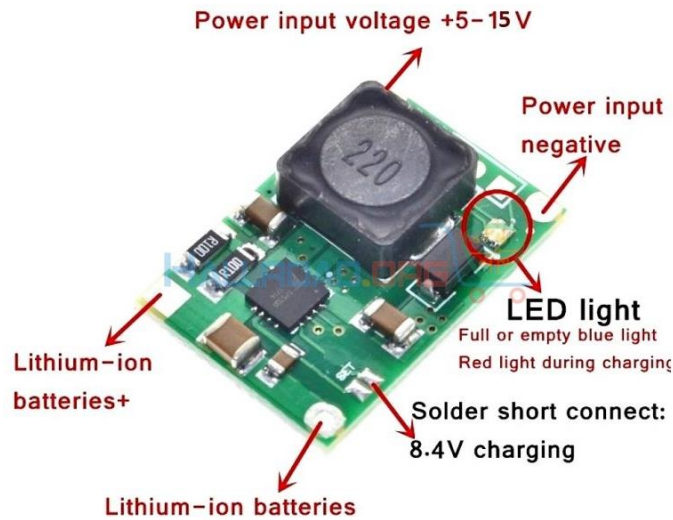
Anexo 7: Led de Alta Potencia 3W



3W Red | Rojo

Consumo de Potencia	3 W
Color	Rojo
Intensidad de Corriente	700 mA
Tensión de Entrada Mínima DC	2.4 Vdc
Tensión de Entrada Máxima DC	2.8 Vdc
Flujo Luminoso	140 lm
Eficacia Luminosa	47 lm/W
Longitud de Onda (±5nm)	620 nm
Apertura del Haz	140 °
Tipo de LED	Epistar
Diámetro	6.5 mm
Largo	15.5 mm
Ancho	8 mm
Alto	5.2 mm
Peso (g)	120 g
Temperatura de Trabajo	-30 ~ 75 °C
Temperatura de Almacenaje	-40 ~ 85 °C
Vida Útil	30000 h
Garantía	24 meses

Anexo 8: Módulo Cargador de Batería



TP5100 have 5V-18V wide input voltage, dual battery trickle charge into pre-charge, constant current, constant voltage three phases, pre-charge current trickle charge current through an external resistor adjustment, the maximum charge current up to 2A. TP5100 with a frequency of 400kHz switching mode makes it possible to use a smaller outer Suo device and the large current charging still maintain a smaller amount of heat.

TP5100 built-in power PMOSFET, anti-intrusion circuit, so no anti-intrusion protection and other external Schottky diode.

Features:

1. Double 8.4v / 4.2v lithium rechargeable single
2. Programmable charge current. 0. 1A-2A
3. Programmable steady precharge current 10% -100%
4. Wide operating voltage, maximum reach 18V
5. Red and green LED charge status indicator
6. Chip temperature protection, overcurrent protection, undervoltage protection
7. Battery temperature protection, reverse battery shutdown, short circuit protection
8. Switching frequency 400Khz, usable inductance 20uH and more
9. PWR_ON Power battery for switching control

Maximum Ratings:

1. Static input supply voltage (VIN): 20V
2. BAI: -8.4V-20V
3. BAT Short-Circuit Duration: Continuous
4. Operating environment Temperature range: -40 ° -85 °
5. Storage temperature range: -65 ° - 125 °

Anexo 9: Antena TN-006

CCT DIGITAL TV Antena HDTV INTERIOR ANTENA TN-006

Descripción del producto



Número de artículo: TN-006

Antena interior digital plana HDTV

- Frecuencia: 470-862MHz
- Ganancia: 10dBi
- Impedancia: 75 ohmios

características:

- 1) piezas de plástico ABS nuevas
- 2) dos tipos de soporte para la opción
- 3) soporte de mesa o montaje en pared
- 4) diseño de panel plano agradable
- 5) antena con amplificador integrado disponible.

Anexo 10: Autorización para realizar la investigación



AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

Diseño de un receptor EWBS embebido en el Beaglebone Black para alerta temprana de Tsunami en el Callao, Lima 2020

el mismo que es realizado por los Sres. Estudiantes:

Paredes Cárdenas, Paúl Jherson
Vílchez Herrera, Eilmar Yefim

, en condición de estudiantes - investigadores del Programa de:

Titulación por Tesis 2020

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.
En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa: Tecnologías de Radiodifusión del Perú S.A.C. (ELOGIC)	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final	SI
---	---	----

Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área Cuadrado Panduro Christopher Bryan	Cargo del Jefe/Responsable del área: Gerente General
---	---

Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular: 943201414	Correo electrónico de la empresa: ccuadrado@ellogic.pe
--	---


**CHRISTOPHER BRYAN CUADRADO
PANDURO**
Representante Legal

CHRISTOPHER CUADRADO P.
GERENTE GENERAL
TECNOLOGIAS DE RADIODIFUSION
DEL PERU S.A.C.

28 de octubre del 2020

Fecha