# **IMPLEMENTACIÓN DE SERVIDOR DE GESTIÓN WEB PARA LA MONITORIZACIÓN DEL ESPECTRO DE LAS BANDAS COMERCIALES DE TVD**

**Isaac Vega Rodríguez1, Rufino Cabrera Alvarez2, Dreyelian Morejón Betancourt3, Ariel Catalá Valencia4,**

**Ana Ivis Mena Valdés5**

1,4 Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (**CUJAE**), 2-3,5 ***LACETEL***, Instituto de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones, La Habana, Cuba

1e-mail: [isaac@est.tele.cuaje.edu.cu](mailto:isaac@est.tele.cuaje.edu.cu)

2e-mail: [rufino@lacetel.cu](mailto:rufino@lacetel.cu)

3e-mail: [dreyelian@lacetel.cu](mailto:dreyelian@lacetel.cu)

4e-mail: [ariel@est.tele.cuaje.edu.cu](mailto:ariel@est.tele.cuaje.edu.cu)

5e-mail: [amena@lacetel.cu](mailto:amena@lacetel.cu)

RESUMEN

Actualmente en ***LACETEL***®, Instituto de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones, está siendo desarrollada una solución para la monitorización del espectro radioeléctrico en las bandas comerciales de televisión. Para ello se prevé el despliegue de un conjunto de sensores distribuidos geográficamente, los cuales realizaran barridos periódicos del espectro, medirán los parámetros fundamentales de la señal detectada y lo enviaran a un nodo central para su gestión y procesamiento. El presente trabajo se enfoca en el diseño web del sistema de gestión que realiza el procesamiento de los datos. La propuesta está realizada haciendo uso de los lenguajes HTML5, CSS y JavaScript. El presente documento pretende explicar las diferentes secciones que componen el proyecto.

PALABRAS CLAVES: Monitorización del espectro radioeléctrico, Sistema de gestión de datos, Diseño web, Televisión Digital.

# WEB MANAGEMENT SERVER IMPLEMENTATION for SPECTRUM MONITORING of DTV COMERtial band

ABSTRACT

Currently in LACETEL®, Research and Development Telecommunications Institute, has been developed a solution for monitoring the radio spectrum in commercial television bands. To achieve this goal, the deployment of a set of geographically distributed sensors is planned, in order to perform periodic sweeps of the spectrum, measuring the fundamental parameters of the detected signal and sending them to a central node for its management and processing. The current work focuses in the web design of the management system, which it processes the data information. The proposal was made using HTML5, CSS and JavaScript. The current document pretends to explain the different sections of the project.

KEY WORDS: Monitoring of the radio spectrum, Data management system, Web design, Digital Television.

1. Introducción

Como mencionan los autores en [1], con el despliegue de la televisión digital (TVD) en el país, surge también la necesidad de monitorizar en tiempo real la calidad de la señal puesta en el aire por cada uno de los centros transmisores. No obstante, la ubicación del equipamiento necesario para este propósito constituye un reto, tanto desde el punto de vista logístico como económico, debido a la gran cantidad de emplazamientos involucrados en el proceso. Contar con un sistema de monitorización para el seguimiento de parámetros seleccionados de la señal y su registro, permitiría garantizar un mejor servicio partiendo de la observación y análisis de los parámetros monitorizados. Este escenario propició la búsqueda de soluciones más económicas, siendo un caso de estudio el empleo de receptores comerciales de televisión digital. [1-4]

La no disponibilidad de un sistema para el seguimiento y adquisición de información sobre el comportamiento de la señal DTMB con posibilidad de ser accedido y gestionado remotamente, ha llevado al estudio de este tipo de soluciones. Los sistemas de monitorización y control son capaces de obtener información del entorno donde se despliegan para su posterior análisis y realizar las acciones pertinentes. Para obtener la información de su entorno hacen uso de una red de sensores desplegada en puntos específicos a conveniencia de los especialistas. Además, permiten hacer un seguimiento de los valores recopilados por todos los sensores que forman la red. Estos sistemas de monitorización dispondrían de una interfaz para la visualización de los datos capturados en la pantalla de nuestro ordenador, teléfono móvil o PDA. También se podrían obtener estadísticas, gráficas, realizar consultas a un historial de datos, entre otras acciones. [5-9]

Actualmente en ***LACETEL***®, Instituto de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones, está siendo desarrollada una solución para la monitorización del espectro radioeléctrico en las bandas comerciales de televisión. Para ello se prevé el despliegue de un conjunto de sensores distribuidos geográficamente, los cuales realizarán barridos periódicos del espectro, medirán los parámetros fundamentales de la señal detectada y lo enviarán a un nodo central para su gestión y procesamiento. El empleo de equipos de precisión para esta tarea, representa una limitación dado su alto costo y la necesidad de efectuar mediciones en un número elevado de ubicaciones de difícil acceso [10-12]. Adicionalmente, resultaría ventajosa la inclusión de funcionalidades de conectividad en red, aspecto que permitiría el aprovechamiento de las infraestructuras de comunicación existentes y proveerían acceso universal al sistema desde cualquier punto de la geografía nacional. En este sentido, el paradigma de Internet de las Cosas (IoT) ofrece un modelo conveniente sobre el cual desarrollar el sistema, ofreciendo la flexibilidad, escalabilidad y funcionalidad necesarias para dar solución al problema planteado [5-9, 13-16]. [1-4]

Tres de los parámetros que fundamentales para caracterizar el comportamiento de la señal de radio frecuencia son la intensidad o potencia recibida en el extremo receptor, la relación señal al ruido y la razón de bit erróneo. Por ello, la obtención de un prototipo funcional de sistema de monitorización de la señal DTMB con soporte de conectividad en red para el almacenamiento y gestión de estos tres parámetros ha constituido la meta principal de este proyecto. Para dar cumplimiento al mismo se definieron tres líneas principales de trabajo, el desarrollo de la Plataforma Software para la recolección y envío de las mediciones de los parámetros de la señal [1-4], el de la Plataforma Hardware con soporte de conectividad en red [4] y la Plataforma Software para la recolección y envío de las mediciones de la señal, siendo esta última es el punto central del presente trabajo. Este documento se enfoca en la descripción del diseño del sistema de gestión de esta información a partir del diseño web que realice dicho procesamiento y visualización de la información.

Punto de partida y estado del arte

Actualmente no se cuenta con un desarrollo inicial, por lo que se parte de cero seleccionando los lenguajes de implementación. Los sistemas de información actuales se basan en bases de datos (BD) y sistemas de bases de datos (SGBD) que se han convertido en elementos imprescindibles de la vida cotidiana de la sociedad moderna. Este documento describe la selección de la base de datos a utilizar y los elementos esenciales que condujeron a la implementación de la web que gestione y visualice la información recibida por los sensores de los parámetros de la señal DTMB.

Los tres parámetros (potencia de la señal, relación señal al ruido y razón de bit erróneo) seleccionados deben ser visualizados en forma de gráficos, mapas y eventos. Los gráficos representarán uno de los parámetros previamente seleccionado por el usuario y mostrarán el comportamiento de la recepción de uno o varios sensores. Los mapas representarán geográficamente la ubicación de los transmisores y sensores e identificarán mediante una escala de colores el rango de valores que recibe cada sensor. Los eventos mostrarán un grupo de estadísticas según la interpretación de la señal como, por ejemplo, la caída drástica de un parámetro determinado de la señal, alertas de no recepción de la misma, etc. Además, las estadísticas deben almacenarse en el tiempo, de acuerdo al tamaño en disco, de forma que los valores históricos puedan ser analizados para realizar futuras predicciones del comportamiento de la señal.

En los últimos años se han desarrollado una amplia variedad de herramientas que permiten analizar series temporales, ya sea para analizar la subida o caída de los precios en el mercado, o las fluctuaciones en el precio de una criptomoneda, el producto interno bruto, la temperatura ambiental en diferentes puntos, parámetros relativos a la salud, en fin, se puede analizar cualquier dato que pueda ser referenciado a un momento específico. Realizar análisis sobre estos datos, no solo nos da una idea de cómo se han comportado a través del tiempo, sino de cuál puede ser su comportamiento a medida avanza el tiempo y así poder tomar un camino u otro en dependencia de la predicción realizada. Entre las muchas herramientas que existen para efectuar dicha visualización y análisis están: Grafana, netdata, Prometheus, Kibana, Datadog, Graphite entre otros.

Bases de datos

Existen muchas herramientas que permiten gestionar la base de datos, como es el caso de MariaDB, MongoDB, CouchDB, InfluxDB entre muchas otras. Cada una tiene sus ventajas y desventajas según criterios de comparación como son la rapidez, flexibilidad, eficiencia de gestión para grandes volúmenes de datos, capacidad de respuesta ante una gran concurrencia de consultas entre otros aspectos. Para este proyecto, debido a que el mayor peso de la base de datos recae en la manipulación de las señales provenientes de los sensores para su posterior análisis, se procedió a seleccionar InfluxDB por las siguientes características:

* Está optimizado para guardar y manipular series temporales.
* Soporta una gran concurrencia de consultas.
* Permite obtener el resultado de la consulta, en diferentes formatos (tabla, JSON etc...)
* El equipo de desarrollo de InfluxDB también mantiene un conjunto de herramientas especializadas en el manejo de series temporales, como es el caso del stack TICK (Telegraf, InfluxDB, Cronograf y Kapacitor).
* La base de datos ocupa poco espacio en disco en comparación con otras bases de datos (MongoDB, MariaDB, etc....)

Selección del servidor

En el caso del servidor web, que es el encargado de proveer de los servicios necesarios para que todo el sistema de monitoreo funcione de manera fluida, también se exploraron múltiples opciones, entre las que se encuentran Nginx, Apache, ASP.NET, NodeJS etc... Se seleccionó NodeJS como herramienta para implementar el servidor, debido a que:

* Puede manejar una gran cantidad de peticiones de forma concurrente con un tiempo de respuesta muy pequeño.
* Utiliza el V8, que es el motor de interpretado de JavaScript creado y mantenido por Google.
* Es de código abierto.
* Posee una infinidad de módulos que se pueden utilizar para hacer casi cualquier cosa, desde un servidor sencillo hasta una aplicación de escritorio.
* Se programa en JavaScript, que es el mismo lenguaje que se utiliza en el lado del cliente, por tanto, existe una total compatibilidad entre la página en sí, y el servidor en cuanto a lenguaje.
* Tiene como apoyo una comunidad de desarrolladores inmensa, lo que implica que siempre está en constante desarrollo, añadiendo cada vez nuevas y más significativas mejoras tanto en el rendimiento como en el uso de las bondades que brinda.

Conformación del cliente web

También es importante señalar el desarrollo del cliente web, dado que existen también varias librerías y plataformas que permiten desarrollar páginas web de forma ágil y menos propensa a errores. Para este proyecto se seleccionó Angular como plataforma de desarrollo por las siguientes razones:

* A diferencia de la programación web tradicional en JavaScript, el desarrollo en Angular se realiza en TypeScript, que es un superconjunto de JavaScript, pero tiene como ventaja el uso de tipos de variables, clases, enumeraciones, y todo un conjunto de bondades que hacen que el desarrollo de la página sea conciso y enfocado en buenas prácticas de desarrollo.
* Su filosofía está orientada al uso de componentes, de forma tal que cada parte de la página se puede encapsular en un componente y modelar cada uno de forma distinta y separada sin que se interfieran las funciones de un componente con otro. Entiéndase por componente, a una lista, menús, formularios, etc...
* La página que se genera es compatible con la mayoría de los navegadores gracias a que antes de exportar el proyecto, Angular detecta cuáles son las funcionalidades que se han agregado nuevas al lenguaje, y las reimplementa para asegurar dicha compatibilidad.
* Se pueden manejar fácilmente aspectos como la autenticación de usuarios, el acceso a las diferentes rutas de la página, protegiendo las mismas ante usuarios no autorizados.
* Permite crear aplicaciones web con un alto rendimiento y facilidad de mejorar, mantener y probar las mismas.

Una vez seleccionados los componentes esenciales para el desarrollo del sistema de monitorización, se analizan entonces las necesidades y objetivos a plantearse con el fin de tener bien enfocado y encaminado el proyecto.

1. ECUACIONES

Para escribir las ecuaciones en el texto utilice el Microsoft Equation Editor o el MathType. Las ecuaciones se deben escribir centradas dejando un renglón vacío arriba y debajo de las mismas. Numérelas consecutivamente. Asegúrese de que los símbolos en su ecuación hayan sido definidos antes de que aparezca la ecuación o inmediatamente después. Los símbolos deben aparecer en cursiva.

(1)

Como se muestra en (1), encierre el número de la ecuación entre paréntesis redondos y ubíquelo en la parte derecha de la columna. Cuando se refiera a una ecuación en el texto escriba (1). Cuando se refiera a varias ecuaciones consecutivas en el texto escriba (1)-(3).

Encabezados o apartados

Use solo dos tipos de encabezados:

Los encabezados principales se escriben en mayúsculas y negritas en el lado izquierdo de la columna usando el tipo de letra 10 pt *Times New Roman*. Se debe dejar un renglón vacío arriba y abajo del encabezado principal. Los encabezados principales son los únicos que se numeran para ello emplee números enteros en orden ascendente.

Los encabezados secundarios se escriben iniciando con la primer letra mayúscula usando negritas y el tipo de letra de 10 pt. Así mismo, deben ubicarse en el lado izquierdo de la columna y se debe dejar un renglón vacío arriba y abajo del encabezado secundario.

1. TABLAS Y FIGURAS

Debe ser referida cada tabla o figura en el texto. Numere las tablas y figuras por separado y consecutivamente con números arábigos, por ejemplo: Fig. 1, Fig. 2, Tabla 1 y Tabla 2. De ser posible, ubique las tablas y figuras en el orden mencionado en el texto, y preferentemente en la parte superior o inferior de la columna, lo más cercano posible a la referencia del texto. Las tablas y figuras no deben repetir los datos que se proporcionen en algún otro lugar del artículo.

Escriba el título de las tablas sobre las mismas como se indica en la Tabla 1. El título de las figuras debe escribirse debajo de éstas como se indica en la Fig. 1. El texto y los símbolos deben ser claros y de dimensiones razonables de acuerdo al tamaño de la tabla o figura. Por favor verifique que las tablas y figuras que mencione en el texto existan en realidad. No colocar bordes en la parte exterior de sus figuras. No utilice la abreviatura para la palabra “Tabla”. Deje un renglón vacío entre el título de la tabla y la misma tabla (o entre la figura y su título). Deje dos renglones vacíos arriba y debajo de las tablas o figuras.

En caso de emplearse en el artículo fotografías y figuras de escala gris estas deben ser preparadas con una resolución de 220 dpi. Las figuras a color deben ser diseñadas con una resolución de 400 dpi.

A continuación se muestran los ejemplos de una tabla y una figura:

Tabla 1: Rango de valores de SNR y BER.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pefil | SNR (dB) | | BER | |
| Desde | Hasta | BPSK | QPSK |
| Z | 0 | 10 |  |  |
| A | 0 | 10 |  |  |
| B | 0 | 10 |  |  |
| C | 0 | 10 |  |  |
| D | 0 | 10 |  |  |
| SPZ | 0 | 10 |  |  |
| SPA | 0 | 10 |  |  |
| SPB | 0 | 10 |  |  |
| SPC | 0 | 10 |  |  |

Figura 1: Curvas BER en función de la relación Eb/No.

1. CONCLUSIONES

Aunque una conclusión puede resumir los aspectos fundamentales del artículo, no se requiere una sección de conclusión. De todas formas, es recomendable redactar unas conclusiones finales en el artículo.

En caso de que usted haga conclusiones, no utilice el resumen como la conclusión. Una conclusión podría elaborarse haciendo referencia a la importancia del trabajo o sugiriendo sus aplicaciones y generalizaciones.

RECONOCIMIENTOS

**Es recomendable que los autores agradezcan a los que han permitido, ayudado y colaborado con la obtención de los resultados referidos en el artículo. En caso de que sea procedente expresar agradecimientos, se sugiere utilizar un encabezamiento típico como: “Los autores desean agradecer…”**

REFERENCIAS

Todas las referencias deben citarse en el texto, estar identificadas en el texto entre corchetes (paréntesis cuadrados) y agrupadas al final del texto en el **orden de aparición**. Las referencias deben ser de actualidad y se recomienda que el 60% de las referencias pertenezcan a los últimos 5 años. Las referencias deben escribirse de acuerdo con las normas cubanas NC 497: 2007 (ISO 690:1987, Mod) y NC ISO 690-2 (ISO 690-2: 1997, IDT). Las siguientes referencias son ejemplos de: artículo de revista [1], libro [2], tesis [3], reporte [4], memoria de congreso [5], documento normativo [6] y documento electrónico en Internet [7].

1. GONZÁLEZ REY, Gonzalo; MARRERO OSORIO Sergio."Reingeniería de la geometría desconocida de engranajes cónicos con dientes rectos y curvilíneos". *Ingeniería Mecánica*, 2008, vol 11, núm. 3, pp. 13 - 20.

2. ARZOLA, José.*Selección de propuestas*. Ciudad de La Habana: Editorial Científico Técnica, 1989. 299 pp. ISBN 978-959-261-281-5.

3. PEREDA, Rosa."Residuos sólidos mineros de la extracción del níquel como estimulantes para la producción de biogás". Director: Deny Oliva. Tesis de doctorado, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Ciudad de La Habana, 2007.

4. LEWICKI, D. G; SANE A. D. **“**Three-dimensional gear crack propagation studies”. National Aeronautics and Space Administration, TR: NASA TM-1998-208827. Washington DC, Dec. 1998. 23 pp.

5. UMEZAWA, K. et al. "The Influence of flank deviations on the vibration of a helical gear pair transmitting light load". En actas de International Power Transmission and Gearing Conference, American Society of Mechanical Engineers, 1992, DE-Vol. 43-2, pp. 681-688.

6.ISO. *Synchronous belt drives - Automotive belts*. ISO Standard 9010. ISO/IEC Office. Geneva. Switzerland. 1997.

7. U.S. ISBN Agency. *The Digital World and the Ongoing Development of ISBN* [en línea]. New Providence, N.J.: RR Bowker, s.d. [ref. de 16 de agosto 2002]. Disponible en Web: http://www.isbn.org/standards/home/isbn/digitalworld.asp>.

sobre los autores

**Se incluirá con una extensión no mayor de un párrafo, información sobre cada autor, donde sea declarada institución y labor que desempeña, categoría docente y categoría científica, membresía en organizaciones profesionales, etc.**

REVISIONES FINALES

Antes de enviar su artículo le recomendamos hacer las siguientes revisiones finales:

1. Revise la secuencia de los encabezados.
2. Revise la numeración de las referencias, las ecuaciones, las tablas y las figuras.
3. Revise las citas en el texto de las referencias, figuras, tablas y ecuaciones.

CONTACTOS

Si tiene alguna pregunta u observación en la preparación de su artículo por favor diríjase a la siguiente dirección de correo electrónico [telematica@tesla.cujae.edu.cu](mailto:telematica@tesla.cujae.edu.cu)