

Sistema informático para el registro de licencias del espectro radioeléctrico

Computer system for the registration of licenses of the radioelectric spectrum

Ing. Karel Durán Romero *

Recibido: 4/2021 | Aceptado: 07/2021

Palabras claves

Licencias
Espectro radioeléctrico
Vencimiento
Frecuencia
Base de datos

Resumen

Se exponen los aspectos principales del desarrollo de una aplicación informática para la gestión de las licencias de uso del espectro radioeléctrico en ETECSA emitidas por la UPTCER. Se realiza el diseño de una base de datos relacional donde se vinculan las estaciones de operación, el equipamiento y las frecuencias radioeléctricas en utilización, el cálculo de sus indicadores de vencimiento, el estado de las solicitudes, acceso a documentos, así como datos relacionados con la técnica instalada correspondiente a la red de Transporte de Planta Interior. Además, se explican las tecnologías seleccionadas para la implementación del sistema. Este software presenta buenos resultados en la gestión y apoyo a la toma de decisiones en la entidad.

Keywords

Licenses
Radio spectrum
Expiration
Frequency
Database

Abstract

This work shows the main aspects related to the development of a computing application to manage the radio spectrum license usage in ETECSA issued by the UPTCER (for its acronyms in Spanish). A relational database was designed while linking operation stations, the equipment and the radio frequencies in use, the calculation of their expiration indicators, the status of the requests, access to documents, as well as data related to the installed technique corresponding to the Indoor Plant Transportation network. The technologies selected for the implementation of the system are also explained. This software proves good results in terms of management and support for decision-making in the entity.

Introducción

En telecomunicaciones el espectro radio-eléctrico constituye la porción del espectro electromagnético que comprende las frecuencias entre 3 hercios y 3000 gigahercios. Como muchos otros recursos naturales, este se encuentra limitado, por tanto, las auto-

ridades de cada territorio deben regular su uso y comercialización de forma eficiente. Con los esfuerzos para lograr la informatización del país y el gradual incremento de los servicios de comunicaciones, la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA), hace una amplia utilización del mismo, solicitando

* Operaciones de la Red. División Territorial de Holguín, Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S. A. ETECSA. karel.duran@etecsa.cu

a la Unidad Presupuestada Técnica de Control del Espectro Radioeléctrico (UPTCER) la elaboración y entrega de las licencias de operación de sus estaciones, según (“Resolución 129 de 2020 Ministerio de Comunicaciones,” 2020). El objetivo de esta investigación radica en informatizar este proceso para las distintas unidades y personas involucradas en la actividad.

En ETECSA, dentro de los departamentos de Soporte de Operación de la Red en las direcciones territoriales se designa a un administrador de frecuencias, que es el responsable a este nivel de seguir y controlar el proceso de las solicitudes de las licencias de operación de los sistemas de radiocomunicaciones (Martínez y Peláez, 2020). Estas se generan en el territorio por necesidades inherentes a la operación, motivado por la instalación de nuevos equipos (ALTAS), la realización de cambios que alteran los parámetros de la licencia aprobada (MODIFICACIÓN), así como la desinstalación (BAJA) de los mismos. Con el objetivo de simplificar el control sobre los momentos del proceso en los que interviene este personal, se llega al acuerdo de proponer para la implementación por el sistema, un grupo de fases que se definen en la presente investigación.

Materiales y métodos

Métodos teóricos

Análisis y síntesis: se utiliza para garantizar la comprensión de los procedimientos que regulan la gestión de solicitudes de licencias de uso del espectro radioeléctrico, los actores principales, las variables y condiciones que permiten definir los procesos y momentos de implementación por el sistema propuesto. Además, permite revelar las limitaciones de los métodos para el registro y la gestión de la información tratada anterior a la investigación, e identificar las posibles mejoras a introducir por la nueva herramienta informática.

Modelación: se utiliza principalmente durante la etapa de desarrollo del sistema

informático, lo cual posibilita definir los requisitos funcionales del sistema y comprobar sus resultados en diferentes escenarios tecnológicos, para distintas clases de usuarios y conjuntos de datos variables.

Métodos empíricos

Entrevista y Encuesta: se tiene en cuenta a la hora del diseño del *software*, donde se consideran las sugerencias de las personas responsables de la actividad en la elección de elementos gráficos, interfaces de entrada y salida de datos, y en las valoraciones de eficacia del sistema. Se emplea en el proceso de diagnóstico de las problemáticas sobre los métodos actuales de gestión de la información.

Criterio de expertos: se utiliza para someter a valoración por los especialistas la aplicación propuesta, específicamente el método Delphi.

Métodos estadísticos

Se ponen en práctica en el cálculo de indicadores cualitativos y cuantitativos a implementar por el sistema. Se utilizan métodos de la estadística descriptiva y el cálculo probabilístico en el procesamiento de los resultados de la consulta a expertos, para procesar el consenso de los especialistas, y de esta forma determinar el grado de empleo y factibilidad de la aplicación propuesta.

Resultados y discusión

Se propone el siguiente procedimiento para la gestión del proceso de solicitudes de licencias del espectro radioeléctrico por ETECSA:

1. Estado inicial (Comprende el momento de la solicitud de actualización del espectro radioeléctrico por

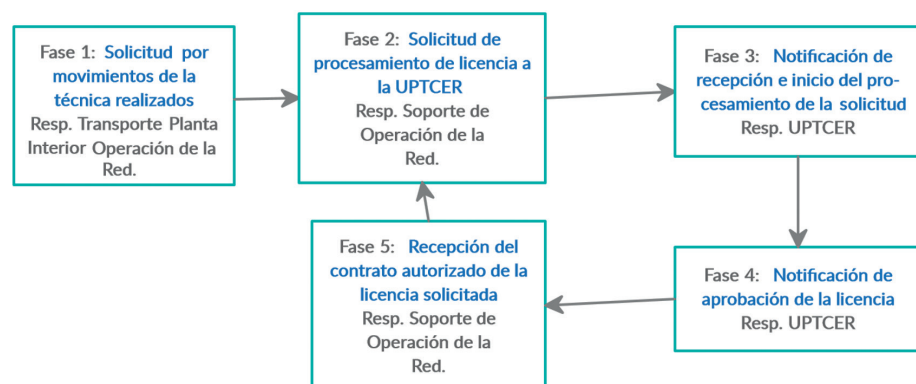


Figura 1. Resumen del proceso de solicitud de licencias a nivel territorial en ETECSA

parte de las unidades de Transporte de Planta Interior de Operación de la Red correspondiente a movimientos de la técnica realizados por necesidad del territorio). Este paso puede no producirse en caso de no existir variaciones de configuración o instalación en el equipamiento.

2. Solicitud de procesamiento de licencia a la UPTCER por Soporte de Operación de la Red (en caso

de no existir modificaciones se realiza por plan de desarrollo anual de la Empresa).

3. Notificación de recepción y procesamiento de la solicitud por la UPTCER a Soporte de Operación de la Red una vez aceptada la documentación.

4. Notificación de aprobación de la licencia por la UPTCER a Soporte de Operación de la Red.

5. Recepción del contrato autorizado de la licencia de operación solicitada por Soporte de Operación de la Red.

Este proceso se torna cíclico a medida que se acercan las fechas de expiración de los contratos. De ahí que su control necesite ser oportuno para evitar retrasos e incumplimientos de lo regulado (Figura 1).

Base de datos para el registro de enlaces radioeléctricos

Las licencias de operación de este tipo de enlace cuentan con un grupo de datos asociados que mediante una planificación cuidadosa y una buena organización permiten hacer uso extensivo del espectro, reutilizar frecuencias, economizar anchos de banda, optimizar potencias y ganar en capacidad. Se pueden tratar como asociaciones de hasta dos elementos de la red (equipos de radio) autorizados a operar en una ventana de tiempo específica con una o varias frecuencias de trabajo.

Por tanto, un enlace radio-eléctrico posee un histórico de licencias a medida que estas se renuevan. Este amplio conjunto de datos incluye: (Tabla 1).

En función de organizar toda esta información se propone el diseño de una base de datos relacional orientada a objetos que permita almacenar las distintas variantes de vínculos entre los elementos. La figura 2 muestra su estructura jerárquica.

Este diseño resulta compatible y adaptable para las distintas tecnologías y particularidades del equipamiento:

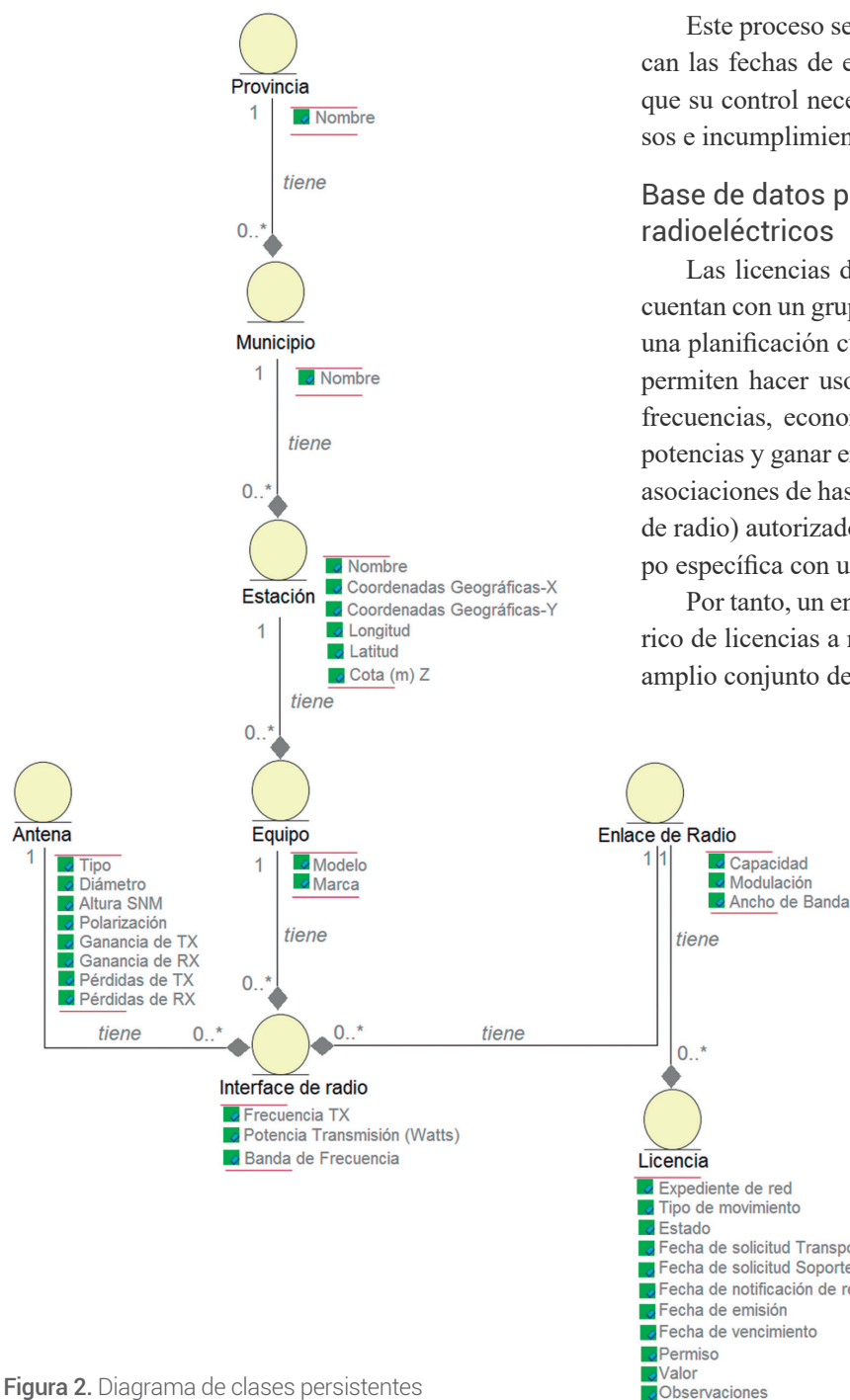


Figura 2. Diagrama de clases persistentes

Datos relacionados a un enlace radioeléctrico				
Provincia	Estación	Equipo	Frecuencia TX	Tipo de Antena
Municipio	Coordenadas Geográficas X	Marca	Frecuencia RX	Diámetro de Antena
Sistema	Coordenadas Geográficas Y	Modelo	Potencia Transmisión (Watts)	Altura SNM
No. Licencia	Longitud		Banda de frecuencia	Polarización
Expediente Red	Latitud		Capacidad del enlace	Ganancia de TX
			Modulación	Ganancia de RX
			Ancho de Banda	Pérdidas de TX
				Pérdidas de RX

Tabla 1. Diagrama de clases persistentes

1. Caso de estación de única: Se refiere a estaciones que no poseen vínculos electromagnéticos permanentes con otras estaciones. En estos casos la instancia de enlace de radio solo tiene asociadas una o más instancias de interface de radio pertenecientes a un solo equipo. Aquí se encuentran equipamientos como puntos de acceso WIFI —*Access Point*—, VSAT —*Very Small Aperture Terminal*—, radio bases, sistemas Trunking y WLL —*Wireless Local Loop*—.

2. Caso de radioenlace múltiple: Se muestran en los vínculos permanentes entre dos estaciones de operación. En esta variante la instancia de enlace de radio asocia a uno o más pares de interface de radio pertenecientes a 2 instancias distintas de equipo.

Para crear la base de datos mencionada y garantizar la actualización y visualización de sus consultas se utiliza el patrón de desarrollo web Modelo-Vista-Controlador. Este permite una separación clara entre sus componentes según (Romero y González, 2012), donde el Modelo es la representación descriptiva de una tabla, y cualquier cambio en este es independiente del controlador, quien se encarga del pedido lógico de asignación de ruta, y de la vista, que corresponde a la interfaz de usuario.

Tecnologías utilizadas

Para el desarrollo del sistema se empleó como *framework* la web Django, de código abierto y escrito en *Python*. Lo que permite construir con facilidad sitios interesantes en un tiempo extremadamente corto, proporcionando abstracciones de alto nivel a patrones comunes del desarrollo web (Azzopardi y Maxwell, 2017). Estas características lo clasifican como una aplicación genérica incompleta y configurable capaz de adaptarse a las aplicaciones a desarrollar. Por otra parte, *Python* es un lenguaje de programación poderoso y fácil de aprender, con estructuras de datos eficientes

y de alto nivel, tales como listas y arreglos asociativos (diccionarios), y un enfoque simple pero efectivo a la programación orientada a objetos (Rossum, 2009). Su tipado dinámico, junto con su naturaleza interpretada, hacen de éste un lenguaje ideal para *scripting* y desarrollo rápido de aplicaciones en diversas áreas y sobre la mayoría de las plataformas.

Para lograr la comunicación dinámica cliente-servidor se usa el lenguaje JavaScript (el cual se ejecuta en el navegador del usuario, sin necesidad de proceso intermedios), como se explica en (Pérez, 2009); como complemento se aplica la técnica AJAX —*Asynchronous JavaScript And XML*—, que integra a un grupo de tecnologías tales como XHTML, CSS, DOM, XML, XSLT, JSON y XMLHttpRequest, lo que permite eliminar la recarga constante de páginas y las largas esperas por respuesta del servidor, según (Kluge, Kargl, y Weber, 2007).

Se elige como gestor de base de datos a PostgreSQL, un sistema de código abierto y gratuito, que funciona en varias plataformas, incluyendo Windows y Linux. Tiene soporte para BD extendido como procedimientos almacenados, una excelente documentación y muy buena seguridad, como se menciona en (Momjian, 2001); además de ser utilizado ampliamente en la Empresa.

Indicadores de medición

El sistema diseñado es capaz de procesar los siguientes indicadores:

1. Estado de la solicitud: Este indicador muestra en qué momento del proceso se encuentra tramitan-

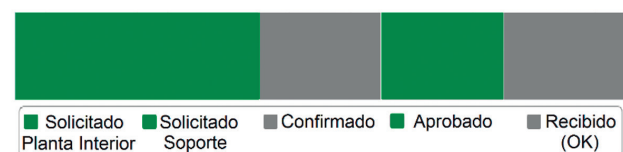


Figura 3. Indicador estado de solicitud

do la solicitud de la licencia de operación y se presenta visualmente como se muestra en la figura 3.

2. Porcentaje de cumplimiento: Corresponde al cálculo porcentual de licencias vencidas contra licencias aprobadas en los rangos de tiempo especificados (Figura 4).

3. Tiempo para vencimiento: Tiempo en días restante para el vencimiento de una licencia de operación.

(1)

Tiempo restante_{día} = **fechavencimiento**_{día} - **fechaactual**_{día}
Implantación

El sistema propuesto (accesible desde su enlace fuente: <https://linraden.hlg.etcscu.cu>), cuenta con varias páginas que ofrecen diversas funcionalidades. Una vez que el usuario se autentifica, la interacción comienza con una pantalla de inicio que ofrece los distintos vínculos a las páginas en dependencia del rol asignado. La figura 5 presenta una de las interfaces principales para la actualización de los datos, brinda además información de las licencias, control de sesiones y seguridad, notificaciones, alertas de indicadores y el acceso a ficheros almacenados relacionados con la

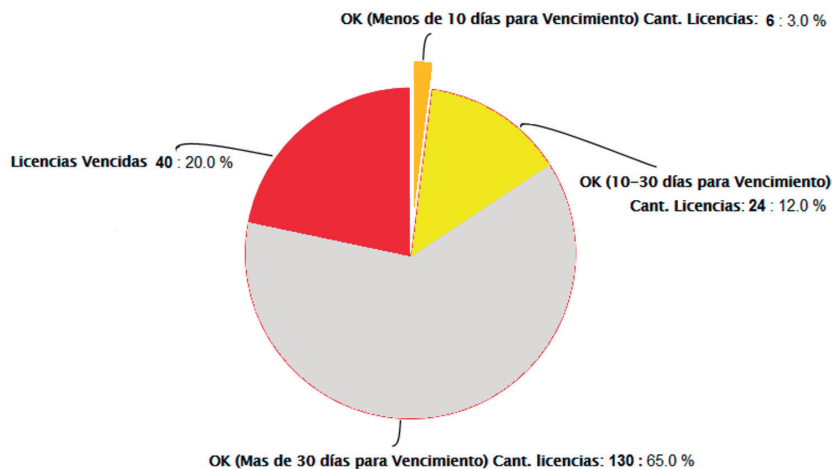


Figura 4. Indicador porcentaje de cumplimiento

documentación correspondiente al registro. Otras características del *software* incluyen: la generación automática de modelos de solicitud y la conciliación de la técnica instalada registrada tanto por Planta Interior como por Soporte de la Operación.

El proceso de prueba de la aplicación se realiza mediante el método de comprobaciones de caja negra y caja blanca. Se verifican las funcionalidades, tiempos de respuestas y elementos gráficos sobre diversos navegadores como: Opera, Mozilla Firefox e Internet Explorer; así como con los servidores web *APACHE* y *NGINX* para plataformas Windows y Linux; en todos se obtienen resultados satisfactorios.

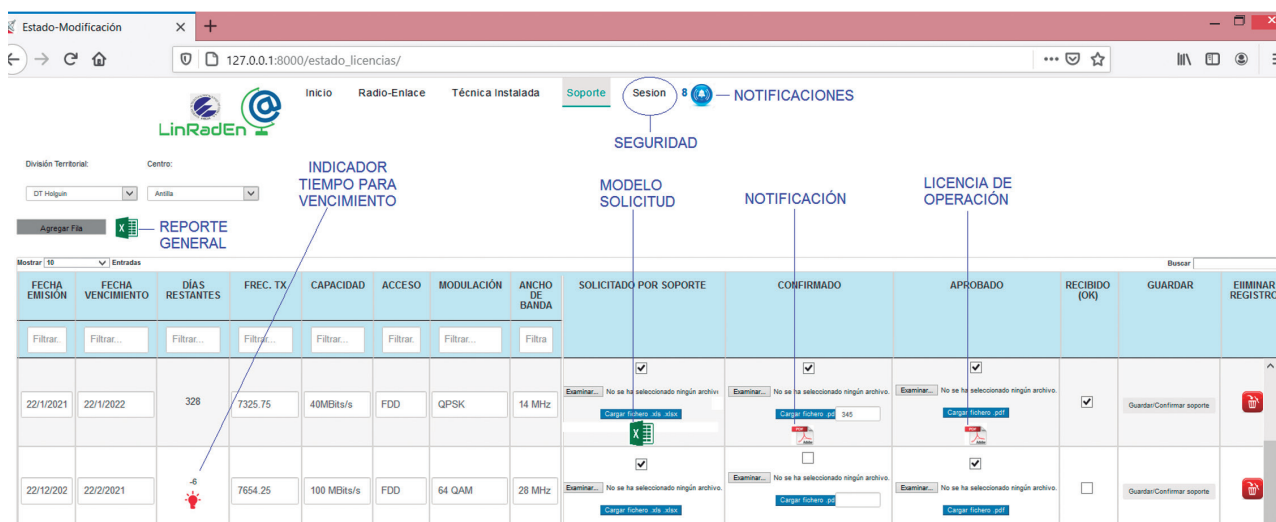


Figura 5. Ejemplo: Página web del sistema

Conclusiones

Con la puesta en práctica del sistema informático propuesto se logra:

Gestionar de forma centralizada el proceso de solicitudes de las licencias de operación del espectro radioeléctrico en uso por ETECSA.

Permite mayor accesibilidad y organización de la información por las distintas partes que lo utilizan desde cualquier puesto u estación de trabajo.

El nuevo sistema evita el cálculo manual de indicadores, agrega avisos y alertas de forma automática y mejora la visualización mediante una interfaz gráfica agradable e intuitiva al usuario.

La utilización de tecnologías de software libre y código abierto garantiza la seguridad y respaldo de los datos.

Constituye una herramienta útil en el trabajo operativo de la entidad con posibilidades de adaptarse y evolucionar para ser utilizada por quien lo necesite.

Referencias bibliográficas

Azzopardi, L. y Maxwell, D. (2016). *How to Tango with Django*.

Gaceta Oficial de la República de Cuba (2020).

Kluge, J.; Kargl, F. y Weber, M. (2007). *The effects of the AJAX technology on web application usability*.

Martínez, F. D. y Peláez, O. M. (2020). *Procedimiento para la gestión y control de solicitudes de frecuencias radioeléctricas y licencias de operación de sistemas de radiocomunicaciones*. ETECSA VPEN Dirección de Tecnología.

Momjian, B. (2001). *PostgreSQL: Introduction and Concepts*: Addison-Wesley.

Pérez, J. E. (2009). *Introducción a JavaScript*.

Romero, Y. F. y González, Y. D. (2012). Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Revista digital de las tecnologías de la información y las comunicaciones TELEM@TICA*, 11, 47-57.

Rossum, G. V. (2009). *El tutorial de Python*.

