

## DISEÑO DE UNA CONSOLA DE DESPACHO CON COMUNICACIONES UNIFICADAS

Ing. Helen María Álvarez Mederos<sup>1</sup>, Dra. C. Caridad Anías Calderón<sup>2</sup>, Ing. Fidel Alejandro Fernández Carcacés<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, Calle 114 #11901 / Ciclovía y Rotonda CP 19390 Marianao, La Habana, Cuba, <sup>2</sup>MoviTel, La Habana, Cuba.

<sup>1</sup>e-mail: [hglass.star@gmail.com](mailto:hglass.star@gmail.com)

<sup>2</sup>e-mail: [catcha@tesla.cujae.edu.cu](mailto:catcha@tesla.cujae.edu.cu)

<sup>3</sup>e-mail: [fidel@movitel.co.cu](mailto:fidel@movitel.co.cu)

### RESUMEN

Debido a la obsolescencia tecnológica y a la demanda de nuevos servicios por parte de los usuarios, se requiere lograr independencia tecnológica en aras de contribuir a resolver esta situación. En función de ello, en este artículo propone el diseño de una consola de despacho con comunicaciones unificadas que permita la integración de los servicios *trunking* y Voz sobre el Protocolo de Internet (VoIP por las siglas del término en inglés *Voice over Internet Protocol*). Además, se especifican las aplicaciones que pueden ser utilizadas en la implementación del diseño propuesto, así como los principales requerimientos para desarrollar la consola de despacho. La propuesta presentada se valida de dos formas: realizando pruebas sobre un escenario que simula alguna de las funcionalidades de la consola de despacho diseñada y a través de la consulta a expertos, en este caso especialistas de MoviTel, empresa encargada de comunicaciones *trunking* en Cuba, obteniéndose resultados favorables.

**PALABRAS CLAVES:** consola de despacho, comunicaciones unificadas.

### DESIGN OF DISPATCHING CONSOLE WITH UNIFIED COMMUNICATIONS

#### ABSTRACT

Technological obsolescence, added to the demand for new services over existing trunking networks and their users, is required to achieve technological independence to resolve this situation. In functions of it, the article proposes a dispatching console design with unified communications, which allows Voice over Internet Protocol (VoIP English term acronym) and trunking services integration. In addition, the article specifies the applications of reference for the proposed design implementation and the principal requirements to develop the dispatching console. The proposal is validated according to the utilization of two ways: tests over a scenario that simulates some of the required functionalities of the designed dispatching console; and an experts consult, in this case, MoviTel specialists; this company is associated with the implementation and management of eLTE trunking network in Cuba, a reference for the kind of network that is studied on this article; in which case was obtained favorable results.

**INDEX TERMS:** dispatching console, unified communications.

#### 1. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de las comunicaciones para garantizar servicios durante el manejo de emergencias de manera que se atenúen los problemas de distancia y se incremente la operatividad es imperativo hoy en día. Las redes actuales utilizan el sistema de comunicaciones móviles *trunking* con estructura celular (independientes de las redes públicas de telefonía móvil) [1] para un propósito especial: lograr que grupos numerosos de usuarios compartan canales de dedicados de radio de forma privada y dinámica. Comparado con el sistema móvil público, el sistema de comunicaciones *trunking* soporta funciones como: apretar para hablar, llamadas privadas, llamadas de grupo, llamadas emergentes y demás. Esto es debido a que en su estructura se encuentra el sistema de despacho.

El Sistema de despacho de las redes de radiocomunicaciones *trunking* consiste en un servidor y una consola de despacho. El servidor inicia servicios como: Servicio de Mensajes Cortos (SMS por las siglas del término en inglés *Short Message Service*), video y otros. La consola de despacho permite el acceso a los servicios de voz *trunking*, video de alta definición, y datos de alta velocidad [1].

Debido a la obsolescencia tecnológica y a la demanda de nuevos servicios por parte de los usuarios, se requiere lograr independencia tecnológica. En aras de contribuir a resolver esta situación, en este artículo se propone el diseño de una consola de despacho para redes *trunking* con comunicaciones unificadas que permita servicios de emergencia con funcionalidades para la gestión de usuarios, llamada individual, llamada de grupo, recepción de llamadas de video, mensajería, posicionamiento de terminales sobre mapas y ejecución de acciones sobre las llamadas en curso en los terminales asociados a la consola de despacho.

## 2. PRESENCIA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS CONSOLAS DE DESPACHOS EN REDES TRUNKING

Las consolas de despacho son sistemas que actúan como interfaces para sistemas de radio privados o públicos, permitiendo comunicar o coordinar actividades directamente con trabajadores de campo en casos de emergencias. Posee varias características y ofrecen herramientas para gestionar radios, canales, incidentes, y otros aspectos relacionados [2]. Existen dos tipos de consolas de despacho: consolas basadas en el Protocolo de Internet (IP por las siglas del término en inglés *Internet Protocol*) y consolas basadas en Multiplexación por División de Tiempo (TDM por las siglas del término en inglés *Time Division Multiplexing*) [3].

El incremento de la necesidad de seguridad pública como la policial, contra incendios, servicios médicos de emergencia y otros similares, llevó al surgimiento de las consolas de despacho que apoyaran dicha seguridad. Los sistemas de despacho permiten comunicaciones seguras en ambientes críticos para misiones y negocios, a partir del uso de protocolos encriptados y software basado en comunicaciones IP [2]. Cada fabricante de sistemas *trunking* ha desarrollado su propia consola, entre estos se encuentran: *Motorola Solution*, *Harris Corporation*, *Airbus Defense and Space*, *Bosch Security Systems (telex)*, *Cisco*, *Hytera*, *Beijing Jiaxuan Feihong Electrical*, *Ghtco., Ltd*, *Catalyst Communications Technologies*, *JVC Kenwood Corporation*, *Avtec Inc.*, *Intertalky Omnitronics [3]* y *Huawei Technologies CO.,LTD*.

Las aplicaciones básicas de las consolas de despacho de los sistemas *trunking* se pueden considerar en los siguientes grupos: gobierno y defensa, manufactura, seguridad pública, transporte, servicios médicos y utilidades [3]. Algunos de los estándares más utilizados, sobre todo en las aplicaciones de transportación y seguridad pública son: TETRA (por las siglas del término en inglés *Trans European Trunked Radio*) [4, 5] y Radio Móvil Digital (DMR por las siglas del término en inglés *Digital Mobile Radio*). Es de destacar que la tecnología de banda ancha eLTE de *Huawei* emplea el estándar LTE para comunicaciones móviles, desempeñándose en casi todas las áreas de aplicaciones que proveen las consolas de despacho, debido a su generalización e interoperabilidad [2].

La solución de *Huawei trunking* eLTE está basada, como antes se dijo, en la tecnología avanzada LTE para proveer *trunking* de banda ancha profesional con video, datos, videovigilancia y otros servicios en una única red. Para utilizar las ventajas de la red existente y proteger las inversiones iniciales, eLTE es interoperable con la Red Móvil Pública (PLMN por las siglas del término en inglés *Public Land Mobile Network*), las Centrales Privadas Automáticas de Conmutación (PABX por las siglas del término en inglés *Private Automatic Branch Exchange*), la Red Telefónica Conmutada Pública (PSTN por las siglas del término en inglés *Public Switching Telephonic Network*) y con TETRA [6].

La arquitectura de la solución de *Huawei trunking* eLTE incluye cuatro niveles de especialización. En el superior se encuentra la configuración y control, en el siguiente se localiza el sistema de respaldo y recuperación de interrupciones, y en los planos inferiores se encuentran la red de transmisión y de distribución de datos [1].

En la Fig. 1 se muestra la topología de la red *trunking* eLTE que consiste en un nodo central o núcleo de la red, gestión, estaciones base, terminales, pasarelas de interconexión y encriptación de punto a punto y el sistema de despacho, entre otros. La solución *trunking* eLTE permite que diferentes organizaciones o entidades compartan la red *trunking* proveyendo una arquitectura abierta, flexible y segura. Esto se logra a partir de asignar a cada una su correspondiente Red Privada Virtual (VPN por las siglas del término en inglés *Virtual Private Network*) y compartir servicios e informaciones comunes.

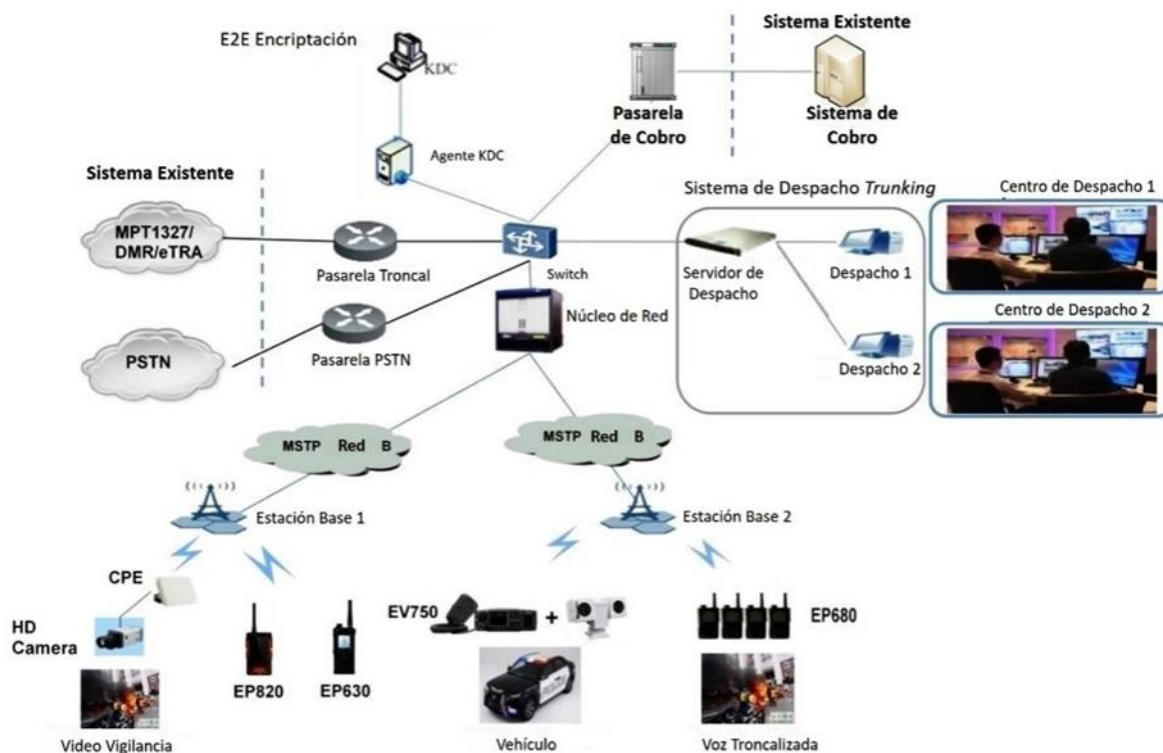


Figura 1: Topología de la red *trunking* eLTE de Huawei [1].

El sistema de despacho, a través de su consola, garantiza servicios de gestión de usuarios, llamada individual, llamada de grupo, recepción de llamadas de video, mensajería, posicionamiento de terminales sobre mapa y ejecución de acciones sobre las llamadas en curso de los terminales asociados a su flota.

### 3. COMUNICACIONES UNIFICADAS

Las comunicaciones unificadas agrupan un conjunto de tecnologías que contribuyen a optimizar las comunicaciones, implica componentes de hardware, software, infraestructura de red, protocolos y servicios como son central VoIP, servidor VoIP, los *endpoints* o terminales también conocidos como cliente o agente, protocolos de señalización (Protocolo de Inicio de Sesiones o SIP por las siglas del término en inglés *Session Initiation Protocol* [7], H.323, Intercambio entre servidores Asterisk o IAX por las siglas del término en inglés *Inter Asterisk eXchange* entre otros) y los servicios: mensajería con almacenamiento y reenvío, correo electrónico, buzón de voz, video en tiempo real, tecnologías de paquetización de voz como VoIP y multiconferencias que permiten la compartición interactiva de información entre dos o más interlocutores, que puede ser mediante voz (audioconferencias), solos datos con pizarras electrónicas o audio, video y datos (videoconferencias) [8].

Las Comunicaciones Unificadas (UC por las siglas del término en inglés *Unified Communications*) son servicios sobre redes IP que permiten la integración de diferentes tipos de comunicación en una experiencia de usuario homogénea, eficiente y productiva. Las comunicaciones unificadas se establecen con la idea de incrementar las funcionalidades de las comunicaciones e incorporar valor añadido a la infraestructura existente [8].

En las comunicaciones unificadas los softwares de comunicación de mayor demanda son *open source*. En la investigación de [9] se concluye que una de las mejores alternativas para las comunicaciones unificadas, es utilizar un servidor basado en Asterisk con gran respaldo de su comunidad. De igual forma, en [10] se dice que FreePBX proporciona un alcance y una interfaz gráfica de usuario amigable a Asterisk, lo que hace que sea fácil para los administradores configurarlo. Por otra parte, *TrixboxCE*, sistema embebido de Asterisk con administración web, fue considerado como software para un ambiente hogareño. Así mismo, en [11] se utiliza Elastix de ambiente gráfico que tiene varios servicios como: Asterisk, Dahdi, Hylafax y Postfix, para brindar un entorno completo de comunicaciones

unificadas basado en software libre. Al pasar Elastix a la empresa 3CX, la comunidad de software libre, para dar continuidad a las plataformas instaladas, creó el sistema de servidor de comunicaciones unificadas Issabel, que ha permitido que algunos usuarios de Elastix migren a Issabel algo que ya se está utilizando en algunos proyectos actuales y que se refleja en la investigación recogida en [12].

#### 4. FUNCIONALIDADES PARA LA CONSOLA DE DESPACHO CON UC

La Fig. 2 recoge en forma de esquema las funcionalidades típicas correspondientes a las consolas de despacho de las redes *trunking* que corresponden con los sistemas de UC de VoIP. En el círculo interior de dicha figura se encuentran las funcionalidades que por su importancia se deben implementar con prioridad, mientras que las que están en el círculo exterior se pudieran dejar para un posterior desarrollo.



Figura 2: Esquema de funcionalidades de la consola.

Algunas características de estas funcionalidades, las que han sido numeradas para su identificación son:

- (1) Presionar para hablar (PTT, siglas del término en inglés *Push to talk*): Permite comunicación fácil y rápida solo presionando para hablar desde el terminal donde se ejecuta. Por la simplicidad que provee es una funcionalidad importante para desplegar en la consola de despacho que se diseña.
- (2) Gupos de llamadas (temporales o dinámicos): Facilitan comunicar de forma simultánea a varios usuarios. Esta funcionalidad es muy útil en ambientes empresariales y de emergencias. La consola de despacho que se diseña debe contar con la capacidad de suscribir a los usuarios a grupos de llamadas, así como admitir la eliminación de estos grupos y su administración (añadir y eliminar usuarios asociadas a cada grupo y clasificar los grupos como dinámicos o temporales).
- (3) Suscripción de usuarios y extensiones asociadas: Permite definir extensiones asociadas a usuarios y capacidades de red a las que tendrán acceso, facilitando la gestión de estos. Así mismo, se podrán añadir y eliminar usuarios en caso de ser necesario.
- (4) Suscripción de cámaras: Necesaria para gestionar la información de las cámaras. Algunas empresas utilizan esta suscripción por cuestiones de seguridad siendo de vital importancia conocer en tiempo real lo que sucede. Existen aplicaciones aisladas que permiten esto, pero la consola de despacho debe ser multifuncional, integrando varios servicios. La suscripción incluye tanto añadir como eliminar cámaras suscritas.
- (5) Realización y recepción de llamadas: Se necesita en la consola de despacho una funcionalidad que permita el marcado a cualquier teléfono al que se tenga acceso desde la red, y no solo a las extensiones

de los usuarios vinculados a la consola. Esto incluye la red fija y móvil del país. Además, es necesario guardar el registro de llamadas para poder analizar las incidencias.

- (6) Forzar fin de llamadas: Esta funcionalidad, separada de la anterior, no solo está relacionado con el colgado de la llamada realizada por el operador de la consola, sino que posee la capacidad de que este cuelgue llamadas en curso entre terminales de usuario, otorgándole prioridad, aunque no participe directamente como uno de los llamantes.
- (7) Control y supervisión de videos: Se necesita que la consola de despacho permita reproducir videos. Estos videos pueden tener distintas fuentes: ser enviados al operador de la consola desde una cámara o terminal, o grabados por la consola empleando la funcionalidad de monitoreo de terminales que se verá posteriormente. Hay que tener en cuenta que los videos, en *streaming*, deben poder ser enviados por la consola a usuarios específicos, así mismo la consola de despacho debe poder recibir videos desde los terminales. Esta funcionalidad incluye la realización de videollamadas particulares y grupales, por tanto, debe contener varias áreas independientes que puedan estar reproduciendo a la vez cualquiera de los videos existentes en la consola.
- (8) Transferencia de llamadas: Su objetivo es cambiar el destino final de una llamada en curso en caso de ser necesario. Esta funcionalidad es importante en situaciones de emergencias. Se encuentra muy relacionada con la funcionalidad de realización y recepción de llamadas antes explicada.
- (9) Grabación de llamadas: Debe ser posible grabar, cuando sea requerido, cualquier llamada que ocurra sobre los terminales que se administran desde la consola. Esta funcionalidad también se encuentra muy relacionada con la funcionalidad de realización y recepción de llamadas antes explicada.
- (10) Supervisión discreta de llamadas: Consiste en permitir la escucha, desde la consola de despacho, cuando se requiera, de las llamadas establecidas por los terminales sin que estos lo perciban, lo cual puede ser útil en cuestiones de seguridad.
- (11) Mensajería: La mensajería está disponible en cualquier terminal móvil, por eso se incluye como una de las funcionalidades secundarias que debe estar presente en el diseño de la consola de despacho. Los mensajes pueden ser útiles cuando no hay tanta urgencia en la comunicación, pero en el caso específico de la Mensajería Multimedia Móvil (MMS siglas del término en inglés *Multimedia Messaging Service*) se debe garantizar alta eficiencia de entrega, mejorando así la colaboración en los grupos de trabajo.
- (12) Monitoreo de terminales: Funcionalidad que facilita el acceso desde la consola de despacho a las cámaras de los terminales siendo posible encenderlas si los terminales o las cámaras tienen configurada la capacidad de permitir que aplicaciones externas lo hagan. Estos videos se reproducen en el área de control y supervisión de videos antes explicada.
- (13) Suscripción de terminales en mapas: Esta funcionalidad considera la capacidad de la consola de despacho de activar la ubicación de los terminales, si estos lo tienen permitido en su configuración, y reflejarlos en tiempo real en mapas cargados en su interfaz, lo que permite hacer un seguimiento de estos. También debe ser capaz de guardar la velocidad promedio con que se mueven los terminales y su recorrido.

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.

## 5. SISTEMA QUE SE PROPONE PARA EL DISEÑO DE LA CONSOLA DE DESPACHO

Para el diseño de la consola de despacho, objetivo fundamental de este trabajo, se debe tener en cuenta el entorno de red en el que se va a desarrollar la comunicación de esta con los terminales. Así mismo, es necesario conocer las características de la comunicación que se va a llevar a cabo para seleccionar qué funcionalidades, de las mencionadas anteriormente, se deben implementar en la consola de despacho y establecer los criterios de selección de los elementos que la integran. Los principales requerimientos que se consideraron para el de diseño de la consola de despacho que

se propone son: la consola va a operar sobre una red *trunking*, se debe permitir comunicaciones unificadas basadas en VoIP, que el proveedor del servicio pueda centralizar la gestión y las comunicaciones, la comunicación debe ser segura y es necesario implementar las trece funcionalidades mencionadas anteriormente.

## Características de red para el diseño de la consola de despacho

El sistema propuesto para el diseño de la consola de despacho de UC VoIP se enmarca en la red eLTE que hoy en día es referencia de redes *trunking*, pero pudiera implementarse en cualquier red adaptando el diseño para esa red particular, sin cambiar los requerimientos definidos. No se propone una topología distribuida pues como requisito de diseño se plantea que el proveedor del servicio pueda centralizar la gestión y las comunicaciones. Por ello se consideró que la red del cliente incluya lo que se denomina consola secundaria ejecutada sobre un terminal, la cual debe poseer conexión directa al servidor del núcleo de la consola de despacho del proveedor de servicios. De esta forma, el procesamiento de las consolas secundarias asociadas a los clientes puede ser monitorizado y restringido desde la consola principal y, que las consolas secundarias solo tengan información y acceso a los terminales de su red. Consecuentemente en la Fig. 3 se propone una topología centralizada en la que existe una consola de despacho central con el gestor principal y varias vistas de esta consola (consolas secundarias) que se ejecutan en una terminal de las redes de los clientes.

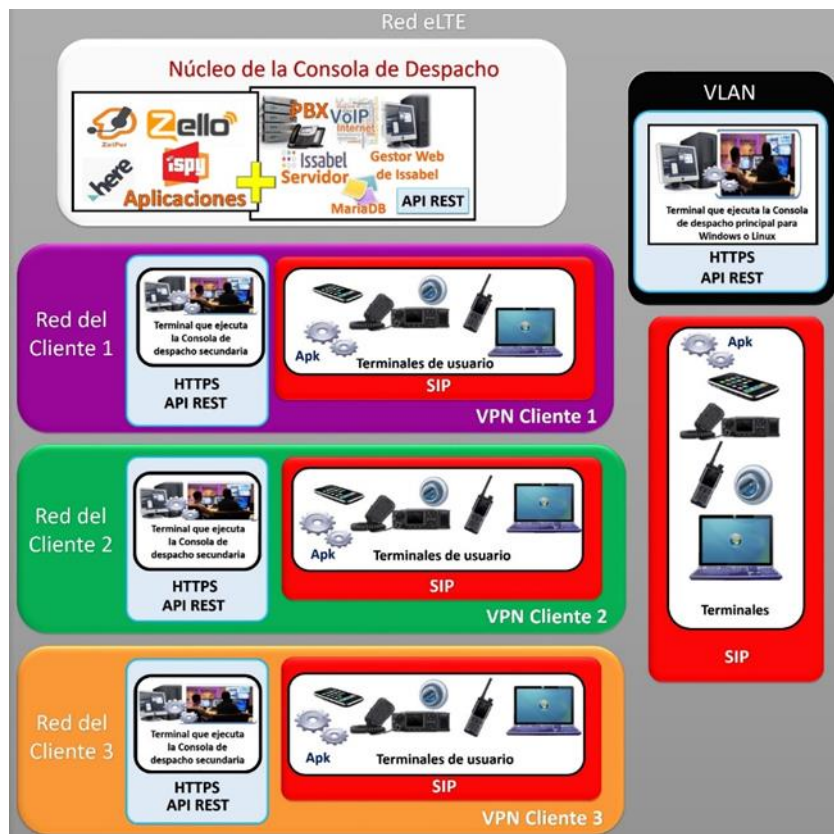


Figura 3: Sistema que se propone para el diseño de la consola de despacho.

## Núcleo de la consola de despacho

Este bloque está asociado directamente a la red del proveedor de servicios y puede estar constituido por varias tecnologías, incluyendo el Subsistema Multimedia IP (IMS por las siglas del término en inglés *Internet Protocol Multimedia System*). Es necesario que exista un Ramal Privado de Conmutación (PBX por las siglas del término en inglés *Private Branch Exchange*), para que se puedan desplegar varias funcionalidades de la consola. Se recomienda escoger una PBX de Software Libre y Código Abierto (SCLA por las siglas del término en español) lo que permitiría acceder a su código fuente para, entre otros beneficios, incorporarle aplicaciones que faciliten la implementación de las funcionalidades previstas en el diseño de la consola de despacho. Las funcionalidades previstas en el diseño que

se pueden cubrir desde las PBX son: grupos de llamadas, suscripción de usuarios y extensiones asociadas, transferencia de llamadas y grabación de llamadas, videollamadas como parte del control y supervisión de videos y la mensajería.

Para el diseño de la consola de despacho se propone el empleo de la PBX Issabel por ser actual, de SLCA y contener características que dan continuidad a Elastix [13] y mejoran a Asterisk [14]. Además, Issabel tiene un gestor web que se puede utilizar de base para las funcionalidades de gestión de la consola de despacho [15].

Adicionalmente, en la selección de la PBX se tuvo en cuenta las características de su base de datos pues en ella se localiza la información de interés para la consola de despacho y los datos que se requieren para llevar a cabo las funcionalidades previstas. Algunas de las informaciones de interés que deben estar en la base de datos son: los Registros de Detalles de Llamada (CDR por las siglas del término en inglés *Call Detail Register*) y los archivos que contienen información esencial de las extensiones como *extensions.conf* y *sip.conf* o *iax.conf*, relacionados con los protocolos de señalización que se usan en la PBX y con información referente a las características de la comunicación de cada extensión.

Particularmente, las PBX basadas en Asterisk como es el caso de Issabel, proporcionan de forma alternativa una serie de *backends* que permiten acceder y almacenar los registros o archivos que contienen información esencial de las extensiones en módulos de Conectividad a Base de Datos Abierta (ODBC por las siglas del término en inglés *Open Data Base Connectivity*). ODBC (mediante la librería *unixODBC*) establece una capa de abstracción entre Issabel (o muchas otras aplicaciones) y la mayoría de las bases de datos [15]. En caso de que se decidiera utilizar una PBX que no esté basada en Asterisk, sería necesario buscar información acerca de cómo acceder a su base de datos. Para administrar la información almacenada en los archivos o registros de la base de datos es importante seleccionar el Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD por las siglas del término en español). En correspondencia con la selección de la PBX Issabel, se empleará MariaDB como SGBD.

La topología propuesta para el diseño de la consola de despacho reutiliza las VPNs existentes para gestionar la seguridad de la red *trunking* eLTE (ver Fig. 3) asociadas al núcleo de dicha red lo que fortalece su seguridad cubriendo así este requisito de diseño. Este mecanismo permite segmentar el tráfico y garantizar cierto grado de calidad en el servicio que se brinda a cada cliente.

El flujo de información desde el núcleo de la consola de despacho hasta el terminal que ejecuta la consola de despacho principal debe ir, por la seguridad requerida en el diseño, a través de una Red de Área Local Virtual (VLAN por las siglas del término en inglés *Virtual Local Area Network*). Esto permite que la información de gestión y las directivas de la consola principal serán ejecutadas en cada consola secundaria.

Además, en el diseño que se propone, se establece que para la conexión a la consola de despacho de terminales que son teléfonos móviles, el proveedor de servicios de la consola debe poseer un Nombre de Punto de Acceso (APN siglas del término en inglés *Access Point Name*), que garantice conexión IP directa de los terminales de la red móvil al servidor de la PBX. Esto le permitirá gestionar los recursos y los servicios que utilizarán dichos teléfonos dentro de su red.

## Protocolos de comunicación:

Como parte del diseño de la consola de despacho es necesario seleccionar un protocolo de señalización para el establecimiento de la comunicación entre la PBX y los terminales, el cual debe ser considerado tanto en la PBX como en dichos terminales. Por ello, las aplicaciones incorporadas a los terminales deben establecer un canal de comunicación con la PBX utilizando el protocolo de señalización que se seleccione, el cual, en correspondencia con las características de la red que se consideró en el diseño de la consola de despacho, fue SIP. Esta selección se realiza a partir del nivel de estandarización que tiene este protocolo, tanto en el servicio de VoIP como en plataformas IMS de gran uso actualmente en los servicios IP [16].

Adicionalmente se requiere un protocolo de comunicación para la interfaz de programación de aplicaciones (API por las siglas del término en inglés *Application Programming Interface*) y en la propuesta de diseño de la consola de despacho se plantea emplear Servicios Web (WS por las siglas del término en inglés *Web Services*) como interfaz hacia las funcionalidades que ofrece, lo que facilitaría que estas puedan ser ejecutadas en el terminal seleccionado y que la administración de las capacidades de la consola de despacho sea sencilla y accesible. Por tales razones debe existir una API tanto en el núcleo de la consola de despacho como en los terminales.

Para la selección de la API del WS a adoptar en el diseño de la consola de despacho se utilizó la tabla de [17]. De acuerdo con dicha tabla, se seleccionó la API Transferencia de Estado Representacional (API REST por las siglas del término en inglés *Representational State Transfer*) debido a que:

- Es flexible, poco compleja y posee buen desempeño.
- Usa pocos recursos de la red e implementa el *JavaScript Object Notation* (JSON por sus siglas en inglés) que constituye un formato de mensaje estandarizado y más simple que el Lenguaje de Marcas Extensible (XML por las siglas del término en inglés *Extensible Markup Language*).
- Evita errores en la codificación de datos.
- Tiene correspondencia en muchos aspectos con los requisitos planteados para desarrollar la consola de UC VoIP. Dado que el núcleo de la consola se pretende utilizar para gestionar los servicios que la red garantiza a sus terminales móviles, se considera a la consola de despacho un servicio móvil a ofrecer sobre APIs públicas, algo que ofrece REST. Además, se recomienda usar en redes con topologías centralizadas que es el tipo que se ha considerado en el diseño que se propone.
- La PBX Issabel cuenta con una API REST.

## Terminales

Existen tres tipos de terminales en el sistema que se propone para el diseño de la consola de despacho (ver Fig. 3):

Los terminales que ejecutan la consola de despacho principal en la red del proveedor del servicio y las consolas secundarias consisten en computadoras personales (PC por las siglas del término en inglés *Personal Computer*). Dichas PC deben contar con sistema operativo Microsoft Windows o Linux y con una API para compartir con el servidor de la PBX la información necesaria para ejecutar las funcionalidades de la consola de despacho y llevar a cabo la gestión de los terminales de la red del cliente.

Por otra parte, los terminales de usuario (*trunking* digital, teléfonos móviles, cámaras, PC y *laptop*) son los terminales finales. Excepto las cámaras, estos terminales utilizarán una aplicación que se debe desarrollar, en paralelo a la consola de despacho, la cual debe crear un canal de comunicación mediante el protocolo de señalización seleccionado, que permita su conexión al servidor de la PBX de la consola de despacho. Las cámaras pueden ser cámaras web o cámaras IP. Las cámaras web se asocian a la consola de despacho como parte de una PC, una *laptop* o un teléfono móvil. Consecuentemente, las cámaras IP se conectan directamente a la consola de despacho, ya que se concibe en su diseño la gestión de este tipo de terminal.

Se propone que los terminales de usuarios se conecten a la consola de despacho a partir de una aplicación que establezca un canal de comunicación SIP la cual se debe desarrollar. Debido a los problemas con la Traducción de Direcciones de Red (NAT por las siglas del término en inglés *Network Address Translation*) que posee SIP, es importante que los terminales se encuentren en la misma subred que el servidor de la PBX Issabel, lo cual se logra si se encuentran en la misma VPN.

El sistema que se propone para el diseño de la consola de despacho ya provee algunas de las funcionalidades que se consideraron en los requerimientos de diseño, estas son: grupos de llamadas, suscripción de usuarios y extensiones asociadas, transferencia de llamadas, grabación de llamadas, videollamadas como parte del control y supervisión de videos y la mensajería. Para lograr las funcionalidades restantes es necesario utilizar un conjunto de aplicaciones que se deben seleccionar o desarrollar. En función de esto, a continuación se realiza un análisis de las aplicaciones de referencia que pudieran considerarse.

## Análisis de aplicaciones de referencia para emplear en el sistema que se propone para el diseño de la consola de despacho

Las aplicaciones de referencia a emplear en el sistema que se propone para el diseño de la consola de despacho deben ser preferiblemente SLCA y estar disponibles para Windows o Linux. Esto facilita el desarrollo de la consola pues se encuentra disponible el código fuente de las aplicaciones y, además, contribuye a lograr independencia tecnológica. Para la selección de las aplicaciones de referencia a considerar, se realizó una comparación entre varias para cada una de las funcionalidades aún no cubiertas en el diseño. Estas aplicaciones, analizadas en [15] y son



- Para clientes de VoIP: *WhatsApp, FacebookMessenger, Linphone, Zoiper y Jitsi.*
- Para aplicaciones de PTT: *HeyTell, Zello y TwoWay.*
- Para aplicaciones de monitoreo y videovigilancia: *IP ViewerCamera, ContaCa, Nivian, iSpy.*
- Para aplicaciones de localización en tiempo real por GPS: *Mapa de Cuba Offline, Osmand, Galileo Maps Offline, HereMaps y Syngic.*

Como resultado, se seleccionaron las aplicaciones de referencia que se incorporaran al sistema de la consola de despacho para completar las funcionalidades planteadas en los requerimientos de su diseño (las que no provee el sistema diseñado). El análisis realizado y sus resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Aplicaciones de referencia seleccionadas para para incorporar al sistema la consola de despacho.

FUNCIONALIDAD DE LA CONSOLA DE DESPACHO	APLICACIÓN SELECCIONADA	CRITERIOS PARA SU SELECCIÓN	MEJORAS A REALIZAR EN LA APLICACIÓN
1.PTT	Zello	Sistema Operativo (OS siglas del término en inglés <i>Operating System</i> ) Cuenta con salas de conversación privadas y públicas de hasta cien usuarios.	No (Se toma como aplicación de referencia de PTT a pesar de no ser SCLA por sus potencialidades, ver [15])
5.Realización y recepción de llamadas.  6.Forzar Fin de llamadas.  11.Mensajería	Zoiper o Jitsi	OS, SLCA Funcionan con una cuenta de servicio VoIP	No (5, 11) Sí (6)
7.Control y supervisión de videos.  12.Monitoreo de terminales	iSpy	OS, SLCA	No
13.Suscripción de terminales en mapas	HereMaps	OS, SLCA	Sí, pero sutiles

Es importante precisar que algunas funcionalidades deben ser mejoradas o desarrolladas. Estas son:

- La funcionalidad de forzar fin de llamada se debe mejorar para poder realizar el colgado de cualquier llamada de usuarios registrados en la consola, dado que las aplicaciones de referencia propuestas para este tipo de funcionalidad no cubren completamente esta necesidad.
- La funcionalidad de supervisión discreta de llamadas es necesario desarrollarla pues por las características que presenta, no es posible cubrirla con las aplicaciones de referencia propuestas.
- La funcionalidad de suscripción de terminales en mapas requiere modificaciones en la aplicación de referencia seleccionada (*HereMaps*). Estas modificaciones deben permitir que la consola de despacho tenga acceso a activar la ubicación en los terminales que se gestionan independientemente del portador del mismo, (o sea, que no tenga restringido el acceso a manipular su ubicación) y poder hacerlo simultáneamente para muchos terminales.

## 6. VALIDACIÓN DE LA CONSOLA DE DESPACHO PROPUESTA

La propuesta de diseño de la consola de despacho presentada en este artículo fue validada de dos formas: realizando pruebas sobre un escenario que simula alguna de sus funcionalidades y a través de la consulta a expertos. A continuación, se explican las características de las validaciones realizadas y sus resultados.

## Validación empleando un escenario de prueba con elementos seleccionados para la consola de despacho

Teniendo como objetivo la validación del sistema propuesto para el diseño de la consola de despacho se determinó establecer el escenario de prueba mostrado en la Fig. 4 cuyas características son:

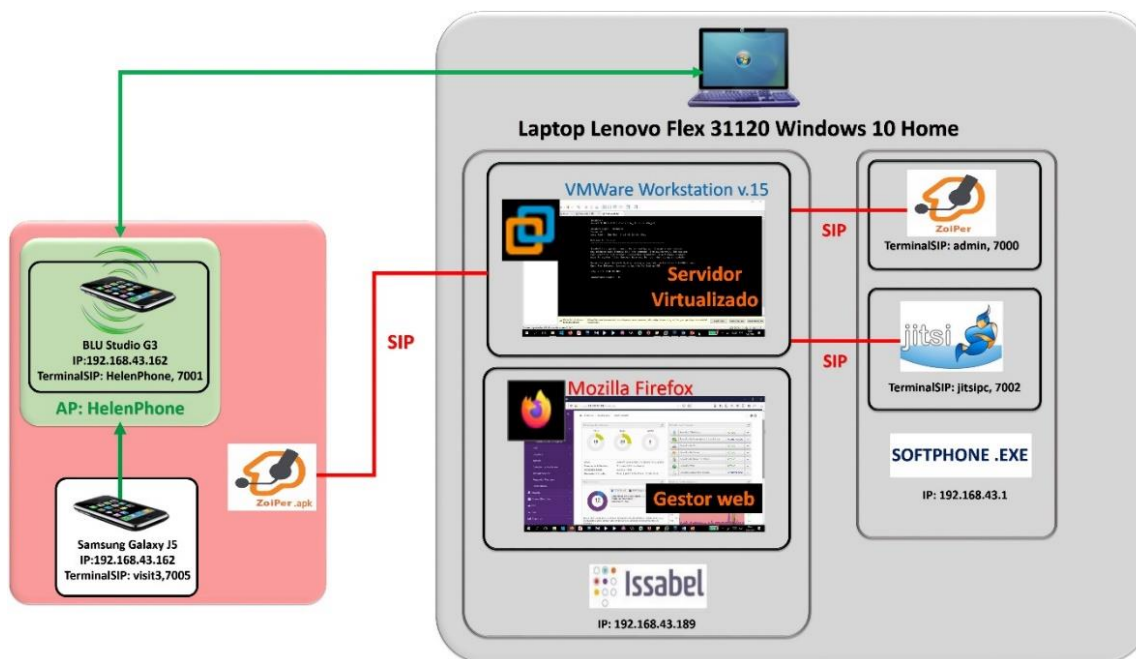


Figura 4: Escenario para validar el sistema propuesto para el diseño de la consola de despacho.

- Un servidor Issabel V.4 virtualizado mediante el software *VMWare Workstation V.15* que contiene a la PBX con su base de datos MariaDB y el gestor web al que se accede mediante el navegador Mozilla Firefox. Este servidor se ejecutó en una *Laptop Lenovo Flex 3 120* con 4GB de RAM, sistema operativo *Windows 10 Home* y procesador Intel(R) Celeron(R) CPU N2840 y 2.16GHz. Esto constituye una parte fundamental del núcleo de la consola de despacho
- Dos teléfonos móviles como terminales de usuario con sistema operativo Android V.7: *BLU Studio G3* y *Samsung Galaxy J5*. Los teléfonos cuentan con la aplicación *Zoiper* como cliente de VoIP que permite el establecimiento de canales de comunicación con el servidor Issabel.
- Dos *softphone* ejecutándose también en la *laptop* donde se encuentra el servidor Issabel para lo cual se utiliza: *Zoiper.exe* y *Jitsi.exe*.
- Un punto de acceso (APN), creado en el terminal HelenPhone, para establecer una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN siglas del término en inglés *Wireless Local Area Network*) entre la *laptop* y los teléfonos móviles. Con el objetivo de mantener en la misma subred estos elementos se configuró en la *laptop* el *VMWare* en modo bridge.
- Empleo del protocolo de señalización SIP para establecer la comunicación. En el servidor Issabel se crea una cuenta SIP con contraseña para cada móvil lo que permite que estos, mediante su cliente de VoIP, se puedan autenticar en el mencionado servidor.

Una vez establecido el escenario se realizaron pruebas que permitieron demostrar la presencia de un conjunto de funcionalidades en la consola de despacho simulada. Estas son:

- Realización y recepción de llamadas: se verificó realizando llamadas entre los teléfonos presentes en el escenario.
- Grupos de llamadas: se comprobó a partir de establecer llamadas entre los teléfonos móviles asociados a un grupo de llamada y la *laptop*, así como definiendo diferentes combinaciones de grupos de usuarios lo que evidenció que si no se pertenece al grupo en cuestión no se participa en la llamada.

- Suscripción de usuarios y extensiones asociadas: se confirmó creando usuarios y contraseñas, tanto de usuarios simples como de operadores, para acceder al servidor Issabel que contiene la PBX. Se transfirieron llamadas de un terminal móvil a otro grabándose audios de estas y obteniéndose capturas con *Wireshark* para demostrar el desvío de la llamada.

Además, el escenario construido permitió ejemplificar el empleo del protocolo propuesto para la consola de despacho que fue necesario para garantizar la comunicación en las funcionalidades antes explicadas. Más detalles del escenario de validación se pueden consultar en [15].

### Validación mediante el método de consulta de expertos

Para realizar la validación mediante el método de consulta a expertos, se consideraron directivos y especialistas de Movitel, empresa encargada de las comunicaciones *trunking* en Cuba, que por su experiencia y conocimientos teóricos-prácticos, pudieran ser considerados expertos [15]. Estas afirmaciones se adaptaron a las necesidades de Movitel como un proveedor de los servicios de redes *trunking* que requieren la ampliación de la consola de despacho de su red en cuanto a funcionalidades e independencia tecnológica; y se plantean a continuación:

- (1) Las funcionalidades planteadas y su caracterización tienen en cuenta los requisitos funcionales demandados por Movitel para el diseño de la consola de despacho.
- (2) La propuesta de una topología de red centralizada en el diseño de la consola de despacho se adecúa para una primera prueba del servicio de la consola de despacho en la red de Movitel.
- (3) Se considera que emplear la PBX Issabel en el núcleo de la consola de despacho es adecuado teniendo en cuenta sus prestaciones y ser SLCA.
- (4) Al considerar un APN para que los terminales, se posibilita el acceso de estos a servicios de la red de Movitel y su gestión por la consola de despacho.
- (5) SIP es el protocolo de señalización adecuado para el sistema que se propone para desarrollar la consola de despacho.
- (6) Seleccionar la API REST como WS para la consola de despacho de la red eLTE de Movitel es adecuado dado que Issabel PBX cuenta con esta API, la cual, además, se corresponde con muchos de los requisitos planteados por dicho proveedor de servicios.
- (7) Es adecuado considerar las aplicaciones Zoiper o Jitsi, HereMaps, iSPY y Zello de referencia para el desarrollo de las funcionalidades de la consola de despacho.
- (8) El diseño de la consola de despacho garantiza que esta gestione terminales y utilice los servicios de la red como un terminal más de la red eLTE de Movitel.

La pregunta cuatro del método seleccionado, permitió obtener la valoración de los expertos sobre la propuesta de diseño de la consola de despacho a partir de ocho afirmaciones [15]. La Fig. 5 muestra los resultados de las respuestas de los expertos destacándose en ella el valor obtenido por el Índice Porcentual (IP).

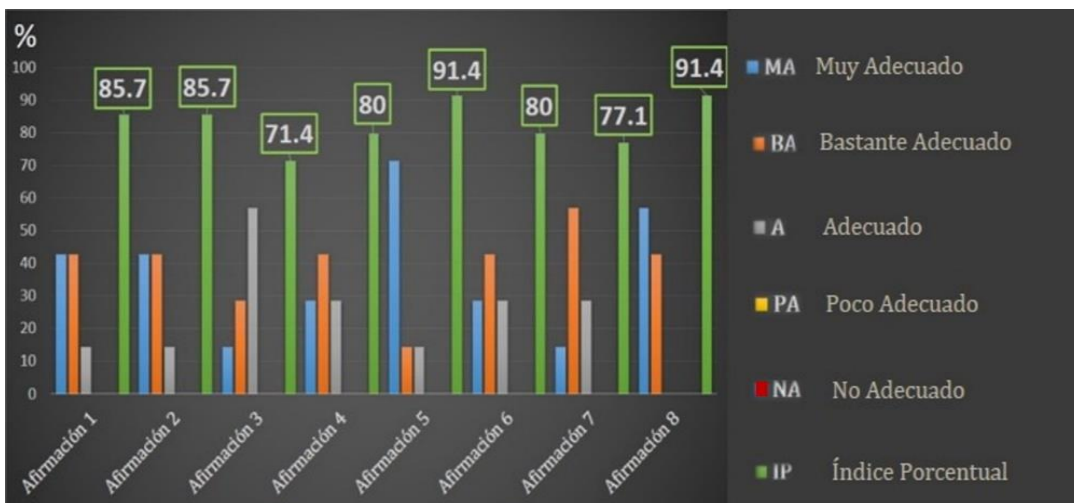


Figura 5 Resultados de la encuesta aplicada a los expertos de Movitel.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las validaciones realizadas, se puede afirmar que el sistema propuesto para el diseño de la consola de despacho es acertado. Se comprobó en el escenario de prueba varias de las funcionalidades requeridas para la consola de despacho: creación de grupos de llamadas, suscripción de usuarios y extensiones asociadas, supervisión, realización, recepción, grabación, transferencia y fin de llamadas; así como el empleo de los protocolos de comunicación seleccionados para el diseño realizado. Además, en la consulta realizada a expertos de Movitel, se obtuvo que más del 80 % de los encuestados consideran la propuesta bastante adecuada.

## CONCLUSIONES

El sistema para el diseño de la consola de despacho presentado en este artículo cumple con el conjunto de requerimientos previamente establecidos: operación sobre una red trunking, comunicaciones unificadas basadas en VoIP, centralización de la gestión y las comunicaciones, seguridad y la implementación de un conjunto de funcionalidades típicas de este tipo de consola. Además, se basa en el empleo de SLCA, imprescindible para lograr la independencia tecnológica que requieren los proveedores de servicios en el contexto actual. Adicionalmente en la propuesta presentada, se consideró, en función de la extensibilidad del sistema, el empleo de WS, a partir de la API REST muy utilizada hoy en día. La seguridad se consigue empleando VLAN y VPNs que, además, resuelven los problemas con el NAT que posee SIP. Las validaciones realizadas al sistema que se propone para el diseño de la consola de despacho fueron satisfactorias.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los trabajadores de Movitel por su cooperación en la realización y validación de esta propuesta, así como a trabajadores y profesores de la CUJAE por la asistencia técnica y profesional brindada para la obtención de dichos resultados.

## REFERENCIAS

- [1] Ing. S. W. Pérez Cuéllar, MSc. I. C. L. Dueñas Santos, y MSc. I. I. Siles Siles, «Análisis de la propuesta del sistema trunking de banda ancha eLTE para la red nacional Movitel», presentado en *XVII Simposio de ingeniería eléctrica (SIE-2017)*, Convención Científica Internacional 2017 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD, PERSPECTIVAS Y RETOS Universidad Marta Abreu de Las Villas, 2017.
- [2] «World Dispatch Consoles Market Research Report 2026», ICRWorld Research, Electrónica 317151, dic. 2021.
- [3] Admin, «Sistemas de consola de despacho Análisis de participación en el crecimiento del mercado, Dinámica, Tendencias futuras, Actualización de jugadores líderes, Estado CAGR, Pronóstico para 2028», Revista Crossover, 23-ene-2022.
- [4] Redacción M'S, «@HyteraCommunications trae a México Tecnología TETRA», Más Seguridad, 31-ago-2018.
- [5] Admin, «P25 y TETRA, análisis comparativo de las dos tecnologías que cambiaron las comunicaciones críticas», ucsiminternational magazine, 23-dic-2020.
- [6] Huawei Technologies CO.,LTD, «Huawei eLTEResolution», Huawei Industrial Base Bantian Longgang Shenzhen518129, PR, China, 2014.
- [7] Diego Fernando Avila Pesantez, Juana Karina Arellano Aucancela, Alberto Leopoldo Arellano Aucancela y Carmen Elena Mantilla. «Modelo de Seguridad contra ataques de denegación de servicio para tráfico SIP». En: *Revista Tecnológica-ESPOL* 30.3 (2017).
- [8] S. M. Cedeño Delgado, D. M. Zambrano Zambrano, y W. D. Zambrano Romero, «Revisión sistemática de Comunicaciones Unificadas de VoIP en redes CAN», *INFORMÁTICA Y SISTEMAS: Revista de Tecnologías de la Informática y Telecomunicaciones*, vol. 5, n.º 1, pp. 17-34, ene-jul. 2021.
- [9] Rodrigo del Pozo Durango, Juan Manuel Galarza, Washington Fierro Saltos y Juan Sosa Silva. «Análisis de las alternativas tecnológicas de comunicación unificada para la Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática de la Universidad Estatal de Bolívar». En: *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento* 2.1 (2018), págs. 942-955.
- [10] Hardik Tandel y Parag H Rughani. «Forensic Analysis of Asterisk-FreePBX based VoIP Server». En: *International Journal of Emerging Research in Management and Technology* 6.8 (2018), págs. 166-171.
- [11] Gregorius Hendita Artha Kusuma & et al. «Implementasi Voip Elastix Server Pada PT XYZ». En: *Journal of Informatics and Advanced Computing (JIAC)* 1.1 (2020), págs. 1-7.

- [12] Elly Mufida, David Wardana Agus Rahayu-STMIK Nusa & et al. «Pembangunan Sistem VoIP Menggunakan Server Issabel Versi 4.0 Dan Tunnel EoIP Pada Omni Hospital Alam Sutera». En: *IJNS-Indonesian Journal on Networking and Security 7.4* (2018).
- [13] F. Palacios, M. Vásquez Bermúdez, F. Orozco, y D. Espinoza Villón, «Aplicabilidad de telefonía IP en la computación en la nube», *JSR*, vol. 3, n.º CITT2017, pp. 128-133, feb. 2018.
- [14] S. Khan y N. Sadiq, «Design and configuration of VoIP based PBX using asterisk server and OPNET platform», en *2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON)*, Pattaya, Thailand, mar. 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/IEECON.2017.8075808.
- [15] H. M. Alvarez Mederos, «Diseño de la consola de despacho para la red eLTE de MoviTel», Trabajo de Diploma para optar por el Título Académico de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, CUJAE, CUJAE, La Habana, Cuba, 2020.
- [16] D. Y. Yavas, I. Hokelek, y B. Günsel, «On modeling of priority-based SIP request scheduling», *Simul. Model. Pract. Theory*, vol. 80, pp. 128-144, ene. 2018, doi: 10.1016/j.simpat.2017.11.003.
- [17] A. Monus, «SOAP vs REST vs JSON- a 2020 comparison», Raygun, 13-feb-2020. [En línea]. Disponible en: <https://raygun.com/blog/soap-vs-rest-vs-json/>. [Accedido: 18-jun-2020].

## SOBRE LOS AUTORES

Helen María Alvarez Mederos, Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica. Actualmente labora como Ingeniera en Emisoras de Teledifusión Masiva en Telemayabeque ubicado en San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Asociada como estudiante a la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. ORCID 0000-0001-6322-7585.

Caridad Anías Calderón, Ingeniera en Telecomunicaciones, Master en Telemática y Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular. Directora del Centro de Estudios de Telecomunicaciones e Informática (CETI), Presidenta de la Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. Jefa del grupo de investigación en Telemática. ORCID 0000-0002-5781-6938.

Fidel Alejandro Fernández Carcasés, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica. Director de Desarrollo Tecnológico de MoviTel, operador público de radiocomunicaciones de Cuba que opera fundamentalmente servicios de radio convencional, trunking y paging. ORCID 0000-0001-9835-3776.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existen conflictos de intereses de los autores o de las instituciones a las cuales pertenecen en relación al contenido del artículo aquí reflejado.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- **Autor 1:** Conceptualización, preparación, creación, desarrollo del artículo, revisión crítica de cada una de las versiones del borrador del artículo, organización y sugerencias acertadas para la conformación de la versión final.
- **Autor 2:** Conceptualización, revisión crítica de cada una de las versiones del borrador del artículo, contribución a la idea y organización, sugerencias acertadas para la conformación de la versión final y aprobación de la versión final a publicar.
- **Autor 3:** Conceptualización, preparación, contribución a la idea y sugerencias acertadas para la conformación de la versión final.

Esta revista provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente investigación al público. Los contenidos de la revista se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License. Se permite la copia y distribución de sus manuscritos por cualquier medio, siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de las obras.

