

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Soluciones Infrónicas
Recibido: 02/01/18 | Aceptado: 11/02/18 | Publicado: 23/02/18

Sistema para la gestión y monitorización de la telefonía analógica y VoIP del CITI

System for the management and monitoring of analogue telephony and VoIP of CITI

Rubén Martínez González¹

¹ Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, rmartinez@ceis.cujae.edu.cu

* Autor para correspondencia: rmartinez@ceis.cujae.edu.cu

Resumen

En el Complejo de investigaciones tecnológicas integradas (CITI) existiendo sistemas de telefonía procesando las comunicaciones. Uno es una planta analógica con 52 terminales contratada con la empresa ETECSA y el otro es un servidor de telefonía digital desarrollado sobre en el marco de trabajo Asterisk. Este servidor no permite la gestión de sus usuarios por lo que se encuentran definidos de forma estática sin poder crear nuevos, modificarlos o eliminarlos. Se propone un módulo integrado a la intranet del centro capaz de gestionar los usuarios del sistema de comunicaciones, así como brindar la salida de reportes acerca del estado de consumo de la telefonía IP del centro por cada usuario. También es de interés por parte del centro poder aplicar cuotas de tiempo a los usuarios con el fin de reducir costos con respecto a la telefonía. El módulo está desarrollado para el CMS Orchard, sobre el cual se encuentra desarrollada la intranet del centro lo que permitirá integrar el módulo como un servicio más de la intranet. A través del módulo es posible asociar usuarios del directorio activo del CITI a las distintas extensiones o usuarios del sistema, ello permite que cada usuario pueda entrar a la intranet y apreciar las estadísticas de su consumo telefónico y así poder planificarse su tiempo de llamada y contribuir al ahorro del presupuesto de la empresa.

Palabras clave: Asterisk; Intranet; Orchard

Abstract

In the Integrated Technology Research Complex (CITI) there is a communications system developed under the Asterisk framework. This system does not allow the management of its users so they are statically defined without being able to create new users, modify or delete them. It is proposed a module integrated to the intranet of the center capable of managing the users of the communications system as well as providing the output of reports on the consumption status of the center's IP telephony for each user. It is also in the interest of the center to be able to apply time rates to users in order to reduce costs with respect to the center's telephony so the module must comply with this

requirement. The module will be developed for the Orchard CMS, on which the intranet of the center is developed which will allow to integrate the module as a service more of the intranet. Through the module it is possible to associate users of the active directory of the center to the different extensions or users of the system, this allows each user to enter the intranet and to appreciate the statistics of their telephone consumption and thus be able to plan your calling time and contribute to saving the company's budget.

Keywords: Asterisk; Intranet; Orchard

Introducción

El mundo de la informática y las telecomunicaciones es cada vez más complejo, donde se desarrollan herramientas y sistemas para dar solución a problemas de comunicación e información. Un buen ejemplo de ello es la telefonía. Actualmente hay dos tecnologías sobre las cuales se realizan las comunicaciones telefónicas: la telefonía analógica y la digital [1]. Entre las redes telefónicas analógicas esta la PSTN (public switched telephone network, por sus siglas en inglés), es una red de telecomunicaciones conmutadas, que básicamente está diseñada para transmisión de voz mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma, aunque pueden también transportar datos, por ejemplo, en el caso del fax o de la conexión a Internet por módem [2]. Entre las redes digitales esta la red IP (Internet Protocol, por sus siglas en inglés) capaz de transportar paquetes de datos entre dispositivos, esta se puede usar para la telefonía mediante el protocolo VoIP. El Protocolo VoIP en realidad es un canal de voz donde la llamada se transmite por la red de IP, conectando un dispositivo con el proveedor VoIP. El uso del protocolo VoIP permite la unión de dos mundos históricamente separados, el de la transmisión de voz y el de la transmisión de datos, usando algunos de los softwares gratuitos que están disponibles en internet. Estas tecnologías pueden combinarse entre sí cuando se emite una llamada porque todas las redes se combinan para hacer posible la comunicación con cualquier otro teléfono [1]. Hoy día, en el ambiente empresarial, se usan sistemas avanzados de telefonía, los cuales pueden tornarse complejos de gestionar y monitorizar. Estos sistemas cuando se despliegan en una empresa relativamente grande, pueden conllevar al uso desmedido de los teléfonos por parte de los empleados y por consecuente reflejarse negativamente en un elevado monto a pagar por factura telefónica, por esto la administración del servicio de telefonía resulta de difícil control para los directivos que requieren herramientas para la toma de decisiones en este sentido. Una de las herramientas que garantiza el flujo informacional y la gestión del conocimiento en el ámbito empresarial moderno es la intranet. La misma es una alternativa para mejorar y agilizar la dinámica organizacional, como también permitir la automatización y mejora de los procesos administrativos, productivos y servicios de la empresa como la telefonía [3]. Al incluir un sitio en la intranet para el servicio de telefonía, se contribuiría a mantener mejor actualizados a los miembros de la

organización respecto a su consumo telefónico. Como este tipo de información va dirigida tanto a los encargados de servicio como a los consumidores del mismo, la información debe estar centralizada y en un sitio con múltiple acceso como es caso de esta intranet.

La telefonía en el Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas (CITI), lugar donde se desarrolla este trabajo, está soportada por dos sistemas diferentes: el primero es un servicio de telefonía tradicional analógica y el segundo es un servicio VoIP de telefonía, conformado por un servidor Asterisk y muchos teléfonos IP. Asterisk es un programa de software libre que proporciona funcionalidades de una central telefónica como conectar un número determinado de teléfonos IP para hacer llamadas entre sí dentro de una misma organización e incluso acceder a comunicaciones fuera de la misma a la PSTN [4], [5]. Los teléfonos IP del CITI trabajan sobre el protocolo VoIP y están dispersos por la red cableada e inalámbrica. El CITI, cuenta con una intranet soportada sobre el sistema gestor de contenidos Orchard. A esta intranet se le han desarrollado módulos para difundir y administrar los servicios de: reserva de comedor, noticias, transporte, perfiles de usuarios. Orchard no provee ningún módulo encargado de la gestión y monitorización de la telefonía [6].

Como antecedente de este trabajo se desarrolló un módulo de gestión de las extensiones IP, que, como principal valor práctico, permitió la aplicación de cuotas de tiempo a las extensiones para disminuir el considerable gasto de factura telefónica por el uso descontrolado de las mismas. El módulo anterior no tuvo en cuenta la parte de la telefonía analógica ni la monitorización de los indicadores de consumo de ambas [5].

De la situación problemática anterior se identifica el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo gestionar y monitorizar la telefonía analógica y VoIP del CITI?

Para resolver este problema se definió como **objeto de estudio**, las redes telefónicas analógicas y VoIP, los sistemas gestores de contenidos para la intranet empresarial. Y como **campo de acción** el análisis y control de consumo de los teléfonos VoIP y analógicos del CITI y el CMS Orchard en la gestión de telefonía.

El **objetivo general** del presente trabajo queda definido como: Desarrollar un sistema que permita la gestión de los números telefónicos analógicos y VoIP del CITI y la monitorización de su consumo. El cumplimiento de este objetivo traerá un **aporte práctico** del trabajo porque el sistema permitiría por parte de los operadores del mismo un elevado control sobre el tiempo a consumir por cada teléfono y evitar el derroche del servicio. Los usuarios podrán consultar en cualquier momento su consumo y planificarse

Materiales y métodos o Metodología computacional

Redes orientadas a circuitos

Las redes orientadas a circuitos son aquellas donde se establece un circuito exclusivo o dedicado entre los nodos antes de que los usuarios se puedan comunicar. Una vez que se establece un circuito entre dos puntos que quieren comunicarse, el resultado básicamente es el equivalente a conectar físicamente un par de cables de un extremo a otro. Una vez establecido el circuito, éste ya no puede ser usado por otros. En cada circuito el retardo es constante, lo cual es una ventaja. Sin embargo, este tipo de redes es costoso debido al mismo hecho de que se necesita un circuito dedicado para cada abonado. Este tipo de redes es el tradicionalmente usados por compañías telefónicas alrededor del mundo y es el mismo que usó Bell en sus inicios; guardando las distancias tecnológicas correspondientes. Es común que ciertas personas confundan las redes de circuitos con las redes analógicas, pero es necesario aclarar que las redes de circuitos bien pueden transportar datos digitalmente [1], [7].

Red Pública Telefónica (PSTN)

La PSTN es esencialmente una red basada en circuitos optimizada para la transmisión de la voz, consiste en un circuito físico que se establece para la comunicación y desaparece culminada la misma, o sea se abre el circuito. Esta red cubre tanto telefonía fija como móvil y es la red que hace posible que podamos comunicarnos con cualquier persona en nuestra ciudad o alrededor del mundo. Originalmente fue una red analógica pero actualmente es una red en su mayoría digital[8].

PSTN en el CITI

La red analógica de la empresa cuenta con 59 líneas telefónicas fijas contratadas a la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) distribuidas en el centro. El uso que los empleados pueden hacer del servicio no es controlado por el CITI. La forma de obtener información sobre este consumo, es mediante una factura mensual que envía ETECSA, donde refleja el tiempo consumido por cada número telefónico y su consecuente saldo a pagar. Sería de gran interés de la empresa informatizar esta información para poder monitorizar y planificar este servicio por lo que esta problemática se encuentra contemplada en el objetivo del trabajo.

Redes orientadas a paquetes

Una red de paquete es aquella que por un mismo medio pueden pasar simultáneamente diferentes flujos de información. Un paquete es un grupo de información que consta de dos partes: los datos y la información de control, que indica la ruta a seguir a lo largo de la red hasta el destino del paquete. Para hacer esto divide el tráfico de cada flujo de información en fragmentos o paquetes que envía intercaladamente. Luego, en el destino los paquetes se reensamblan para reproducir el mensaje original. La conmutación de paquetes es la base principal de las comunicaciones de datos en redes informáticas de todo el mundo [7], [9], [10].

Redes IP

Las redes IP están orientadas a paquetes, donde por una misma conexión pueden llegar distintos flujos de

información. De esta manera se puede estar haciendo video-conferencia al mismo tiempo que se envía un correo electrónico o se navega por la Web. Inclusive por este tipo de redes pueden circular simultáneamente flujos de información para diferentes destinos o direcciones IP. A diferencia de las redes orientadas a circuitos, en este tipo de redes el ancho de banda no es fijo porque depende del tráfico de la red en un momento dado. Adicionalmente cada paquete de un mismo flujo de información no está obligado a seguir el mismo camino por lo que los paquetes que originalmente fueron generados en secuencia pueden llegar desordenados a su destino. Este tipo de factores son muy importantes a tener en cuenta cuando se trafica voz sobre una red de paquetes, que afectan la calidad de la llamada. Las redes de paquetes se han vuelto populares, principalmente porque optimizan recursos debido al hecho de poder utilizar el mismo medio para enviar varios flujos de información [9], [11].

Protocolo VoIP

El protocolo VoIP es un protocolo de transporte basado en las redes IP. Los protocolos de transporte que en su conjunto son llamados "Internet". Dichos protocolos no fueron originalmente diseñados con transmisión de streaming de audio en tiempo real. Se espera que los nodos receptores resuelvan el problema de las pérdidas de paquetes por esperar un largo tiempo para que el paquete arribe, solicitando la retransmisión, o en algunos casos, considerando la información perdida. La conversación no se adapta bien a la pérdida de letras o palabras, ni a ningún retraso apreciable entre transmisión y recepción. El protocolo VoIP surge a partir de la necesidad de encapsular en paquetes la voz para su trasportación a través de las redes IP, por eso que se utiliza UDP, protocolo que garantiza la rapidez de la red por encima de la calidad, porque si se pierde un fonema, pero se escucha el resto de la información el humano es capaz de deducir la palabra que se intentó decir. Los retos para lograr esto se refieren a la manera en que los humanos se comunican. Para que la señal de audio viaje a través de las redes IP de forma fluida debe llegar esencialmente en la misma forma en que fue transmitida y además en un tiempo record de 150 milisegundos. Si los paquetes que reflejan la señal de voz demoran o se pierden, la calidad de las comunicaciones se verá degradada, pudiendo convertir la comunicación casi imposible por las partes que desean comunicarse [7], [12].

Central Telefónica PBX

Una central telefónica PBX (Private Branch Exchange por sus siglas en inglés) es una red telefónica privada utilizada dentro de una empresa. Las llamadas telefónicas son entregadas utilizando el Protocolo de Internet como la tecnología de transporte. Una PBX IP abre las posibilidades, permitiendo en su mayoría un crecimiento ilimitado en términos de extensiones y troncales, e introduciendo funciones más complejas que son más costosas y difíciles de implementar como: Grupos de marcación, Colas, Recepcionista Digital, Buzón de voz y Reportes[5], [13].

Asterisk

Asterisk es un software de código abierto, hecho en lenguaje C que proporciona funcionalidades de una central

telefónica con capacidad para voz sobre IP. Asterisk incluye muchas características que anteriormente solo estaban disponibles en costosos sistemas propietarios PBX, como buzón de voz, distribución automática de llamadas, entre otras. Los usuarios pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un Dialplan en el lenguaje de script de Asterisk o añadiendo módulos escritos en el lenguaje C así como en cualquier otro lenguaje de programación soportado en Linux. Asterisk puede instalarse en cualquier distribución de Linux. Al ver la oportunidad de negocio muchos fabricantes se han sumado a ofrecer hardware telefónico compatible con Asterisk, principalmente tarjetas PCI para conexión con la PSTN y esto ha hecho que la oferta de centrales telefónicas basadas en Asterisk crezca en los últimos tiempos[5], [7], [11].

La intranet empresarial

La intranet es una de las tecnologías más poderosas que pueden utilizarse en una organización, su adecuada implementación y cuando los empleados participan activamente en su mantenimiento y actualización, le aporta a la institución una herramienta para la gestión de la información, del conocimiento y la comunicación interna, en función de los objetivos organizacionales. Estos sistemas se basan en varios software administrativos (generalmente diseñados en un entorno web) para automatizar y optimizar la gestión de la información asociada a las operaciones claves de una empresa, basados en aspectos como la calidad, la fiabilidad, las competencias de los recursos humanos, la cultura corporativa y la creación de servicios de valor añadido para los clientes, mediante la concepción de potencializar cada uno de los puntos a través de los cuales es elaborado el proceso productivo de la empresa [14].

La información es un recurso determinante de la competitividad organizacional y sustento de la toma de decisiones para el progreso social y económico. Es por eso que, actualmente, no basta con poseer información, sino que esta debe ser de calidad y actualizada, pero, sobre todo, pertinente a los objetivos de la entidad. Además, como complemento, es necesario poder procesarla, difundirla tan rápido como sea posible y utilizarla como el recurso estratégico que es. En esto, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) aplicadas al ámbito interno de la organización tienen un lugar fundamental[3].

La intranet empresarial en el CITI

En el CITI se desplegó una intranet web a la cual se le han desarrollado módulos para difundir y administrar los servicios de la empresa como es el caso de: reserva de comedor, noticias, transporte, perfiles de usuarios. Esta intranet está montada sobre un sistema gestor de contenidos (CMS, por sus siglas en inglés) específicamente el CMS Orchard. Orchard no provee ningún módulo encargado de la gestión y monitorización de la telefonía[6].

Un importante aspecto a valorar es que este tipo de información referente a la telefonía de del centro de trabajo va dirigida tanto a los encargados de servicio como a los consumidores de este servicio. Va dirigida a los encargados

para que puedan gestionar la cantidad de teléfonos, la información de ellos, monitorizar el consumo y consecuentemente tomar decisiones en cuanto a las restricciones de tiempo. Y va dirigida a los consumidores del servicio para que puedan acceder a la información sobre el estado de su consumo y restricción de tiempo, para poder planificarse y no recibir un corte de servicio. Para esto la información debe estar centralizada y en un sitio con múltiple acceso como es caso de esta intranet.

Sistemas Gestores de Contenidos

Los CMS son una poderosa herramienta en un entorno donde la solución será elaborada por un equipo de programadores por las ventajas que ofrecen: aumentan la velocidad de desarrollo, se trabaja sobre un mismo estándar, posibilitan la actualización, mantenimiento y ampliación de la web con la colaboración de múltiples usuarios, garantizan una sencilla personalización del diseño de la web, una mayor flexibilidad y escalabilidad de la solución, así como la reutilización de una gran variedad de objetos y componentes [15] [16].

CMS Orchard

Orchard es un CMS prácticamente nuevo destinado a la entrega de aplicaciones y componentes reutilizables en la plataforma ASP.NET construido como un contenedor de aplicaciones y bajo un enfoque que pretende garantizar la extensibilidad de la aplicación como requerimiento principal [17]. Permite a los usuarios diseñar rápidamente sitios web de contenido [17]. Orchard está respaldado completamente por Microsoft. Actualmente esta plataforma se encuentra entre uno de los principales CMS desarrollados sobre tecnología .NET del mundo según estadísticas publicadas por W3Techs [19]. En términos de Arquitectura de alto nivel el CMS está conformado por: Módulos, Core, Orchard Framework, ASP.NET MVC, NHibernate, Autofac y Castle.

El elemento más granular es el Module o Módulo que es un área ASP.NET MVC (compuesta principalmente por modelos, controladores y vistas) con la característica de ser dinámicamente compilables. Los módulos deben apoyarse en el núcleo de Orchard. El núcleo (Core) de Orchard contiene módulos con funcionalidades básicas para canales de noticias (feeds RSS), soporte a la navegación o partes de contenidos que brindan a los contenidos de información elemental (usuario, fecha de creación, etc.) [17]. OrchardFramework es el motor de Orchard, contiene los componentes que no pueden ser desacoplados y hace uso de cuatro conocidos frameworks y librerías [17], [18]:

1. ASP.NET MVC: Framework de desarrollo web que implementa el patrón Modelo-Vista-Controlador.
2. NHibernate: Framework de código abierto de ORM para tecnologías .NET. Gestiona la persistencia de los Contenidos.
3. Autofac: Contenedor de IoC, concepto por el que una librería generalista invoca a código de usuario (al revés de lo que sucede en la programación tradicional). Este enfoque es requerido para la implantación del patrón de diseño

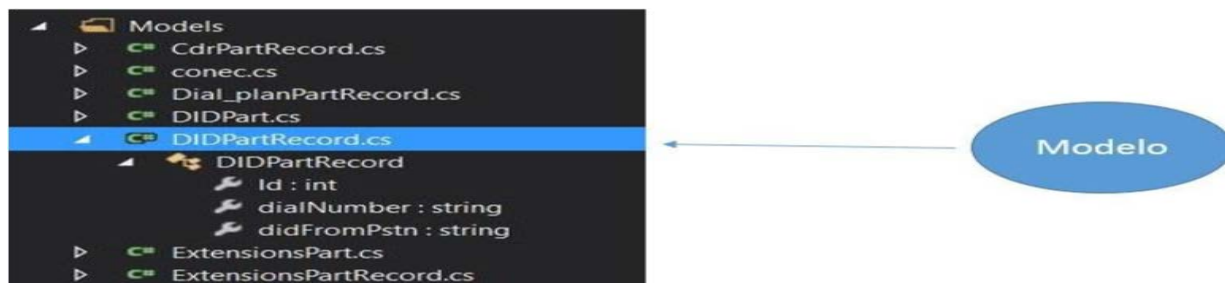
orientado a objetos de inyección de dependencias, por el cual un contenedor inyecta a cada objeto los objetos requeridos en base a una configuración.

4. Castle: Es una librería que permite la generación dinámica de proxys, esencial en la construcción de frameworks que pretenden ofrecer una arquitectura flexible y fácilmente extensible. Los proxys permiten interceptar llamadas a miembros de objetos sin modificar el código de la clase invocada.

Modelo de datos

Orchard utiliza para el acceso a los datos el ORM NHibernate, el cual genera las sentencias SQL y libera al desarrollador del manejo manual de los datos que resultan de la ejecución de dichas sentencias. La aplicación trabajará por ello con objetos persistentes, pero sin comunicarse directamente con la base de datos. En su lugar, la comunicación será con el NHibernate, el que se compone de una sección de configuración (archivo web.config) y un conjunto de mapeos objeto-relacionales. Utilizando estos elementos, NHibernate se comunica con la base de datos y realiza las acciones requeridas por los objetos persistentes (inserción, actualización, eliminación y consulta).

Para el acceso a datos se utilizó el patrón DAO. DAO es una capa de software que actúa como mediador entre los objetos en memoria y la base de datos. Su responsabilidad es transferir datos entre los dos. El patrón de acceso a datos está identificado dentro del paquete Services donde se encuentra un objeto DAO que contiene la implementación para los procesos de alta, baja, modificación y recuperación de los datos desde la base de datos. Por cada modelo existe un DAO correspondiente el cual permite las operaciones antes mencionadas con respecto al modelo en cuestión. En la figura siguiente se muestra como se evidencia este Patrón en la estructura de directorios del módulo.



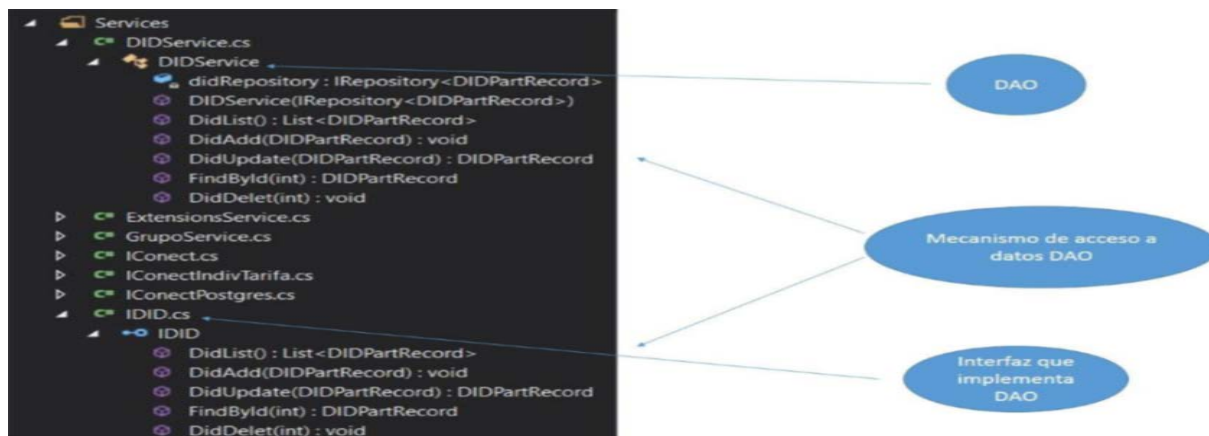


Fig 1: Estructura de directorios

La estructura general del módulo ya habilitado en la intranet está conformada por varios paquetes, entre ellos los correspondientes a MVC y a DAO de Models, Views, Controller y Service y además los paquetes vinculados al CMS que se integran con el modulo como: las capas de autorización y autenticación, el framework ASP.net ,el ORM NHibernate,el paquete orchard q los contiene a todos,los protocolos de HTTP y el hosting IIS(internet informacion service) nativo de Windows. Esta estructura se puede ver en la siguiente representación arquitectónica con un enfoque por responsabilidades.

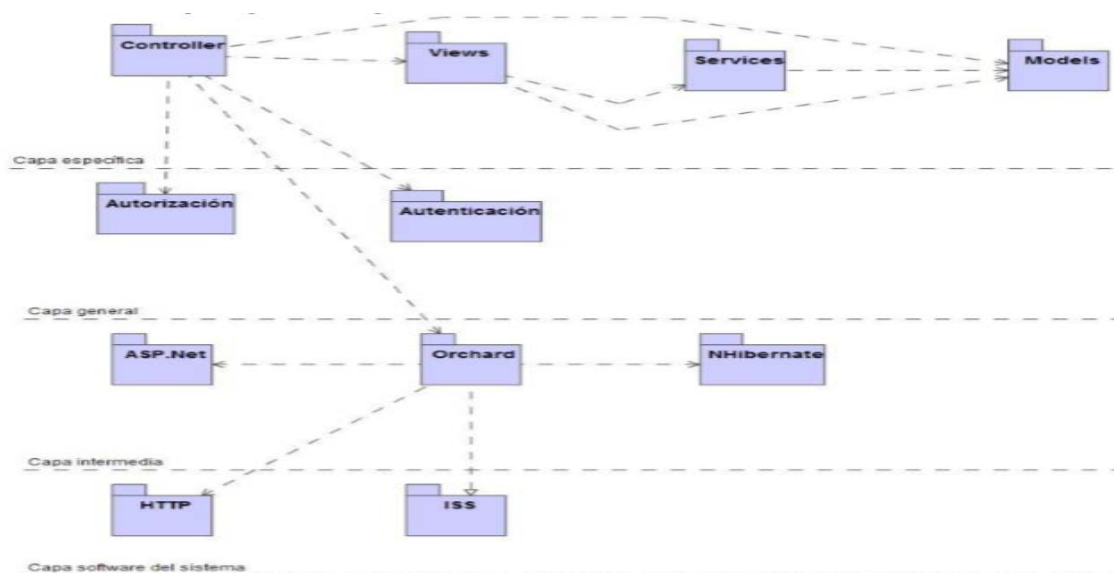


Fig 2 : Representación arquitectónica

Resultados y discusión

Asterisk en el CITI

En el CITI se desplego un servidor Asterisk en su versión 13 sobre la distribución Ubuntu server de Linux que mediante el protocolo UDP/IP conecta a los clientes del servicio y gestiona el tráfico de llamada. Por cada llamada realizada este servidor se conecta mediante una interfaz ODBC al servidor de bases de datos de la institución para guardar ahí sus registros de llamada como se muestra en el siguiente diagrama de despliegue [5].

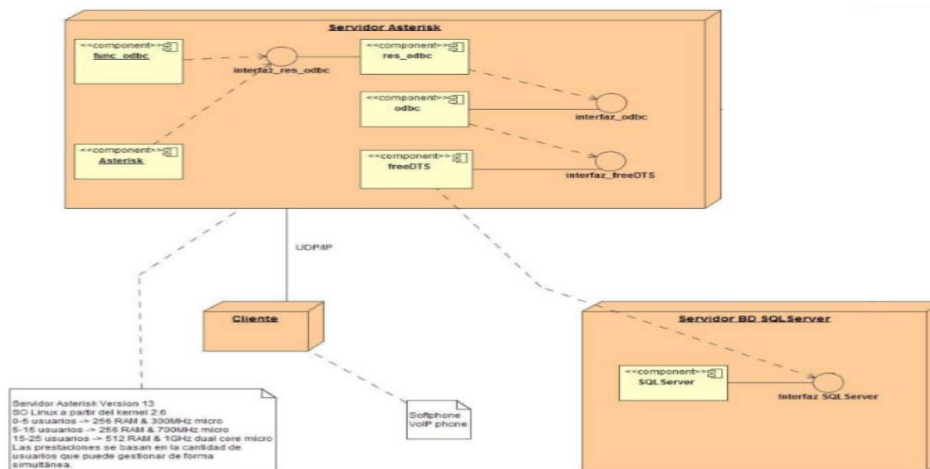


Fig 3: Despliegue de Asterisk en el CITI

En el CITI al servicio de telefonía digital sobre Asterisk, se le ha desarrollado un módulo web desde la intranet del complejo. Este módulo permite la gestión de las extensiones de Asterisk y como principal valor práctico se le pueden imponer a estas, cuotas de tiempo mensuales. Se realizó una investigación en el departamento de economía en cuanto a gastos de telefonía ya continuación, se muestra un gráfico del consumo de la telefonía digital durante el año 2017 donde se puede apreciar que desde junio que se aplicó este sistema decreció el monto a pagar considerablemente y aunque tuvo un alza con el comienzo del curso escolar 2017-2018 no alcanzo nuevamente los picos de antes.



Fig 4: Consumo en CUP de la telefonía VoIP, CITI 2017

El alcance de los resultados de este módulo ha llegado solo a la gestión telefonía digital procesada por Asterisk y la aplicación de cuotas en las mismas, está en proceso de implementación parte analógica y la monitorización del consumo de ambas.

A continuación, se muestra como se ven los gráficos de consumo histórico navegables en la jerarquía años-meses-días

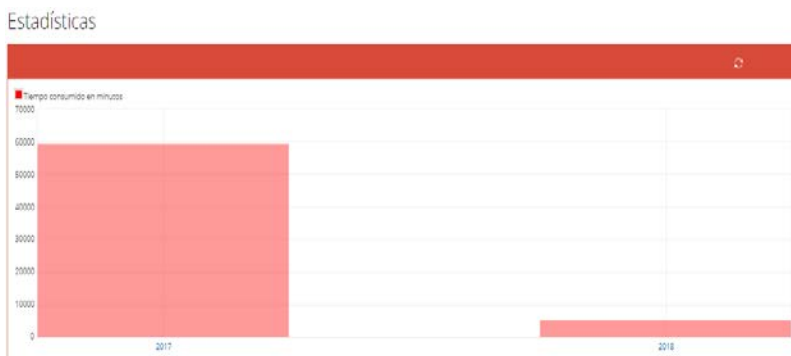


Fig 5: Años en que se han registrado datos con el sistema



Fig 6: Meses en que se han registrado datos con el sistema del año 2017

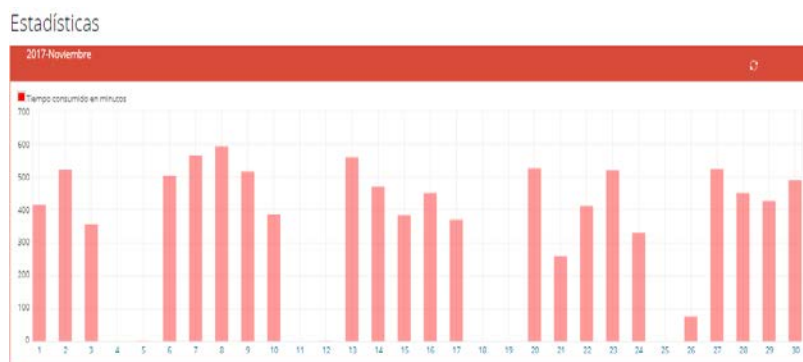


Fig 7 : Dias en que se han registrado datos con el sistema del año 2017, en el mes de noviembre

Hay otro tipo de gráfico que muestra el consumo por extensión, al haber tantas extensiones el grafico es horizontal con filtros de año-mes-día y extensiones

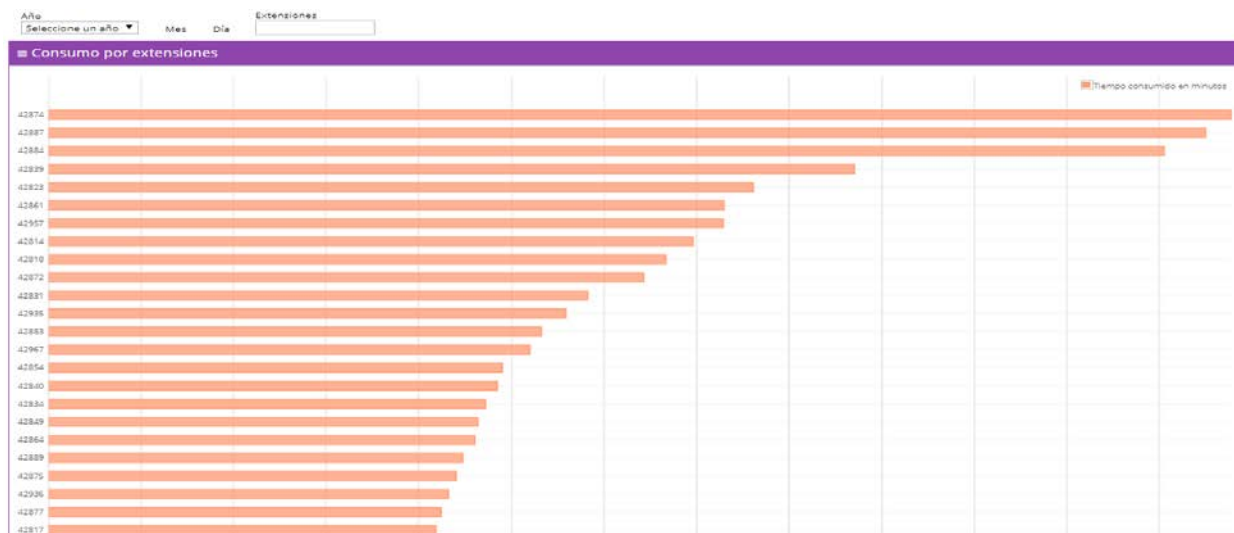


Fig 8 : Gráfico horizontal

Implementación de la funcionalidad de crear grupos de extensiones a los que se le implantara una tarifa mensual. Como se puede ver a continuación

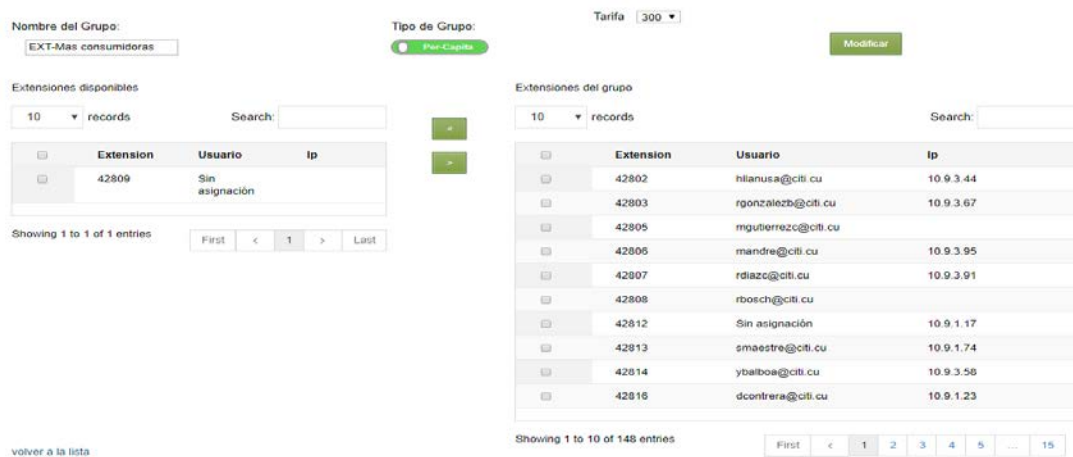


Fig 9 : Grupo de extensiones

El sistema aporta una contribución real a la empresa porque brinda una herramienta capaz de mostrar información de los teléfonos más consumidores para la toma de decisiones de ahorro y la posibilidad de restringir cuánto tiempo al mes pueden llamar. El estudio hecho en el departamento de economía mencionado antes en la Fig 4 evidencia que estas restricciones de tiempo implican un ahorro considerable al presupuesto de la empresa

Conclusiones

Al finalizar la elaboración del presente trabajo, han sido cumplidos los objetivos trazados y a partir de las investigaciones llevadas a cabo a lo largo del mismo, se puede arribar a las siguientes conclusiones:

Se logró limitar el tiempo de un usuario según reglas de tarificación definidas por el grupo de interés al que pertenezca. A través de las trazas del sistema el módulo desarrollado en Orchard confecciona un gráfico de reporte navegable en sentido de profundidad donde se podrá consultar con gran detalle las estadísticas de cualquier usuario del sistema.

Referencias

- [1] A. Font, «Telefonía Analógica, Vs Digital Vs IP. ¿Qué tecnología elegir para la empresa?», Tpartner Network Services, S.L., 26-nov-2015. .
- [2] «TELEFONIA ANALOGICA.», prezi.com. [En línea]. Disponible en: <https://prezi.com/n77mshldpptn/telefonía-analógica/>. [Accedido: 29-nov-2017].
- [3] «Intranets: las tecnologías de información y comunicación en función de la organización». [En línea]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_4_07/aci041007.html. [Accedido: 15-nov-2017].
- [4] «Asterisk Official Site», Asterisk.org. [En línea]. Disponible en: <https://www.asterisk.org/home>. [Accedido: 12-ene-2018].
- [5] [S. Toro Escofet, «Módulo para la gestión de la Central Telefónica Asterisk desde ORCHARD.», Thesis, Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, 2017.
- [6] [«Orchard Gallery - Modules». [En línea]. Disponible en: <http://gallery.orchardproject.net/Packages/Modules?q=>. [Accedido: 20-nov-2017].

- [7] L. Madsen, J. Van Meggelen, y R. Bryant, Asterisk: The definitive guide. O'Reilly Media, Inc., 2011.
- [8] «The basics of SIP trunking explained», SearchUnifiedCommunications. [En línea]. Disponible en: <http://searchunifiedcommunications.techtarget.com/essentialguide/The-basics-of-SIP-trunking-explained>. [Accedido: 13-dic-2017].
- [9] Axis Communications:, «Las redes IP: Conceptos básicos». [En línea]. Disponible en: https://static.casadomo.com/media/2016/12/axis_las_redes_ip.pdf. [Accedido: 22-nov-2017].
- [10] A. S. Tanenbaum, Redes de computadoras. Pearson Educación, 2003.
- [11] B. Pérez, Asterisk PBX: Aprende a crear y diseñar soluciones de telefonía IP desde cero: Implementa, Administra y Soluciona problema en Asterik. Bernardo Perez, 2014.
- [12] A. Imran, M. A. Qadeer, y M. J. R. Khan, «Asterisk VoIP private branch exchange», en 2009 International Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies, 2009, pp. 217-220.
- [13] J. M. H. Moya y R. C. Pastor, Sistemas de telefonía. Editorial Paraninfo, 2006.
- [14] A. S. Santoyo y E. M. Martínez, La brecha digital: mitos y realidades. Uabc, 2003.
- [15] «Desarrollo web a medida VS CMS populares. Ventajas e inconvenientes - Neosystems». [En línea]. Disponible en: <http://www.neosystems.es/noticias/desarrollo-web-a-medida-vs-cms-populares-ventajas-e-inconvenientes>. [Accedido: 15-nov-2017].
- [16] O. Harrison, «CONTENT MANAGEMENT SYSTEMS», CONTENT MANAGEMENT SYSTEMS. [En línea]. Disponible en: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/85610/Oriahi_Harrison.pdf. [Accedido: 22-nov-2017].
- [17] «How Orchard Works - Orchard Documentation». [En línea]. Disponible en: <http://docs.orchardproject.net/en/latest/Documentation/How-Orchard-works/>. [Accedido: 28-nov-2017].
- [18] J. Zablocki, Orchard CMS: Up and Running: ASP. NET Website Development Made Easy. O'Reilly Media, Inc., 2012.