

## SERVICIO DE CONVERGENCIA BASADO EN IDENTIFICADORES

**Denys Buedo Hidalgo<sup>1</sup>, Aymara Marín Díaz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centro de Telemática, Universidad de las Ciencias Informáticas, carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Centro de Telemática, Universidad de las Ciencias Informáticas, carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

1e-mail: [dbuedo@uci.cu](mailto:dbuedo@uci.cu)

### RESUMEN

La convergencia en las telecomunicaciones está muy ligada a la evolución de los estados hacia la "Sociedad de la Información", el uso de las redes como principal infraestructura para el transporte y acceso a la información constituye un eslabón fundamental en este proceso. Este fenómeno va más allá de la integración de tecnologías y servicios, está sujeto a las tendencias tecnológicas, financieras y estratégicas para el mercado. En la actualidad son numerosas las iniciativas llevadas a cabo para lograr la convergencia de los servicios de telecomunicaciones y garantizar un acceso total a los mismos, pero sin dudas, el desarrollo y uso de los identificadores tiene especial interés por parte de los Organismos Mundiales de Normalización, ya que a nivel internacional la portabilidad numérica es considerada un factor esencial que contribuye al desarrollo de la competencia de los servicios de telecomunicaciones. Con la presente investigación se pretende desarrollar un servicio de convergencia a partir de la implementación del protocolo ENUM o "Mapeo de Números Telefónicos", el cual permitirá mediante un identificador único el acceso tanto a servicios de las redes públicas de telefonía nacional, como a los de la Internet.

**PALABRAS CLAVES:** convergencia, identificadores, Sociedad de la Información, telecomunicaciones.

### CONVERGENCE SERVICE BASED IN IDENTIFIERS

#### ABSTRACT

Convergence in telecommunications is closely linked to the evolution of the states into the "Information Society", the use of networks as the main transport infrastructure and access to information is a vital link in this process. This phenomenon goes beyond the integration of technologies and services, is subject to technological trends, financial and strategic for the market. Currently there are numerous initiatives undertaken to achieve convergence of telecommunications services and to ensure full access to them, but certainly, the development and use of identifiers is of particular interest from global agencies Standardization as international number portability is considered an essential factor that contributes to the development of competition in telecommunications services. With this research is to develop a convergence service from the implementation of ENUM or "Mapping Telephone Numbers", which means a unique identifier will allow access to both services of national telephone networks, as the Internet.

**KEY WORDS:** convergence, identifiers, Information Society, telecommunications.

## INTRODUCCIÓN

El sector de las telecomunicaciones ha estado caracterizado desde su surgimiento por una constante evolución, lo que ha provocado profundas transformaciones en su estructura y funcionamiento. Esta evolución puede encerrarse en 4 etapas fundamentales, la etapa fundacional, que data de la segunda mitad del siglo XIX, la analógica, desde 1900 hasta 1970, la digital, de 1970 a 1999 y la convergencia, la cual comenzó al inicio del siglo XXI y está alcanzado su máximo esplendor en la actualidad. [1]

Con el desarrollo del telégrafo, por Samuel Morse en 1838, comenzó el largo camino de las telecomunicaciones. El sistema creado necesitaba de una llave para cerrar y abrir un circuito eléctrico, una batería, un conductor y un receptor electromagnético. Esto unido al código morse se convirtió en la primera aplicación práctica y comercial de la electricidad y en el primer sistema de telecomunicaciones que conoce la humanidad.

Pocos años después Alexander Graham Bell a partir de estudios e experimentos realizados para transmitir voz sobre los cables telegráficos, logró escuchar un sonido al otro lado del telégrafo, donde Thomas A.

Watson se encontraba haciendo pruebas, esto constituyó la primera transmisión de un sonido a través de un cable eléctrico. El 10 de marzo de 1876, se pudo escuchar la primera frase de la historia transmitida por esta vía "Mr. Watson, come here, I want you", y con esto el surgimiento del teléfono. [2]

La era analógica consolidó las redes telefónicas, la radio y la televisión y la era digital abrió las puertas al surgimiento de nuevas tecnologías, como la conmutación de paquetes, lo que permitió que se desarrollaran nuevos servicios, como los basados en voz sobre IP, VoIP (del idioma inglés: Voice Over Internet Protocol).

Con la rápida expansión y éxito de la telefonía celular de segunda generación (2G), se mostró las enormes posibilidades del acceso móvil, siendo el acceso a Internet desde los celulares uno de sus más grandes éxitos. La telefonía móvil se puede catalogar con un fenómeno decisivo e importante que ha hecho posible la conectividad global continua, en cuanto a posibilidades de intercambio comunicativo; esto unido a la portabilidad e integración de otros dispositivos, como cámaras de fotos y videos, organizadores, tarjetas de pago, TV, reproductores de música, y consolas de juegos lo han convertido en una herramienta necesaria para las personas del planeta.

El desarrollo de la telefonía móvil y su penetración en todas las regiones del planeta permite hablar de una segunda revolución digital (simultánea y convergente con la de Internet) caracterizada por la translocalidad (comunicación en movimiento y, por tanto, independiente del lugar) y la integración (coordinación de aplicaciones, funciones y servicios en un dispositivo de comunicación y acceso). [3]

La constante necesidad de acceso a internet en todas las regiones y países del mundo posibilitó su penetración de casi todos los ámbitos de la sociedad y la economía, hasta convertirse en unos de los pilares de la Sociedad de la Información. Esta gran expansión se produjo en menos tiempo que otros medios de comunicación más simples, como la radio, la televisión y los ordenadores personales, revolucionando las pautas y procedimientos existentes hasta entonces en el mundo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC, en lo adelante).

Actualmente, la convergencia en las telecomunicaciones está muy ligada a la evolución de los estados hacia la Sociedad de la Información, el uso de las redes como principal infraestructura para el transporte y acceso a la información constituye un eslabón fundamental en este proceso.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define la convergencia como: "evolución coordinada de redes que antes eran independientes hacia una uniformidad que permita el soporte común de servicios y aplicaciones", en otras palabras, que contenidos muy diversos (audio, video, textos e imágenes) y servicios se distribuyan y accedan a través de redes distintas (telefonía fija, banda ancha, satélite, cables y redes inalámbricas) y desde diferentes equipos." [4]

Son numerosas las iniciativas llevadas a cabo para lograr la convergencia de los servicios de telecomunicaciones y garantizar un acceso total a los mismos desde cualquier parte y en cualquier momento, pero es sin dudas el mapeo de números telefónicos, ENUM (del inglés: Telephone Number Mapping) el que cuenta con mayores probabilidades de éxito. [5]

ENUM utiliza los números telefónicos E.164 (Plan Internacional de Numeración de las Telecomunicaciones Públicas) y los correlaciona con los identificadores de recursos uniformes URI (del inglés: Uniform Resource Identifier) almacenados en las bases de datos jerárquicas y físicamente distribuidas del Sistema de Nombres de Dominio DNS (del idioma inglés: Domain Naming System) definido en la RFC 3761 de la IETF (Internet Engineering Task Force). La decisión de utilizar estos números se debe a que son comprensibles universalmente, únicos, neutros con respecto a las tecnologías y están basados y controlados por normas mundialmente aprobadas. [6]

El mapeo de números telefónicos se considera el primer servicio de convergencia entre los servicios suministrados por las redes de telecomunicaciones y los que se proveen en la Internet. El concepto sobre el cual se desarrolló el ENUM es el de un número para todos los servicios conocido también como ENUM de Usuario.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una propuesta sobre la implementación del ENUM de Usuarios.

## **MAPEO DE NÚMEROS TELEFÓNICOS**

EL mapeo de números telefónicos es un protocolo resultante del Grupo de Trabajo de Mapeo de Números Telefónicos perteneciente al IETF y tiene como filosofía correlacionar los números telefónicos de la red pública que cumplen con la recomendación e.164 de la ITU-T con las URI almacenados en los DNS.

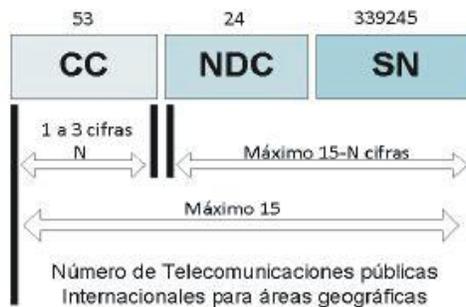
El empleo del DNS como base de datos se debe a que es una tecnología muy madura probada además con resultados confiables. Por otra parte existe globalmente toda una infraestructura de DNS creada, por lo que el desarrollo del ENUM no acarreará gastos en este sentido. El DNS, brinda un servicio de búsqueda distribuido y se rige por una estructura jerárquica en modo de árbol. Su funcionamiento está soportado por aplicaciones servidoras desplegadas en algunos de sus nodos, que contienen y manipulan la información rectora de la zona que controlan en registros alojados en ficheros (ficheros de zona).

Se puede decir que la RFC 3761 de la IETF, la cual rige el ENUM establece 4 conceptos fundamentales que rigen el mismo: Números E.164, Identificador de Recursos Uniforme (URI), Sistema de Nombres de Dominio (DNS) y Dominio "e164.arpa".

## Números E.164

El Plan Internacional de Numeración para las Telecomunicaciones lo establece la Recomendación E.164 de la ITU-T. Un número telefónico que aplique este estándar está compuesto de un número variable de cifras dispuestas en bloques de código específicos. Los bloques de código del mismo son el indicativo de país o CC (del inglés: Country Code) y el número nacional (pudiendo reflejar un campo significativo) N(S) N (del inglés: National Significant Number).

Las normas establecen que el indicativo de país debe de tener de 1 a 3 dígitos y ha de ser la cabecera del mismo, además de ser único para cada país. La longitud total del número no ha de exceder los 15 dígitos, por tanto, la suma de los dígitos de la cabecera (el indicativo de país) más el número nacional (resto del número) ha de ser menor o igual que 15. A continuación se muestra la figura 1 que desglosa un número perteneciente a un habitante de Holguín, Cuba (+53 24 339245).



**Figura 1: Desglose en campos de un número e164.**

(CC: Indicativo de país para áreas geográficas, NDC: Indicativo nacional de destino, SN: Número de abonado, N: Número de cifras del indicativo de país)

El indicativo de país para Cuba es el 53, siendo el resto de este número el número nacional. Cada país, de forma interna, puede definir un código para cada una de sus zonas, en el ejemplo se ha separado el código que pertenece a la provincia de Holguín (24) del número del abonado (339245), pero en su conjunto se está refiriendo al número nacional (N(S)N). Ha de notarse como nunca se ha excedido de la longitud de 15 dígitos en el ejemplo expuesto.

### Identificadores de recursos uniformes (URI)

Los Identificadores de Recursos Uniformes pueden ser vistos como un puntero único a las direcciones de Internet. Las URI son cadenas de caracteres que identifican recursos de diferentes naturalezas como documentos, imágenes, archivos, bases de datos, direcciones de correo electrónico u otros recursos o servicios en un formato estructurado común. Los tipos de URI más conocidos son los Localizadores de Recursos Uniforme o URL (del inglés: Uniform Resource Locator) que se utilizan para localizar recursos de la WWW (del inglés: World Wide Web).

### Sistemas de Nombre de Dominio (DNS)

Internet es basado fundamentalmente en direcciones IP. Estas direcciones identifican dentro de la gran red de redes a la interfaz de conexión de un dispositivo (generalmente de una computadora) de forma unívoca, y están compuestas por números que varían su longitud en dependencia de la versión

que puede ser 4 ó 6. A los usuarios les resulta engorroso tener que manipular cada uno de estos números, además no se hace intuitivo el trabajo con ellos. La creación del Sistema de Nombres de Dominio da solución a este problema, permitiendo una traducción bidireccional entre estos números a cadenas nemotécnicas (nombres de dominio) fáciles de memorizar y manipular. Por otra parte el sistema brinda una estructura jerárquica a modo de árbol que permite la organización en distintos niveles de estas direcciones IP, optimizando la administración de las mismas.

Desde el punto de vista práctico, cuando se escribe en el navegador la URL `www.etecsa.cu` el Sistema de Nombres de Dominio la traduce en su respectiva dirección IP y el usuario permanece ajeno a este proceso, sin tener que saber que realmente está empleando una dirección IP perteneciente a un recurso denominado `www` dentro del dominio `etecsa.cu`. Incluso la dirección IP de este recurso podría cambiar, que si se actualiza el DNS se podrá seguir accediendo al recurso por `www.etecsa.cu` y el usuario sigue abstraído de los cambios efectuados. Como se ilustra en la figura 2, en la cima del Sistema de Nombres de Dominio se encuentra el nodo raíz (`.`), seguido hacia abajo por un grupo de nombres de dominio denominados TLD's (del inglés: Top Level Domains) los cuales pueden ser genéricos

(gTLD's : `.com`, `.edu`, `.net`, `.gov`, `.org`) o relacionados con códigos de países (ccTLD's: `.cu`, `.es`, `.mx`, `.fr`).

A un nivel más profundo le siguen entonces los SLD's (del inglés: Second Level Domains) y en lo sucesivo cada vez más en profundidad cualquier número de subdominios.

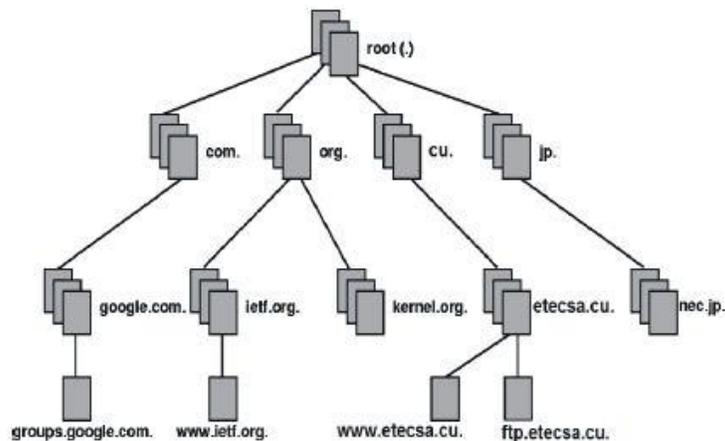


Figura 2: Fragmento del árbol de dominio del DNS.

Por ejemplo, en el caso `.etecsa.cu` se hace referencia al SLD `.etecsa` que está dentro del TLD `.cu`. Nótese primeramente que se utiliza en todo momento el carácter “.” como separador dentro de la URL para delimitar el nombre de un dominio con sus subdominios inferiores. Y por segundo se debe prestar atención sobre cómo los nombres de dominio de mayor nivel quedan siempre más a la derecha.

### Dominio e164.arpa

Para poder correlacionar los números que cumplen con el estándar E.164 con los Identificadores de Recursos Uniformes y almacenarlos dentro del Sistema de Nombres de Dominio se ha propuesto el empleo del subdominio `.e164.arpa`. Aunque no existe una aprobación sobre esta propuesta, la ITU-T ha adoptado de forma provisional el dominio de nivel superior “arpa” y designado a la RIPE NCC (del francés: Réseaux IP Européens Network Coordination Center) como registro internacional para el

dominio de segundo nivel “.e164.arpa”. Los códigos nacionales individuales se colocan bajo el subdominio “e164.arpa”. De esta forma por ejemplo los números del plan nacional de numeración de Cuba se harían corresponder a “x.x...3.5.e164.arpa”.

El TLD “arpa” (del inglés: Address and Routing Parameters Area) se usa exclusivamente para propósitos de infraestructura de Internet, no es visible para usuarios comunes de Internet y tiene un número muy limitado de dominios de segundo nivel.

### ENUM en el DNS

Conformar entonces un dominio ENUM para insertarlo dentro del DNS se registrará según la RFC 3761 por los siguientes pasos:

Se toma el número que se desea almacenar y se lleva a formato internacional con las especificaciones E.164. Ejemplo: 24339235 de Cuba sería +5324339245, se substraen todos los caracteres no numéricos y se invierte el orden de los dígitos, luego se separa por puntos para concatenarle finalmente el subdominio e164.arpa. De esta forma el número antes expuesto se transforma como sigue 5324339245-5.4.2.9.3.3.4.2.3.5.e164.arpa.

El motivo de esta inversión se debe poder mantener así la estructura de mayor jerarquía hacia la derecha dentro de la entrada en el DNS, correspondiendo al código del país, una posición jerárquicamente superior al resto del número telefónico. En la figura 3 se muestra la posición que ocuparía cada porción de la numeración dentro del dominio ENUM formado para el número +53 24 339245.

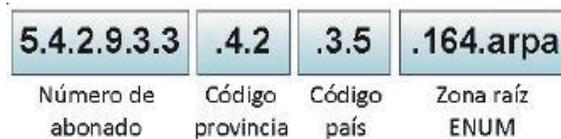


Figura 3: Desglose en campos de un nombre de dominio ENUM.

En la práctica, ENUM se hace visible al mundo haciendo uso del DNS cuando se crea una zona dentro del espacio de nombres, que almacene los distintos contactos referenciados por un nombre de dominio ENUM.

El protocolo ENUM utiliza según define la RFC 3403 los registros de recursos o RR (del inglés: Resource Record) del DNS llamados Punteros de Entidad de Denominación o NAPTR (del inglés: Naming Authority Pointer) que es un nuevo tipo de registro que admite expresiones regulares o forma normalizada de escribir las cadenas usadas especialmente para buscar patrones de textos determinados. De este modo se pueden determinar los métodos o servicios disponibles para contactar un nodo específico identificado mediante un número de la Recomendación E.164.

### PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Para la implementación y acceso al servicio se necesita del desarrollo de un conjunto de soluciones informáticas, así como determinar el arco de numeración a emplear dentro del operador de telecomunicaciones (OT, en lo adelante)

A continuación se describen las soluciones informáticas desarrolladas y su funcionamiento.

### **Portal Web ENUM**

Constituye una pieza fundamental para implantar el servicio, ya que encierra un conjunto de funcionalidades básicas que le permitirán al OT brindar el nuevo servicio a la población y a los usuarios, acceder a las prestaciones y funcionalidades del mismo.

Se compone de un conjunto de módulos cada uno con características y funcionalidades bien definidas que tributan al buen funcionamiento del mismo.

El módulo Suscripción permite a la operadora gestionar las solicitudes de suscripción de los usuarios al servicio y actualizar la información de los suscriptores cuando se requiera por ambas partes. Genera un informe completo sobre las suscripciones registradas en un período de tiempo seleccionado.

El módulo Comunicación permite el acceso a los contactos personales de cada suscriptor y encaminar la comunicación con el mismo a través de diferentes servicios de telecomunicaciones (voz, correo, web, sms, bipper).

El módulo Personalizar servicio ENUM permite a los suscriptores gestionar el estado de sus contactos (actualizar orden, preferencia y visibilidad) y crear un cronograma o planificación para un tiempo determinado del estado de sus contactos.

El módulo directorio ENUM permite realizar búsquedas en la base de datos ENUM y acceder a la información personal de cada suscriptor. Se pueden realizar búsquedas personalizadas con un determinado número de criterios.

### **Portal WAP ENUM**

El gran desarrollo que han alcanzado las telecomunicaciones y en especial la telefonía móvil ha propiciado que muchas empresas informáticas dediquen grandes cantidades de recursos a impulsar el desarrollo de aplicaciones para estos dispositivos.

Incorporar las funcionalidades de ENUM a un teléfono celular es muy útil y constituye un valioso recurso para mejorar las comunicaciones en el país. En la actualidad existen teléfonos celulares que traen implementado estas funcionalidades, pero en todos los casos son dispositivos de altas prestaciones y elevados costos por lo que es muy difícil acceder a ellos.

Con el desarrollo de un Portal WAP se logra extender las funcionalidades que son brindadas desde entornos WEB a los teléfonos celulares con conexión GPRS habilitada.

El Portal WAP ENUM tiene incorporado los módulos descritos en Portal Web ENUM, con la excepción del módulo suscriptor, ya que este por la importancia que encierra dentro del proceso solo es realizado desde el Portal Web ENUM y asistido por un trabajador.

### **ENUM en la PSTN**

A pesar de la enorme penetración que ha experimentado la telefonía móvil en el mundo, la telefonía fija constituye un servicio que llega prácticamente a toda la población, por lo que el acceso a los servicios que son suministrados por Internet y la redes IP desde este tipo de dispositivo, constituye un elemento muy interesante a tener en cuenta, de ahí a que se decidió implementar dicha integración.

Las centrales o pizarras telefónicas PBX de software permiten ejecutar módulos AGI (Asterisk Gateway Interface). Los AGI permiten invocar programas o códigos externos escritos en cualquier lenguaje para controlar un canal telefónico, reproducir audio, leer dígitos DTMF entre otras muchas funcionalidades.

La PBX Asterisk, la cual es la utilizada en este trabajo permite el uso IVR (Interactive Voice Response) las cuales guían al usuario mediante locución, entrada de voz o teclado desde el teléfono, posibilitando respuestas de locución o acciones de comunicación desde el sistema.

Las funcionalidades y prestaciones descritas de las pizarras telefónicas y el uso de las AGI Asterisk permiten a través de locuciones de voz interactuar con la base de datos ENUM y obtener beneficios similares a un usuario de la Red IP. La incorporación de esta prestación al ENUM constituye un paso importante para estrechar la “Brecha Digital” que separa a los conectados de los desconectados.

### **Arquitectura de software del sistema e integración de los servicios**

Para lograr una completa integración de todos los sistemas necesarios para su implantación se decidió la elaboración de una plataforma manejadora de peticiones que regule y estandarice todo el acceso a la información almacenada en los BIND DNS distribuidos en todo el territorio.

La principal funcionalidad de la plataforma es integrar y acoplar satisfactoriamente todos los sistemas que interactúan con la información de los suscriptores y las que en un futuro se desarrollarán. Para ellos se definió una capa de servicios que permitirá la comunicación entre los sistemas, regulada por una serie de lineamientos definidos durante el desarrollo de la misma, de esta forma todos los desarrollos que se lleven a cabo solo necesitarán realizar un estudio de estos lineamientos e implementar la comunicación con la plataforma por alguna vía.

Con la centralización de todo el acceso a la información de los suscriptores se mantendrá un control estricto de la cantidad de peticiones que se realizan al servidor, lo que permitirá realizar técnicas de cacheo de información y balance de carga y mejorar el funcionamiento y calidad del servicio, además de lograr niveles de calidad de acuerdo con la importancia de los datos que se manejan.<sup>7</sup>

En la figura 4 se muestra una imagen de la arquitectura desarrollada:

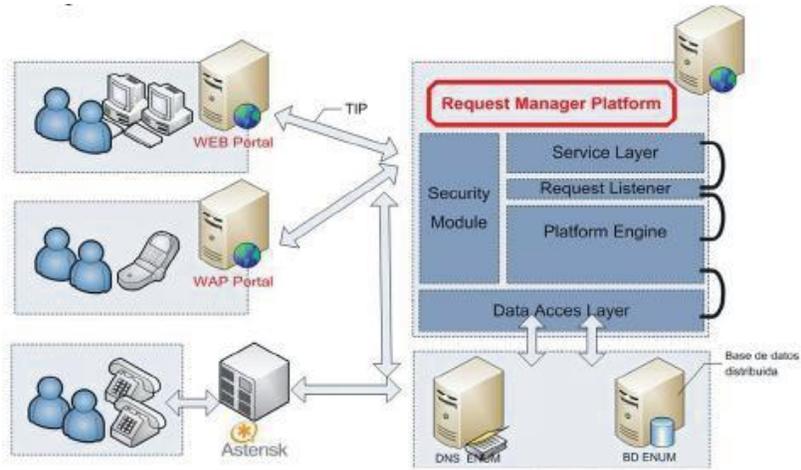


Figura 4: Propuesta de arquitectura del sistema.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del ENUM de usuarios constituye un proceso largo y complejo que relaciona muchas empresas y personas. El ENUM de Usuarios constituye el primer punto de convergencia entre las redes de conmutación de circuitos y las redes de conmutación de paquetes. El desarrollo del servicio integra gran cantidad de personas y recursos y constituye un punto de partida para futuros servicios.

Es importante destacar que esta implementación se encuentra en su etapa de prueba en la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, con una muy buena aceptación. Está desplegado en la red interna de la empresa con alrededor de 400 usuarios registrados y haciendo uso del mismo.

## Referencias

1. Rivera, R.Y.d.l., Tendencias de las Telecomunicaciones: El camino hacia la Banda Ancha y estrategias de Migración., in Conferencia #1. 2010, CUJAE: Maestría Telemática.
2. Joskowicz, J. (2008) Historia de las Telecomunicaciones. 4, 44.
3. Aguado, I.M.y.J.M. (2006) EL DESARROLLO DE LA TELEFONÍA MÓVIL COMO PLATAFORMA MEDIÁTICA. V1, Número 5, pp. 21-39.
4. OFCOM (2008) Office of Communications. Communication market report.
5. García, M.A.P., Identificadores y la Sociedad de la Información en Cuba, in Convención y Feria de Informática. 2011: La Habana, Cuba.
6. Vázquez, A., Enum: todo en uno Telephone Number Mapping. Network world, 2002.