



UNIVERSIDADE  
DE VIGO

Escuela Técnica Superior  
de Ingenieros de Telecomunicación



Resumen del  
Proyecto Fin de Carrera

Diseño y Desarrollo de un Teléfono  
Inalámbrico WiFi para VoIP

Autor: Jorge Muñoz Castañer  
Tutor: Felipe Gil Castiñeira

## **Introducción.**

Poco a poco se va extendiendo en el mundo empresarial el uso de las redes de datos para el encaminamiento de voz. A este uso de las redes IP se lo conoce con el nombre de VoIP o Voz sobre IP. Gracias al uso de esta tecnología se puede convertir un PC en un teléfono tanto para una comunicación entrante o saliente. También existe la posibilidad de encaminar la llamada a través de red telefónica clásica. De esta manera, el usuario final dispone de un terminal con el que puede realizar llamadas telefónicas de forma transparente a través de Internet o de la red telefónica.

Hay varios protocolos existentes para la VoIP. Una de las aplicaciones más conocidas para establecer conversaciones de voz a través de Internet es Skype, que usa un protocolo propietario. En el mundo de los protocolos no propietarios existen fundamentalmente dos estándares: el estándar de la IETF llamado SIP y el de la ITU-T llamado H.323.

El proyecto al que pertenece esta memoria consiste en el diseño y desarrollo de un prototipo de teléfono inalámbrico para VoIP, usando el estándar de SIP. La facilidad de uso y configuración son objetivos del proyecto, así como desarrollar un dispositivo económico. También ha primado el uso de aplicaciones de código libre para favorecer el desarrollo de aplicaciones posteriores, mejora de las existentes o ampliación con software ya existente. El resultado, como se verá más adelante, es un teléfono totalmente funcional y fácilmente convertible en un producto comercial.

El dispositivo físico empleado para el desarrollo es un sistema integrado de la marca Gumstix, que consiste en un pequeño computador de arquitectura ARM con el sistema operativo Linux instalado y capacidades para grabar y reproducir sonidos, conexión para un interfaz de red inalámbrica WiFi y controlador de un display entre otras cosas.

A este hardware se le añade un display y un juego de botones para proporcionar un interfaz con el usuario. Para el acondicionamiento de este nuevo hardware ha sido necesario desarrollar un circuito impreso, que era uno de los objetivos de el proyecto.

También se incluye en el prototipo un interfaz de red WiFi para posibilitar la conexión sin hilos a Internet.

En el sistema integrado se instala un software que se comunica mediante el estándar SIP llamado Linphonec, con el cual es posible conseguir las funcionalidades básicas de un teléfono desde una consola. Además, se desarrolla un software que comunica los botones con la aplicación Linphonec y que permite presentar la información del teléfono por el display integrado.



*Vista del dispositivo.*

Además, usando aplicaciones de síntesis de voz y reconocimiento de voz se consigue escuchar

información del estado del dispositivo y controlar mediante la voz las funcionalidades del teléfono respectivamente.

Una funcionalidad extendida en este tipo de teléfonos IP es la configuración a través de un interfaz web. Gracias a la instalación en el sistema integrado del servidor web y al desarrollo de un CGI específico es posible actualizar la agenda de contactos a través de un PC que se conecte al teléfono a través de Internet con un navegador convencional. La capacidad de configuración del dispositivo o de ampliación de funcionalidades con este sistema Web se ve así muy incrementada.

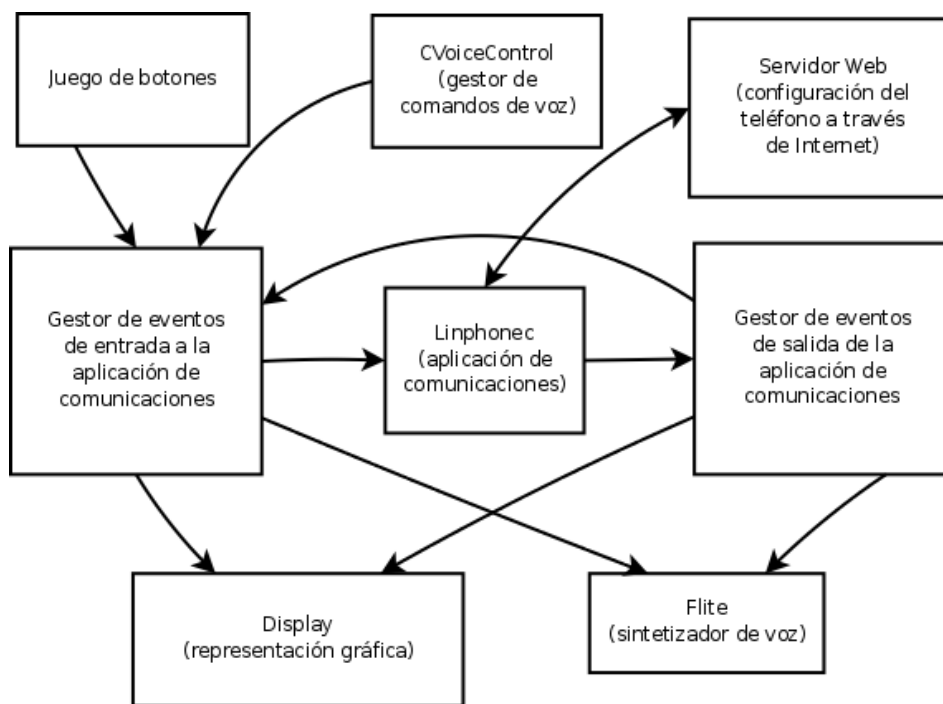


Diagrama de relaciones entre los distintos elementos del dispositivo a nivel lógico.

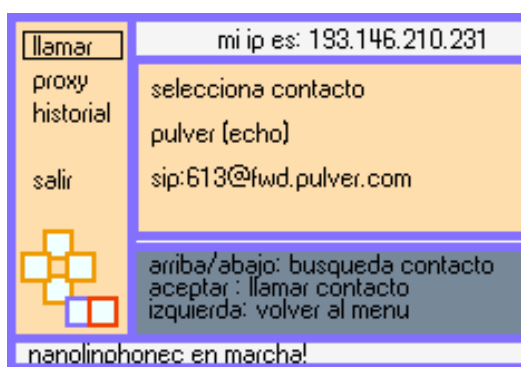
Para la prueba del dispositivo se utiliza una centralita para entornos de oficina o negocios pequeños y medianos o PBX que consiste en un ordenador compatible con el software Asterisk instalado, que funcionará como servidor SIP aunque se puede extender como pasarela a otras redes de voz o multimedia. Asterisk es una aplicación de software libre que permite configurar un PC como una

centralita telefónica. Con el hardware preciso, esta aplicación permite encaminar llamadas por una red de datos o de voz o servir de buzón de voz, servidor de conferencias, etcétera.

En la primera fase del proyecto se partía de un dispositivo Gumstix. En estos primeros momentos se definieron los objetivos del proyecto y se buscaron y adquirieron los elementos hardware necesarios para completar el teléfono a nivel físico. Una vez conseguida la pequeña pantalla, los botones y los demás dispositivos de acondicionamiento se diseñó un circuito integrado que permitiera contener los distintos elementos del interfaz, alimentarlos eléctricamente y comunicarlos con el dispositivo Gumstix para terminar con un prototipo funcional a nivel hardware.

El siguiente paso consistió instalar y configurar el software que permite al teléfono comunicarse mediante el protocolo SIP, así como los códecs necesarios para mantener una conversación de voz. Para probar esta configuración del dispositivo se instaló un PBX Asterisk en un PC y se configuró para permitir encaminar llamadas hacia el prototipo.

Siguiendo con el desarrollo, en el siguiente paso se configuró el dispositivo para interactuar con el display. También fue necesario escribir el código que permitía que el sistema avisara cuando el usuario pulsara un botón. Para permitir una interfaz gráfica se instaló en el dispositivo un sistema de ventanas de código abierto utilizado en sistemas embebidos llamado Nano-X. Parte del proyecto fue la implementación del código necesario para comunicar los eventos de los botones con la aplicación Linphonec y presentar la información disponible en el interfaz gráfico creado para la pantalla.



Vista del interfaz que ofrece la pantalla.

Por último, se instalaron, configuraron e integraron las aplicaciones de síntesis de voz FLite y reconocimiento de voz CVoiceControl en el sistema para proporcionar una interfaz en la que el usuario no necesita pulsar botones o mirar a la pantalla para manejar el sistema.

Otra parte del trabajo en el prototipo necesaria para cumplir los objetivos fue la instalación de un sencillo servidor Web. Después de una búsqueda de posibilidades se optó por la aplicación de código abierto Boa. Parte del trabajo del proyecto se destinó a la instalación de este software y a la implementación de un interfaz Web basado en CGIs para la consulta del historial de llamadas y la actualización de los contactos del teléfono.



*Vista de la página principal del interfaz Web del dispositivo.*

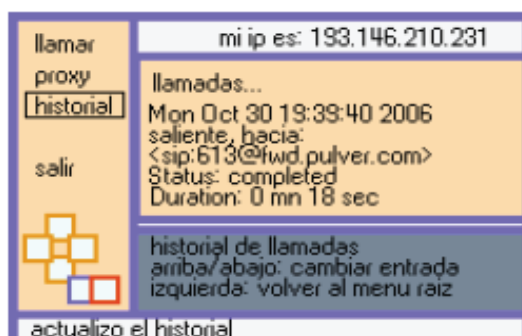
Una vez terminado el desarrollo se propusieron varios escenarios de prueba usando el prototipo ya contra el servidor Asterisk en el PC ya contra usuarios de fuera del entorno del laboratorio con resultados satisfactorios. En esta fase también se constató las posibilidades de uso del terminal móvil junto al servidor Asterisk, en una arquitectura en la que el teléfono-cliente pide servicios al servidor-Asterisk, aprovechando las posibilidades del PBX de ejecutar ficheros por lotes a petición del cliente. En esta fase se implementaron varios scripts de demostración de estas funcionalidades.

Vistas las pruebas se puede concluir que se cumplieron los objetivos de construir un teléfono SIP inalámbrico funcional, basado en software libre y de coste económico.

## Originalidad.

Este teléfono SIP inalámbrico permite, gracias a la apertura de su software y hardware, agregar aplicaciones o funcionalidades al dispositivo. Además el prototipo está basado en un sistema operativo muy conocido y difundido, por lo que la capacidad de ampliación del dispositivo es posible con mucho menor esfuerzo por parte del desarrollador, ya en documentación como el disponibilidad de herramientas y, en la mayor parte de los casos, gratuidad de las mismas.

Estas posibilidades de ampliación, en el caso de la multimedia, están recogidas en las líneas futuras del proyecto con el ejemplo de la posible integración de una cámara de vídeo al dispositivo, que proporcionaría la capacidad de realizar videoconferencias a través de la misma infraestructura y protocolos de establecimiento de conexiones utilizados en este momento por el dispositivo.



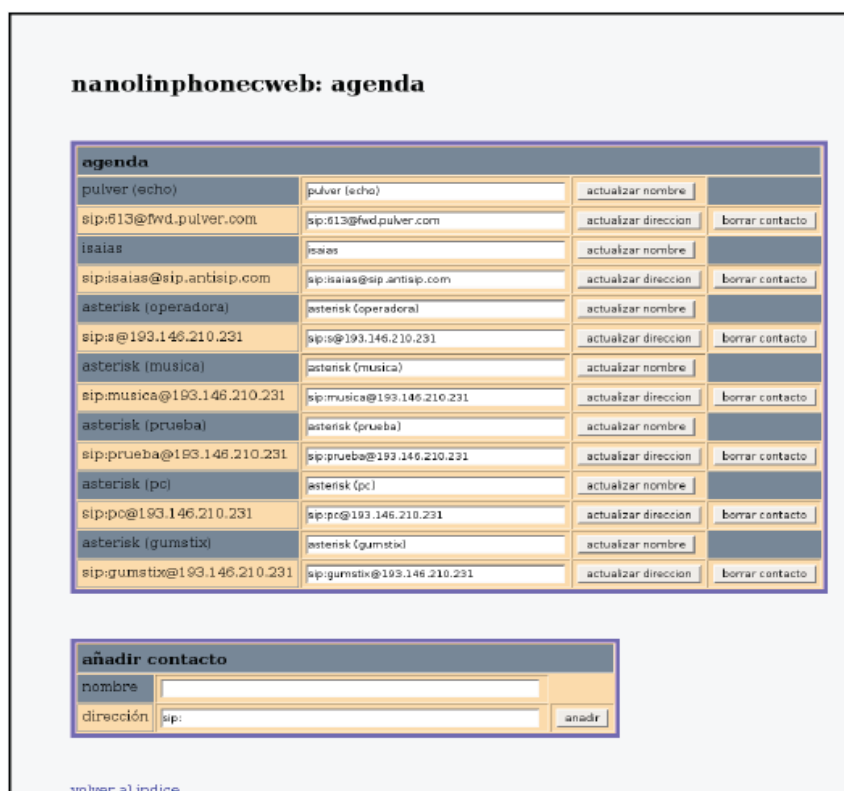
*Vista del interfaz que ofrece la pantalla.*

Otra de las funcionalidades ofrecidas por el prototipo es la posibilidad de usar comandos de voz para manejar el teléfono y recibir información del estado del mismo a través de mensajes hablados. Estas características son muy interesantes para el uso de este teléfono por parte de personas que, ya sea por algún tipo de discapacidad o por que su labor no se lo permite, no puedan utilizar el interfaz convencional compuesto por el grupo de botones y la pantalla.



## Resultados.

Se ha creado un teléfono que está capacitado para realizar y recibir llamadas a través de Internet utilizando el protocolo SIP. Además, el circuito impreso diseñado para el proyecto permite integrar físicamente el interfaz básico de un teléfono en el sistema y el software escrito hace posible interactuar con el dispositivo a través de los botones y la pantalla en color. También se proporciona un interfaz basado en el habla que permite su uso por personas con algún tipo de discapacidad o en situaciones que no permiten tener el móvil en las manos.



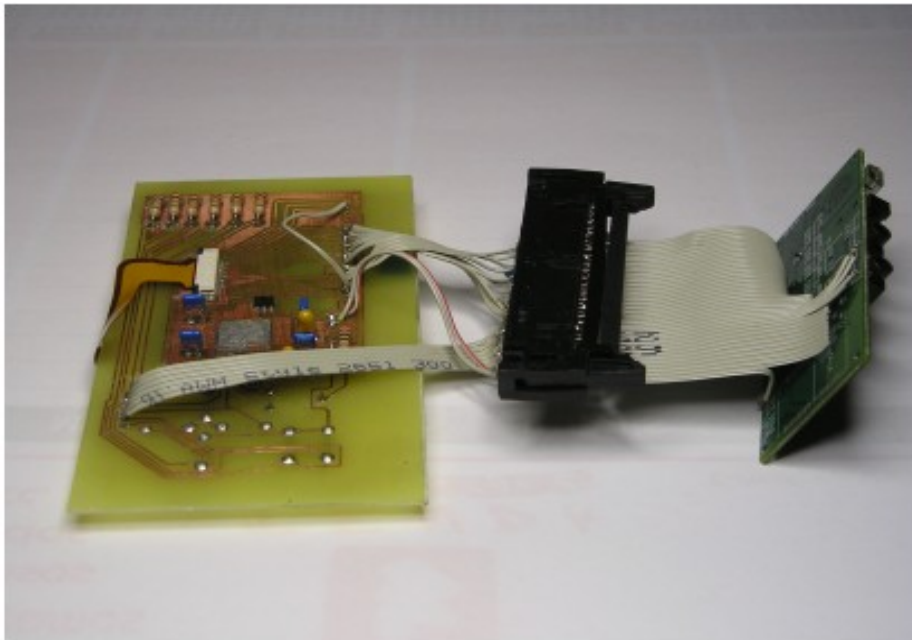
Vista de la gestión de la agenda de contactos desde la Web del dispositivo.

No hay que olvidarse de la inclusión en el dispositivo de un pequeño servidor Web, el cual ofrece

muchas posibilidades de interactuar con el prototipo. Implementadas están la funcionalidades de consulta del historial de llamadas o de modificación de la lista de contactos, pero se pueden ampliar las posibilidades utilizando el dispositivo móvil como “proxy” de otros servicios a través de su Web.

## Aplicabilidad.

Vistas las capacidades del teléfono, la aplicabilidad del mismo se hace evidente. Ya se ha comentado que el sistema permite establecer comunicaciones a través del protocolo SIP con otros clientes de estas características, en general otros teléfonos SIP, cuando el prototipo se conecta a través de una red sin hilos WiFi. Durante el transcurso del proyecto se ha probado este dispositivo haciendo y recibiendo llamadas de un PBX que consistía en un PC con un servidor Asterisk instalado. Durante estas pruebas se ha podido comprobar la capacidad del sistema como plataforma para futuras aplicaciones basadas en teléfonos SIP clientes de un proveedor de servicios basado en un servidor Asterisk, desde funcionalidades comunes en la telefonía como llamadas en espera o contestador automático hasta nuevas funcionalidades como la recepción de contenidos multimedia a través del teléfono o control de una aplicación remotamente a través de la voz.



*Tarjeta de acondicionamiento conectada a una tarjeta Gumstix.*

En cuanto al propio dispositivo, es conveniente recalcar una vez más que actualmente es totalmente funcional y que es posible convertirlo en un producto comercial. Además, el hecho de estar basado en un software abierto posibilita el desarrollo de nuevas funcionalidades por el propio cliente avanzado o por terceros. De esta manera es fácil, por ejemplo, el modificar una serie de aparatos para utilizar dentro de una empresa con alguna funcionalidad específica.

La aplicabilidad del aparato aumenta al contar con el interfaz basado en comandos de voz más información hablada del estado del teléfono. Esta forma de comunicarse con el teléfono permite su uso en situaciones en las que no se puede interactuar con los botones o con la pantalla, como el caso de personas con algún tipo de discapacidad o que realizan actividades que no permiten el acceso convencional al terminal.

## Bibliografía.

- “Gumstix - way small computing”. [Online] <http://gumstix.com/>
- “Gumstix tutorial”. [Online] <http://docwiki.gumstix.org/Tutorial>
- “Linphone, an open-source sip video-phone for linux”. [Online] <http://www.linphone.org/>
- “Asterisk |The Open Source PBX”. [Online] <http://www.asterisk.org/>
- “Asterisk - voip-info.org”. [Online] <http://www.voip-info.org/wiki-Asterisk>
- “Big book IP telephony RFCs” compilado por Pete Loshin. Editorial Morgan Kaufmann, 2001.
- “Linux and Unix: shell programming” de David Tansley. Editorial Addison-Wesley, 2000.
- “Embedded linux: hardware, software, and interfacing.” de Craig Hollabaugh. Editorial Addison-Wesley, 2002.
- “Special edition using CGI” de Jeffrey Dwight y Michael Erwin. Editorial Que, 1996.