



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE GRADO

Título
Desarrollo e implementación de una solución de telemedicina empleando dispositivos Android con conectividad bluetooth y la nube de dispositivos de Digi. Aplicación móvil - eHealth
Autor/es
Elena García Fernández
Director/es
Angel Luis Rubio García
Facultad
Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática
Titulación
Grado en Ingeniería Informática
Departamento
Curso Académico
2012-2013



Desarrollo e implementación de una solución de telemedicina empleando dispositivos Android con conectividad bluetooth y la nube de dispositivos de

Digi. Aplicación móvil - eHealth, trabajo fin de grado

de Elena García Fernández, dirigido por Angel Luis Rubio García (publicado por la Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Trabajo fin de grado

Desarrollo e implementación de una solución de
telemedicina empleando dispositivos Android con
conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de Digi
Aplicación móvil - eHealth

Elena García Fernández

28/06/2013

Índice

Resumen.....	3
Summary	4
1. Introducción	5
2. Desarrollo	8
2.1. Alcance.....	8
2.2. Planificación.....	10
2.3. Análisis	12
Contexto médico.....	12
Análisis de requisitos	14
Descripción de casos de uso	17
Interfaz gráfica	22
Navegación.....	24
2.4. Diseño	27
Arquitectura.....	27
Funcionamiento	28
Tecnología	29
Almacenamiento	30
2.5. Implementación.....	31
Recursos software.....	31
Recursos hardware	33
Realización	33
Pruebas software	38
Testing.....	38
3. Conclusiones.....	39
4. Bibliografía.....	41

Resumen

Debido a las dificultades que sufren miles de personas para acceder a los servicios de salud nace la idea de la medicina a distancia, telemedicina.

A partir de esta idea surge este proyecto, propuesto por la empresa norteamericana Digi Internacional Spain. Un proyecto dedicado a personas-pacientes con la necesidad de mantener un control de determinadas constantes vitales como la tensión, temperatura y saturación de oxígeno. Para ello se utilizarán aparatos médicos de medición que podrán ser conectados inalámbricamente a sistemas móviles de telecomunicación habituales (smartphones, tablets...).

El trabajo consiste en el desarrollo e implementación de una solución de telemedicina (telemetría) mediante el uso de dispositivos basados en Android con conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de Etherios. A través de una interfaz sencilla y visual el paciente podrá guardar sus mediciones y conocer su evolución, además de gestionar sus citas médicas o sus tomas de medicamentos mediante un calendario.

Para realizar dicho proyecto se han utilizado diferentes herramientas (software) como Eclipse, el SDK de Android y GIT, así como algunos recursos que han sido encontrados a través de Internet. Además ha sido indispensable la utilización de una serie de dispositivos móviles y aparatos médicos de medición como un pulsioxímetro o un tensiómetro.

Este proyecto ha sido finalizado en el plazo previsto y cumpliendo todos y cada uno de los requisitos que habían sido especificados.

Summary

Due to the difficulties suffered by thousands of people to access to health services arise the idea of telemedicine.

From this idea CAME this project, which was proposed by the North American Company Digi International Spain. A Project dedicated to patients-people with the necessity to keep track of your vital signs such as blood pressure, temperature and oxygen saturation. In order to get this, measurement medical devices will be used and they will be able to be connected to wireless ordinary communication mobile systems (smartphones, tablets...).

The work consists of the development and implementation of a telemedicine solution by means of using devices based on Android with Bluetooth connectivity and the Device Cloud Etherios. Through a simple and visual interface the patient not only may save your measurements and know their evolution, but also he can manage medical appointments or their take of medicines through a calendar.

To do this project different tools (software) have been used such as Eclipse, SDK of Android and GIT, as well as some resources which have been found through Internet. Moreover, the use of mobile devices and medical gadgets has been essential, as an oximeter or a tensiometer.

This project has been finished within the foreseen term and meeting each and every one of the requirements that had been specified.

1. Introducción

En los últimos años se ha detectado que, en España y en el mundo entero, existen cientos de miles de personas con dificultades para acceder de forma directa a los servicios de salud. A modo de ejemplo, se pueden citar los casos en que por enfermedad se hace imposible el traslado del paciente, así como también por motivos económicos o geográficos.

Para solucionar dichos problemas de acceso, se propone la implementación de medicina a distancia, o telemedicina, como una alternativa posible.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define telemedicina de la siguiente manera: "el suministro de servicios de atención sanitaria, en cuanto la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven".

En pocas palabras, la telemedicina es la aplicación de las tecnologías de la información al área de la salud.

La aplicación de la telemedicina es una solución real y efectiva que cuenta con un grado alto de escalabilidad. Hay pacientes que requieren una monitorización permanente, para ello se plantea la utilización de dispositivos electrónicos, como brazaletes (que puedan controlar las pulsaciones por minuto, la presión arterial, etc.), que transmitan el estado de salud del paciente a un sistema receptor capaz de procesar los datos y notificar al paciente o a su propio médico, en caso de que alguno de los parámetros controlados, arriba mencionados, estén fuera de los niveles aceptables.

La telemonitorización es llevada a cabo con la finalidad de que las personas que necesiten llevar un control de los signos vitales, sean "vigiladas" de manera permanente. Este proceso permite la captación de los signos vitales de forma continua, sea por llamadas telefónicas, por parte del personal de salud, con el uso de sensores permanentes o incluso comunicándose los mismos pacientes, a un servidor Web y de esta forma, los médicos podrían revisar el estado del paciente mediante una conexión intranet.

Dadas las facilidades que dan las nuevas tecnologías (teléfono móvil, Internet, Wifi, etc) y el acceso generalizado que a éstas existen en todos los estamentos de la sociedad, se consideró oportuno por parte de la empresa Digi Internacional Spain que se podía desarrollar algún tipo de aplicación que aglutinando estas tecnologías permitiesen una más eficiente telemonitorización.

Dentro de esta idea Digi propuso como trabajo fin de grado la: *Colaboración en el proyecto Desarrollo e implementación de una solución de telemedicina (telemetría) mediante el uso de dispositivos basados en Android con conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de iDigi. Definición y diseño de la*

arquitectura del sistema; diseño e implementación de la aplicación Android; diseño e implementación del portal Web; elaboración de documentación de las distintas aplicaciones y vídeo demostrativo.

Tras barajar varias opciones y cerciorarse de su originalidad se decidió que este proyecto se denominase eHealth. Así mismo se estudiaron algunas opciones para el logotipo-icóno del sistema, en un principio se definió el que aparece en la imagen 1 pero por resultar mas llamativo y mas visible se optó por el de la imagen 2.



Imagen 1.- Logotipo Inicial

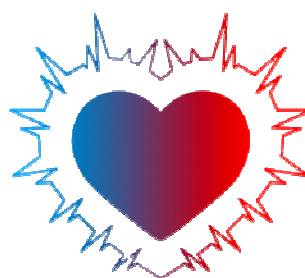


Imagen 2.- Logotipo final

eHealth es una aplicación pensada para entidades o personas privadas, basada en la utilización de aparatos de control médico (pulsioxímetro, glucómetro, termómetro, etc.) mediante los cuales el usuario (paciente) puede medir alguna de sus constantes y llevar un control sobre ellas a través de una aplicación para dispositivos móviles y de una aplicación Web. En todo momento los datos incorporados por el paciente pueden ser consultados, gestionados y en su caso corregidos por un facultativo utilizando solamente la aplicación Web de eHealth.

La aplicación Web utiliza la herramienta Google App Engine como motor de base de datos para almacenar los datos y las cuentas de los usuarios. Para guardar los datos médicos, tanto la aplicación Android como la aplicación Web utilizan la nube de dispositivos Etherios Cloud.

Una opción que ofrece este sistema es que los usuarios-pacientes cuyos medios de medición contengan la posibilidad de conexión a través de la tecnología Bluetooth, no necesitan introducir los datos manualmente ya que la aplicación detecta por si misma estos aparatos, recogiendo automáticamente los datos recibidos.



Imagen 3.- Arquitectura general de eHealth

Dada la complejidad del proyecto en su conjunto se ha dividido en dos partes. Una parte dedicada al portal Web que fue realizada por otro compañero y otra parte dedicada a la aplicación Android desarrollada por mí que es lo que a continuación pasamos a desarrollar.

Una primera parte del proyecto se realizó durante el periodo de prácticas en la empresa Digi Internacional Spain.

Los objetivos del trabajo son:

- El primer objetivo del trabajo fin de grado debe ser completar lo que se empezó en el periodo de prácticas. Una vez terminado, se realizarán pruebas para comprobar que la aplicación funciona correctamente utilizando diferentes dispositivos.
- Debido al uso generalizado tanto de smartphones como de tablets, el segundo objetivo es acondicionar la interfaz de la aplicación, con el fin de que se adapte a los diferentes tamaños de pantalla de los dispositivos móviles antes reseñados.
- Otro aspecto a tener en cuenta, como tercer objetivo, es el idioma en el que estará disponible la aplicación. En principio será posible la utilización de ella tanto en inglés como en español aunque más adelante podrá ser traducida a cualquier otro idioma.

- Como cuarto y último objetivo esta previsto la realización de un video demostrativo de no más de 5 minutos en el que se explique el funcionamiento de la aplicación.

Como paso inicial se realizó un estudio de mercado en que se especificaban algunas de las diferentes aplicaciones para móvil existentes en el mundo de la telemedicina. A continuación aparece una tabla con las diferencias entre cada una de ellas. El anexo 1 contiene el estudio de mercado completo.

App	Sistema operativo	Parámetros	Conectividad	Servidor
MoviHealth		Tensión, glucosa, peso, etc.	Bluetooth, USB o infrarroja	
MyGlucoHealth		Glucosa	Bluetooth	
HealthDairy	Blackberry y Android	Tensión, peso, pulso, ejercicio, etc.		HealthVault
myFitnessCompanion	Android	Peso, tensión, glucosa, asma, HbA1c, oxígeno, etc.	Bluetooth	HealthVault
iFora	iOS,Android y Windows mobile	Glucosa	Bluetooth y Wifi	
eHealth	Android	Peso,tensión, glucosa,oxígeno y temperatura	Bluetooth	eHealth Web

Tabla 1.- Características de algunas aplicaciones

Gracias al estudio de mercado se especificaron las características y funcionalidades que debería tener la aplicación.

2. Desarrollo

En este punto se van a desarrollar el alcance, la planificación, el análisis, el diseño y la implementación del proyecto.

2.1. Alcance

El proyecto debe lograr los siguientes objetivos.

- Definir el nombre y el logotipo-icono de la aplicación.
- Implementar la interfaz gráfica, además de diseñar los iconos e imágenes que aparezcan en la aplicación.
- La aplicación debe tener la siguiente funcionalidad:
 - Identificación del usuario
El usuario deberá introducir su correo y contraseña para acceder a la aplicación.

- Ver información del usuario
El usuario podrá ver sus datos personales y determinada información a cerca del médico que se le ha asociado.
- Almacenar datos manualmente
El usuario podrá introducir los datos manualmente si no dispone de un dispositivo Bluetooth. Existirán 5 parámetros diferentes: oxígeno, peso, tensión, glucosa y temperatura.
- Recoger datos vía Bluetooth
El usuario podrá almacenar nuevos datos recogidos a través de aparatos de medición que soporten la tecnología Bluetooth.
- Visualizar los datos
Los datos se podrán ver en forma de tabla o lista, y en un gráfico de líneas.
- Eventos (calendario)
Mediante un calendario, el usuario, podrá seleccionar una fecha y ver los eventos programados para ese día, crear un nuevo evento o modificar un evento existente.
- Alarmas
Al crear un evento el usuario podrá programar una alarma para el día y hora de ese evento.
- Notificaciones
Cuando la aplicación reciba un nuevo dato mediante Bluetooth deberá aparecer una notificación. El usuario podrá guardar o no dicho dato.
- Recibir mensajes desde la Web
El usuario podrá recibir mensajes escritos por su médico desde la aplicación Web.
- Ajustes
Se podrá activar o desactivar la vibración y el sonido de la aplicación y cambiar de usuario.

Una posible ampliación en la funcionalidad podría ser:

- Exportar datos
Permitir al usuario crear informes a partir de sus datos médicos y exportarlos en formato pdf.
- Pantalla de consejos o notificaciones informativas
Mostrar al usuario una serie de consejos, creados a partir de los resultados de sus medidas o información sobre sus medidas más relevantes mezclando diferentes parámetros.

- La aplicación estará disponible para todo tipo de pantallas cuya tamaño sea mayor a 7 ‘.
- Todo el texto que aparezca en la aplicación aparecerá tanto en inglés como en español dependiendo del idioma en el que esté configurado el dispositivo.
- Se realizará un video demostrativo de la aplicación.
- Se realizaran todo tipo de pruebas (testing) para comprobar el correcto funcionamiento.

2.2. Planificación

Tras conocer los objetivos y las funcionalidades del proyecto se pasa a planificar todas las tareas en las que se ha desglosado este trabajo. La planificación completa aparece en el anexo número 3.

En primer lugar hay que dividir el trabajo en varias tareas principales. Estas son análisis, diseño, implementación y pruebas.

Dentro del análisis se especifican las siguientes subtareas:

- Recopilar y determinar requisitos: Consiste, mediante reuniones, estudio de mercado y búsqueda en la red, en especificar y reunir todos y cada uno de los requisitos que debe cumplir la aplicación.
- Alcance: Especificar los objetivos y la funcionalidad de la aplicación.
- Planificación: Desglosar el trabajo en tareas de menor tamaño y planificarlas en el tiempo, con el fin de acabar el trabajo dentro de la fecha límite.

Dentro del diseño se especifican las siguientes:

- Definir nombre del proyecto: Definir y especificar el nombre del proyecto.
- Diseñar logo-icono: Diseñar un logo-icono para la aplicación sencillo y visual.
- Diseñar interfaz gráfica: Diseñar y especificar la estructura de los controles y los colores más adecuados para una aplicación de medicina.
- Arquitectura: Decidir y especificar la mejor arquitectura para el proyecto.

En cuanto a la implementación, es una tarea que engloba el siguiente conjunto de tareas:

- Actividad login: Implementar toda la funcionalidad necesaria para una buena y correcta comprobación y verificación del usuario.
- Actividad principal: Implementar la interfaz gráfica de la pantalla principal y la funcionalidad de cada control que la componen.

- Calendario: Búsqueda de información y recursos para crear un calendario en Android.
- Eventos: Implementar toda la funcionalidad con respecto a la gestión de eventos.
- Gráficos: Búsqueda de información y recursos para crear un gráfico en Android que se adapte a las necesidades del proyecto.
- Alarmas: Búsqueda de información y recursos para crear alarmas en Android.
- Comunicación con la Web: Crear WebServices a través de los cuales la aplicación llevara a cabo acciones que no se pueden ejecutar en Android.
- Comunicación con la nube: Estudio e implementación de las clases y los métodos necesarios para comunicar la aplicación Android con la nube de Etherios.
- Servicio HDP (Bluetooth): Estudio del servicio HDP.
- Comunicación Bluetooth: Estudio de la API de Bluetooth proporcionada por Android.

Se realizaran suficientes pruebas para comprobar y cerciorarse del correcto funcionamiento de la aplicación.

En segundo lugar hay que repartir las tareas en el tiempo que se tiene para realizar el proyecto.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Nombres de los recursos
PFG	79 días	lun 21/01/13	jue 09/05/13		
1 Analisis	14 días	lun 21/01/13	jue 07/02/13		Elena
1.1 Recopilar y determinar requisitos	1 día	jue 24/01/13	jue 24/01/13		
1.2 Alcance del proyecto	4 días	vie 25/01/13	mié 30/01/13	2	
1.3 Planificación	6 días	jue 31/01/13	jue 07/02/13	3	
2 Diseño	11 días	lun 04/02/13	dom 17/02/13	1	Elena
2.1 Definir nombre del proyecto	5 días	lun 04/02/13	vie 08/02/13		
2.2 Diseñar logo-icón de la app	5 días	lun 04/02/13	vie 08/02/13		
2.3 Diseñar interfaz grafica	4 días	mar 12/02/13	dom 17/02/13	7	
2.4 Arquitectura	3 días	mié 13/02/13	vie 15/02/13		
3 Implementación	59 días	lun 18/02/13	jue 09/05/13	5	
3.1 Actividad Login	4 días	mar 19/02/13	vie 22/02/13		
3.2 Actividad principal	5 días	lun 25/02/13	vie 01/03/13	11	
3.3 Calendario	3 días	lun 04/03/13	mié 06/03/13	12	
3.4 Eventos	14 días	jue 07/03/13	mar 26/03/13	13	
3.5 Comunicación con la Web	3 días	lun 18/02/13	mié 20/02/13		
3.6 Comunicación con la nube	7 días	lun 22/04/13	mar 30/04/13		
3.7 Graficos	14 días	lun 04/03/13	jue 21/03/13	12	
3.8 Alarmas	11 días	vie 29/03/13	vie 12/04/13	12	
3.9 Servicio DHP(Bluetooth)	17 días	vie 12/04/13	lun 06/05/13		David
3.10 Comunicación Bluetooth	17 días?	vie 12/04/13	lun 06/05/13		Elena
4 Pruebas	3 días	mar 07/05/13	jue 09/05/13		SA y Elena

Tabla 2.- Cronograma

Con el fin de atenerse aproximadamente a las horas estipulas para realizar dicho trabajo, especificadas en los requisitos del TFG, se ha distribuido el tiempo (en horas) entre las tareas principales de la siguiente manera.

- A la primera tarea, el análisis, se le dedicaran unas 17 horas.
- A la segunda, el diseño, 62 horas.
- A la tercera, la implementación, 203 horas.
- A la cuarta, las pruebas, 12 horas.

Sumando un total de 294 horas, a las que hay que añadir otras 8 o 9 horas aproximadamente para la confección de los documentos que forman el proyecto y el video demostrativo de la aplicación.

2.3. Análisis

Contexto médico

La aplicación permitirá modificar sobre qué parámetros se desea llevar un control.

Los parámetros disponibles son:

Aparato	Parámetro	Unidad de medida
Tensiómetro	Presión arterial	mmHg
Báscula	Peso	Kg
Glucómetro	Glucosa en sangre	mg/dl
Termómetro	Temperatura	Cº
Oxímetro	Saturación de oxígeno	%

Tabla 3.- Parametros disponibles

Dependiendo de los parámetros y del valor de las constantes médicas de una persona se puede definir la siguiente clasificación.

Parámetro	Rango	Clasificación
Presión arterial mmHg	$s < 120$ ó $d < 80$	Hipotensión
	$120 < s < 139$ ó $80 < d < 89$	Normal
	$140 < s < 159$ ó $90 < d < 99$	Hipertensión Grado 1
	$160 < s < 179$ ó $100 < d < 109$	Hipertensión Grado 2
	$s > 180$ ó $d > 110$	Hipertensión Grado 3
Peso	$IMC < 18.5$	Por debajo del peso normal

	$18.5 < \text{IMC} < 24.9$	Normal
	$25 < \text{IMC} < 29.9$	Sobrepeso
	$\text{IMC} > 30$	Obesidad
Glucosa mg/dl	$g < 72$	Hipoglucemia
	$72 > g < 110$	Normal
	$g > 110$	Hiperglucemia
Temperatura Cº	$t < 36$	Hipotermia
	$36 < t < 37.1$	Normal
	$37.1 < t < 37.9$	Febrícula
	$t > 38$	Hipertermia/Fiebre
Oxígeno %	$o < 95$	Nivel bajo
	$95 > o < 100$	Normal
	$o > 100$	Nivel alto

Tabla 4.- Clasificación

S → Sistólica

G → Glucosa en sangre capilar

D → Diastólica

o → Saturación de oxígeno

IMC → Índice de masa corporal

t → Temperatura

Análisis de requisitos

Requisitos funcionales

La aplicación debe autenticar al usuario mediante una pantalla de login. Una vez identificado, el usuario puede ver sus datos personales, acceder a la agenda, leer los mensajes que haya recibido, introducir nuevos datos, ver los datos almacenados y modificar los ajustes de la aplicación.

Mediante la agenda, en forma de calendario, el usuario puede gestionar eventos, como citas médicas, toma de medicamentos o realización de pruebas.

La aplicación deberá guardar información sobre los eventos o recordatorios creados por el usuario. Un evento estará compuesto por un identificador, un título, una descripción, la fecha y la hora del evento y un campo tipo en el que se especificará si es una cita médica, realizar una medida o tomar una medicación. A cada evento se le podrá asignar una alarma y podrán existir varios eventos el mismo día a la misma hora.

El usuario puede ver los datos almacenados en forma de tabla o de gráfico pudiendo filtrar los datos por fecha. A su vez podrá introducir nuevos datos, manualmente o mediante un dispositivo Bluetooth.

El usuario puede seleccionar los parámetros que necesite. Dependiendo de los parámetros que se elijan se almacenarán unos datos u otros. Existen campos comunes a todos los parámetros como el identificador, la fecha de medición, la clasificación y las observaciones.

Para el parámetro Oxígeno se almacenará el oxígeno en %, para el Peso se almacenará el peso en Kg y el índice de masa corporal, para la Glucosa el nivel de glucosa en sangre capilar, para la Temperatura la temperatura corporal en grados Celsius y para la Presión Arterial la presión sistólica y la diastólica.

El campo clasificación será diferente para cada parámetro teniendo en cuenta la Tabla 3.

Los mensajes que el usuario puede recibir desde la Web estarán formados por el contenido del mensaje, el usuario que lo envía y la fecha.

En todo momento, los datos, tanto los médicos como los eventos, deben estar sincronizados con los datos de la aplicación Web.

Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales describen cualidades del sistema que no se relacionan directamente con su funcionamiento, aunque son importantes en el contexto del uso de la aplicación. Para utilizar la aplicación eHealth es preciso disponer de:

- Sistema operativo Android en su versión 4.0
- Etherios Cloud Connector
- Conexión a Internet

Facilidad de uso (Usabilidad)

Se tendrán en cuenta alguna de las 10 reglas de J.Nielsen [Nielsen] que adaptadas a este contexto son:

- Uso de un lenguaje lo más sencillo posible, que sea cercano a los usuarios. Se evitaban tecnicismos y frases complejas. Es importante el uso de iconos para conseguir este requisito.
- Control y libertad para el usuario para acceder a la funcionalidad de la aplicación en diferentes lugares y poder salir de estados indeseados de forma limpia. No obstante, se evitaban este tipo de situaciones en todo momento, debido al perfil de los usuarios a los que está dirigida la aplicación.
- Consistencia y uso de estándares a la hora de utilizar y nombrar los términos, los controles de las interfaces y la metodología y procesos empleados.
- Prevención de errores ofreciendo formularios y menús con opciones cerradas.
- Flexibilidad y eficiencia de uso: permitir la realización de las actividades de la forma más rápida y fácil posible, especialmente las más frecuentes.
- Uso de diálogos estéticos y diseño minimalista.
- Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores, mostrando mensajes en un lenguaje claro y permitiendo deshacer acciones del usuario.
- Ayuda y documentación: facilitar que el programa pueda usarse sin documentación, proporcionando asistentes. De todos modos, proporcionar también ayuda on-line, realizar manuales de usuario y ofrecer cursos de formación para los usuarios.

Accesibilidad

- Control con un solo botón: Se puede realizar una interacción táctil o usando periférico.
- Control con una sola mano: la pantalla táctil de los dispositivos donde se puede ejecutar el comunicador (móviles, tablets) permite la interacción con una sola mano. Para algunos también es posible la interacción mediante dispositivos externos conectados mediante Bluetooth.
- Información Sonora: se proporcionan al usuario sonidos, voces o frases grabados o sintetizados a partir del nombre de los dispositivos domóticos o las acciones realizadas sobre los mismos.
- Información visual: Las imágenes que representan a los dispositivos pueden ser pictogramas, fotografías o dibujos para representar objetos y acciones. Es variable el número de imágenes, que se adaptan al tamaño de la pantalla. Se presenta una imagen distinta según el estado de un dispositivo.

Fiabilidad, robustez

- El sistema debe evitar en todo momento la frustración del usuario o los eventos no previstos, como mensajes de error.
- Es muy importante que el sistema funcione siempre correctamente, pues de él podría depender la seguridad e integridad física del usuario.

Rendimiento

- Al ser una aplicación diseñada para dispositivos móviles, este es un aspecto importante que juega un gran papel. Es importante que la aplicación responda rápidamente para evitar la frustración del usuario en la medida de lo posible.
- El uso de un protocolo de comunicación rápido y eficiente es importante para que la respuesta del sistema sea rápida. En caso contrario podrían producirse situaciones de riesgo para el usuario.
- Un bajo consumo de recursos es importante para aumentar la duración de la batería.

Soporte

- El sistema debe ser extensible. Es decir, deben poderse añadir nuevos dispositivos.
- La aplicación para dispositivos móviles debe soportar correctamente todos aquellos que funcionen con Android, sean cuales sean sus características o tamaño de pantalla.

Interfaz de comunicación

- La interfaz de comunicación del servidor debe ser sencilla para que otras aplicaciones puedan conectarse al mismo.
- Debe ser ampliable, pero manteniendo la compatibilidad hacia atrás en el caso de que se le quieran añadir nuevas características.
- El tamaño de los paquetes debe ser pequeño para utilizar los mínimos recursos de red. Esto proporciona ventajas de rendimiento, reducción del uso de batería de los dispositivos móviles y mejor soporte de concurrencia.
- La interfaz de comunicación debe ser capaz de notificar, a todos los dispositivos conectados al servidor, los cambios que se produzcan en el sistema.

Descripción de casos de uso

En la aplicación, aparece un solo actor, el usuario final, el cual puede ejecutar cada una de las tareas disponibles en la aplicación, especificadas anteriormente.

Actor	Usuario final
Descripción	Usuario que utiliza la aplicación en un dispositivo móvil con el fin de llevar un control sobre sus constantes vitales.
Tipo	Actor principal
Comentarios	

Tabla 5.- Descripción del actor

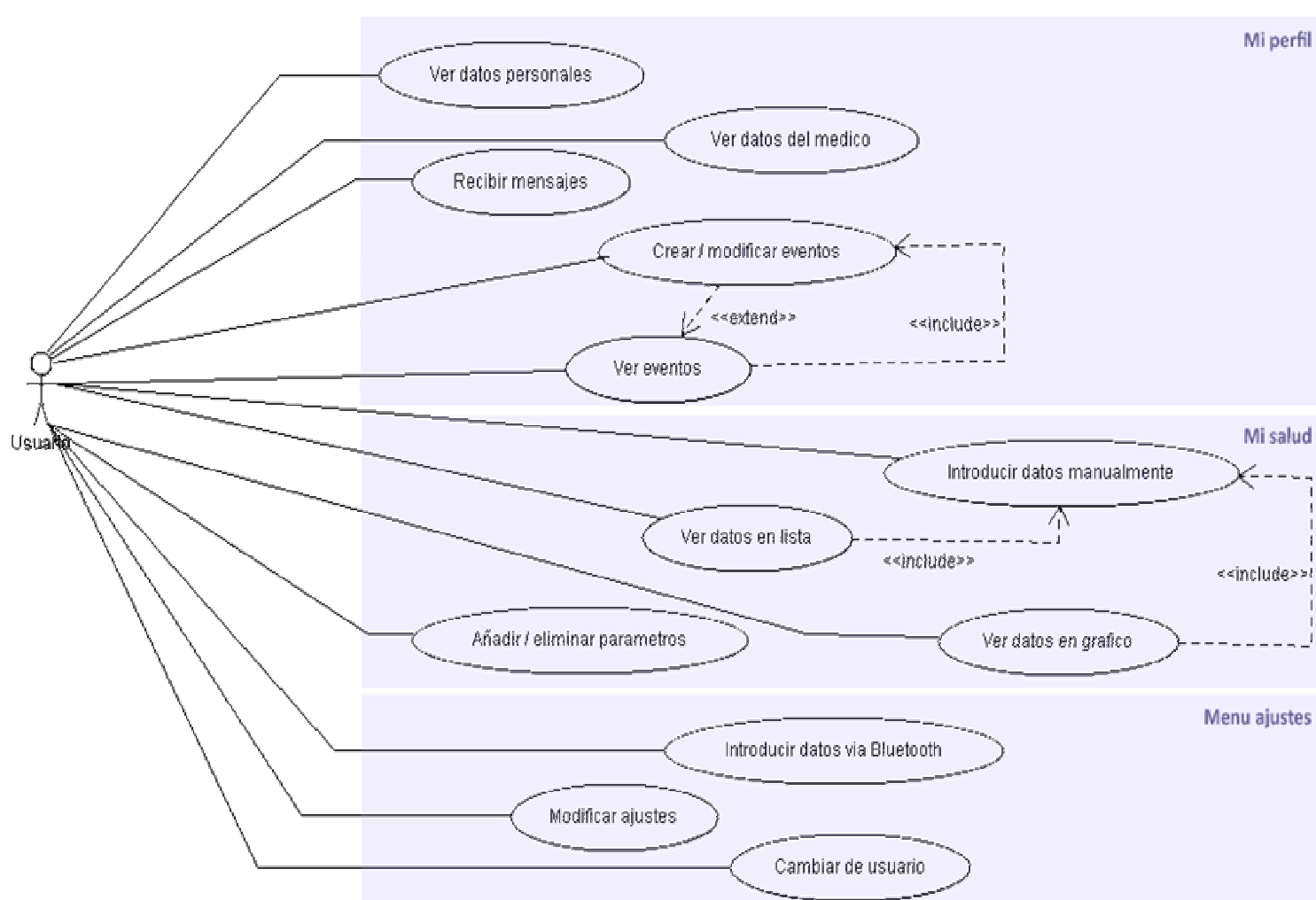


Diagrama de casos de uso

Identificarse: Para entrar en la aplicación el usuario debe identificarse usando su correo electrónico y su contraseña. Es necesario identificarse para realizar todos los demás casos de uso.

Ver datos personales: El usuario puede ver en todo momento sus datos personales como el nombre, apellidos, fecha de nacimiento, correo y cuenta.

Ver datos del médico: El usuario puede ver el nombre del médico que se le ha asignado, el centro médico al que pertenece y el teléfono al que debe llamar si desea hacer alguna consulta al médico.

Cambiar de usuario: Ya que la aplicación puede ser utilizada por más de un usuario existe la opción de cambiar de usuario, es decir, volver a la pantalla de inicio para introducir otro correo y otra contraseña.

Crear / modificar eventos: El usuario puede crear sus propios eventos, como pueden ser citas médicas o toma de medicamentos, introduciendo un título del evento, una pequeña descripción, la fecha y el tipo de evento. También puede asociar una alarma a cada evento y especificar si es un evento diario, semanal, mensual o anual. También puede modificar eventos existentes.

Ver eventos: Mediante un sencillo calendario el usuario puede visualizar los eventos que tiene programados para cada día y si tienen asociada una alarma o no. También puede ver todos los eventos creados hasta la fecha en una lista.

Recibir mensajes: La aplicación está en constante comunicación con la aplicación Web, así otro usuario, un amigo, familiar o médico, puede enviar un mensaje desde la Web a la aplicación móvil.

Introducir datos médicos manualmente: El usuario puede introducir nuevos datos sobre sus medidas manualmente rellenando un pequeño formulario.

Introducir datos vía Bluetooth: El usuario puede introducir nuevos datos utilizando aparatos con Bluetooth integrado.

Ver datos en gráfico: Los datos se pueden ver en forma de gráfico. Se puede elegir el rango de fechas entre las que el usuario quiere que muestre el gráfico.

Ver datos en lista: Los datos se pueden ver en forma de tabla o lista.

Añadir/Eliminar parámetros: El usuario debe seleccionar sobre qué parámetros quiere llevar a cabo el control. También podrá eliminar cualquiera de ellos en cualquier momento.

A continuación aparece un diagrama de actividad en el que se muestra el proceso que se lleva a cabo desde que se ejecuta la aplicación hasta que se entra en la actividad principal. (cdu Identificarse)

Cuando el usuario ejecuta la aplicación, el sistema comprueba si el usuario marcó la opción de AutoLogin la última vez que utilizó la aplicación, si no lo hizo aparece la pantalla de Login en la cual el usuario debe introducir su correo electrónico y su contraseña correctamente para poder acceder al contenido de la aplicación.

Con el correo electrónico del usuario y su contraseña el sistema pregunta al portal Web mediante un WebService si existe un usuario con estos parámetros. Si el usuario existe, el portal le envía a la aplicación los datos de la cuenta de Etherios asociada a ese usuario. A continuación el sistema comprueba si el dispositivo donde se ha instalado la aplicación esta registrado en dicha cuenta. Si lo está, el usuario puede acceder a la aplicación y sino el sistema registra el dispositivo en la cuenta de Etherios que la aplicación ha recibido.

Una vez comprobado que existe el usuario y que el dispositivo esta registrado en Etherios se lleva a cabo otra comprobación. El sistema tiene que verificar qué parámetros tiene activados el usuario para mostrar los botones oportunos.

Por ultimo, hay que recorrer la lista de eventos que el usuario ha creado y verificar qué eventos tienen asignada una alarma para crear las alarmas correspondientes.

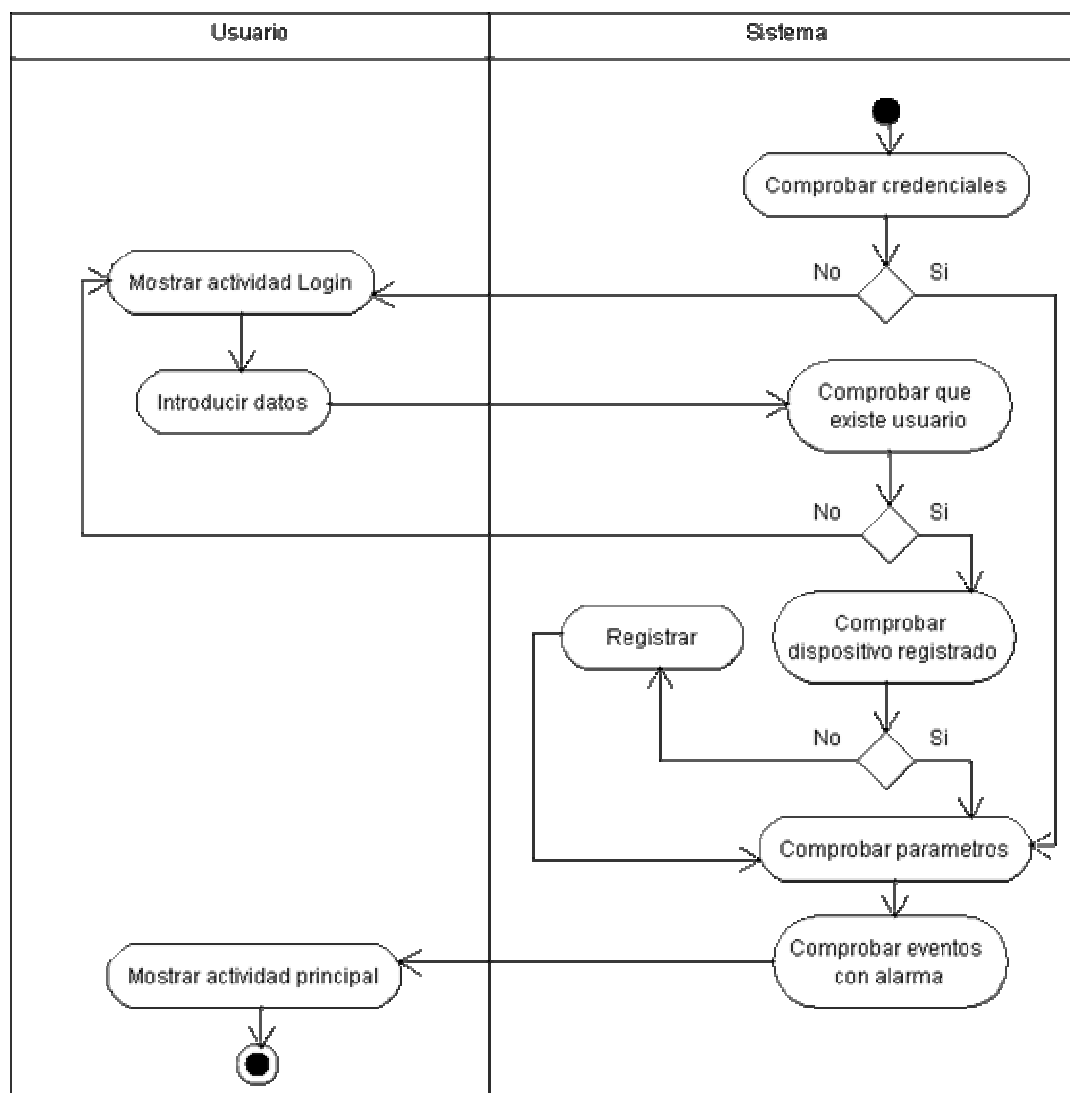


Diagrama de actividad cdu Identificarse

Otro diagrama útil, en este caso para entender la forma en la que se crean los eventos, es el que aparece a continuación. En él se describe el caso de uso crear evento.

Primero, el usuario introduce el título, la descripción, la fecha y la hora del evento y el sistema comprueba que ninguno de estos campos esté vacío ya que todos son requeridos a la hora de crear un nuevo evento. Si los datos son correctos, el usuario debe seleccionar si el evento es periódico o no. Si lo es, tiene que seleccionar el tipo de periodicidad, es decir, diario, semanal, mensual o anual. El sistema crea y almacena cada uno de éstos eventos periódicos.

Una vez especificado si un evento es periódico o no, el usuario debe especificar si dicho evento tendrá asociada una alarma, crea dicha alarma y crea y almacena el evento.

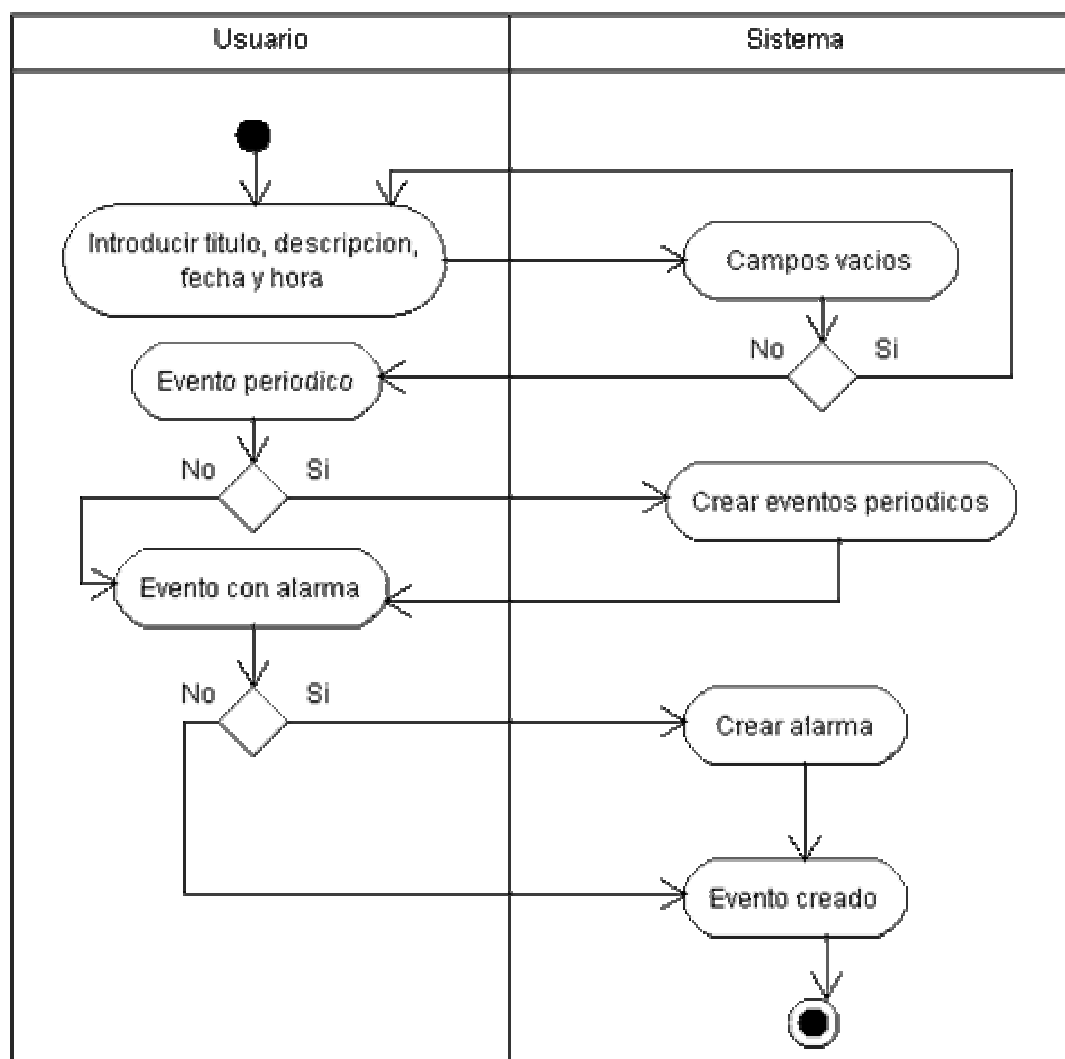


Diagrama de actividad cdu crear evento

El anexo 2 contiene la descripción completa de los casos de uso.

Interfaz gráfica

eHealth posee una interfaz muy gráfica y sencilla. Está pensada para que pueda ser utilizada tanto por personas jóvenes como por personas mayores. En vez de crear menús o pestañas con texto se ha optado por un menú compuesto por texto e iconos mucho más intuitivo.

La pantalla principal está dividida en tres partes. Una pequeña franja con el nombre completo del usuario y un botón para activar el servicio Bluetooth, una parte dedicada al perfil del usuario (mi perfil /my profile) y una parte dedicada a la salud del usuario (mi salud/my health).

Mi perfil es un conjunto de iconos a través de los cuales el usuario puede acceder a la información del usuario, al calendario de eventos y gestionar los mensajes.

En la parte de Mi salud aparece un icono por cada parámetro que el usuario haya añadido además del icono de añadir. A través de dicho icono el usuario puede seleccionar que parámetros desea añadir.

Mediante los iconos de las medidas el usuario accede al área de visualización de datos, en la que mediante tres pestañas se pueden ver los datos en forma de tabla o gráfico filtrando por fechas e introducir nuevos datos manualmente.

El aspecto gráfico ha ido variando con el tiempo. Comenzó con unos colores fríos y una estructura poco definida, finalizando con unas tonalidades diferentes de azul y un naranja que llama la atención para todos los botones de la aplicación.



Imagen 4.- Prototipo inicial

A continuación aparecen un par de imagenes en las que se muestra el aspecto definitivo de la aplicación.

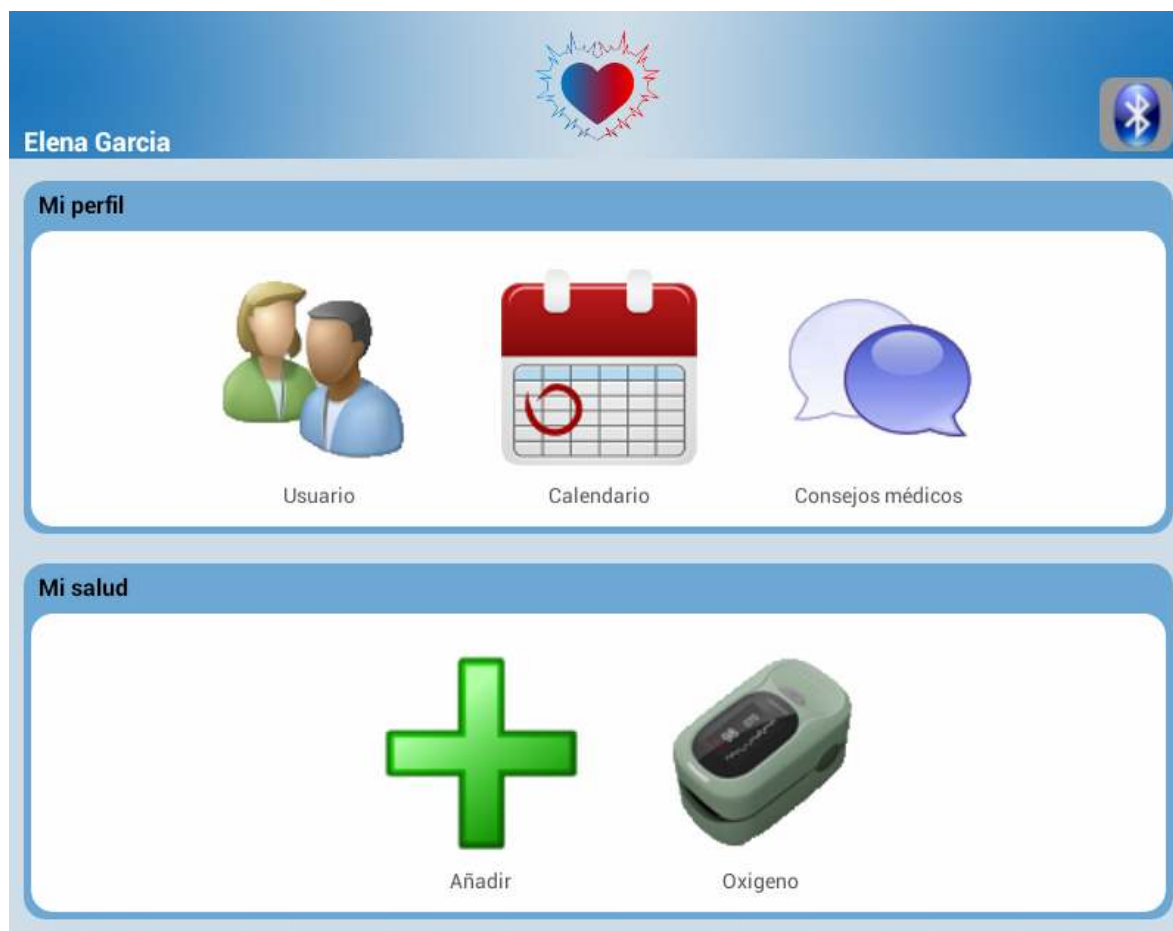


Imagen 5.- Actividad principal

Oxígeno			
Lista		Gráfico	Añadir
Oxígeno	Estado	Fecha	Hora
98	 Normal	18-06-2013	11:46
99	 Normal	18-06-2013	11:51
50	 Nivel bajo	20-07-2013	12:53

Imagen 6.- Actividad dentro del parámetro Oxígeno

Navegación

La navegación por la aplicación es muy sencilla.

Para acceder a la aplicación el usuario debe introducir su correo electrónico y su contraseña y pulsar el botón de conectar. Al instante aparece la pantalla principal desde la cual se puede volver a la pantalla del Login pulsando la tecla Back del Smartphone o tablet.

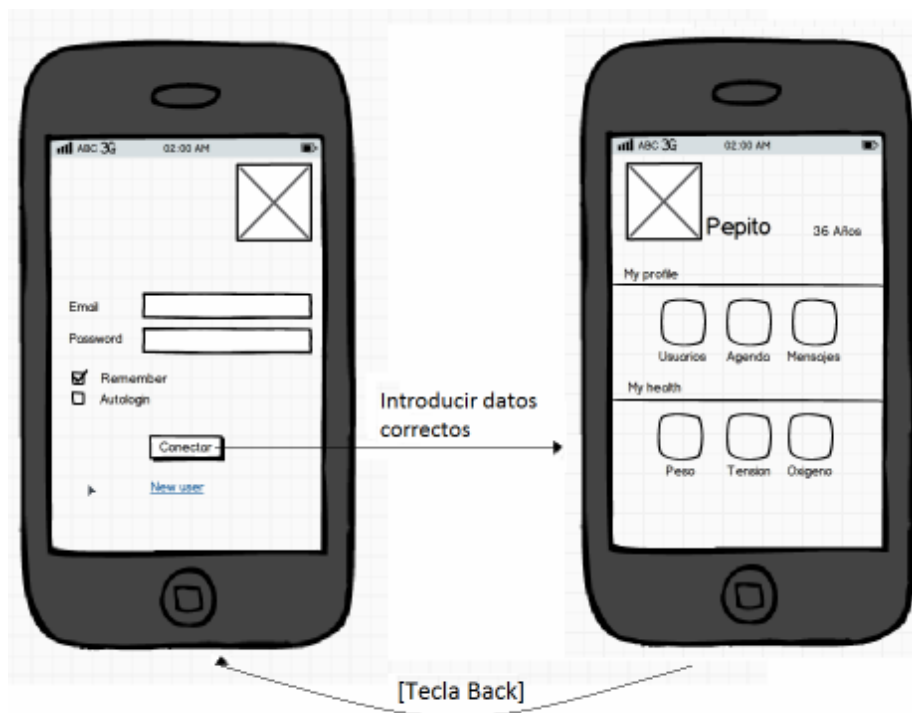


Diagrama de navegación del Login

Cada icono de la pantalla principal te lleva a una nueva actividad (nueva pantalla) y con la tecla Back se retrocede de esa actividad al menú principal.

En la zona *Mi Salud*, si pulsamos en cualquiera de los botones que representan una medida, el usuario puede navegar por las distintas pestañas, y mediante la tecla Back volver al menú principal.

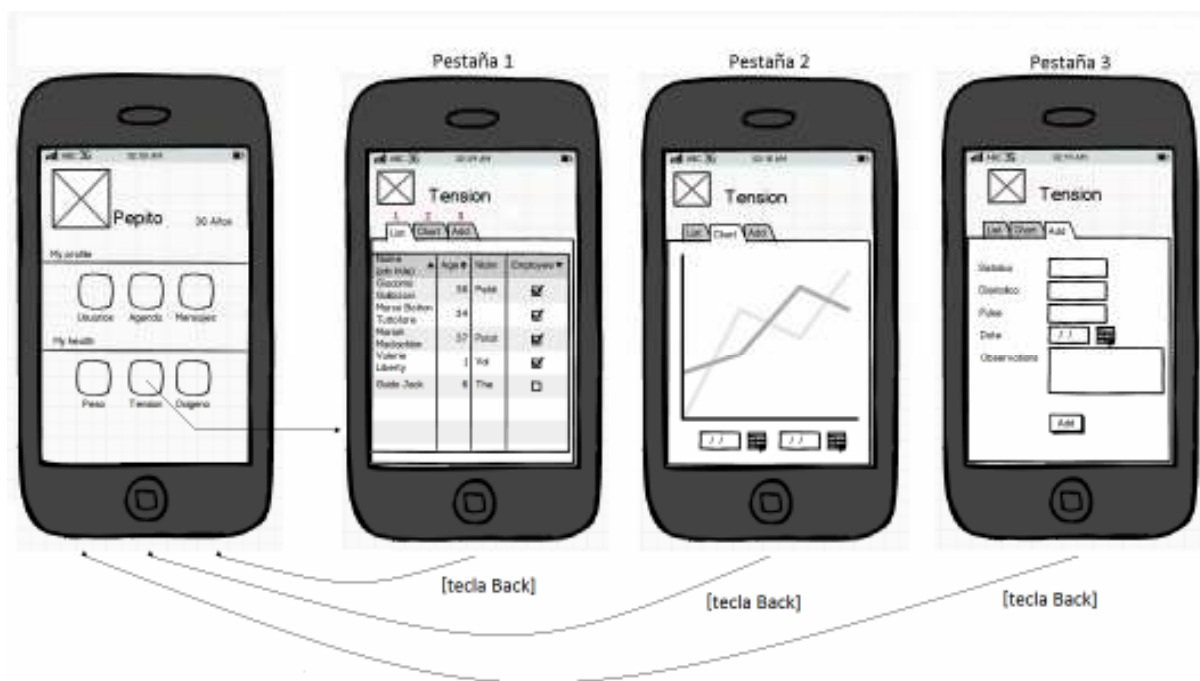


Diagrama de navegación dentro de un parámetro

Diagrama de navegación completo:

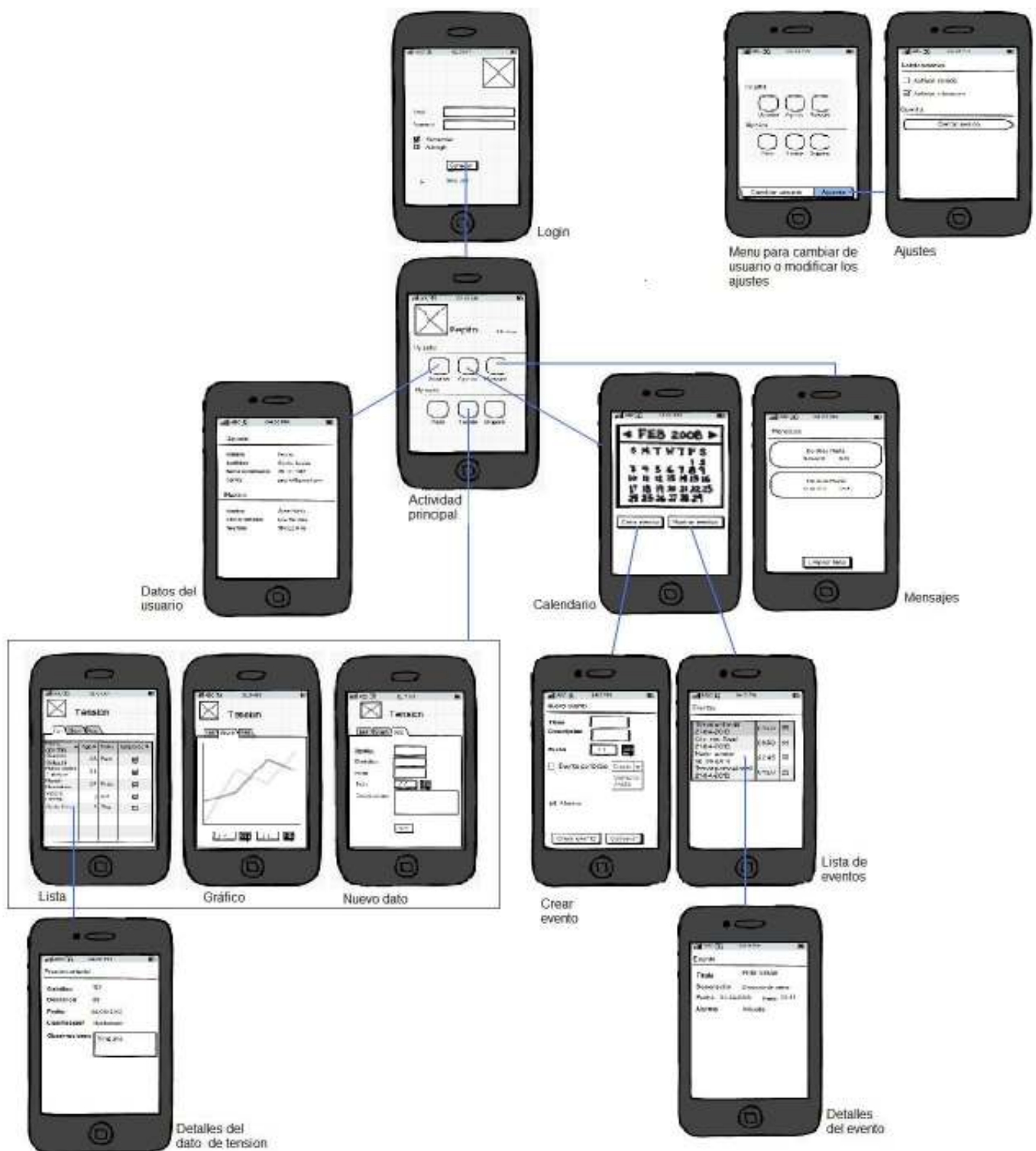


Diagrama de navegación

2.4. Diseño

Arquitectura

Ehealth está formada por 4 componentes:

- eHealth
- Etherios Cloud Connector
- Etherios Cloud
- Servicios Web



Imagen 7.- Arquitectura de la aplicación móvil

Etherios Cloud Connector es una aplicación para móvil propiedad de Digi Internacional Spain. Sirve para conectar un dispositivo móvil con la nube de Etherios.

Etherios Cloud Connector para Android ofrece las siguientes características a los desarrolladores de aplicaciones:

- Archivo de carga directa a la nube de dispositivos.
- Facilidad de mensajería de dos vías para la mensajería y el control de la nube al dispositivo completo.

- Gestión de dispositivos a distancia, incluido el sistema de archivos.
- Notificaciones y mensajes a distancia.
- Transmisión de datos segura.

Para poder utilizar eHealth en un dispositivo móvil es necesario instalar previamente ésta aplicación y así poder realizar las operaciones de subida y descarga de datos a y desde la nube.

Etherios cloud es un medio de almacenamiento de dispositivos en la nube que sirve para almacenar los datos de las mediciones de los usuarios.

Existen servicios Web que la aplicación utiliza para realizar tareas/acciones que no se pueden llevar a cabo desde un dispositivo móvil.

Funcionamiento

A continuación, se explica el proceso que el usuario debe seguir para poder utilizar la aplicación.

En primer lugar, el usuario debe acceder al portal Web, en el que se creará una cuenta de usuario. Internamente y oculto al usuario, el sistema asigna a la cuenta del usuario una cuenta de Etherios Cloud. Ésta cuenta sirve para poder almacenar las medidas de los usuarios.

Una vez creada la cuenta, el usuario puede crear varios perfiles de usuarios para poder gestionar la información de varias personas desde la misma cuenta. A cada usuario se le diferencia gracias a su correo electrónico. Con su correo electrónico y su contraseña el usuario puede acceder a los servicios que le ofrece la Web.

A continuación, si el usuario desea utilizar la aplicación para móvil, debe descargar e instalar las aplicaciones eHealth y Etherios Cloud Connector del Play Store en su dispositivo móvil.

Para acceder a Ehealth debe introducir el correo electrónico y la contraseña con los que accedió al portal Web. Una vez autenticado, el usuario puede realizar cualquiera de los servicios que ofrece la aplicación.

Si el usuario desea utilizar la opción de introducir los datos usando un aparato con Bluetooth es necesario acceder previamente a la configuración de Bluetooth del dispositivo y emparejar el dispositivo con el aparato médico.

Tecnología

Se ha decidido desarrollar la aplicación en Android ya que el servicio de Etherios sólo está implementado para Android. Se podría haber desarrollado para iOS o cualquier otro sistema operativo pero sólo la parte gráfica, la aplicación no tendría ninguna funcionalidad.

Además, Android es la plataforma más utilizada en los últimos años. Como se ve en el siguiente gráfico Android es usado por más de la mitad de la población mundial seguido con un 23% por Apple (iOS).

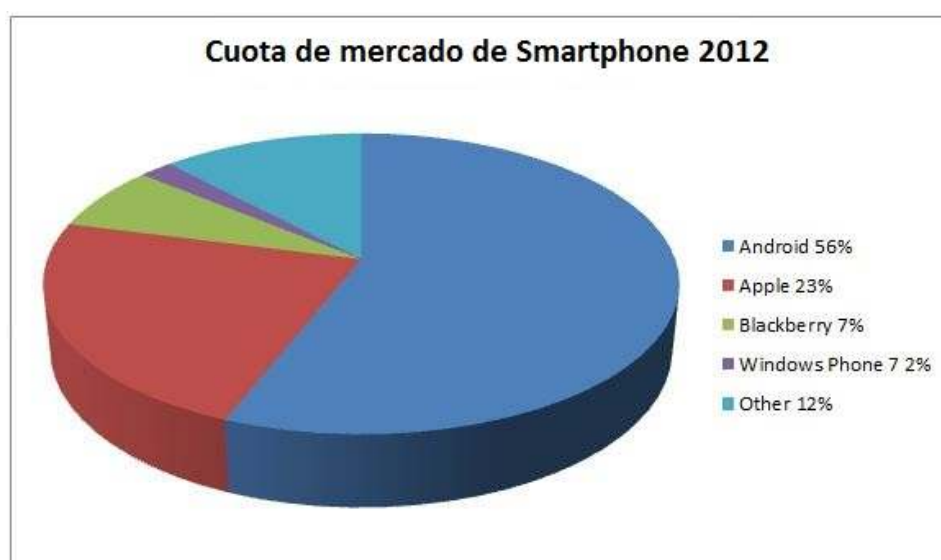


Grafico 1.- Cuota de mercado

El lenguaje utilizado ha sido Java, debido a que es el lenguaje de programación oficial para la plataforma Android. Contamos con la enorme biblioteca de clases de Java, además de algunas bibliotecas extra como las Commons de Apache, OpenGL o las bibliotecas del W3C para trabajar con XML.

También se ha utilizado el lenguaje XML ya que se usa bastante en la plataforma Android: para definir layouts, las propiedades de la aplicación, las cadenas de texto, estados de elementos, etc. Además todos los datos que se intercambian entre el dispositivo y la nube de Etherios están almacenados en ficheros escritos en xml.

Para el desarrollo en Android se ha usado la herramienta Eclipse con el SDK de Android, una potente y completa plataforma de programación, desarrollo y compilación de elementos tan variados como sitios Web, programas en C++ o aplicaciones Java. Eclipse dispone de un Editor de texto con resaltado de sintaxis y la compilación en tiempo real. Además, todas las características del programa se pueden ampliar y mejorar mediante el uso de plug-ins.

También se ha utilizado GIT como software de control de versiones, junto con EGit, un plugin de GIT para Eclipse. Se utilizan sistemas de control de versiones para la gestión de los diversos cambios que se realizan sobre los elementos de algún producto o una configuración del mismo.

Almacenamiento

Todos los datos que se manejan en la aplicación se almacenan en ficheros xml. Estos ficheros se guardan en la nube de Etherios. A continuación aparece un extracto de un fichero que contiene datos acerca de la saturación de oxígeno de un paciente.

```
<?xml version="1.0"?>
- <samples>
  - <sample>
    <id>500</id>
    <date>18-06-2013</date>
    <hour>11:46</hour>
    <observations/>
    <value>98</value>
    <classification>Normal</classification>
  </sample>
  - <sample>
    <id>500</id>
    <date>18-06-2013</date>
    <hour>11:51</hour>
    <observations/>
    <value>99</value>
    <classification>Normal</classification>
  </sample>
  - <sample>
    <id>11253</id>
    <date>20-07-2013</date>
    <hour>12:53</hour>
    <observations>rgdthdhsirts</observations>
    <value>50</value>
    <classification>Nivel bajo</classification>
  </sample>
</samples>
```

Imagen 8.- Fichero almacén de datos

2.5. Implementación

Recursos software

En el desarrollo de eHealth se han utilizado bastantes recursos encontrados en Internet.

Se ha utilizado una librería llamada AndroidPlot mediante la cual se ha conseguido crear un gráfico que se amoldara a las necesidades de la aplicación. AndroidPlot es un API para la creación de gráficos dinámicos y estáticos dentro de su aplicación Android. Fue diseñado desde cero para la plataforma Android, es compatible con todas las versiones de Android desde 1.6 en adelante y es utilizado por más de 500 aplicaciones en el mercado hoy en día. Entre otras ventajas de AndroidPlot se encuentran las siguientes:

- Es gratuito y completamente de código abierto.
- Soporte Modelo dinámico
- Activamente mantenido y desarrollado
- Existe mucha ayuda en foros

También se han utilizado fragmentos de códigos existentes implementados por otras personas y amoldados a éste proyecto para implementar toda la funcionalidad que debe tener un calendario o agenda.

Otro de los grandes y más importantes recursos utilizados en la aplicación ha sido el uso de un perfil específico de Bluetooth. eHealth utiliza Bluetooth HDP, una nueva capa en la parte superior de la pila de protocolos Bluetooth que especifica un conjunto estándar de instrucciones de los dispositivos médicos.

El dispositivo Bluetooth HDP se conecta de forma segura y transmite los datos a un receptor inteligente u otro. Los datos se pueden transmitir a una aplicación de gestión de la salud central utilizada por los médicos, enfermeras, proveedores de cuidados en el hogar, etc.

Hay miles de dispositivos médicos que están actualmente habilitados para Bluetooth. Sin embargo, hasta ahora no ha habido un conjunto estándar de instrucciones para intercambiar datos. Esto significa que cada dispositivo debe tener su propia aplicación propietario para comunicarse con el.

En 2006, el Grupo de Trabajo Médico (Med WG) de Bluetooth SIG comenzó a definir una especificación para atender las necesidades de la comunidad médica. El resultado final de este trabajo fue la especificación HDP que incluía el MGAP (Multi-Channel Adaptation Protocolo) y el uso del Device ID Profile (DI).

El IEEE 11073-20601 describe servicios para una comunicación fiable entre aparatos médicos y otros dispositivos como PCs, teléfonos móviles o PDA. Sin embargo cada aparato médico, pulsioxímetro, tensiómetro, balanza, etc. utilizan un protocolo diferente para definir la longitud, el formato y la codificación de los datos transmitidos.



Imagen 9.- Estándares de Bluetooth HDP

La API de Bluetooth HDP de Android proporciona todas las clases y métodos necesarios para establecer una comunicación segura entre dispositivos usando el protocolo 20601. Sin embargo hay que implementar el código necesario para leer e interpretar los datos recibidos de cada aparato médico.

En el anexo 4 se explica más detalladamente el funcionamiento del perfil de Bluetooth HDP.

Recursos hardware

- Ordenador de sobremesa: Microprocesador Intel Core 2 Duo y Extrem, hasta 8GB de RAM y gráfica de nVIDIA.
- Ordenador portátil: Intel Celeron con 1014 Mb de RAM
- Teléfono móvil Sangsum Galaxy SCL: con Android 2.3.6
- Tablet Iconia Tab A500: Propiedad de la empresa Digi International con Android 4.0.
- Tablet Sangsum Galaxy Tablet GT P 100: Propiedad de la empresa Digi International con Android 3.3.2
- Tablet Sangsum Nexus 10: Propiedad de la empresa Digi International con Android 4.0.
- Bluetooth Blood Pressure Monitor 708-BT
- Bluetooth Body Composition Monitor BF206-BT
- Digi Fox Fingertip pulse oximeter
- Onyn Pulsioximeter

Realización

Durante el desarrollo de este trabajo surgieron varios problemas y cambios que han obligado a realizar modificaciones durante el proceso.

- A principios de mayo se produjo un cambio en la marca corporativa de la empresa, así como de sus productos y servicios. De iDigi paso a denominarse Etherios.



Imagen 10.- Cambio de marca cooperativa

Un cambio que solo debía suponer la modificación de unos pocos nombres de ficheros pero no fue así. Se tuvieron que sustituir las dos librerías que se utilizan para realizar el acceso a la nube. Además de un

exhaustivo recorrido por todo el código de la aplicación en busca de cualquier lugar donde apareciera la palabra iDigi y modificarla por Etherios.

Todo este proceso de cambio supuso un gran consumo de tiempo con el cual no se contaba en un primer momento.

- Faltando poco tiempo para finalizar el periodo requerido para desarrollar el producto se incorporó una nueva funcionalidad a la aplicación. Los eventos del calendario pueden ser periódicos, es decir, eventos que se repiten en día (diario), semana (semanal), mes (mensual) o en año (anual). Esto supuso un cambio en la interfaz de algunas actividades y la implementación de varias tareas y métodos nuevos que permitieran dicha funcionalidad.
- Como se explicó anteriormente, con la API que proporciona Android solo se puede establecer la conexión entre dispositivos. Una vez establecida, cada aparato médico, utiliza un protocolo diferente en el intercambio de datos. Este protocolo ya está especificado para la báscula pero no para el resto de aparatos.

En nuestro caso, hubo que implementar el código necesario para poder leer los datos transmitidos por un pulsioxímetro. Ya que fue el único aparato que se consiguió conectar con un dispositivo móvil. Ésta tarea fue realizada por personal de la empresa. Ponerse a realizar los trabajos necesarios para lograr el intercambio de datos para cualquier otro aparato médico excedería el tiempo que tenemos para la realización de este trabajo fin de grado.

- Otro problema, surgió a la hora de crear un gráfico de líneas que mostrara los datos de las medidas de un usuario. Existen muchísimas librerías implementadas en Internet que te ofrecen la opción de crear diferentes tipos de gráficos.

Por ejemplo la librería GraphView 3.0 proporcionaba en un principio todo lo necesario para crear un gráfico adaptado a las necesidades de la aplicación. Mientras se iba adaptando el gráfico, aparecían pequeños inconvenientes, uno de ellos fue que no permitía modificar las etiquetas del eje x, el cual debía mostrar las fechas y la hora de cada medida.

Otra opción fue utilizar Chart de Google, que funciona pasando como parámetros los valores y devolviendo una imagen con el gráfico. Lo cual no era muy eficaz porque cada vez que el usuario selecciona fechas distintas, debe repetir todo el proceso.

jFreeChart-1.0.14 también fue una de las librerías que se utilizaron para realizar el gráfico pero tampoco permitía modificar todos los detalles que el gráfico debía contener.

Al final se ha utilizado AndroidPlot-core-0.5.1. Aunque también tiene pequeños inconvenientes y está muy limitado a la hora de poder modificar aspectos del gráfico, ha sido la que mejor se ha amoldado a las necesidades de la aplicación. Ha permitido modificar las etiquetas de ambos ejes, el color y el tamaño de la leyenda, el formato de los valores, las líneas interiores del grid, etc.

- Se realizó un breve estudio de la forma en la que se intercambiaban la información entre un dispositivo Android y la nube de Etherios, métodos, ficheros, conexión, etc.

En un principio cuando el usuario introducía correctamente su correo y su contraseña y la aplicación recibía los datos de la cuenta de Etherios Cloud, la aplicación establecía una conexión con ésta.

Cuando un dispositivo se registra en Etherios se crea un directorio con el ID del dispositivo. Dentro de ese directorio se crearía una carpeta por cada usuario con el correo como nombre y dentro de ésta un directorio por cada parámetro activado, el cual contendría el fichero de almacenaje.

Una vez establecida la conexión, al almacenar o recoger un dato se utilizaban una serie de métodos proporcionados por la librería de Etherios mediante los cuales se creaban ficheros de almacenaje y se subían su directorio específico.

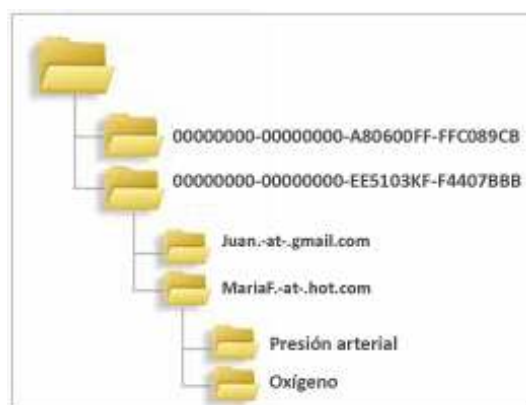


Imagen 11.- Estructura de directorios inicial

Debido a que desde un mismo dispositivo pueden acceder a la aplicación diferentes usuarios y que un usuario puede acceder desde dispositivos móviles diferentes, se desechó esta manera de almacenar los datos y se pensaron otras alternativas.

Tras especificar y definir la estructura definitiva que se iba a seguir, se tuvo que modificar la forma de acceso a la nube. Ya que con los métodos antes mencionados no se pueden crear ficheros en la raíz.

Utilizando ésta nueva estructura, los directorios con el ID del dispositivo no se usan. Para cada usuario se crea un directorio con su correo en la raíz. Para cada directorio de usuario se crea un subdirectorio cuando el usuario añade un nuevo parámetro.

Así, sea de donde sea, desde donde el usuario acceda a la aplicación todos sus datos se almacenaran en el mismo sitio.

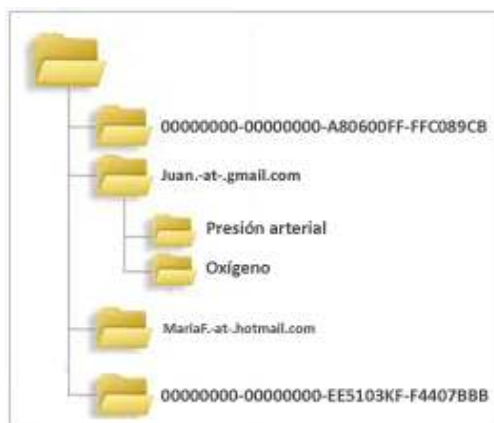


Imagen 12.- Estructura de directorios final

La nueva forma de acceso conlleva crear una conexión con el servidor cada vez que se quiere acceder a los datos, ya sea para crear nuevos ficheros como para leer ficheros existentes. Uno de esos métodos aparece a continuación.

```
public boolean addNewData(String folderName, String sample, String type) {
    HttpURLConnection conn = null;

    try {
        // Create url to the iDigi server for a given web service request
        URL url = new URL("http://login.etherios.co.uk/ws/FileData/~/" + folderName);
        conn = (HttpURLConnection) url.openConnection();
        conn.setReadTimeout(5000);
        conn.setDoOutput(false);
        conn.setDoInput(true);
        conn.setRequestMethod("GET");
        conn.setUseCaches(false);

        // Build authentication string
        String userpassword = TelehealthApplication.getInstance().getPreferencesManager().getEthAccount() +
        // can change this to use a different base64 encoder
        String encodedAuthorization = Base64Utils.encodeString(userpassword.trim());
        // set request headers
        conn.setRequestProperty("Authorization", "Basic " + encodedAuthorization);

        String newText="";
        int ends = 0;
        String first = "";
        String last="</"+type+"s>";

        // Check the response code.
        int responseCode = conn.getResponseCode();
        if (responseCode != 200)
            newText="<?xml version='1.0'>\r\n<" + type + "s>";
        else {
            // Get input stream from response and convert to String
            InputStream is = conn.getInputStream();

            Scanner isScanner = new Scanner(is);
            StringBuffer buf = new StringBuffer();
            while (isScanner.hasNextLine()) {
                buf.append(isScanner.nextLine() + "\n");
            }
            String responseContent = buf.toString();
            isScanner.close();

            if (type.length() == 6)
                ends = responseContent.lastIndexOf("</"+type+">")+9;
            else
                ends = responseContent.lastIndexOf("</"+type+">")+8;
            first = responseContent.substring(0, ends);
        }

        String newXMLString=newText+first+sample+last;
        createAndUploadNewXMLFile(newXMLString, folderName);
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        if (conn != null)
            conn.disconnect();
    }

    return false;
}
```

Imagen 13.- Método para añadir un nuevo dato

- Para ser capaz de interactuar con otros sistemas de información hospitalaria mediante mensajería hay que utilizar el protocolo HL7, siendo recomendable que la versión de HL7 sea igual o superior a la 2.4.

También sería interesante que eHealth cumpliera los estándares *Integrating the Healthcare Enterprise*; (IHE, <http://www.ihe.net/>), y que hubiera pasado un *Connectathon* con evaluación positiva. El *Connectathon* es una reunión periódica donde se prueban y certifican las características de

integración de distintos productos y dispositivos con respecto a los estándares que la iniciativa IHE promulga.

Además sería positivo que pudiera adaptarse el estándar *Clinical Document Architecture* (CDA; <http://hl7book.net/index.php?title=CDA>) en la generación de documentos e informes.

Sin embargo, éste último punto no ha podido realizarse debido a la ingente cantidad de tiempo necesario para su estudio y posterior aplicación.

Pruebas software

Se han realizado una serie de pruebas unitarias para asegurar que cada uno de los módulos funcione correctamente por separado. Luego se han hecho unas pruebas de integración para probar que todos los elementos unitarios que componen un proceso funcionan correctamente.

Para terminar se han realizado varias pruebas no funcionales, de usabilidad, de rendimiento, de instalabilidad y de portabilidad. Así se han podido corregir varios fallos que no habían sido detectados anteriormente.

Testing

Con el fin de comprobar el funcionamiento de la aplicación, se realizaron una serie de pruebas con diversos dispositivos. Se ha tenido en cuenta dos parámetros, el tamaño de la pantalla y la versión de Android de dichos dispositivos.

Así se ha podido constatar que funciona correctamente con cualquier dispositivo cuya pantalla tenga un tamaño mayor o igual a 7 pulgadas, independientemente de la resolución.

Al utilizarse un perfil específico de Bluetooth, Health Data Profile, en el desarrollo de la aplicación, nos ha obligado a utilizar versiones de Android posteriores a la 4.0.0. Comprobándose que, a partir de esta versión, la aplicación funciona correctamente.

3. Conclusiones

Teniendo en cuenta el trabajo a realizar y el tiempo disponible para el mismo, se realizó una planificación sobre el tiempo necesario para llevar a cabo cada tarea principal del mismo. Estos tiempos, debido a los problemas que surgían según se iba avanzando en el proceso de realización, cambiaron ligeramente.

Tarea	Previsión	Final
Análisis	17	15
Diseño	62	64
Implementación	203	214
Pruebas	12	10
Total	294 horas	303 horas

Tabla 6.- Tabla de seguimiento

Así mismo, durante el desarrollo, se observó que alguna de las tareas iniciales podían ser mejoradas, no pudiendo hacerlo por falta de tiempo. Por ejemplo, la alarma que en un principio se pensó que podía programarse para periodos de 5 minutos, una hora o un día antes de la fecha del evento, solo se ha llegado a programar para la hora y fecha exacta del evento.

De los objetivos marcados en un principio, adaptar la interfaz a diferentes tamaños de pantalla, se ha podido realizar completamente para dispositivos con pantallas de más de 7 pulgadas. La aplicación se amolda perfectamente al idioma que este definido en el dispositivo, de momento se ha aplicado al inglés y al castellano, siendo relativamente fácil su adaptación a otros idiomas. Para finalizar se ha realizado un video explicativo del sistema. Se hubiera añadido más funcionalidad que por falta de tiempo no se ha podido desarrollar.

La permanencia en la empresa, durante estos meses, para la realización del proyecto ha supuesto un aprendizaje inestimable en dos aspectos básicos.

Por una parte, en el aspecto técnico, la programación en Android dado que es sistema operativo generalizado para dispositivos móviles en estos momentos y el uso de la herramienta GIT, el gestor de versiones utilizado por la empresa.

Por otra parte, en el aspecto humano, al tratarse de un proyecto propio y teniendo un plazo determinado para su realización, esto me ha enseñado a ser autosuficiente aprendiendo de mis errores y sabiendo buscar soluciones a los problemas que han ido surgiendo. Además, al pertenecer a un grupo

de trabajo, ha habido que realizar varias reuniones y tomar decisiones en conjunto, asumiendo las más acertadas aunque no fuesen las propias.

Todo esto teniendo en cuenta que es un proyecto real, es decir, que hay un cliente, en este caso la empresa, que te marca tiempos, necesidades, parámetros, etc. que hay que cumplir.

La sociedad es consciente de la necesidad de tener conocimientos de idiomas, preferentemente inglés ya que es el idioma de uso más universal. Sin embargo, no es tan evidente esta necesidad, hasta que, como en este caso, trabajas dentro de una empresa en la que saber inglés es algo primordial ya que se trata de una empresa norteamericana en la que todos los documentos, productos, comunicaciones, etc. se realizan en inglés.

Como se ha demostrado a lo largo de este documento, la solución de telemedicina ofrece un gran número de ventajas. Dichas ventajas las disfrutan los diferentes actores que toman parte en el proceso de intercambio de información: el sistema, los profesionales y los pacientes.

Para el sistema, la ventaja fundamental es un aumento de la eficiencia a través de la optimización de los recursos asistenciales, la mejora de la gestión de la demanda, la disminución de la repetición de actos médicos y la disminución de los desplazamientos (a través de la comunicación de profesionales y de los proveedores de asistencia).

Para los profesionales, hay una serie de ventajas, entre las que se encuentran: una mejora en la accesibilidad de los datos del paciente e importantes recursos de formación y de investigación.

En cuanto a los usuarios, se tienen ventajas un tanto evidentes, como ser la facilidad de acceso a las consultas con sus médicos, su constante monitorización para detectar cualquier problema cardíaco (o de otra índole), las facilidades inherentes a la digitalización de la información, etc.

No obstante, todas estas facilidades se podrían ver potenciadas aún más mediante el uso de bases de datos, en las cuales se registren las señales biomédicas históricas del paciente. De esta manera, se estaría modificando no solo la forma en la que los conocimientos médicos se aplican, sino también cómo estos se producen, permitiendo finalmente que se revelen alteraciones sistemáticas en alguna o varias señales antes de la aparición de un episodio, otorgando la posibilidad de emitir alarmas sobre un evento potencial.

Por último, hay que remarcar que para poder implementar este tipo de sistemas será necesario la capacitación y la adaptación de todos los actores, mostrándoles las ventajas de la implantación de sistemas inteligentes que sirvan de apoyo a la medicina, potenciándola y haciéndola mucho más eficiente.

4. Bibliografía

[Telemedicina]

http://www.utpl.edu.ec/tutupaly/images/pdfresumenes/modulo_2_introducci%20n_a_la_telemedicina.pdf

[iDigi Connector] <http://www.idigi.com/idigiconnector/>

[App engine de Google] http://es.wikipedia.org/wiki/App_Engine

[Eclipse] http://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse_%28software%29

[Cuota de mercado] <http://www.onbile.com/info/mobile-operating-system-evolution-in-2012/>

[Bluetooth] <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth.html>

[AndroidPlot]

[Interfaz grafica] <http://developer.android.com/design/building-blocks/index.html>

[Estándares XML] <http://es.wikipedia.org/wiki/HL7>

<http://www.hl7spain.org/estandares/version-27.html>

<http://www.slideshare.net/mandi5/introduccin-a-hl7-y-la-interoperabilidad>

[AndroidPlot] <http://androidplot.com>

[HL7] <http://es.wikipedia.org/wiki/HL7>

<http://www.hl7spain.org/estandares/version-27.html>

Anexo 1

Desarrollo e implementación de una solución de
telemedicina empleando dispositivos Android con
conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de Digi
Aplicación móvil - eHealth

Elena García Fernández

28/06/2013

Índice

Estudio de mercado	3
1. MoviHealth Salud inteligente	3
2. MyGlucoHealth de Entra Health Systems.....	4
3. HealthDairy de workMETHODS Solutions Inc.....	4
4. myFitnessCompanion	5
5. iFORA diabetes Manager	6

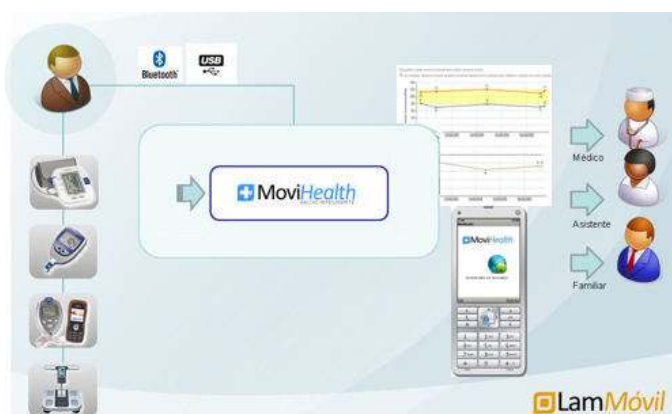
Estudio de mercado

1. MoviHealth Salud inteligente

Movihealth ofrece una variedad de herramientas que simplifican las tareas relacionadas con un adecuado control, ya sea frente a programas de control de la salud (descenso de peso, etc.) o de patologías crónicas prevalentes (hipertensión, diabetes, etc.).

El funcionamiento de nuestros sistemas, combina la captura de datos desde diferentes equipos de medición de uso convencional (balanzas, tensiómetros, glucómetros, etc.), con la posibilidad de interactuar con diversas herramientas, asegurando la autenticidad, disponibilidad y seguridad de los datos.

Mediante interfaces en el celular y en la Web, médicos, pacientes y familiares pueden realizar el MONITOREO de todos los datos registrados, y aplicar diferentes funcionalidades PARA EL MEJOR CUIDADO DE LA SALUD.



En caso de emergencia o registro de valores anormales, el sistema puede enviar distintos tipos de avisos a familiares, servicios de emergencias, etc. utilizando mensajes de texto, email, etc. Mediante programas específicos, se puede realizar un mejor control de los hábitos nutricionales o de la actividad física realizada, incluyendo diferentes modalidades e intensidades en el control, sugerencias nutricionales, y otras funcionalidades.

El usuario puede definir sus objetivos, administrar alertas y recordatorios, interactuar a través de su celular, integrar a otras personas (profesionales, familiares) en el cuidado de su salud, etc. Movihealth ofrece diferentes herramientas a través de una simple aplicación instalable en cualquier teléfono (JAVA requerido).

Esto permite recibir automáticamente los datos de los monitores homologados, aprovechando la conectividad Bluetooth, USB o infrarroja. Además es posible realizar operaciones relacionadas con los programas de control o seguimiento y recibir alertas e información directamente en el celular.

www.movihealth.com

2. MyGlucoHealth de Entra Health Systems

Sólo mide glucosa pero el funcionamiento es el mismo que queremos nosotros para nuestra aplicación.



Proporciona el dispositivo *MyGlucoHealth Wireless Meter*, un portal Web y una aplicación móvil (Android).

<http://www.myglucohealth.net>

3. HealthDairy de workMETHODS Solutions Inc

HealthDairy es una aplicación móvil innovadora que gestiona con seguridad, organiza y presenta información sobre su salud en dispositivos móviles y sitios Web. Cuesta 1.99\$.

En la actualidad, HealthDairy está disponible en Blackberry y Android.

HealthDairy conecta con Microsoft® HealthVault™ para administrar su información de salud y utiliza HealthVault Connection Center para conectar los dispositivos con tu ordenador mediante USB o mediante un receptor inalámbrico de infrarrojos o de otro tipo.





www.workmethods.com/HealthDiary

4. myFitnessCompanion

Monitoreo de salud personalizado usando sensores Bluetooth o entrada manual.

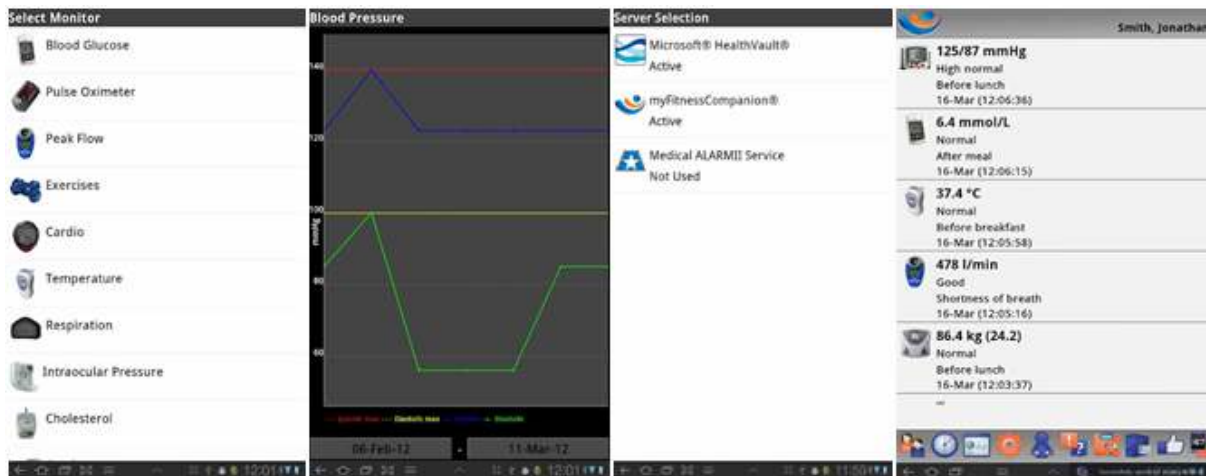
Monitores de peso, presión sanguínea, asma, insulina, nivel de glucosa, HbA1c, temperatura, colesterol, respiración, oxígeno y frecuencia cardíaca.

Características:

- Umbrales y objetivos personalizados para su condición particular.
- Mediciones manuales y automáticas utilizando sensores Bluetooth.
- Retroalimentación personal después de cada medición.
- Recordatorios para la toma de mediciones.
- Subida de datos a Microsoft® HealthVault® o al servidor de myFitnessCompanion®.
- Agregar múltiples usuarios y personalice el monitoreo de salud de cada uno de los usuarios.
- Instrucciones y retroalimentación de voz en su propio lenguaje.

Soporta múltiples sensores Bluetooth.

Puedes subir tus medidas biométricas a Microsoft® HealthVault o en nuestro servidor seguro myFitnessCompanion® para gráficos más detallados, creación de informes y compartir la información recopilada con su profesional de la salud, los amigos o cuidador.



www.myFitnessCompanion.com

5. iFORA diabetes Manager

Para iOS, Android y Windows mobile.

En el Market pone que trabaja vía Bluetooth y en la página que lo hace vía Wifi utilizando iDiamond.

La aplicación funciona sin problemas con el Mini Diamond a través de la conexión Bluetooth e iDiamond Glucose Monitoring System para conectarse directamente a un iPhone o iPod touch.

Opciones:

- **DATOS DE REGISTRO**
Anotar y personalizar sus actividades con cada medición.
Los resultados de glucosa en sangre están codificados por colores, Red demasiado alto, verde para Normal y amarillo si es demasiado bajo.
- **RECORD LIST**
Ver los resultados ordenados por el tiempo.
- **DIARIO**
Manejo de la glucosa de sangre de un vistazo! Los datos se muestran en un formato semanal, para AC, PC, mañana y tarde, con el sistema de codificación de color por lo que es mucho más fácil ver las subidas y bajadas de la habitual nivel de glucosa en sangre durante la semana.
- **TENDENCIA GRÁFICA**
Los datos se organizan en un esquema orientativo e interactivo, donde se podrán conectar los puntos en los 4 modos de medición diferentes para ver cómo el nivel de glucosa en la sangre han subido y bajado en diferentes momentos del día.

➤ OBJETIVO gráfico circular

Descubre lo bien que han logrado su nivel de glucosa en la sangre durante los últimos 7-14-30days.

Y también muestra una serie de medicamentos que el usuario debe tomar (nombre e imagen), un plan con la duración, el ejercicio que debe hacer, la dieta que debe seguir, recetas, etc.



www.foraminisite.com/diamond/

Anexo 2

Desarrollo e implementación de una solución de
telemedicina empleando dispositivos Android con
conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de Digi
Aplicación móvil - eHealth

Elena García Fernández

28/06/2013

Índice

Análisis	3
Resumen.....	3
Casos de uso	4
Especificaciones Cdu	5
Diagramas de actividad	8

Análisis

Resumen

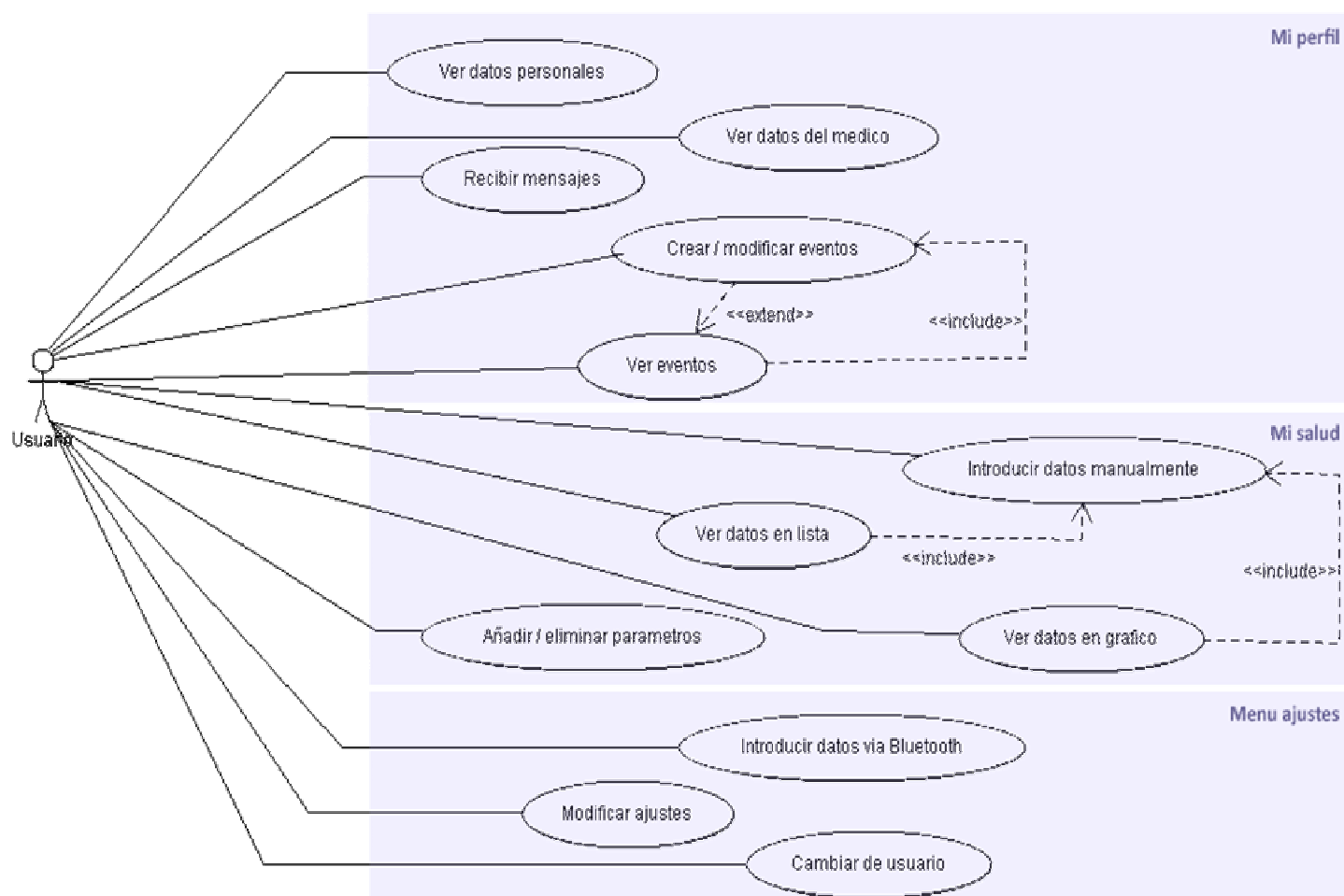
Se pretende realizar una aplicación Android a través de la cual se llevara un control acerca de las constantes vitales de una persona.

El usuario podrá:

- Guardar los resultados de sus mediciones
- Utilizar aparatos médicos con Bluetooth
- Ver sus resultados
- Ver su propia información personal y la de su médico
- Recibir mensajes desde la pagina Web
- Gestionar eventos
- Modificar ajustes de la aplicación
- Añadir y eliminar parámetros

Para poder realizar cualquiera de las acciones antes mencionadas el usuario debe identificarse mediante un correo electrónico y una contraseña.

Casos de uso



Especificaciones Cdu

Identificación	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe existir en el sistema
Postcondición	El usuario accede al sistema
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario introduce el correo y la contraseña 2. El sistema comprueba que exista el usuario 3. El sistema comprueba que el dispositivo esté registrado 4. El sistema comprueba los parámetros activados 5. El sistema comprueba los eventos con alarma
Curso alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 2.1 El sistema no acepta el correo o la contraseña del usuario 3.1 Dispositivo no registrado

Ver datos personales	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	El usuario ve sus datos
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Ver los datos
Curso alternativo	

Ver datos del medico	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	El usuario ve los datos de su médico
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Ver los datos
Curso alternativo	

Cambiar de usuario	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Cambio de usuario
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Acceder a los ajustes 3. Cerrar sesión
Curso alternativo	

Crear evento	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Evento creado
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Introducir datos 3. El sistema comprueba que los datos no sean vacíos 4. El usuario elige si es un evento periódico 5. El sistema crea los eventos periódicos 6. El usuario activa la alarma para el evento 7. El sistema crea la alarma
Curso alternativo	2.2 Algún dato esta vacío

Ver eventos	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación Deben existir eventos → cdu Crear evento
Postcondición	Ver los eventos
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Ver eventos
Curso alternativo	

Recibir mensajes	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Recibir mensaje
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. El usuario puede recibir mensajes de la Web
Curso alternativo	

Introducir datos médicos manualmente	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Datos almacenados
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Introducir datos 3. El sistema comprueba que no estén vacíos
Curso alternativo	3.1 Algún dato vacío

Introducir datos vía Bluetooth	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Datos almacenados
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Activar Bluetooth 3. Guardar dato
Curso alternativo	

Ver datos en grafico	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación Deben existir datos → cdu Introducir datos
Postcondición	Ver datos
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Seleccionar fechas 3. Ver grafico
Curso alternativo	2.1 Fechas incorrectas

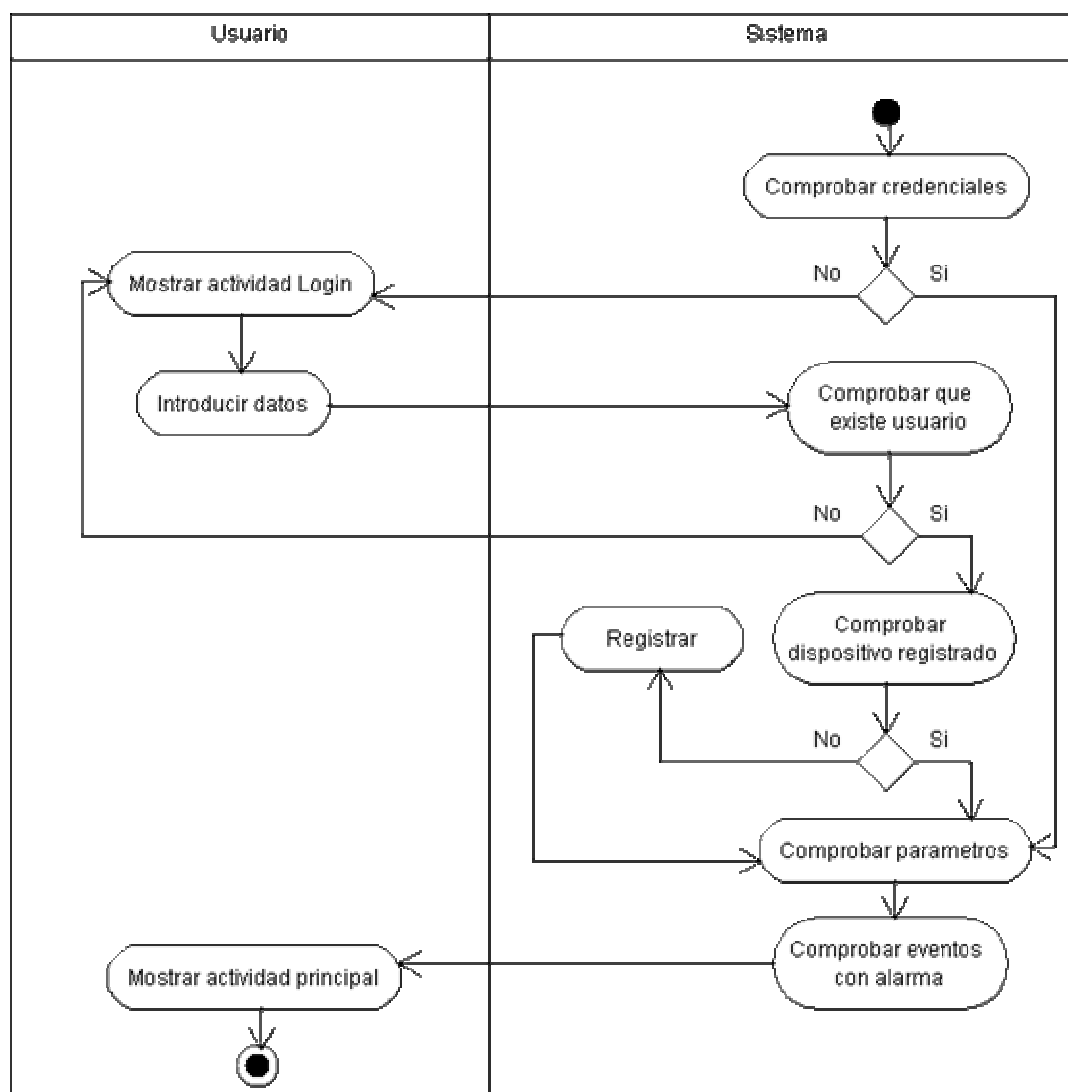
Ver datos en lista	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación Deben existir datos → cdu Introducir datos
Postcondición	Ver datos
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. Ver datos ordenados
Curso alternativo	

Añadir parámetros	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Parámetro añadido
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. El usuario selecciona los parámetros 3. El sistema comprueba que el parámetro no exista
Curso alternativo	3.1 El parámetro existe

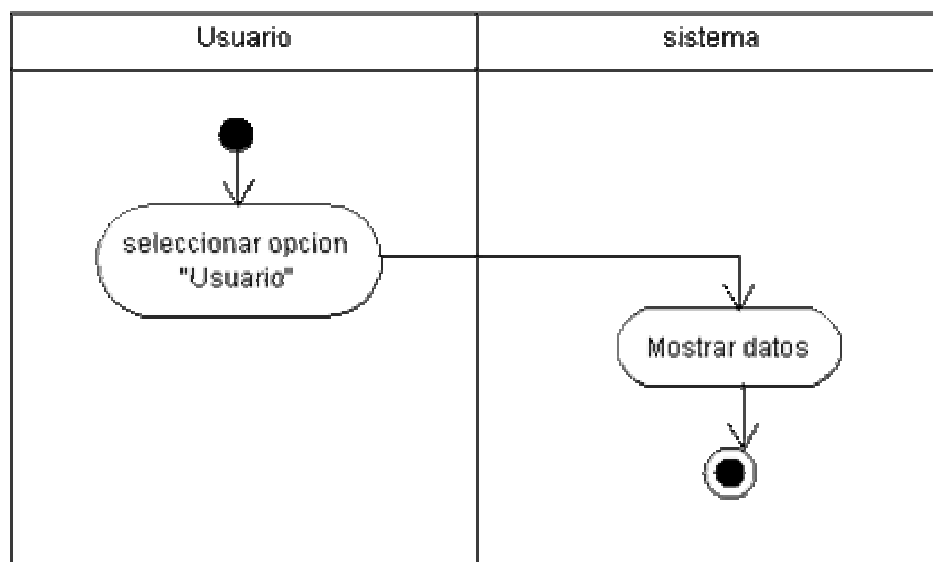
Eliminar parámetros	
Actores	Usuario
Precondición	El usuario debe identificarse → cdu identificación
Postcondición	Parámetro eliminado
Curso normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificarse 2. El usuario selecciona el parámetro que desea eliminar 3. El sistema elimina el parámetro
Curso alternativo	

Diagramas de actividad

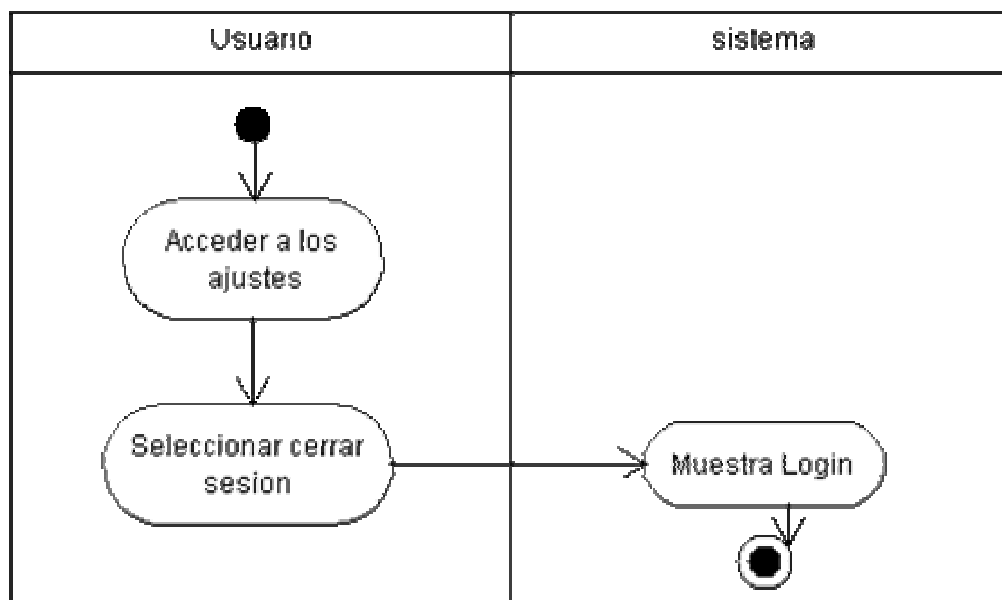
Cdu Identificación:



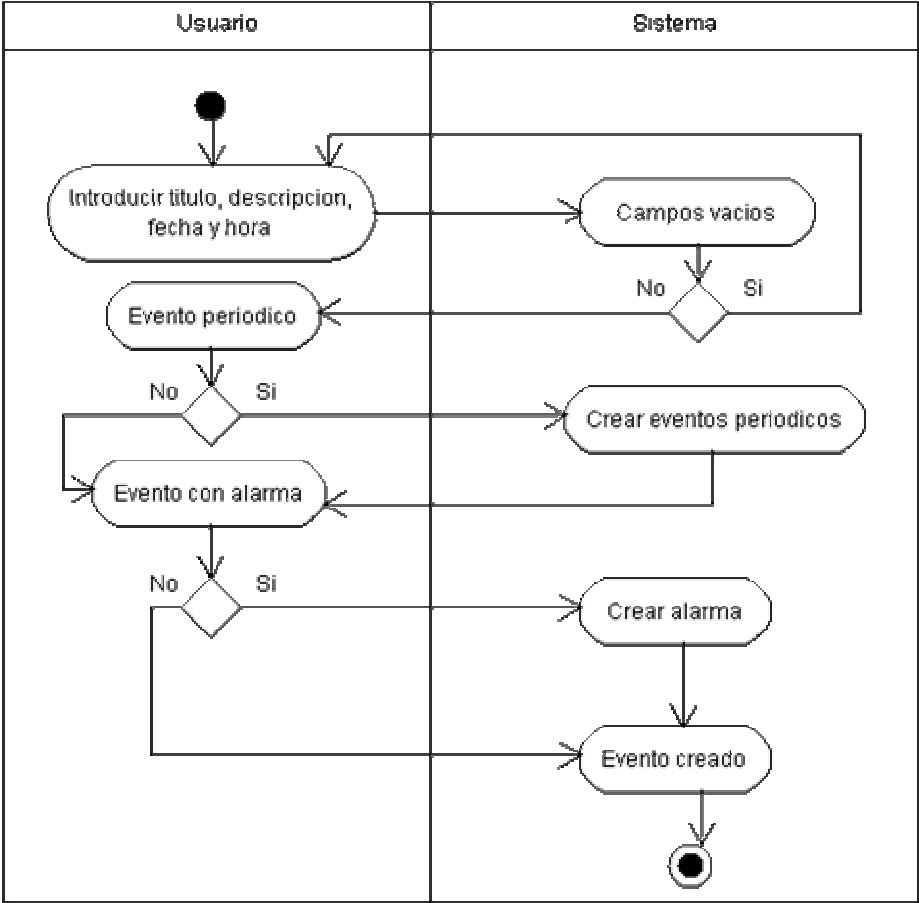
Cdu Ver datos personales y Cdu Ver datos del médico:



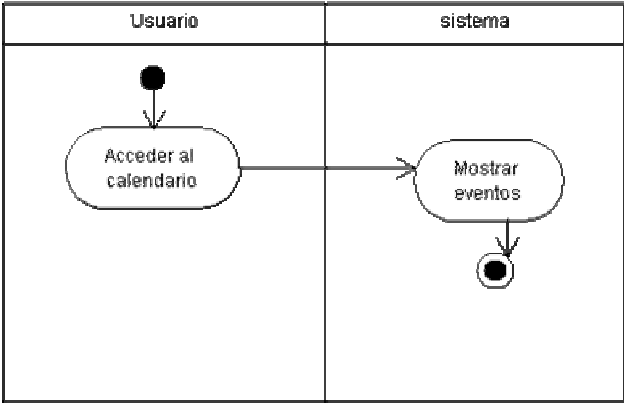
Cdu Cambiar de usuario:



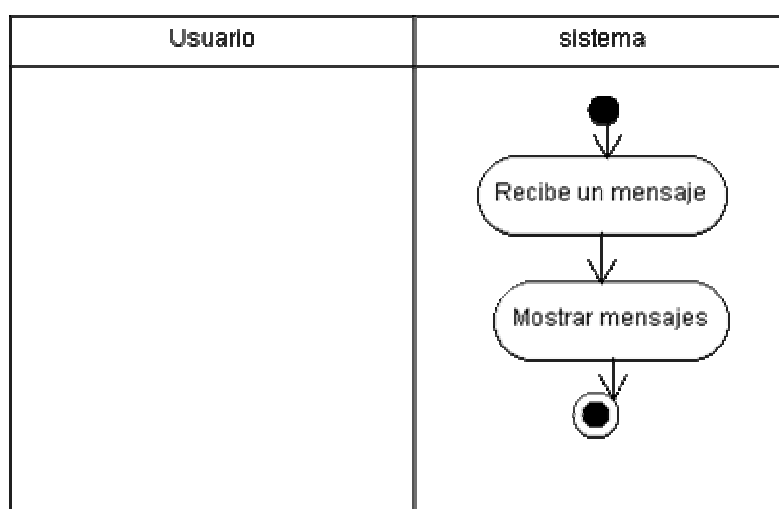
Cdu Crear evento:



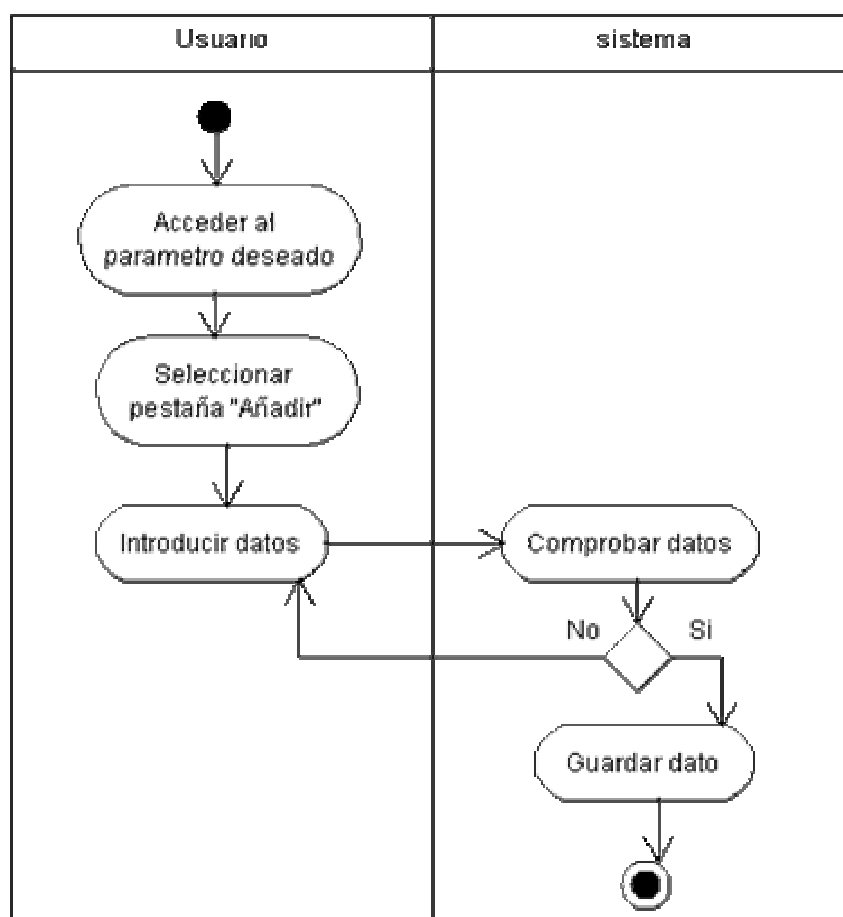
Cdu Ver eventos:



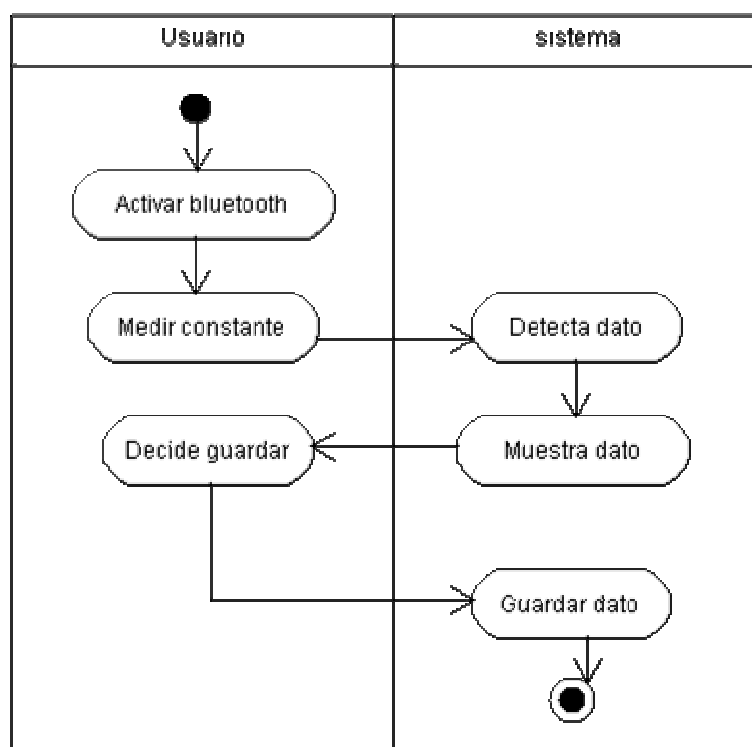
Cdu Recibir mensajes:



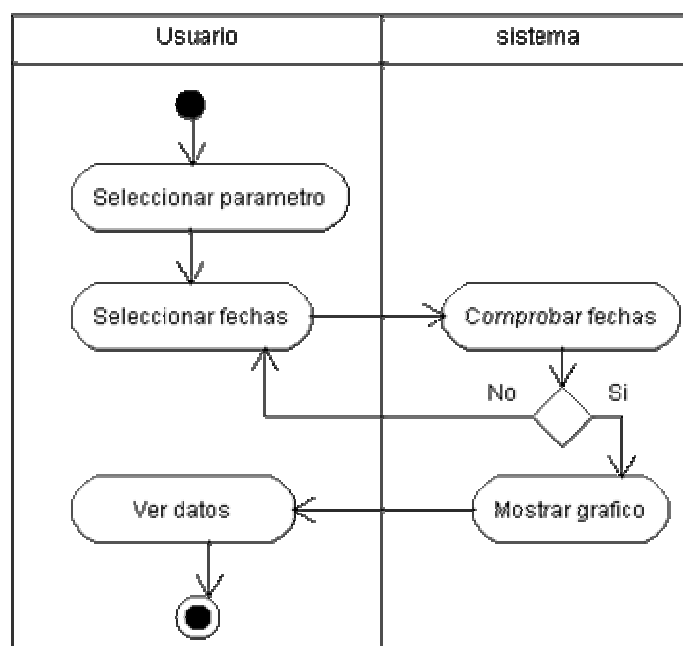
Cdu Introducir datos manualmente:



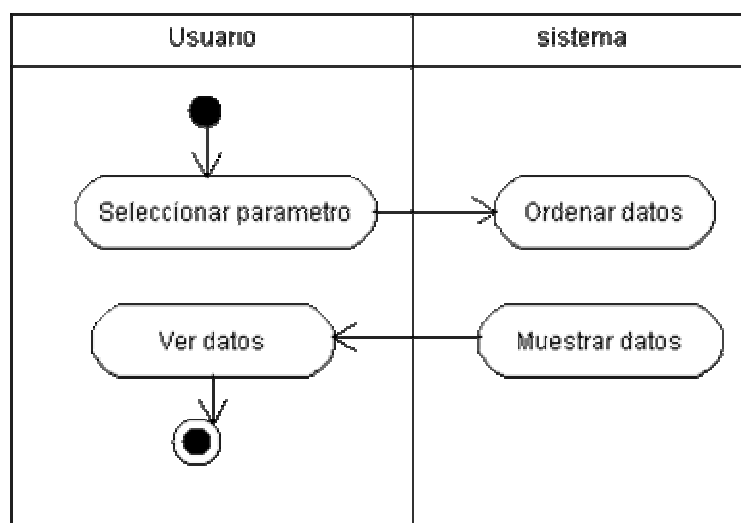
Cdu Introducir datos vía Bluetooth:



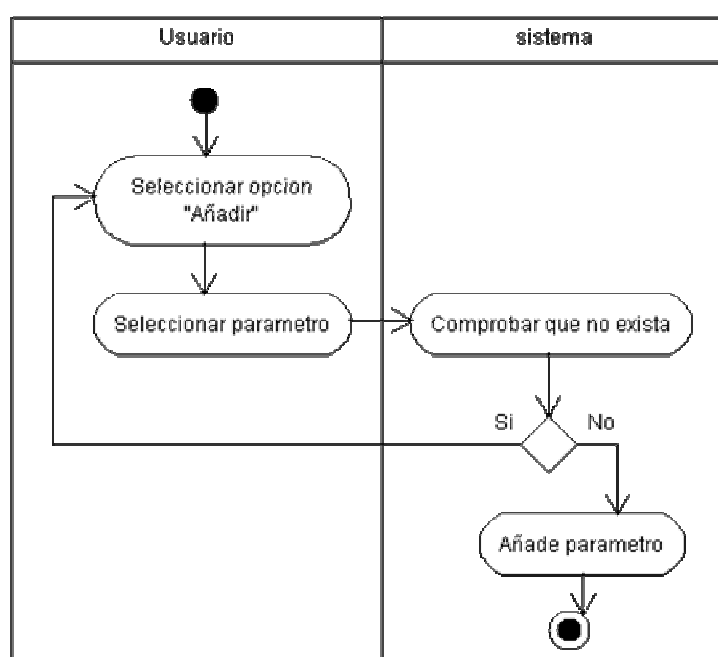
Cdu Ver datos en grafico:



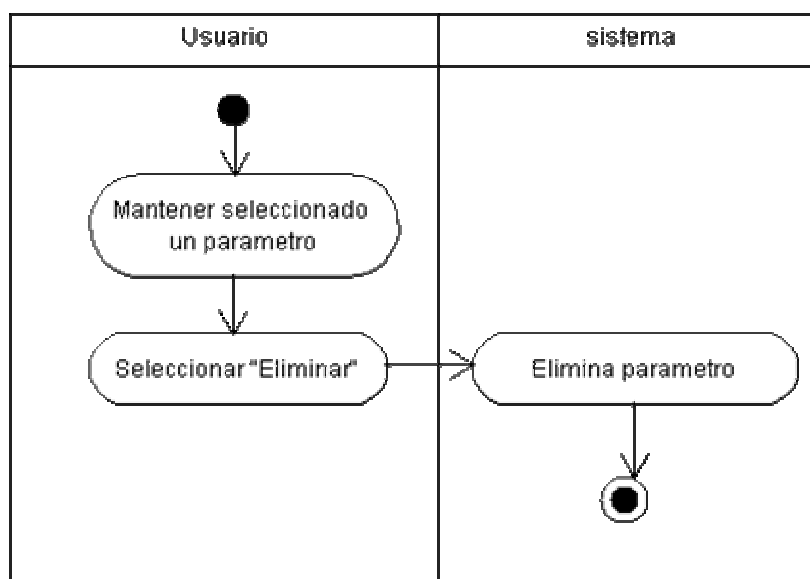
Cdu Ver datos en lista:



Cdu Añadir parámetros:



Cdu Eliminar parámetros:



Anexo 3

Desarrollo e implementación de una solución de
telemedicina empleando dispositivos Android con
conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de Digi
Aplicación móvil - eHealth

Elena García Fernández

28/06/2013

Índice

Planificación	3
Definición de tareas	3
Cronograma y diagrama de Gant.....	4
Horas de trabajo	5

Planificación

Definición de tareas

- Recopilar y determinar requisitos: Consiste, mediante reuniones, estudio de mercado y búsqueda en la red, en especificar y reunir todos y cada uno de los requisitos que debe cumplir la aplicación.
- Alcance: Especificar los objetivos y la funcionalidad de la aplicación.
- Planificación: Descomponer el trabajo en tareas de menor tamaño y planificarlas en el tiempo con el fin de acabar el trabajo dentro de la fecha límite.
- Definir nombre y logo-ícono: Definir un nombre y diseñar un logo-ícono para la aplicación.
- Diseñar interfaz gráfica: Diseñar y especificar la estructura de los controles y los colores más adecuados para una aplicación de medicina.
- Arquitectura: Decidir y especificar la mejor arquitectura para el proyecto.
- Actividad login: Implementar toda la funcionalidad necesaria para una buena y correcta comprobación y verificación del usuario.
- Actividad principal: Implementar la interfaz gráfica de la pantalla principal y la funcionalidad de cada control que la componen.
- Calendario: Búsqueda de información y recursos para crear un calendario en Android.
- Eventos: Implementar toda la funcionalidad con respecto a la gestión de eventos.
- Comunicación con la Web: Crear WebServices a través de los cuales la aplicación llevará a cabo acciones que no se pueden ejecutar en Android.
- Comunicación con la nube: Estudio e implementación de las clases y los métodos necesarios para comunicar la aplicación Android con la nube de Etherios.
- Gráficos: Búsqueda de información y recursos para crear un gráfico en Android que se adapte a las necesidades del proyecto.
- Alarmas: Búsqueda de información y recursos para crear alarmas en Android.
- Servicio HDP (Bluetooth): Estudio del servicio HDP.
- Comunicación Bluetooth: Estudio de la API de Bluetooth proporcionada por Android.
- Pruebas: Se realizarán suficientes pruebas para comprobar y cerciorarse del correcto funcionamiento de la aplicación.

Cronograma y diagrama de Gantt



Horas de trabajo

- Análisis → 17 horas.
- Diseño → 62 horas.
- Implementación → 203 horas.
- Pruebas → 12 horas.

Sumando un total de 294 horas, a las que hay que añadir otras 8 o 9 horas aproximadamente para la confección de los documentos que forman el proyecto y el video demostrativo de la aplicación.

Anexo 4

Desarrollo e implementación de una solución de
telemedicina empleando dispositivos Android con
conectividad Bluetooth y la nube de dispositivos de Digi
Aplicación móvil - eHealth

Elena García Fernández

28/06/2013

Content

Bluetooth Health Device Profile (HDP)	3
1. Bluetooth in Medical Applications.....	3
2. Health Device Profile (HDP).....	3
Links	8

Bluetooth Health Device Profile (HDP)

1. Bluetooth in Medical Applications

Bluetooth as near-distance wireless technology is very suitable for many medical applications. Wireless sensors in hospitals, homes (assisted living) and applications using a GSM//3GPP networked infrastructure for forwarding medical data to a central server are just few examples.

Particular applications using the mobile phone as kind of gateway are very interesting. The aging of the population, together with diseases such as diabetes, results in increased health care costs. Introducing new techniques for medication, reporting of physiological parameters and the ability to exchange medical data between hospitals and doctors may reduce costs for the healthcare system.

Up to now, Bluetooth systems for medical application use proprietary implementations and data format. In most cases applications that run on top of the Serial Port Profile (SPP) are used. Such systems are – if they don't come from one supplier – non-interoperable. Since the implementation is customized for just one vendor and /or device, data exchange between such systems is often difficult. Even Bluetooth interoperability with PC's using different Bluetooth stack versions from different vendors is hard to achieve. Specific SPP solutions depend on virtual COM ports and specific stack APIs. Such an approach creates dependencies on a specific stack and in some cases on the operating systems used. To solve those issues the Bluetooth Special Interest Group (SIG) started a program several years ago to define a new medical application.. In June 2008 the Bluetooth SIG released the Bluetooth Health Device Profile (HDP).

2. Health Device Profile (HDP)

In 2006, the Medical Working Group (Med WG) of the Bluetooth SIG began defining a specification addressing the needs of the medical community. Under Bluetooth, a profile defines the characteristics and features including function of a Bluetooth system. The end result of this work was the HDP specification that included the MCAP (Multi-Channel Adaptation Protocol) and made use of the Device ID Profile (DI).

Figure 1 describes the architecture of a Bluetooth system with the HDP and applications.

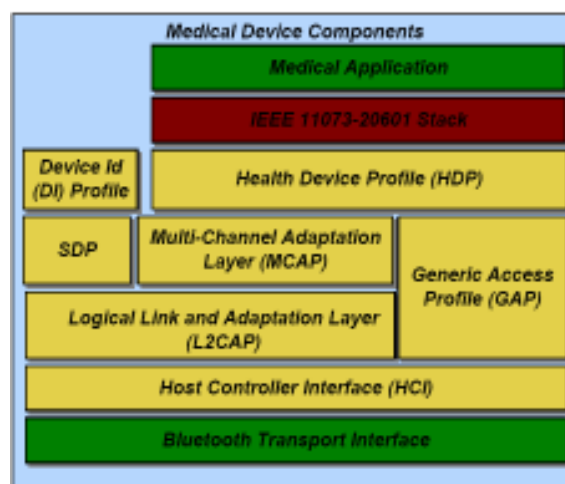


Figure 1 describes the interaction between a Bluetooth Protocol and a HDP in an overall Medical Device application.

Medical Application describes the actual device application, including its user interface, application behavior, and integration layer to the IEEE 11073-20601 stack implementation.

IEEE 11073-20601 Stack performs building, transmission, reception, and parsing of IEEE PDU packets for the associated agent/manager being developed. This component will directly link to the HDP.

Device ID (DI) Profile is a Bluetooth profile designed to provide device specific information through use of the Service Discovery Protocol (SDP). If vendor specific information is required as part of a particular Medical Device, this profile provides specific behavior to acquire this information. A good HDP implementation offers API's to register and query for such vendor specific information. These API's can then be integrated directly into the Medical Application.

Health Device Profile (HDP) is the core Bluetooth profile designed to facilitate transmission and reception of Medical Device data. The API's of this layer interact with the lower level MCAP layer, but also perform SDP behavior to connect to remote HDP devices.

SDP is the **S**ervice **D**iscovery **P**rotocol used by all Bluetooth profiles to register and/or discover available services on remote devices so that connections over L2CAP can be established.

Multi-Channel Adaptation Layer (MCAP) is used by HDP and facilitates the creation of a Communications Link (MCL) for exchanging generic commands, and also one or more Data Links (MDL) to transfer actual Medical Device data. MCAP is specific for the HDP and guarantees reliable transmission of data.

Generic Access Profile (GAP) describes the required features of all core Bluetooth profiles including inquiry, connection, and authentication procedures.

Logical Link and Adaptation Layer (L2CAP) supports protocol multiplexing, packet segmentation and reassembly, quality of service, retransmission, and flow control for the Bluetooth packets transmitted through MCAP.

Host Controller Interface (HCI) describes the commands and events that all Bluetooth hardware implementations (controllers) can understand.

Bluetooth Transport Interface describes the UART, USB, SDIO, 3-wire, ABCSP, etc. Transport interface to the actual Bluetooth hardware components being used. Typically, UART and USB are the most widely used transports.

HDP provides several primary features. These include control channel connection/disconnection, data link creation (reliable or streaming), data link deletion, data link abort, data link reconnection, data transmission (over one or more data links) and clock synchronization

HDP provides two roles – **Sink** and **Source** (see Figure 2). A **Source** is the small device that will act as the transmitter of the medical data (weight scale, glucose meter, thermometer, etc.). The **Sink** is the feature rich device that will act as the receiver of the medical data (mobile phone, desktop computer, health appliances, etc.).

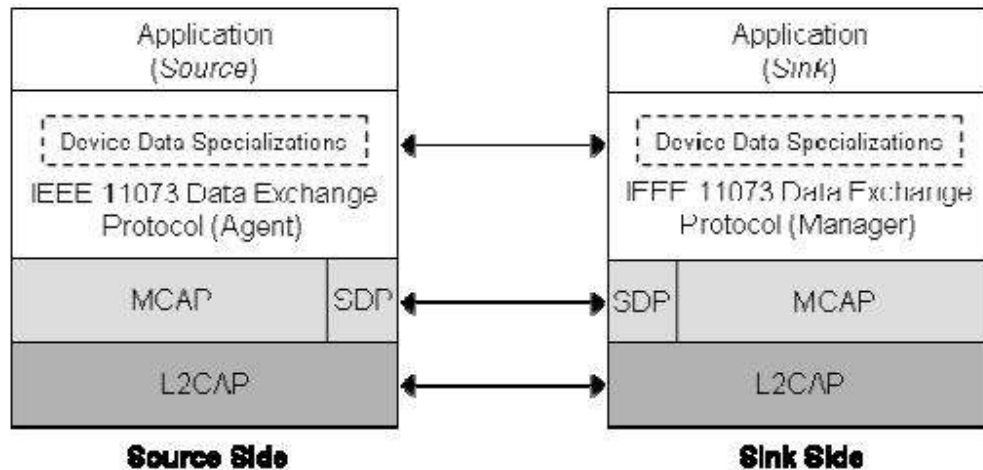


Figure 2

HDP devices acting as a source device are weight scales, blood pressure meters, thermometers, or glucose meters which transmit application data over a reliable data channel to a sink (PC, mobile phone, or PDA). Other source devices such as pulse oximeter, EEG, or ECG transmit application data over a streaming data channel to a sink (PC, mobile phone, or PDA).

Multiple source devices transmit application data over reliable and streaming data channels to a sink. This data can then be routed on to a physician through an alternate transport (Internet, mobile phone network) to medical server application at a hospital. Source Device may be a combination device (pulse oximeter with thermometer capability) utilizing multiple Data Channels.

Figure 3 shows an application with two different devices using reliable and streaming channels.



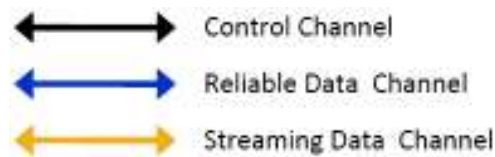


Figure 3

HDP/MCAP is using connection-oriented channels which allow quick detection of a broken connection and immediately reconnection of L2CAP channels. Between two HDP devices a control channel and one or two data channels (streaming data channel or reliable data channel) are established. To support a more reliable transmission on L2CAP level the field check sequence (FCS) within L2CAP could be supported (optional).

To allow the combination of several sensor signals HDP supports the synchronisation of signals in order to combine them for better analysis by the doctor. HDP is using the Bluetooth master clock and the clock offset of the slave. Therefore, HDP devices work as Sync-Master or Sync-Slave. The time stamp could have a resolution of up to 1 μ s. Transmission delays – result of delays within the device itself – could be specified in the SyncLeadTime field. This allows a resynchronization in the source devices. Time representation follows IEEE 1003.1-2001 (absolute time in seconds).

Each HDP device has one or more MCAP Data End Points (MDEP). A MDEP describes the HDP application in one device.

HDP recommends usage of sniff modes and the enhanced security functions (Secure Simple Pairing, SSP) of Bluetooth 2.1. Encryption is mandatory. The length of the PIN is at least 6 numbers (Bluetooth 2.0) or 6 alphanumeric characters (Bluetooth 2.1). To assure coexistence issues with other wireless systems and in order to assure a stable and almost error free signal transmission, usage of Bluetooth 2.0/2.1+EDR (Enhanced Data Rate), AFH (Adaptive Frequency Hopping) and transmit power control is strongly recommended.

If the transmission of audio data (e. g. stethoscope) is required, one of the Bluetooth voice profiles (Headset) using SCO (voice channels) must be used.

HDP does not define the data format and data content. The Bluetooth SIG mandates for HDP the usage of the IEEE 11073-20601 Personal Health Device Communication Application Profile as the only allowed protocol for data exchange between HDP devices and the IEEE 11073-104xx Device Specification.

IEEE 11073-20601 defines the data exchange protocol and IEEE 11073-104xx defines the data format including size and coding of all data exchanged between HDP devices. Figure 4 shows the architecture of an Bluetooth device with IEEE-11073-20601 and Device Specifications with IEEE-11073 (-104xx).

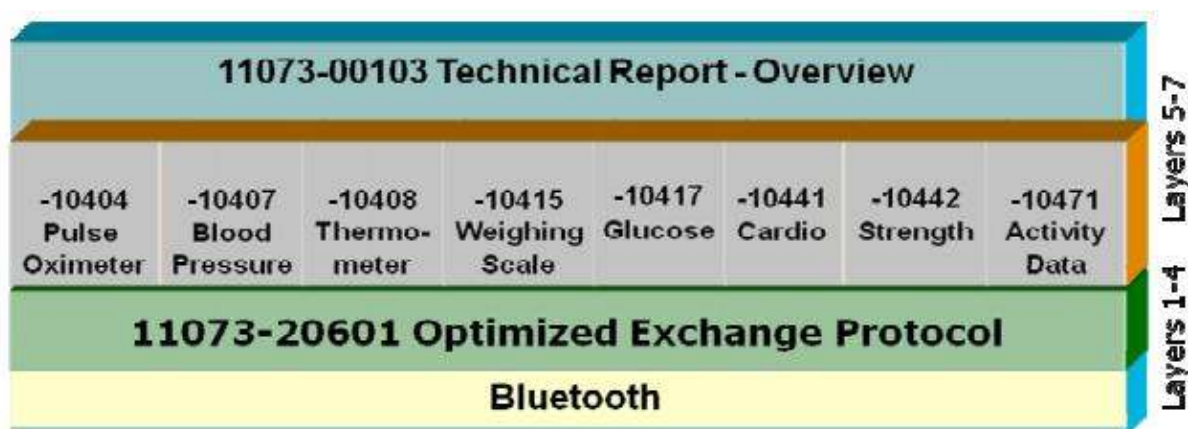


Figure 4

The length of transmitted data is in most cases 896 bytes for transmit and 224 bytes for receive. Exception is the oximeter (transmit: 9216 bytes; receive: 256 bytes). Segmentation and Reassembly (SAR) of data packages is supported. The data size values are used for the configuration of Bluetooth MTU (Maximum Transmission Unit) size. Table 1 lists all IEEE 11073- 104xx standards for the currently defined devices. For more information's on IEEE 11073 please refer to [3] and [4].

IEEE 11073	Gerät
10404	Pulse Oximeter
10406	Heart Rate Monitor (Pulse)
10407	Blood Pressure Monitor
10408	Thermometer
10415	Weighing Scale
10417	Glucose Meter
10441	Cardiovascular (incl. Fitness Monitor)
10442	Strength (incl. Fitness) Monitor
10471	Activity Data Monitor
10472	Medication Monitor
20601	Data Exchange Protocol

11073-20601 includes services for a reliable communication, mechanism for event reporting, object access via GET/SET and the domain information (object-oriented description with attributes for the device configuration). Device description and attribute definitions are using ASN.1. An oximeter has objects for pulse, oxygen saturation and curve progression. All data is sent via Data Update Events.

Devices establish on 11073-20601 level a logical connection. The communication happens between a HDP Source Node (11073-20601 Agent) and HDP sink nodes (11072-20601 Manager). Agent or manager could start the data transmission. Managers could ask for one data value or request data for a defined time (in seconds) or data is requested via start/stop from the agent. Agent's don't process any data. Bluetooth link disconnection is not immediately reported to the 11073-20601 layer. Instead automatic reconnection is processed.

By mid September 2009, several medical devices (Weighing Scale, Blood Pressure Monitor) using HDP will be listed on the Bluetooth qualification web site as end products. End products are not used as Bluetooth qualified components but rather are products used by real people to solve real medical problems.

Links

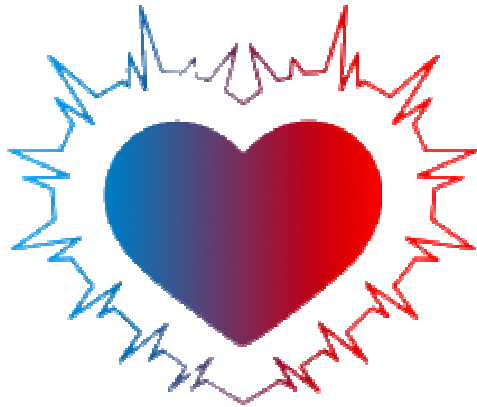
www.bluetooth.org

www.continuaalliance.org

<http://standards.ieee.org>

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Manual de uso eHealth



Anexo 5

Elena García Fernández

28/06/2013

Índice

1. Introducción	3
2. Características.....	3
3. Requisitos previos	3
5. Manual de uso	7
Acceso	7
Usuario	8
Eventos.....	9
Nuevo usuario	11
Bluetooth.....	14

1. Introducción

Ehealth es una aplicación para el control de constantes vitales de una persona. Permite almacenar datos médicos, gestionar citas con el médico, tomas de medicamentos, recibir mensajes del médico a través de la página Web, utilizar el Bluetooth para introducir datos, etc.

Esta disponible para Android.

2. Características

Para poder utilizar eHealth es necesario poseer un dispositivo con:

- Pantalla de más de 7 pulgadas
- Versión de Android superior a 4.0.0
- Etherios Cloud Connector
- Conexión a Internet

3. Requisitos previos

El primer paso que se debe realizar antes de poder utilizar la aplicación móvil es registrarse en la página Web. El usuario debe acceder a <https://idigihealthtest.appspot.com>, crear una cuenta y añadir todos los usuarios que quiera.

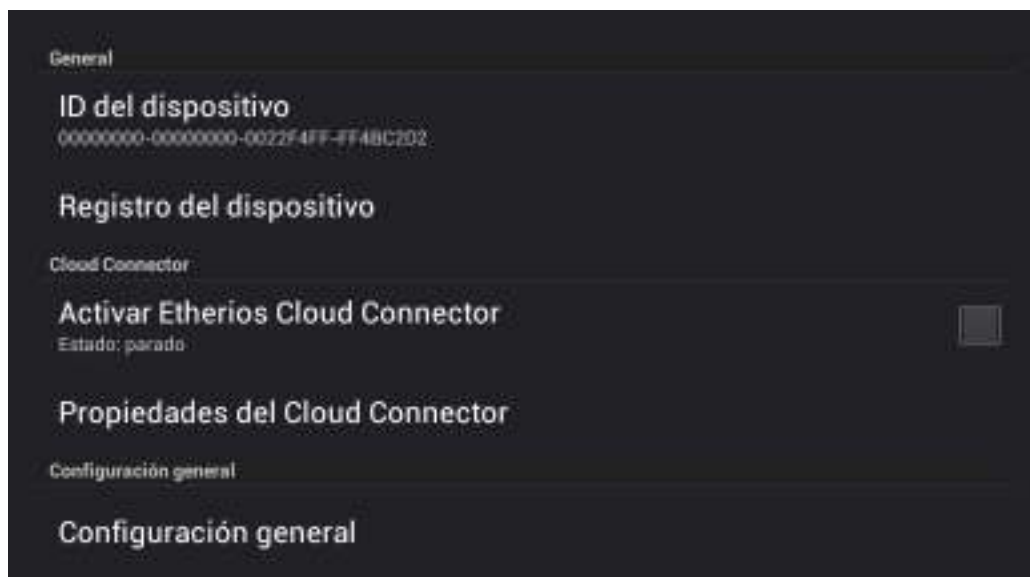
Una vez que el usuario esta registrado en la Web ya esta preparado para utilizar eHealth en su dispositivo móvil.

Lo siguiente que se debe realizar es descargar la aplicación Etherios Cloud Connector a través del Play Store. Tras la descarga y la instalación, el usuario debe configurar el servidor dentro de la aplicación.

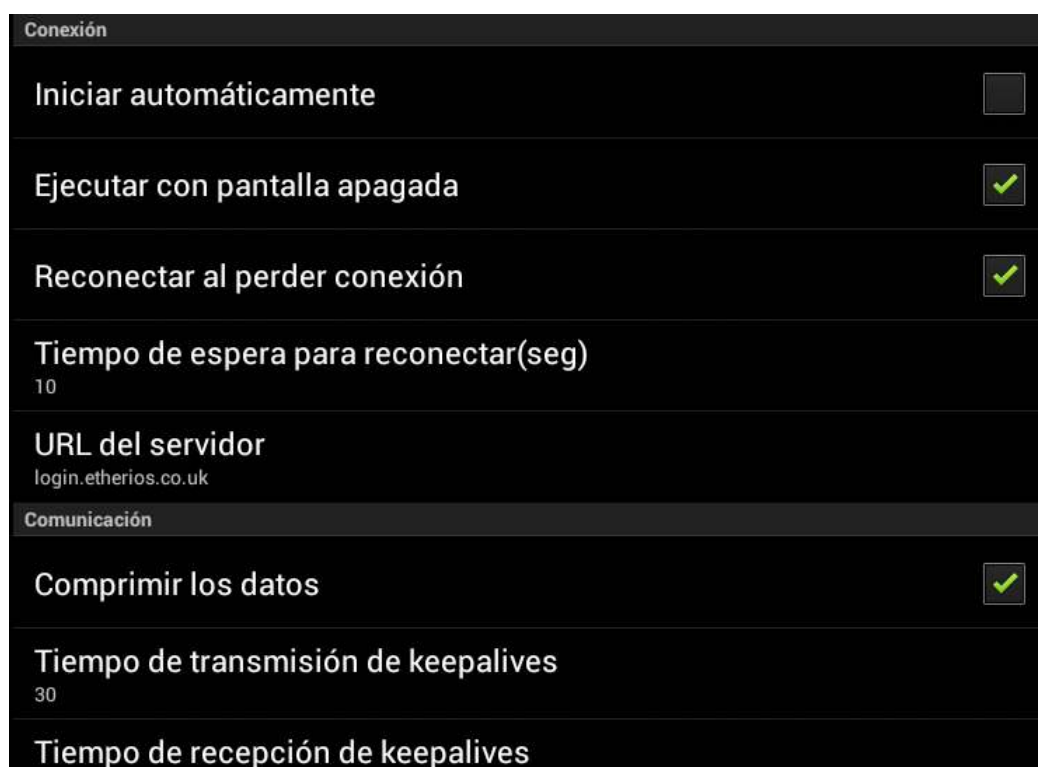
1. Ejecutar Etherios Cloud Connector



2. Acceder a “Propiedades del Cloud Connector”



3. Acceder a “URL del servidor”

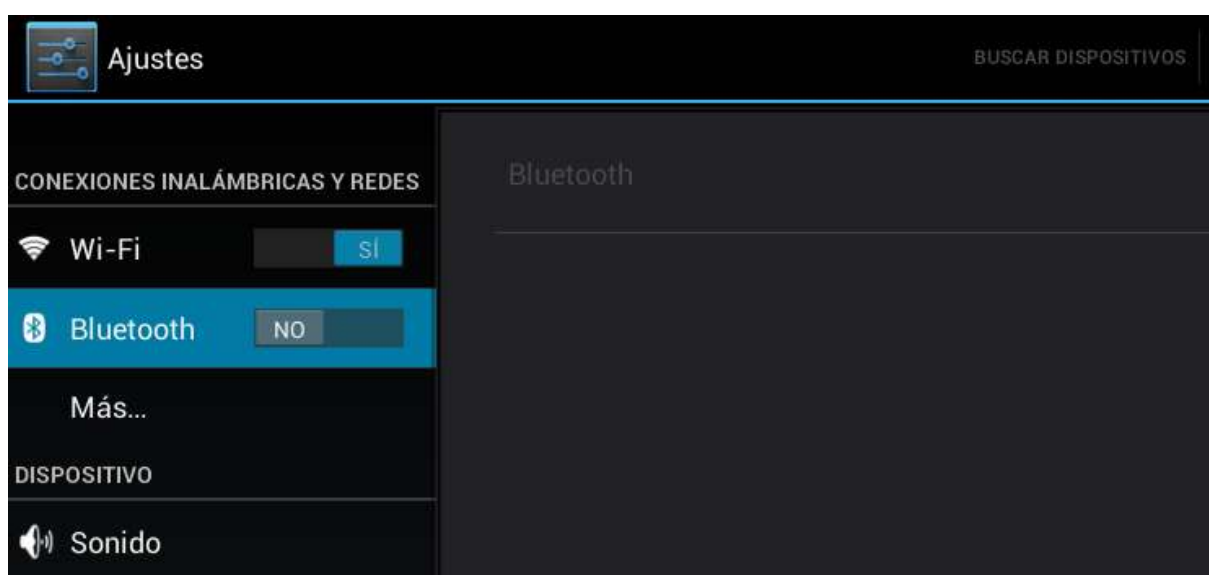


4. Seleccionar como servidor "login.etherios.co.uk"



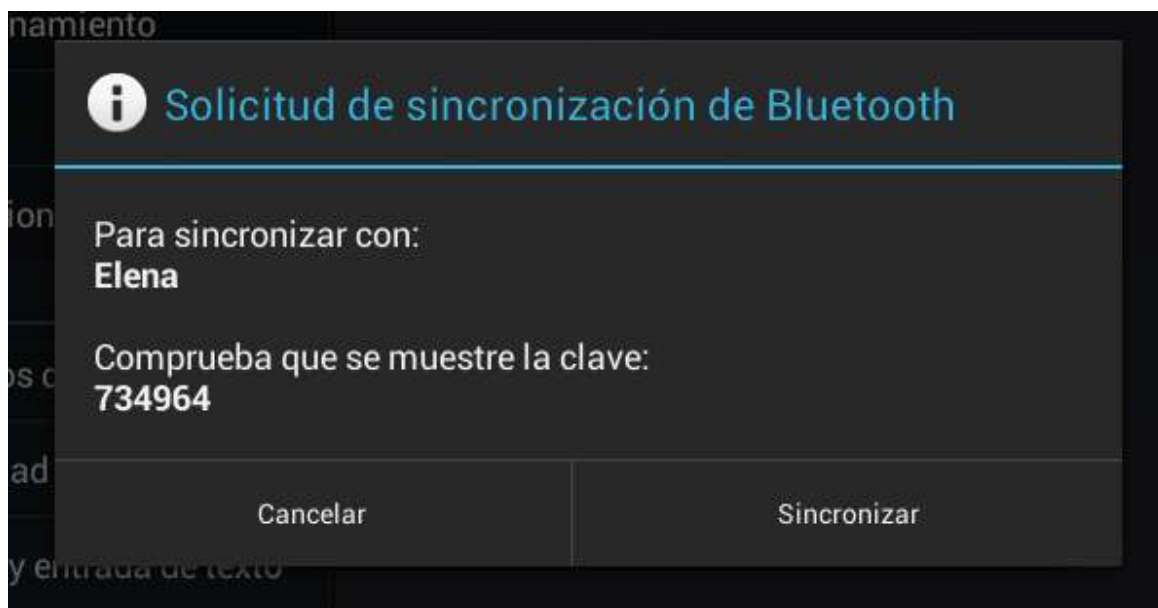
Si el usuario desea utilizar la opción de introducir datos mediante el Bluetooth y dispone de un aparato médico con tecnología Bluetooth, debe previamente.

1. Acceder a la configuración del Bluetooth del dispositivo (Ajustes→Bluetooth) y activar el Bluetooth.



2. Buscar dispositivos
3. Seleccionar el aparato médico que se vaya a utilizar

4. Sincronizar el aparato con nuestro dispositivo



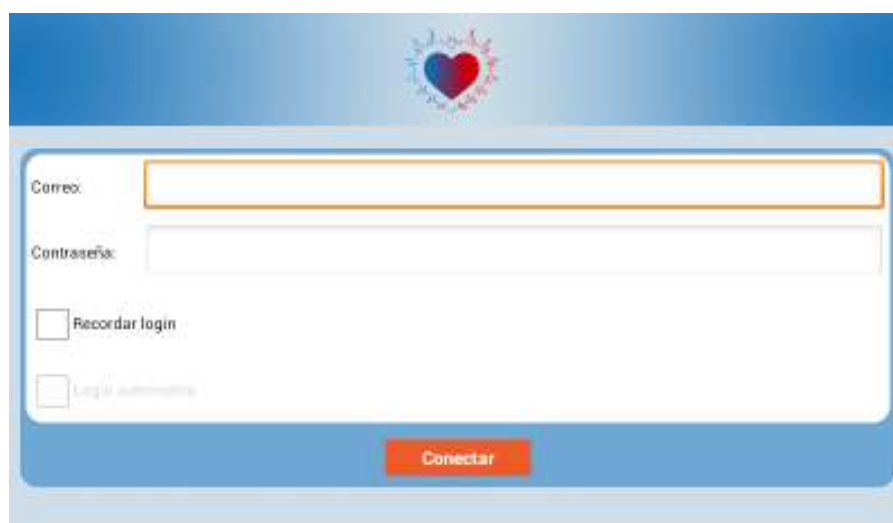
Una vez realizadas todas estas acciones, y tras verificar el acceso a Internet, el usuario puede ejecutar eHealth.

5. Manual de uso

Manejar eHealth es muy sencillo ya que posee una serie de botones y de pestañas muy intuitivas mediante las cuales el usuario puede realizar cualquiera de las funcionalidades de la aplicación.

Acceso

Para entrar en la aplicación el usuario debe introducir el correo electrónico y la contraseña con las que ha creado anteriormente su usuario en la Web.

The image shows a login form for the eHealth application. It features a blue header with a heart icon. Below the header, there are two input fields: 'Correo:' and 'Contraseña:'. Below these fields are two checkboxes: 'Recordar login' and 'Login automatico'. At the bottom of the form is a red button labeled 'Conectar'.

Si selecciona la opción “Recordar Login”, la próxima vez que el usuario ejecute la aplicación, los campos del correo y la contraseña aparecerán rellenos.

Si selecciona la opción “Login automático”, la próxima vez que el usuario ejecute la aplicación entrara directamente a la pantalla principal. Esta opción solo es valida si se ha seleccionado primero “recordar login”.

Una vez dentro, el usuario puede ver sus datos personales y los de su médico, recibir mensajes escritos por su medico a través de la pagina Web, ver e introducir nuevos datos, acceder a la sección de eventos y utilizar el servicio Bluetooth para introducir datos.



Usuario

El usuario ve sus datos y los de su medico.

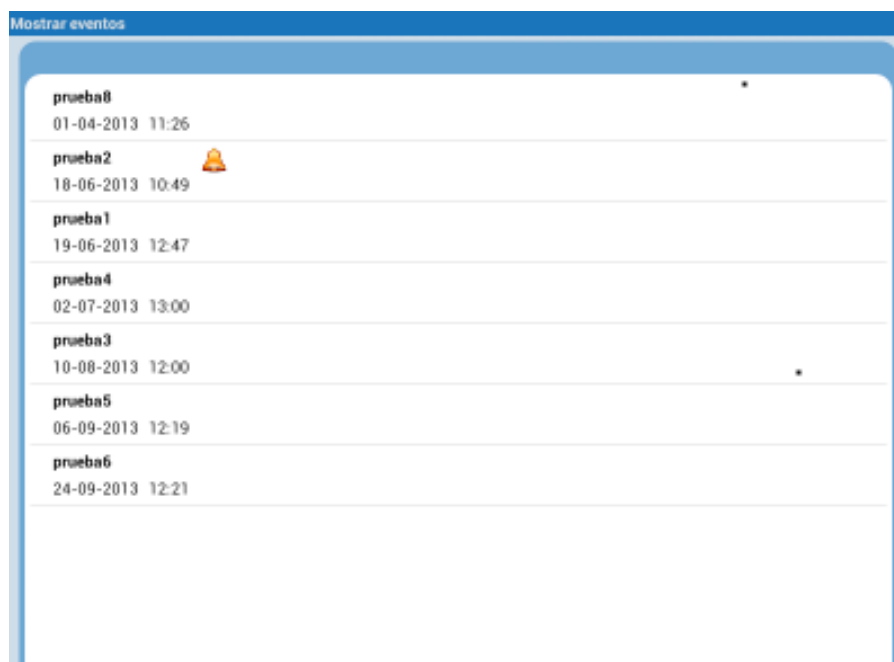
Información	
Usuario	
Nombre	Elena García
Fecha de nacimiento	Tue Jan 01 00:00:00 UTC 1991
Correo:	Elena.Garcia@digil.com
Cuenta:	telehealth
Medico	
Nombre	Ruben
Centro médico	null
Telefono	null

Eventos

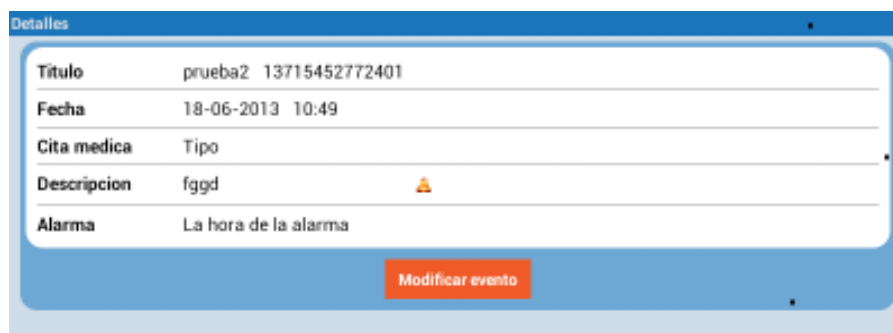
Cuando el usuario entra en la sección de eventos observará un calendario, que muestra en cada día un pequeño símbolo, que cambia dependiendo del tipo de evento programado para ese día, y dos botones mediante los cuales puede ver todos los eventos creados o crear un evento nuevo.




Si el usuario selecciona un día del calendario, aparecen los eventos programados para ese día y la opción de crear un evento nuevo ese mismo día. Si selecciona “Mostrar eventos” aparecen todos.



Si estando en la lista de eventos, el usuario selecciona un evento, aparecen los detalles del evento y la opción de modificarlo.

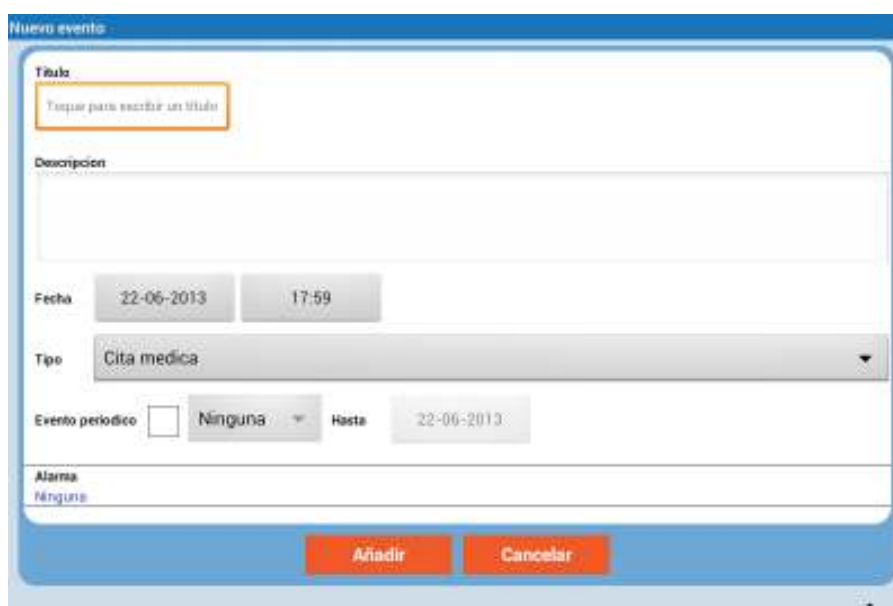


The 'Detalles' window displays the following information:

Título	prueba2 13715452772401
Fecha	18-06-2013 10:49
Cita medica	Tipo
Descripcion	fggd 
Alarma	La hora de la alarma

At the bottom right, there is a red button labeled 'Modificar evento'.

Si selecciona “Añadir evento”:



The 'Nuevo evento' form contains the following fields and controls:

- Título:** A text input field with a placeholder 'Temper para escribir un título'.
- Descripcion:** A large text area.
- Fecha:** Two date/time pickers showing '22-06-2013' and '17:59'.
- Tipo:** A dropdown menu currently showing 'Cita medica'.
- Evento periodico:** A checkbox followed by a dropdown menu showing 'Ninguna' and a 'Hasta' date picker showing '22-06-2013'.
- Alarma:** A dropdown menu currently showing 'Ninguna'.

At the bottom, there are two red buttons: 'Añadir' and 'Cancelar'.

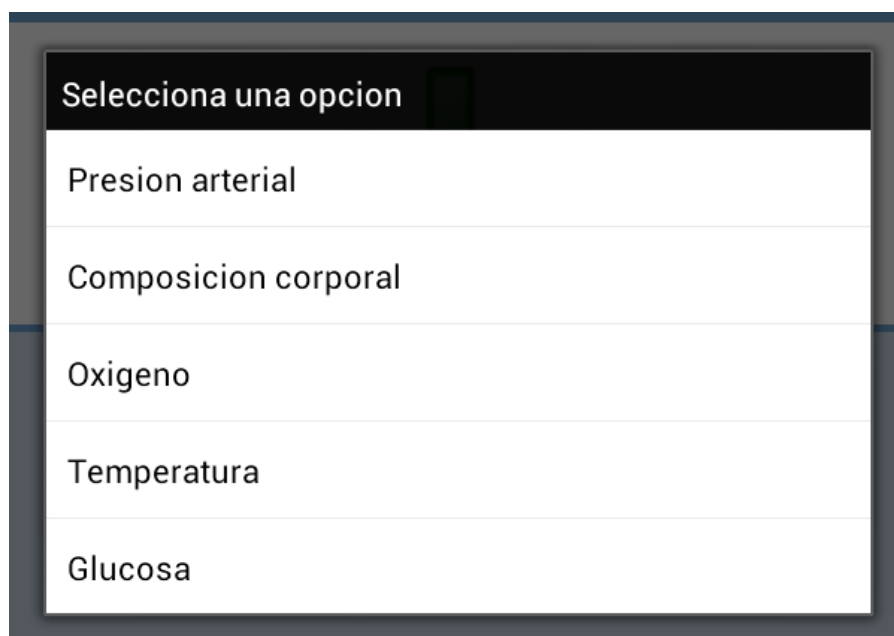
Nuevo usuario

Si es la primera vez que el usuario accede a la aplicación, deberá añadir los parámetros sobre los que quiere llevar su control. Esto se hace utilizando el botón de añadir.



Añadir

Luego, debe seleccionar los parámetros que desee.

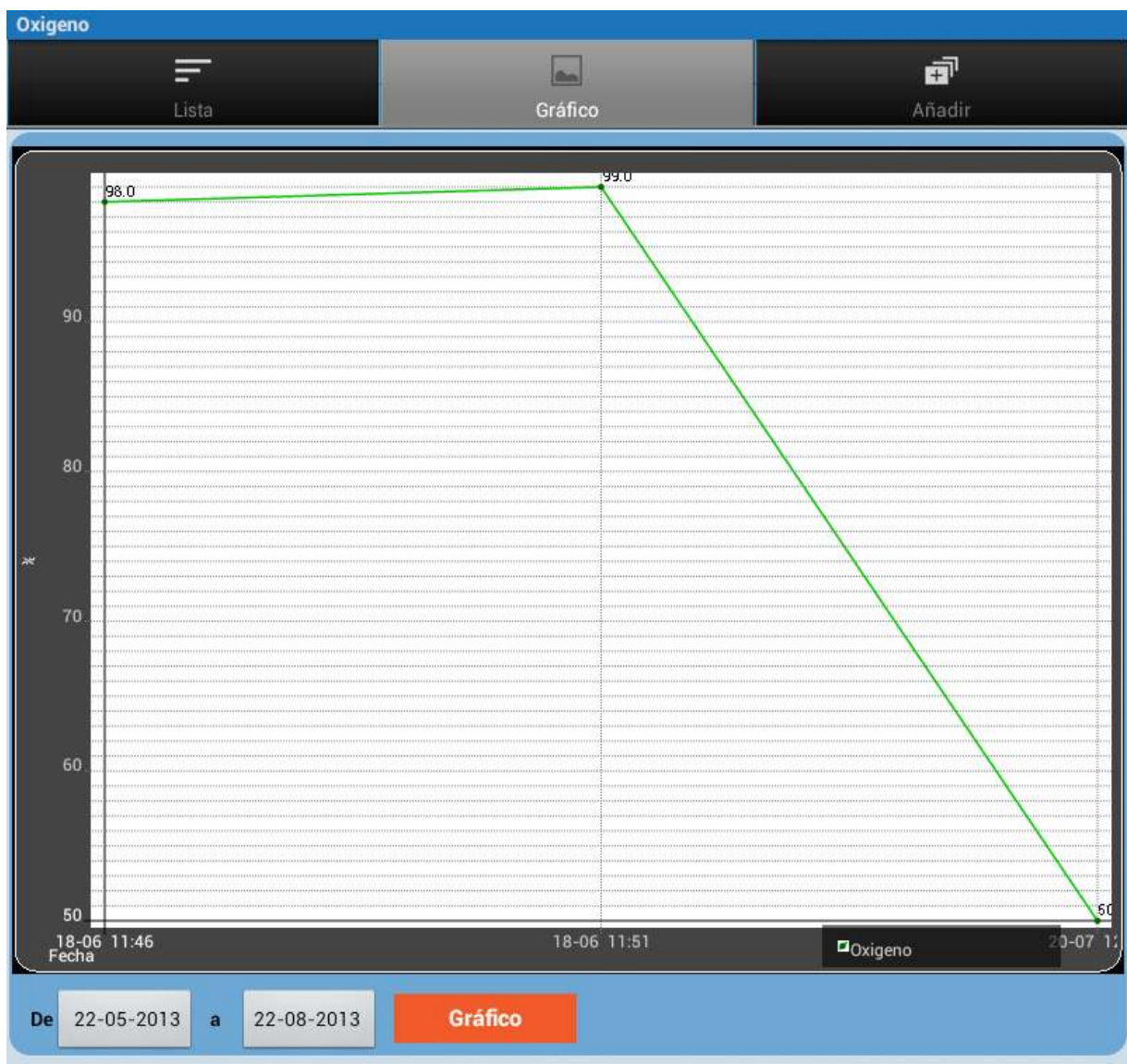


Cuando el usuario seleccione los parámetros, aparecen nuevos botones en la pantalla.






Si presionamos sobre ellos, accedemos al área de visualización de datos, pudiendo ver los datos en una lista simple o mediante un gráfico. Además, también se pueden añadir nuevos datos manualmente.

Para ver los datos en el gráfico, primero hay que seleccionar las fechas entre las cuales el usuario quiere que muestre sus datos.

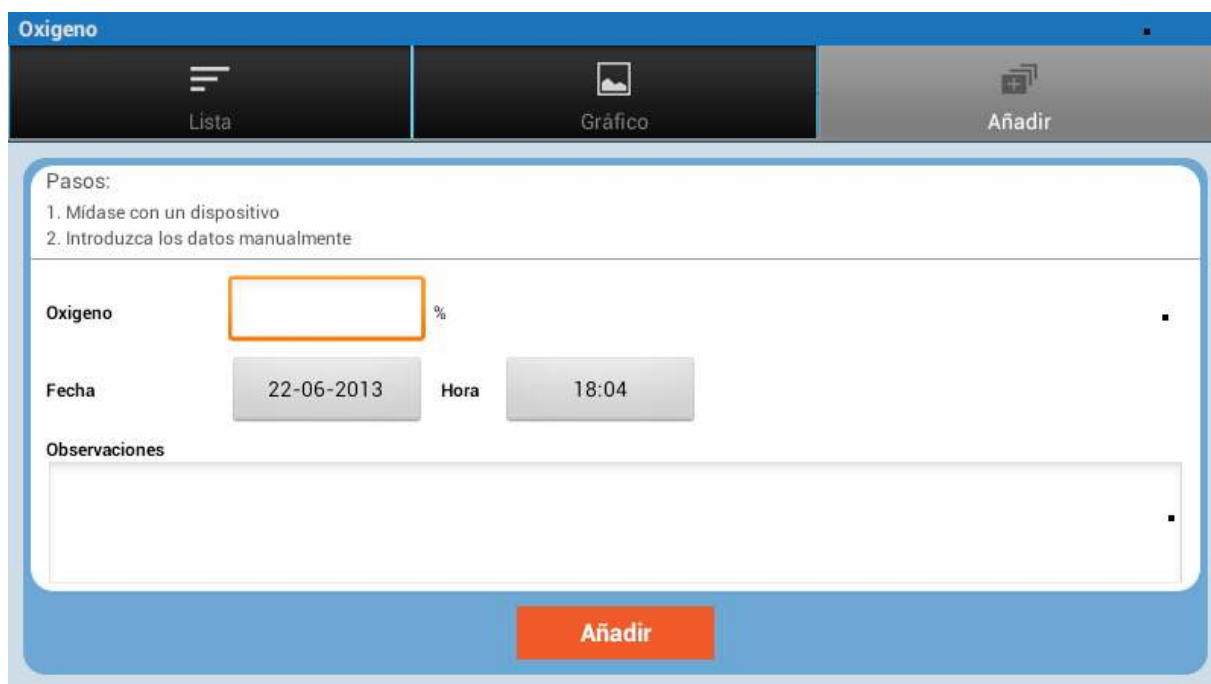


La lista muestra los datos ordenados por fecha. Si seleccionamos en cualquiera de las filas de la lista aparecen los detalles de dicho dato.



Oxígeno	Estado	Fecha	Hora
98	 Normal	18-06-2013	11:46
99	 Normal	18-06-2013	11:51
50	 Nivel bajo	20-07-2013	12:53

Desde la pestaña “Añadir” se puede introducir un nuevo dato.



Pasos:

1. Mídase con un dispositivo
2. Introduzca los datos manualmente

Oxígeno %

Fecha Hora

Observaciones

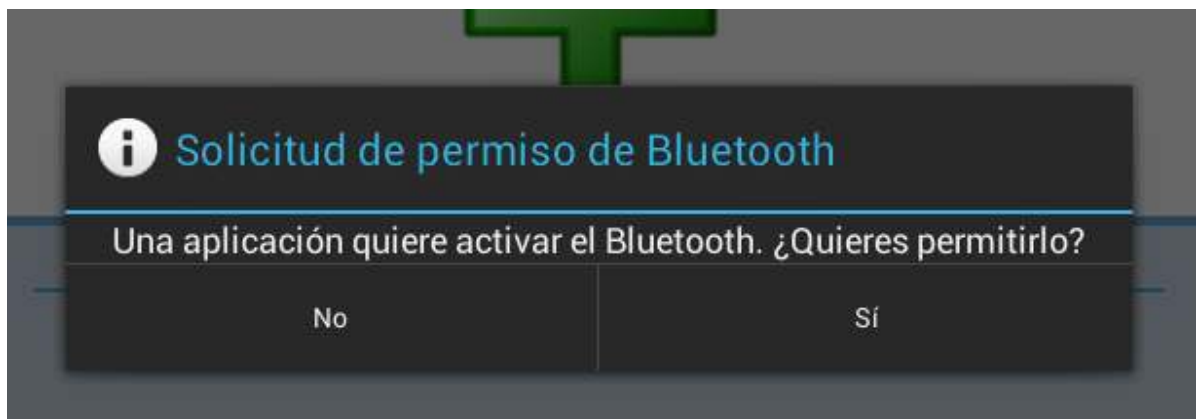
Añadir

Bluetooth

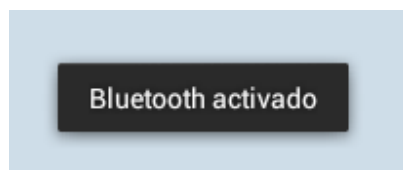
Para introducir datos utilizando Bluetooth, el usuario debe activar el servicio de Bluetooth mediante el botón de la pantalla principal.



Si el Bluetooth del dispositivo está desactivado nos muestra mensaje para solicitar permiso para activar el Bluetooth.



Una vez activado el Bluetooth del dispositivo se arranca el servicio Bluetooth desde la aplicación. Aparece un mensaje informativo de esto.



Cuando la aplicación recibe el nuevo dato desde un aparato médico de medición, lo muestra al usuario, el cual decide si quiere guardar dicho dato o cancelar la operación.