

Escenarios de telecardiología: Experiencias en el diseño y puesta en marcha de aplicaciones

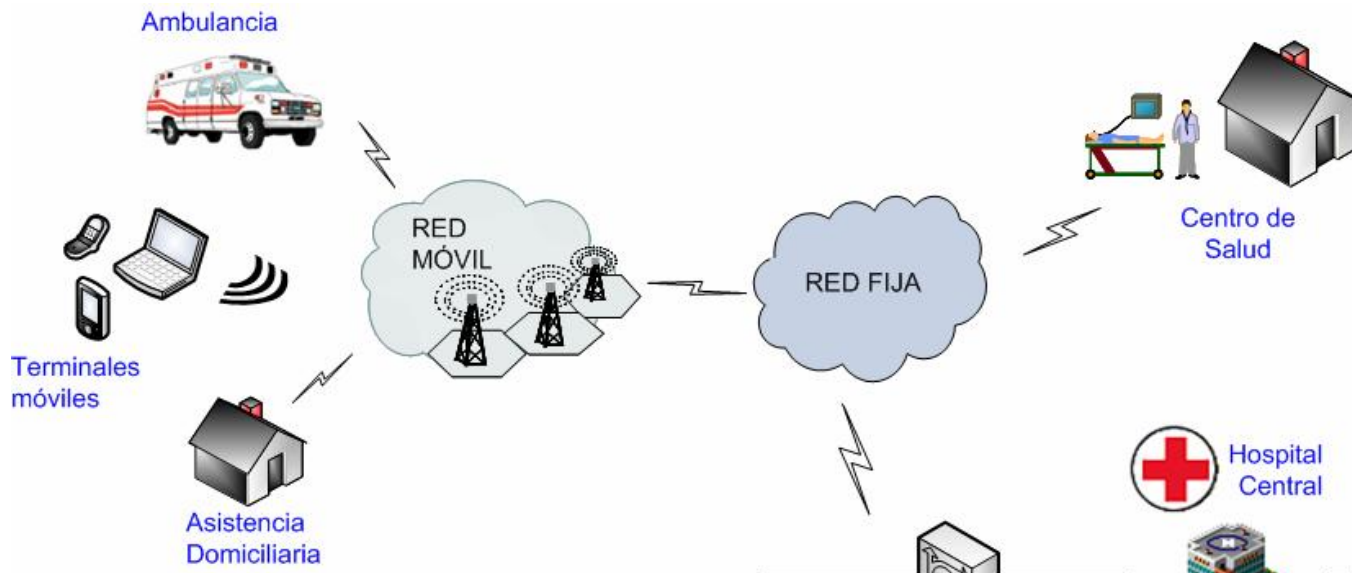
*Grupo de Tecnologías de las Comunicaciones (GTC)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza*

*Plan Transversal de Ingeniería Médica, Universidad Pública de Navarra
Pamplona, 10 de Enero de 2006*



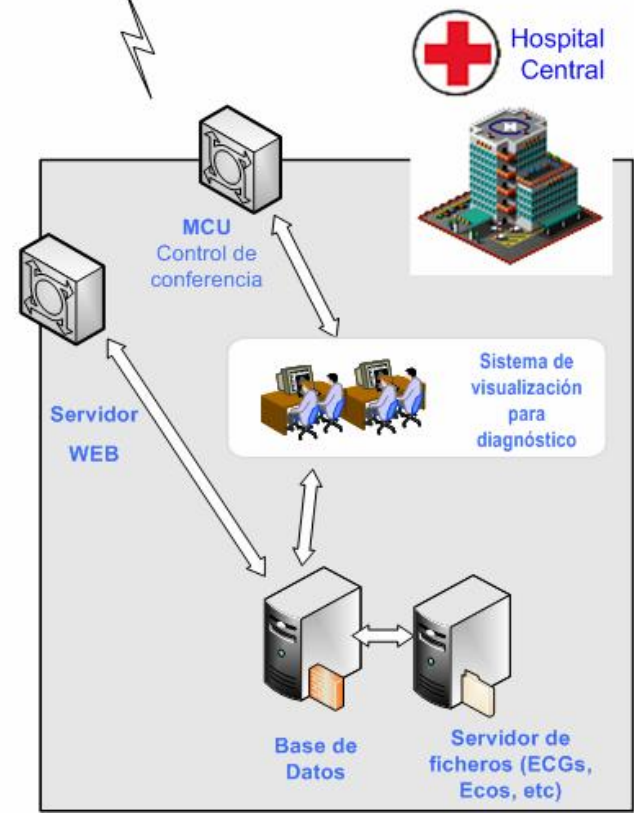
Aplicaciones en *e-Health*





Escenarios de Telemedicina

wired / wireless
real-time / store&forward



- Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en los países desarrollados.
- Enfermedades de carácter crónico que requieren un seguimiento periódico.
- Proporcionar la misma calidad de asistencia a todos los ciudadanos, ahorrando desplazamientos, tiempo, dinero y molestias al paciente.

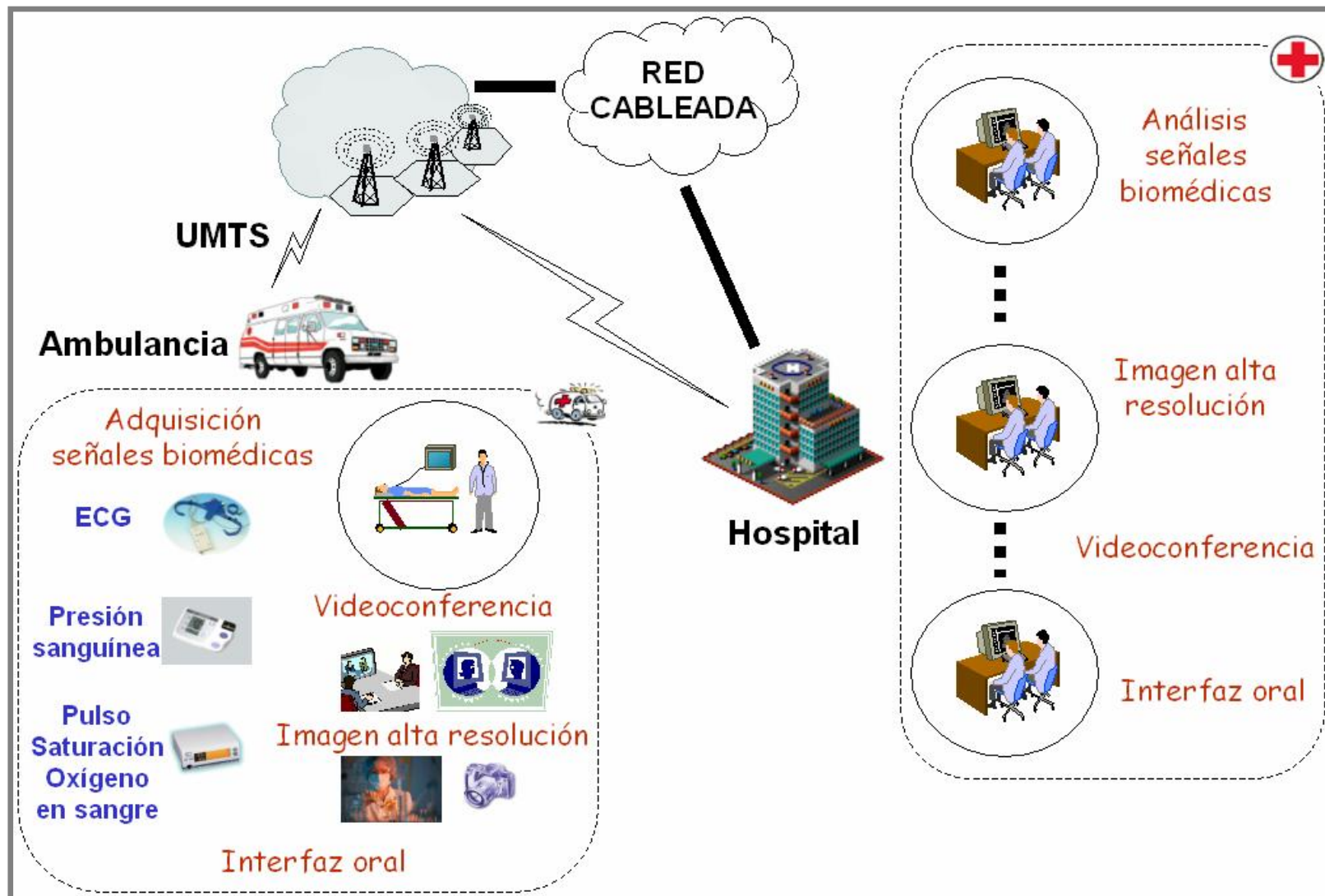


Telecardiología



Sistema de telemonitorización en entornos de emergencias médicas sobre UMTS

Sistema de telemonitorización en entornos de emergencias médicas sobre UMTS

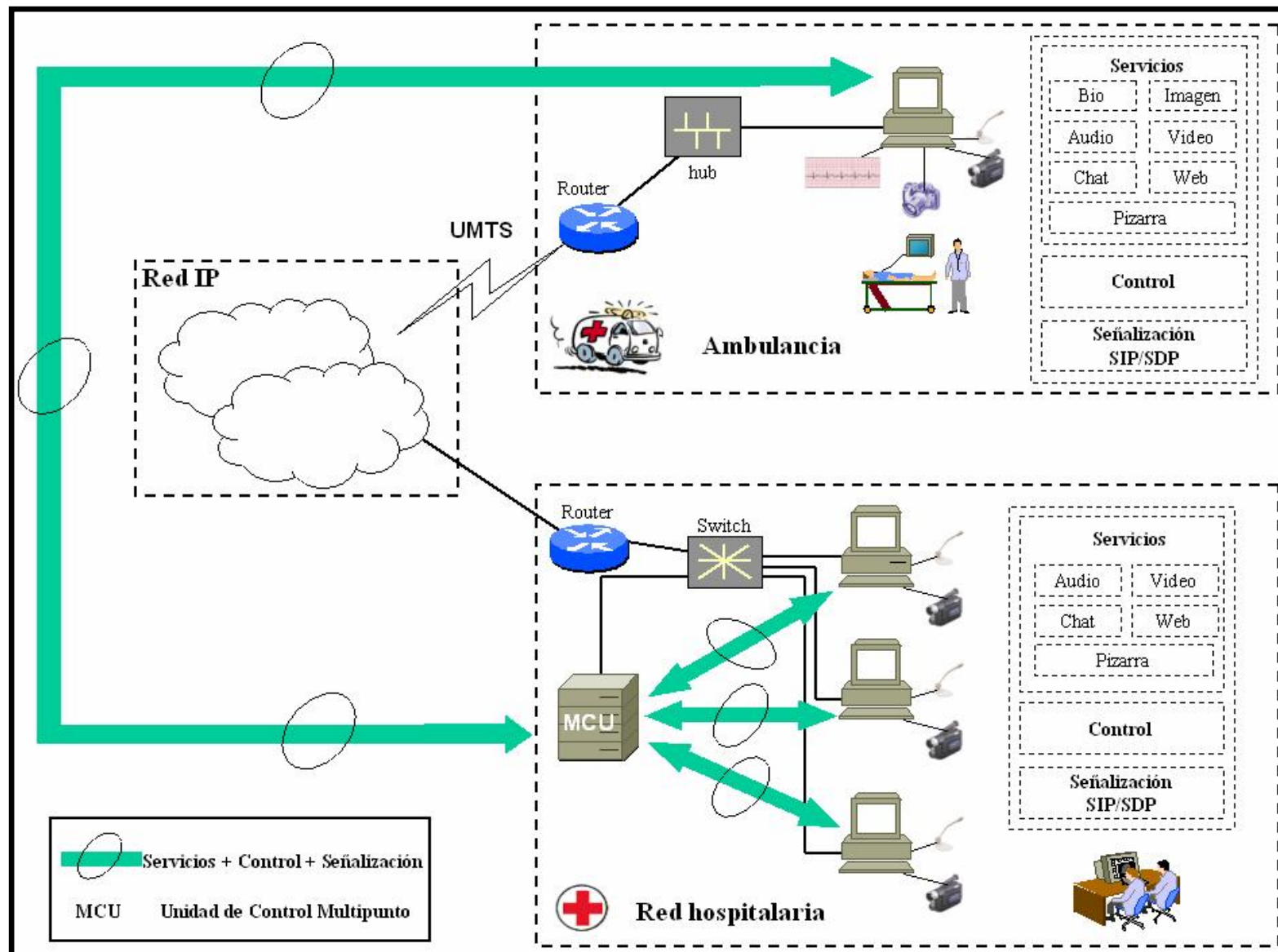


Características

- **Sobre red UMTS**
(accesos a 64 Kbps en enlace ambulancia → hospital)
- **Aplicación multicolaborativa.**
- **Intercambio de información multimedia.**
- **Servicios *real-time* y *store&forward*.**
- **Facilidad de uso (sistema manos libres).**
- **Confidencialidad de la información intercambiada.**
- **Adaptación al ancho de banda disponible.**

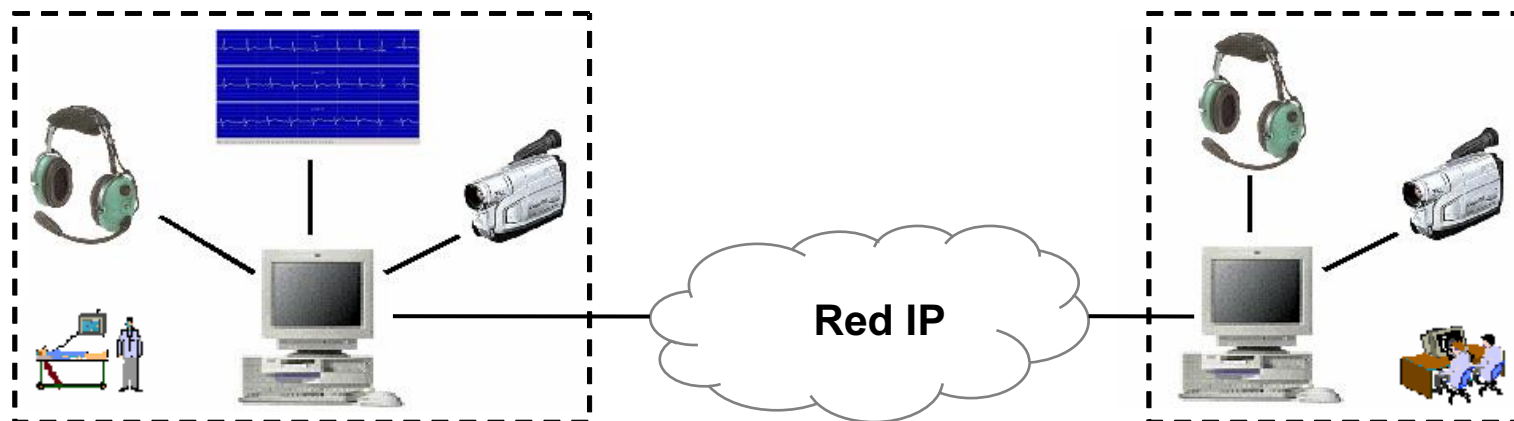
Ruiz J., Viruete E., Hernández C., Alesanco Á., Fernández J., Valdovinos A., Istepanian R.S.H. and García J. *Design of an enhanced 3G-based mobile healthcare system*. Handbook of Research in Mobile Multimedia. (2006) *In press*

Arquitectura de Red



CODECs - Evaluación

	CODEC	Modo de operación		BW estimado sobre IP (Kbps)
Audio	AMR	Muestras/paquete	Tasa (Kbps)	
		1	4.75	21.2
		1	12.2	28.8
		3	4.75	10.5
		3	12.2	18.1
Vídeo	H.263	Frames por segundo (fps):		
		5	10	16 24
Señales biomédicas	WT-RVLC	Tasa (Kbps):		
		5	10	5.3 10.3



PcDoctor

Chat
Nick: doctor
Times New Roman 12
 Show time
Message
Times New Roman 12
 Allow to send chat
Whiteboard
 Allow to send whiteboard

Zoom

stretcher

Ambulance inside

ambulancia Disconnect

Bio Whiteboard Web

Users

The image shows a screenshot of the PcDoctor software interface. The main window displays a video feed of the interior of an ambulance, showing a stretcher and other medical equipment. A yellow arrow points to the stretcher with the label "stretcher". A cyan arrow points to the ambulance interior with the label "Ambulance inside". A "Zoom" button is visible in the bottom left of the video feed area. The interface includes a chat window on the left, a whiteboard area at the bottom, and a video control panel at the bottom right. The chat window shows a user named "ambulancia" and a "Disconnect" button. The whiteboard area has tabs for "Bio", "Whiteboard", and "Web". The video control panel has buttons for play, stop, and mute, along with volume sliders.



COM Ports
ECG COM3 Pulsoximeter COM4

Mode: SIMULATED TRANSMITTER

Simulated pressure Simulated pulse

ECG Filters
 EMG Notch Baseline

Graphic parameters

Amplitude Scale 5 mV
Amplitude Grid 1 mV
Time Scale 5 sec
Time Grid 1 sec
Color Theme Dark blue

Allow to send biomedical signals

Bio Cam. AV Others



Disconnect

Users

Stop
Pause
ECG

Lead: 2

#1 V1 #2 V2 #3 V3 #4 V4 #5 V5 #6 V6

55 %
56 %
59 %
100
500
200

SpO2 History

N/A %

SpO2

Plr History

N/A

Plr

Heart Rate

N/A ppm

Send BP

N/A mmHg

Lead V1

Lead V2

0 queued samples (0 drawn / 0 total), 0 seconds

Bio

Camera

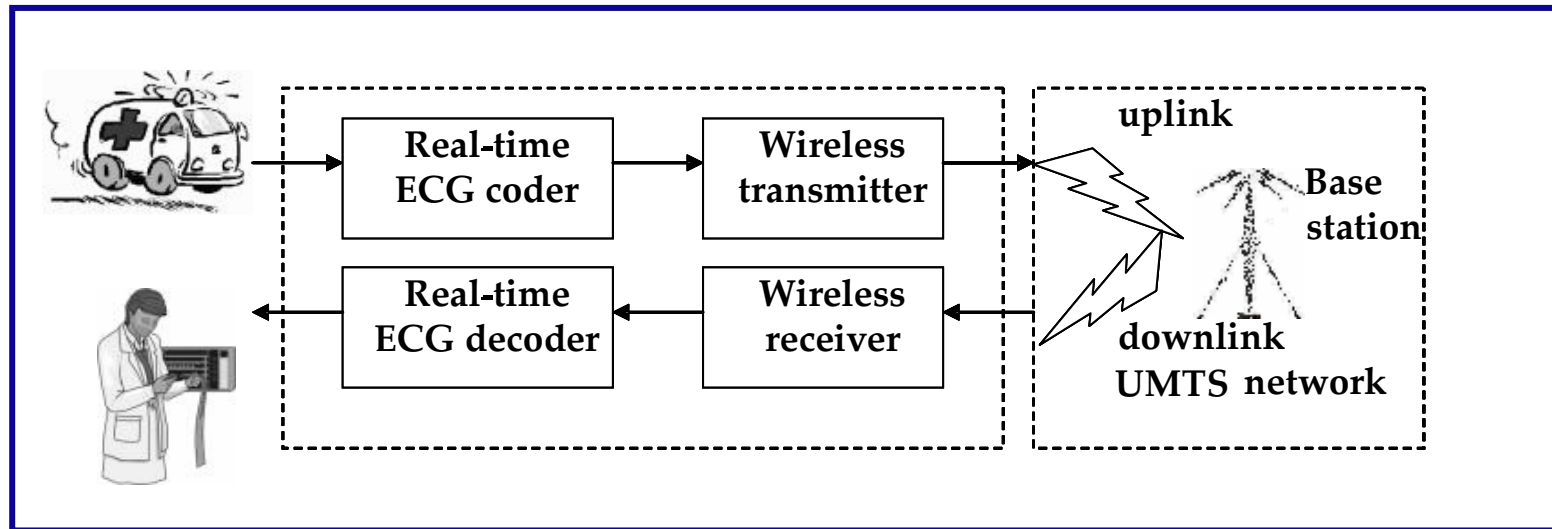
Whiteboard

Web



Transmisión y codificación de señales electrocardiográficas (ECG)

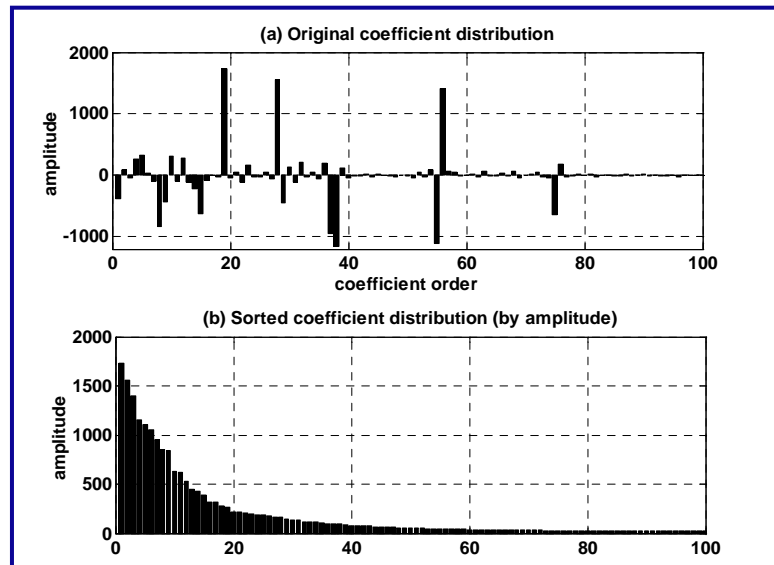
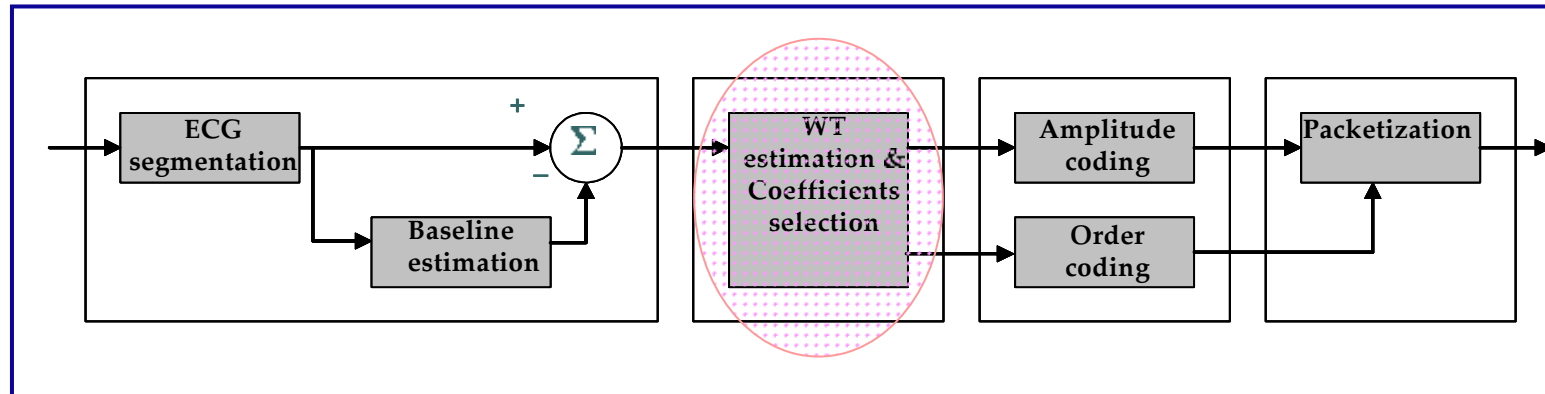
Escenario de estudio



- Transmisión y codificación de ECG en tiempo real entre una ambulancia y un hospital a través de un canal móvil.

Alesanco A., Olmos S., Istepanian R.S.H. and García J. *Enhanced real-time ECG coder for packetized telecardiology applications*. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine (2006) *In press*.

Transformada wavelet



Modos de operación:

- **Tasa de transmisión variable (VBR):** Se seleccionan los coeficientes para conseguir un error de reconstrucción fijo.
- **Tasa de transmisión constante (CBR):** Se seleccionan los coeficientes para lograr una tasa de transmisión constante.

Validación clínica de los métodos de codificación

Original signal (ECG)

ECG (ECG)



Reconstructed signal



Comparison of the two signals

Identical

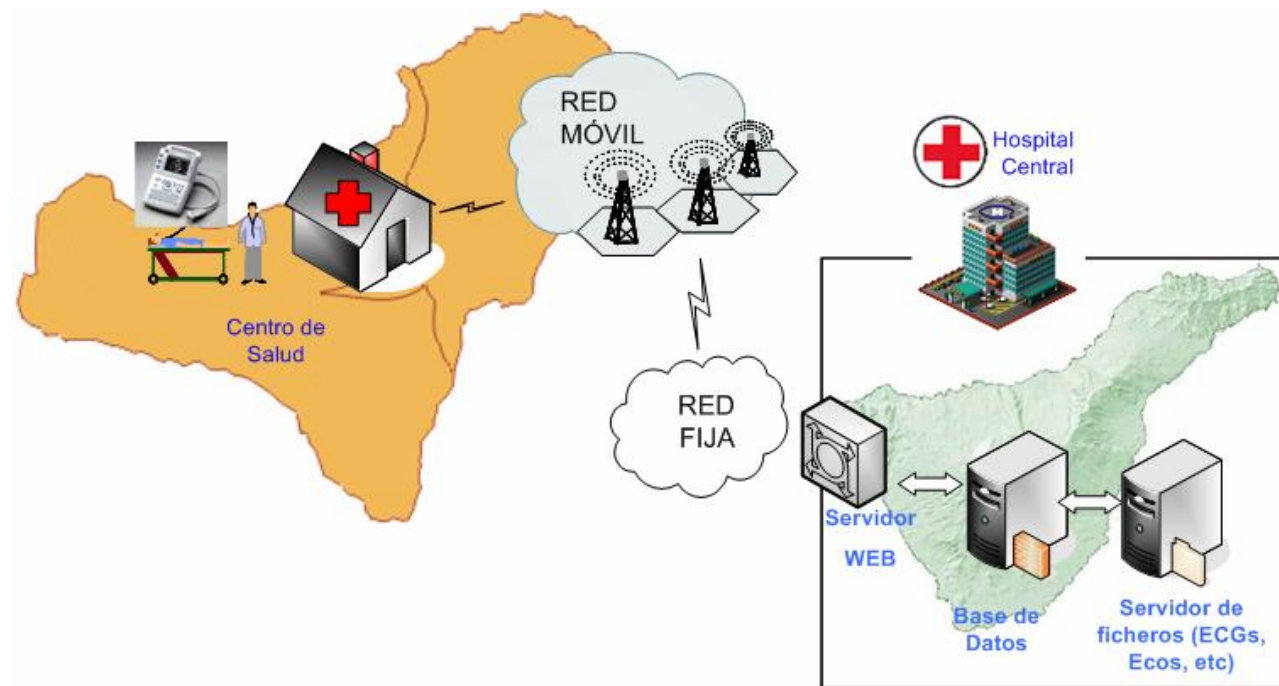
Both are similar

NO

Teleecografía: codificación y transmisión de ultrasonidos

Puesta en marcha de un servicio de teleecocardiografía entre las islas de El Hierro y Tenerife

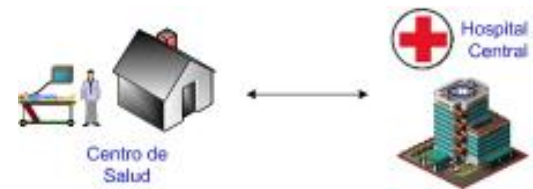
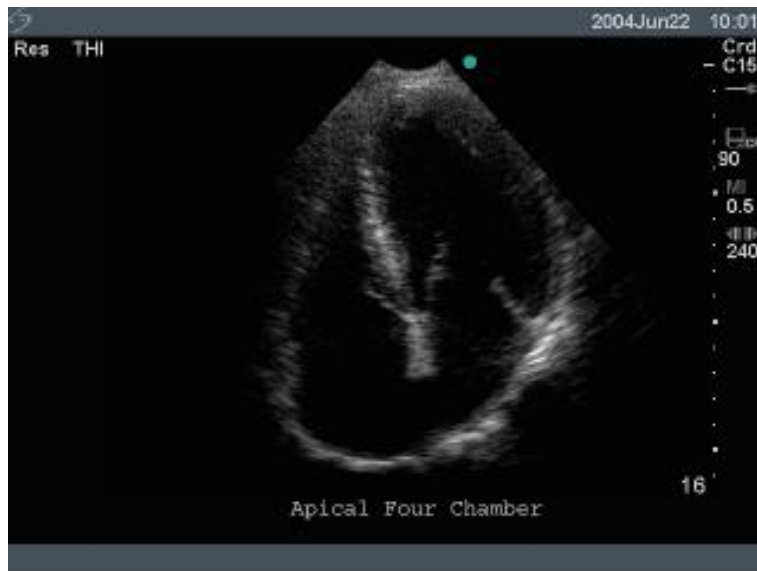
Servicio Canario de Salud



Objetivos

- Ecocardiografía de esfuerzo mediante en uso de **Dobutamina**.
- Evaluación del servicio en la práctica clínica habitual:
 - Análisis de coste/efectividad.
 - Evaluación de la Calidad de Vida Relacionada con la salud.
- Desarrollo de un servicio virtual de teleecocardiografía → Optimización del servicio

Teleecografía: codificación y transmisión de ultrasonidos



Tarazona ⇒ Zaragoza
El Hierro ⇒ Tenerife

Ecocardiografía

- La adquisición de ultrasonidos es una técnica no invasiva, no produce radiación ionizada y de bajo coste.
- Permite hacer un primer diagnóstico de la gravedad de un paciente o realizar seguimientos periódicos.
- Dispositivos portátiles que facilitan su traslado en vehículos de emergencia, entornos rurales o áreas de difícil acceso.
- **Tele-Ecocardiografía.** Consulta remota mediante la transmisión de videos de ultrasonidos.

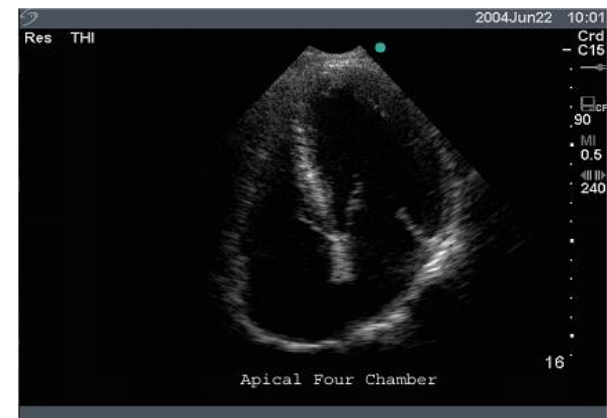


Vídeo de Ultrasonidos

- Gran volumen de datos que requiere mucha capacidad de almacenamiento y de ancho de banda para la transmisión.

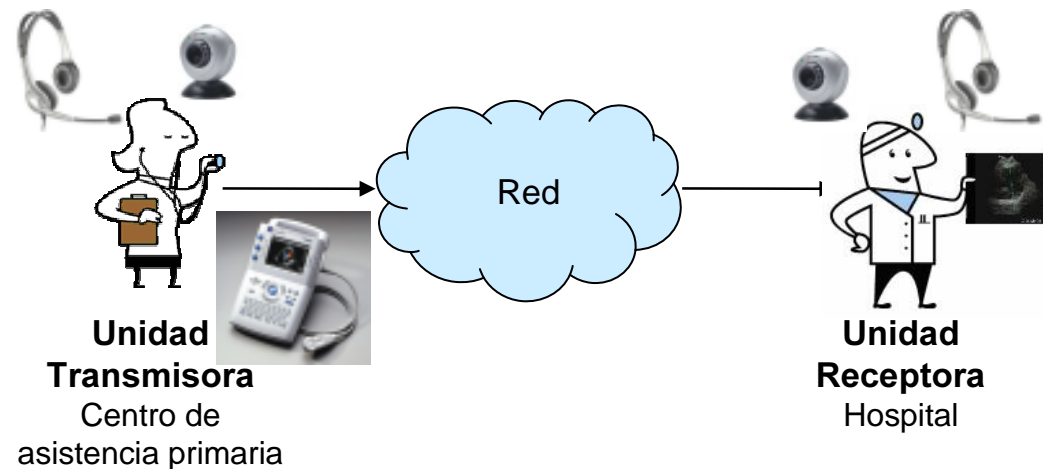


- Métodos de **compresión** eficientes que permitan la transmisión del vídeo de ultrasonidos en tiempo real optimizando el uso de los recursos de red.
- Las imágenes reconstruidas deben conservar su calidad diagnóstica.



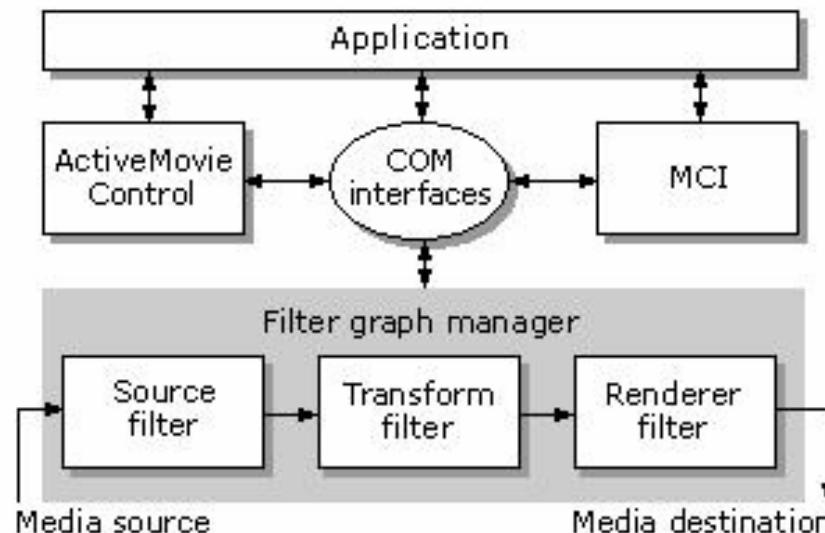
Descripción del Sistema

- Permite adquirir, procesar, almacenar y transmitir imágenes y secuencias de vídeo de ultrasonidos en **tiempo real** y en modo *store-and-forward*.
- Módulo de videoconferencia que permite guiar la sesión de ecografía de forma remota.
- Protocolos de transmisión: RTP (vídeo de ultrasonidos en tiempo real y videoconferencia) y TCP (*store-and-forward*).



Arquitectura de programación

- **Direct Show**, tecnología *DirectX* de Microsoft.
- Permite controlar y procesar flujos de datos multimedia.
- Programar el control de los dispositivos de adquisición y de los **codecs** de vídeo.

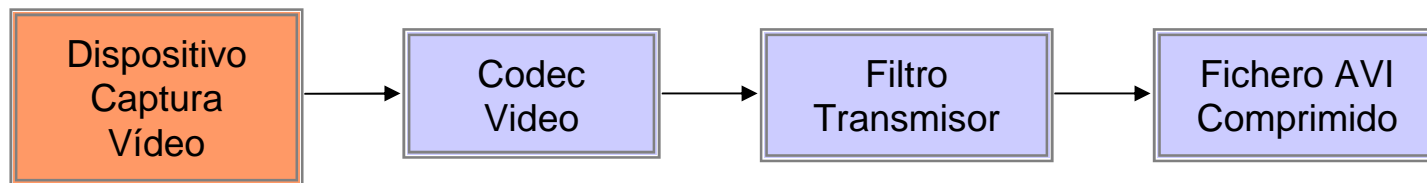


Características del vídeo

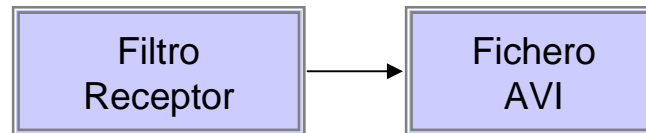
- Propiedades del vídeo:
 - Tamaño de los cuadros (*frames*).
 - Formato de color. Determina el número de bits necesarios para codificar cada píxel.
 - Velocidad de cuadro, en función del número de *frames* por segundo.
- Parámetros del *codec*:
 - Tasa de datos.
 - Intervalo máximo entre *keyframes*.

Modos de Funcionamiento

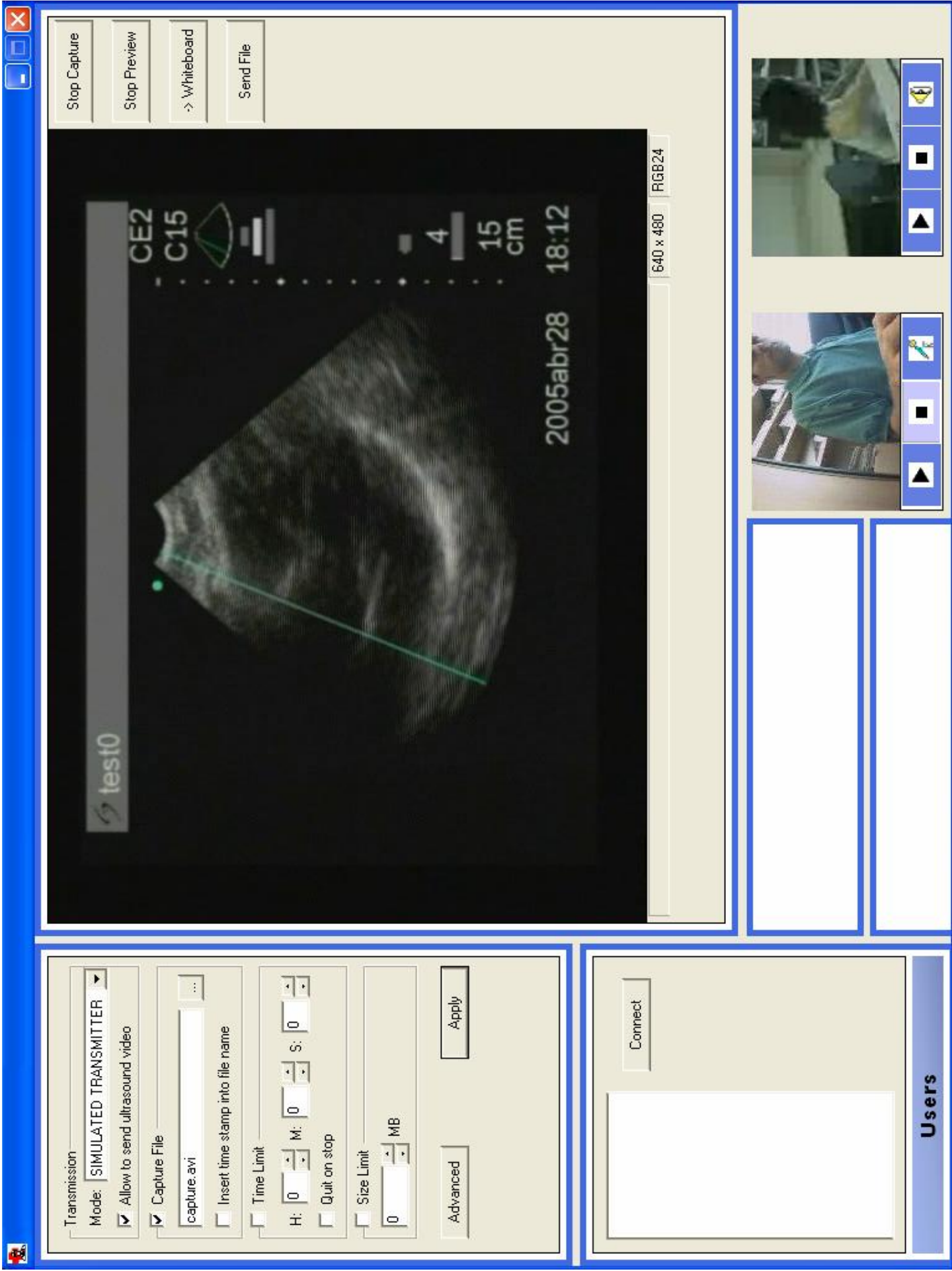
- **Transmisión.** Adquisición, compresión, fragmentación y envío de los *frames* de vídeo a través de la red.
- **Recepción.** Recepción, ensamblado y almacenamiento de los *frames*.



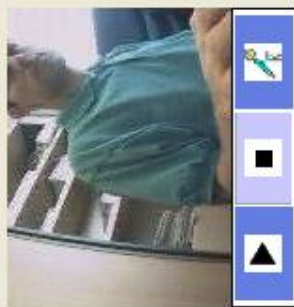
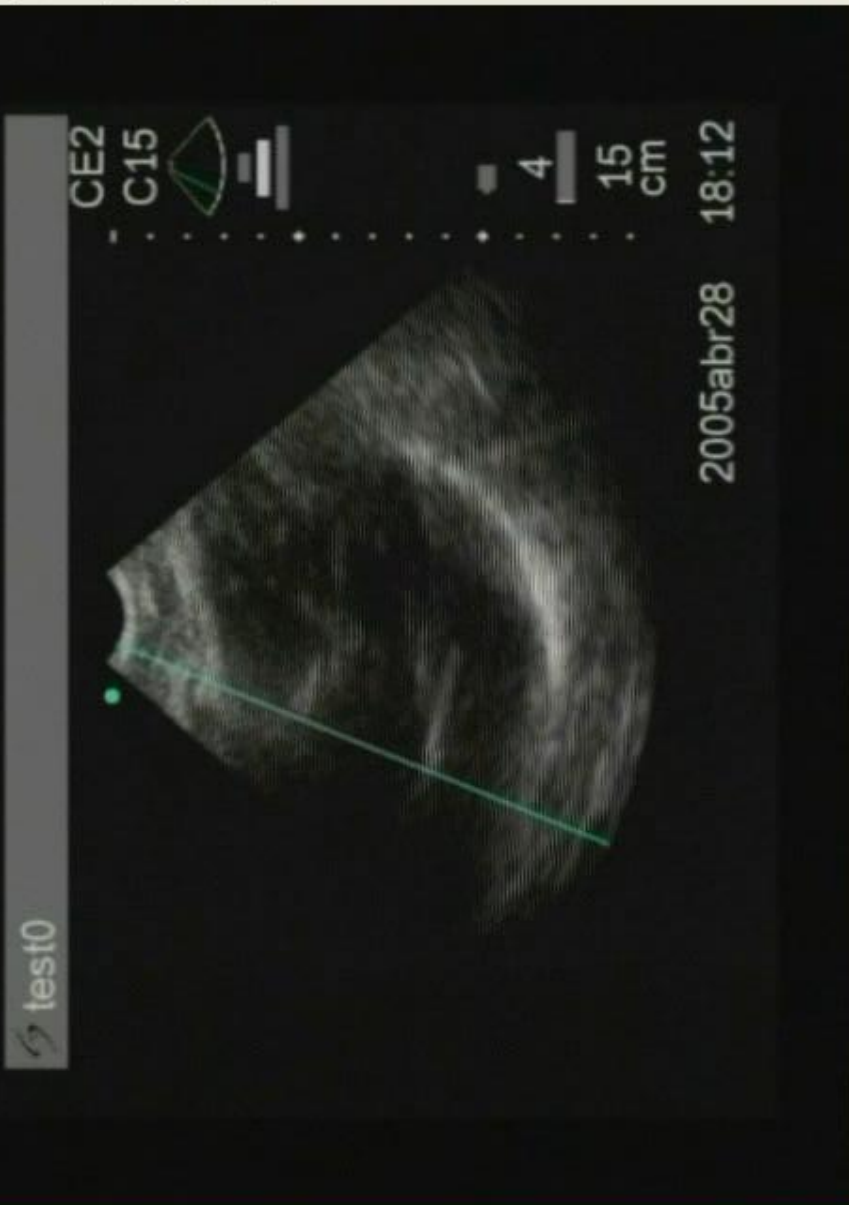
a) Transmisión



b) Recepción



Stop Capture
Stop Preview
-> Whiteboard
Send File



Transmission Mode: SIMULATED TRANSMITTER

Allow to send ultrasound video

Capture File
capture.avi

Insert time stamp into file name

Time Limit
H: 0 M: 0 S: 0

Quit on stop

Size Limit
0 MB

Advanced Apply

Connect

[Empty text area]

Users

Evaluación

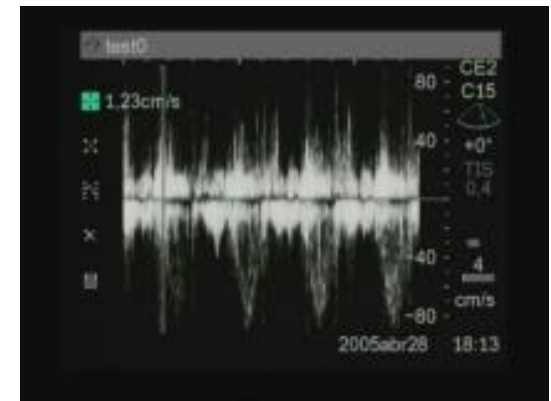
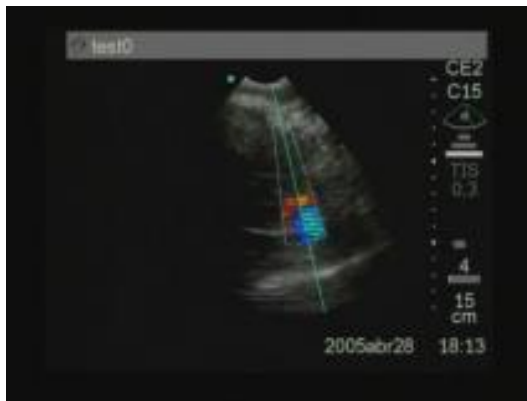
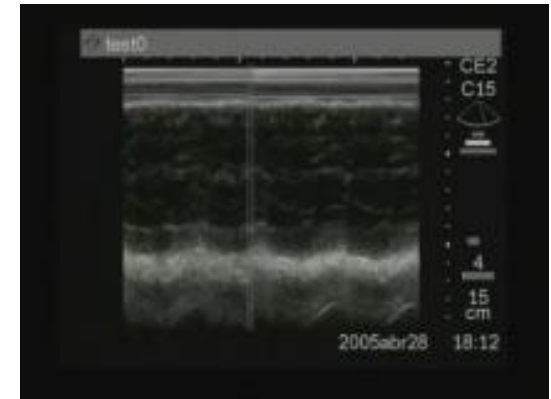
- **Equipo:** Procesador Intel Pentium 4 a 2,66 GHz, 512 MB de RAM, tarjeta digitalizadora de vídeo Aviosys DVR plus 3230 y ecógrafo portátil SonoHeart Elite de SonoSite.
- *Codecs* estudiados: DivX y XviD.
- Parámetros evaluados:
 - Tasa de datos: 64, 128, 256, 512 y 1024 Kbps
 - Intervalo máximo *I-frame*: 50, 100 y 200 *frames*
- Formato de paquete:

Cabecera IP	Cabecera UDP	Cabecera RTP	Datos
20 bytes	8 bytes	12 bytes	$n \leq 800$ bytes



Evaluación – Vídeo de ultrasonidos

- Características del vídeo:
 - Duración: 1 minuto.
 - Tamaño de *frame*: 640x480 píxeles
 - Formato de color: RGB-24
 - Velocidad de cuadro: 15 fps



Evaluación – Parámetros de estudio

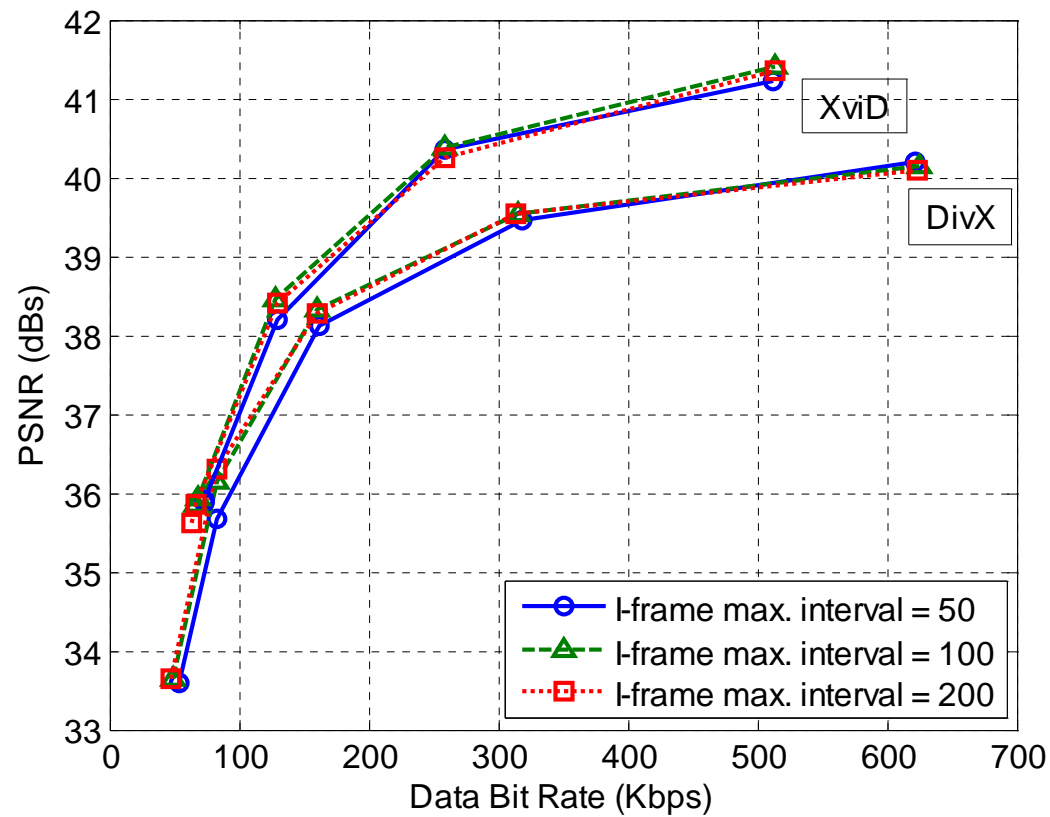
- Calidad del vídeo entre la secuencia de ultrasonidos original y el vídeo reconstruido.

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(255 / \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x,y) - J(x,y)]^2} \right)$$

- Tasa real de datos (bits comprimidos)
- Tasa de transmisión (bits transmitidos)
- Velocidad de compresión

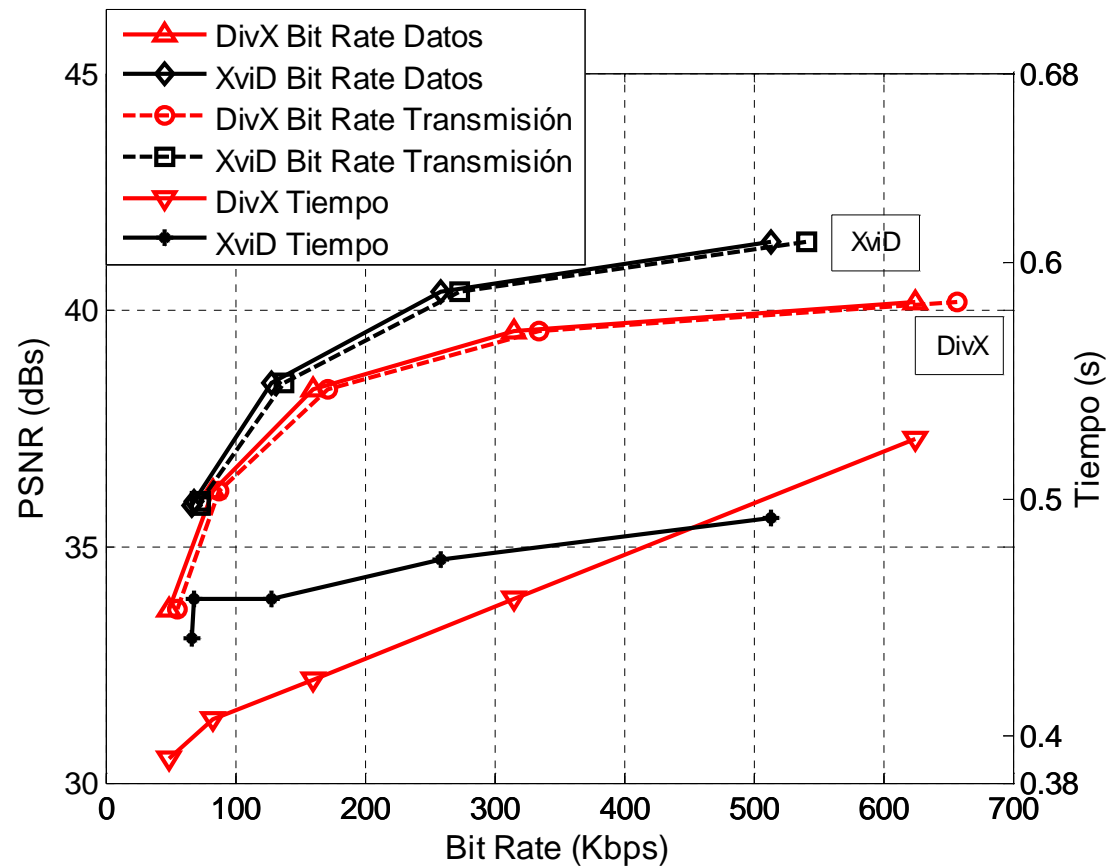
Resultados

- Distorsión frente a tasa de datos para XviD y DivX.



Resultados

- Distorsión frente a *bit rate* y Tiempo de procesamiento



Resultados

- Mayor calidad cuanto mayor es la tasa de datos.
- Efecto de *I-frames* casi inapreciable.
- *Bytes* de cabecera suponen poco aumento del ancho de banda necesario para la transmisión.
- Mayor eficiencia de **XviD**. Mejores medidas de calidad para todas las tasas estudiadas.
- XviD y DivX son capaces de realizar la compresión en tiempo real.

C. Hernández, A. Alesanco, R. Granero y J. García. *Diseño y evaluación de una aplicación de teleecocardiografía en tiempo real*. XXII Congreso anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica. Proceedings pp. 243-246. Madrid. 2005

Evaluación Clínica

Actualmente:

- Análisis cualitativo de los vídeos por parte de cardiólogos del Hospital Clínico de Zaragoza.
- Relacionar valores de PSNR obtenidos con calidad del vídeo para uso clínico.
- Implantación en proyectos piloto en hospitales de Aragón y Canarias.



Implementación de un sistema de registro y gestión de ECGs para un servicio de telecardiología

Estudio de arritmias cardiacas durante la diálisis en pacientes con enfermedades renales

**Servicio de Nefrología
Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa”
Zaragoza**

Objetivo

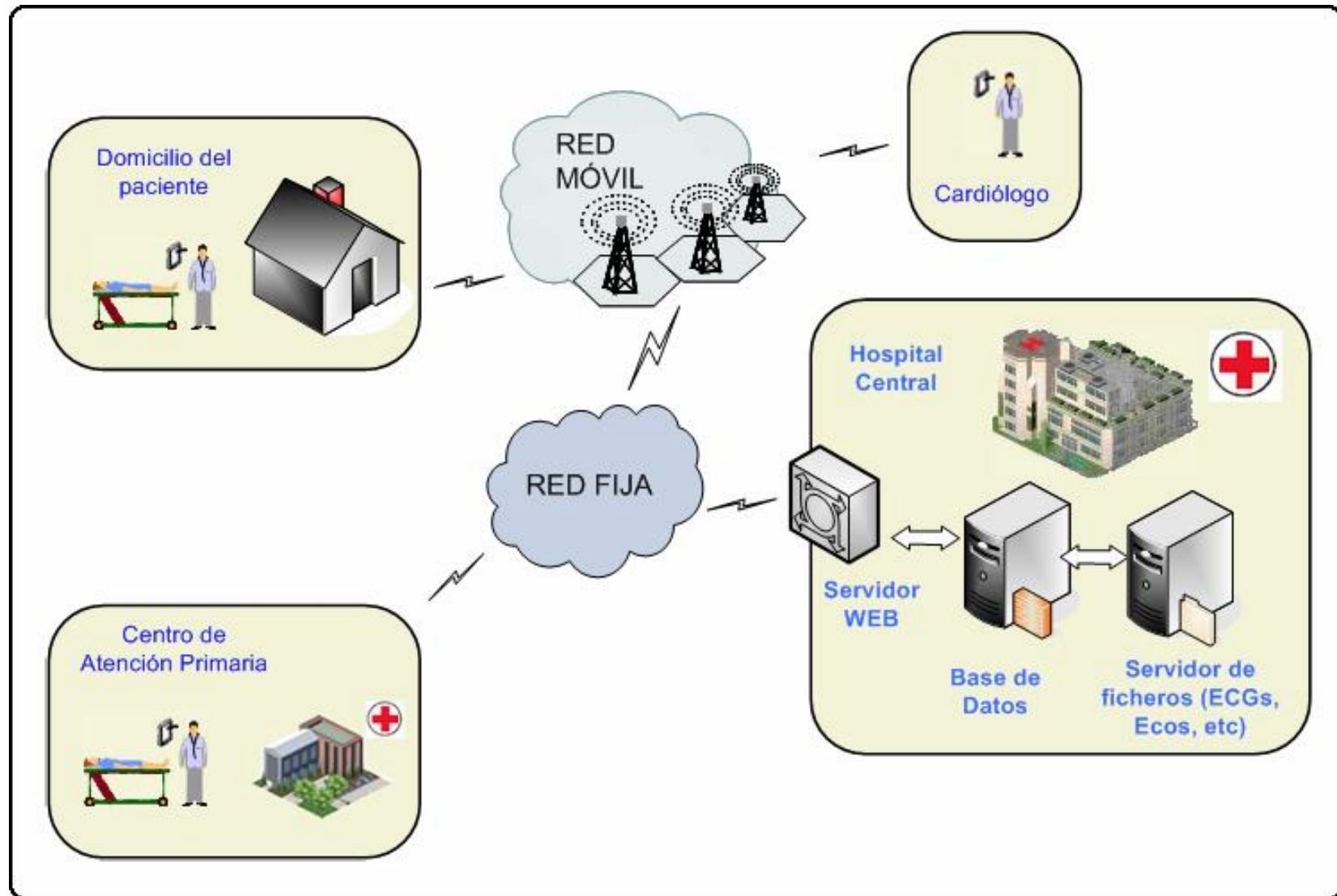
Sistema de teleconsulta que permita:

- Registrar las pruebas médicas
- El acceso y gestión de las pruebas recogidas

Acercar la medicina especializada al paciente

- A su propio domicilio
- Al centro de salud primario más cercano

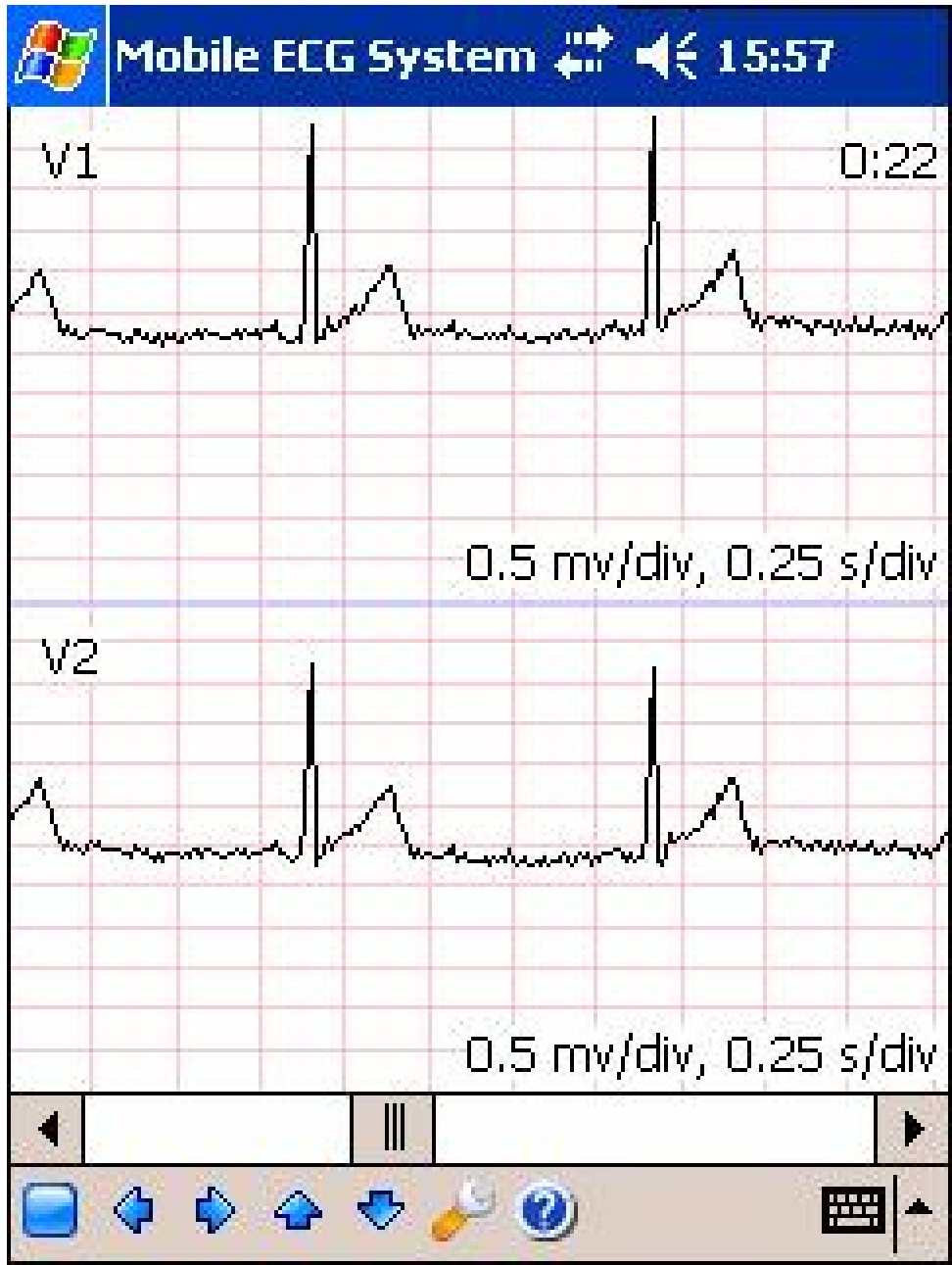
Arquitectura del sistema



Descripción del sistema de adquisición

- Equipo adquiredor
g.MOBllab
- PDA
Pocket PC HP iPAQ hx4700
- Móvil
Nokia 6630
- Microsoft® eMbedded
Visual C++® 4.0





Formato SCP_ECG

Visor de archivos SCP

Sistema de gestión de la información clínica

Se ha desarrollado un **sistema de telecardiología** para la gestión de información relevante para el diagnóstico y el seguimiento clínico del cardiópata.

El sistema se basa en una **aplicación Web** que interactúa con una **base de datos** y un **servidor de ficheros**.

El **médico de atención primaria** adquiere las pruebas y otra información y las envía al servidor:

Servidor Web
+
Base de datos
+
Servidor de ficheros

El **médico especialista** se conecta al servidor vía Web, recoge las pruebas y los datos y elabora un diagnóstico.

El servidor Web

Actúa como **servidor de aplicaciones**, ya que debe soportar toda la lógica de la aplicación.

Principales cometidos:

- **Generación dinámica de las páginas**
 - ⇒ Validación de los datos introducidos
- **Conexión con la base de datos**
 - ⇒ Transparente al usuario
- **Acceso a las pruebas en el servidor de ficheros**
 - ⇒ Sincronización con la base de datos
- **Control de usuarios**
- **Comunicación segura**

La base de datos

Almacena toda la información referente a pacientes y médicos, a excepción de los archivos de las pruebas.

Fases en su diseño:

- Obtención y análisis de requerimientos
- Creación de un esquema conceptual
- Construcción del esquema de base de datos relacional

⇒ Obtención y análisis de requerimientos

Descripción del “minimundo”: la parte del servicio de cardiología que debe ser representada en la base de datos.

¿Qué datos es necesario almacenar de médicos, pacientes, asistencias y pruebas?

DATOS MÉDICOS DE UN PACIENTE		
Alergias		
Factores de Riesgo Cardiovascular	Antecedentes Familiares	Cp. Isquémica
		Muerte Súbita
		Diabetes Mellitus
		Mcp. Hipertrofica
	HTA, cifras habituales	
	Hipercolesterolemia, cifras recientes de CT, HDL, LDL	
	Hipertrigliceridemia, cifras recientes	
	Hipercolesterolemia familiar	
	Diabetes Mellitus (Insulino-dependiente, No-insulino-dependiente), cifras recientes de HbA1C	
	Tabaquismo, cig/dia	
	Alcohol, U.I.alcohol/dia	
	Obesidad, peso, talla	
	Sedentarismo	
	Estrés psíquico	
	Edad de la menopausia	

DATOS MÉDICOS DE UN PACIENTE	
Patología Cardiovascular	Idus
	Enf. vascular periférica
	Arteriopatía carotídea
	Aneurisma de aorta
	Ángor inestable
	Ángor estable
	IAM, factor de eyección
	Revascularización coronaria
	Valvulopatía
	ACxFA
	Insuficiencia cardíaca, factor de eyección
	Insuficiencia renal, urea, creatina
	Marcapasos
Otras patologías, procedimientos o ingresos	
Prescripciones	Medicación
	Patología (desayuno, comida, cena)
	Fecha inicio, motivo
	Fecha fin, motivo

El servidor de ficheros

Almacena todas las pruebas enviadas por los médicos.

Electrocardiogramas

Ecocardiografías

Espirometrías

...

Archivos de diferentes extensiones y tamaños

Implementación: carpeta compartida en un PC accesible por el servidor Web como raíz del sistema de ficheros que alberga las pruebas.

Por cuestiones de seguridad debe tratarse de un equipo perteneciente a la misma red de área local del servidor Web.

Es importante la **robustez** en la creación, copia y eliminación de carpetas y archivos, así como la **sincronización con la base de datos**.

corner

header

menu

body

margin

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying a medical website. The browser's address bar shows the URL: `http://www.intranet.local/`. The website's header features the logo "Cardio WEB" and a navigation menu with links: "INICIO", "PACIENTES", "ASISTENCIAS", "MÉDICOS", "AYUDA", and "ADMIN".

The main content area is titled "Asistencia a Jesús Trigo Vilaseca dia 15-04-2005 10:47". Below this, there are several sections:

- PRUEBAS:** A section with a search bar and a "Examinar..." button. Below it, there are two rows of test results:
 - ecg:** jtv150420051053-2q42133.ecg
 - pulsioxímetro:** jtv150420051105-2q42133.bio
- Identificación del paciente:** Código de identificación del paciente: 2q42133. Médico: Juanma San Martín Santos con codid= 12345678.
- Fecha de realización:** 15-04-2005 10:47. Lugar: Domicilio del paciente. Circunstancia: Programada.
- Motivo de consulta:** A table with checkboxes for various symptoms:

<input type="checkbox"/> Disnea	<input type="checkbox"/> Síncope	<input checked="" type="checkbox"/> Revisión
<input type="checkbox"/> Mal control de HTA	<input type="checkbox"/> Alteración ECG	<input type="checkbox"/> Solicita informe
<input checked="" type="checkbox"/> Dispéptico	<input type="checkbox"/> ACXFA	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Preordalga	<input type="checkbox"/> Postingreso	
- Exploración física:** A section with radio buttons for various vital signs:

RY: <input type="radio"/> NO	<input type="radio"/> +	<input type="radio"/> ++	<input checked="" type="radio"/> +++
AC: <input type="checkbox"/> RrCsRs	<input type="checkbox"/> RrCsAs	Frec. Cardíaca: 70	
AP: <input checked="" type="radio"/> Normoventilación	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

The browser's status bar at the bottom shows "Listo" and "Intranet local".

Objetivos alcanzados:

- ⇒ Diseño de la **base de datos** cercano al entorno clínico. Además los pasos seguidos aseguran eficacia y robustez.
- ⇒ El **servidor de ficheros** posibilita el almacenamiento de cualquier tipo de prueba tomada con un dispositivo adquisidor.
- ⇒ La **cualidad multi-canal** de la aplicación posibilita el acceso desde dispositivos móviles como son las PDAs.
- ⇒ **Aspectos de seguridad:** HTTPS, control de usuarios.
- ⇒ **Manejabilidad y usabilidad:** administración de usuarios, avisos por email.
- ⇒ Entorno **Java**, framework **Struts**: escalabilidad y robustez.
- ⇒ **Tomcat-MySQL**: combinación demostrada eficiente.

J.D. Trigo, J.M. San Martín, A. Alesanco, P.Serrano y J. García. *Implementación de un sistema de registro y gestión de ECGs para un servicio de telecardiología*. XX Symposium de la Unión Internacional de Radio (URSI). Proceedings in CDROM. Gandía. 2005