

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA ESCALAR EL ACCESO A LA INFORMACIÓN DE SIGNOS VITALES INTEGRANDO HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS HETEROGÉNEAS E IOT, APLICADO A UN SISTEMA CENTRAL DE MONITOREO, CMS

Manuel de Jesús Gámez López

Ingeniero en Electrónica. Docente Investigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.
Correo electrónico: manuel.gamez@itca.edu.sv

Oscar Armando Sánchez Santos

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente Coinvestigador, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Zacatecoluca.
Correo electrónico: oscar.sanchez@itca.edu.sv

Recibido: 22/04/2022 - Aceptado: 1/07/2022

Resumen

El presente estudio de factibilidad técnica realizado por docentes investigadores del Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca se centró en desarrollar una investigación descriptiva y aplicada para escalar la comunicación de un Sistema Central de Monitoreo de Pacientes a dispositivos móviles. El objetivo principal del proyecto fue brindar alternativas para escalar y optimizar el acceso a la información de los signos vitales de pacientes, a través de la integración y desarrollo de herramientas informáticas y aplicaciones de terceros, con el software del sistema y componentes informáticos del Sistema Central de Monitoreo. El proyecto integró herramientas, conocimientos, habilidades, experiencias, métodos y procedimientos requeridos para el desarrollo e implementación de un sistema de comunicación interoperable entre aplicaciones heterogéneas. Se utilizaron protocolos y estándares para intercambiar información entre aplicaciones de salud HL7 y FHIR. [1] [2]

Palabras clave

Dispositivos de almacenamiento, equipo médico, automatización, aparatos e instrumentos, Internet de las Cosas IoT.

TECHNICAL FEASIBILITY STUDY TO SCALE THE ACCESS TO VITAL SIGNS INFORMATION, INTEGRATING HETEROGENEOUS INFORMATICS TOOLS AND IOT, APPLIED IN A CENTRAL MONITORING SYSTEM, CMS

Abstract

The present technical feasibility study conducted by research professors of the Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca focused on developing a descriptive and applied research to scale the communication of a Central Patient Monitoring System to mobile devices. The main objective of the project was to provide alternatives to scale and optimize access to patient vital signs information through the integration and development of computer tools and third party applications with the system software and IT components of the Central Monitoring System. The project integrated tools, knowledge, skills, experiences, methods and procedures required for the development and implementation of an interoperable communication system between heterogeneous applications. Protocols and standards were used to exchange information between HL7 and FHIR healthcare applications.

Keyword

Storage devices, medical equipment, automation, apparatus and instruments, Internet of Things IoT.

Introducción

El Sistema Central de Monitoreo CMS dispone de un potente sistema de software y de componentes informáticos de alto rendimiento. Construye una red de monitorización conectando los monitores y los transmisores telemétricos o sensores. Al recopilar, procesar, analizar y emitir información proveniente de estos monitores y transmisores telemétricos, el CMS puede realizar el monitoreo centralizado de varios pacientes, de manera que aumente la eficiencia y calidad [3].

El CMS está diseñado para realizar el monitoreo centralizado de signos vitales desde varios monitores o transmisores telemétricos en hospitales o instituciones médicas. No está destinado al uso doméstico. Actualmente solamente estando donde se encuentra el paciente y el CMS es posible supervisar los signos vitales de los pacientes.

En el estudio realizado se determinó que existen alrededor de 3 alternativas para poder optimizar y escalar el acceso a dicha información de total relevancia por medio del uso de dispositivos inteligentes con acceso a Internet. A continuación, se detalla cada una de las alternativas identificadas.

- ✓ *Opción 1.* Esta consistió en realizar un estudio de posibles herramientas informáticas de terceros que cumplan con la función de acceso y control remoto del servidor. En tal sentido, se instalaron, configuraron y probaron herramientas en el servidor de la CMS y en los dispositivos inteligentes para lograr el acceso al Dashboard de signos vitales desde cualquier geolocalización. Herramientas utilizadas: TeamViewer, AnyDesk, conexión a Escritorio Remoto de Windows y VPN Redes Privadas Virtuales: Hamachi y Radmin.
Con esta opción se logró al 100% escalar y optimizar el acceso a la información de los pacientes.
- ✓ *Opción 2.* Esta consistió en realizar un estudio más a fondo de las herramientas informáticas de la CMS, entre las cuales se pueden mencionar: software de Base de Datos MySQL Community Server, Software Mindray Healthcare Within Reach / Salud al Alcance, y la Base de Datos del sistema. Se desarrolló una base de la App, plataforma Web, sistema de comunicación, diseño de la base de dato, estudio de protocolos de comunicación HL7/FHIR [4][5][6], entre otros, obteniendo algunos avances significativos.
- ✓ *Opción 3.* La CMS ya posee una aplicación App que cumple con la función de escalar y optimizar el acceso a la información de los pacientes. Sin embargo, esta opción es de alto costo y no fue posible probarla.

Desarrollo

I. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto utilizó Agile, metodología de gestión de proyectos ampliamente usada en el sector IT y en organizaciones empresariales. Esta metodología se basa en dividir el proyecto en fases o sprints; estas fases fueron las siguientes:

A. Sprint Desarrollados.

- ❖ *Estudio aplicado sobre la CMS.* Comprende desde el acceso, funcionamiento, reconocimiento y características de los equipos que conforman la Central de Monitoreo CMS, sistema operativo del servidor, sensores, simuladores y periféricos, entre otros.
- ❖ *Sistema de comunicación API/Web Service.* Componente lógico que cumple con la funcionalidad de la interoperabilidad entre las herramientas informáticas heterogéneas, software CMS, software de terceros y software desarrollado.
- ❖ *Plataforma Web.* Es un sistema informático para ejecutar en ambiente Web, el cual está conformado por un conjunto de ficheros electrónicos que muestran el contenido o información que se desea publicar. Esta herramienta podrá ser accedida desde cualquier dispositivo inteligente con acceso a Internet por medio de un navegador Web. Herramienta para monitoreo local y a distancia.
- ❖ *App.* Programa o conjunto de programas informáticos que realizan un trabajo específico, diseñado para el beneficio del usuario final. Esta aplicación ha sido creada para ejecutarse en dispositivos con sistema operativo Android, Smartphone y Tablet. Herramienta para monitoreo local y a distancia.
- ❖ *Dashboard.* Es una representación gráfica o interfaz de usuario para presentar la información que maneja un sistema. Para este caso la representación gráfica de signos vitales.

B. Descripción de Componentes Físicos del Sistema

- *Monitores de pacientes.* Son equipos electrónicos que miden, recogen y muestran información sobre los signos vitales de un paciente sometido a una vigilancia continua.

- **Switch.** Es un dispositivo que permite la conexión de computadoras y periféricos a la red para que puedan comunicarse entre sí y con otras redes.
- **Router o AP o Enrutador.** Es un dispositivo que permite interconectar diferentes tipos de equipos que funcionan en el marco de una red ya sea por cable o inalámbricamente, utilizando como lenguaje de comunicación las direcciones IP. Es un dispositivo de hardware que permite la interconexión de ordenadores en red.
- **Servidor CMS.** Es un aparato informático que almacena, distribuye y suministra información. Los servidores funcionan basándose en el modelo “cliente-servidor”. El cliente puede ser tanto un ordenador como una aplicación que requiere información del servidor para funcionar.
- **Red LAN CMS.** Es una red de comunicación entre ordenadores situados en el mismo edificio o en edificios cercanos, de forma que permite a sus usuarios y/o equipos el intercambio de datos y la compartición de recursos. Para este proyecto se ha implementado una arquitectura de red cliente servidor, siendo los clientes los monitores de pacientes y el servidor el ordenador que alberga la aplicación y la base de datos donde se almacena la información de los pacientes. A través del Dashboard se puede visualizar la información de los signos vitales de los pacientes, entre otros.

C. Topología de Red

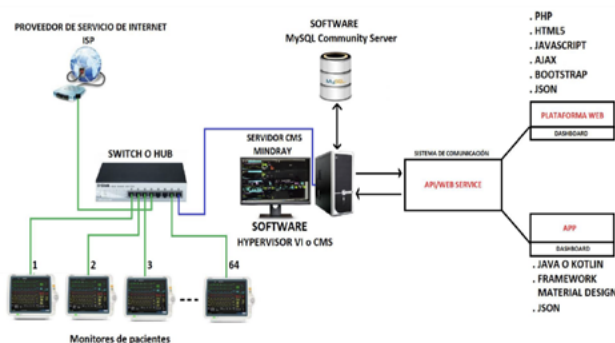


Fig. 1. Esquema de Red.

En la Fig. 1, se puede apreciar el montaje y la interconexión de todos los componentes físicos y lógicos integrados para efectuar un monitoreo local y a distancia de la data que se maneja en la CMS. La Central de Monitoreo permite además que la red pueda configurarse por medios guiados y no

guiados, alámbrica e inalámbricamente respectivamente; al realizar el montaje de la red por medio de un AP o Router es posible unir a la red dispositivos que solo manejan red WiFi, tales como Smartphone y Tablet.

D. Softwares Utilizados.

- **Software de CMS.** Los softwares con los que opera la Central de Monitoreo de pacientes son principalmente dos: Healthcare Within Reach y MySQL Community Server para la base de datos. Por un lado, el software Healthcare Within Reach muestra el Dashboard con la información que brindan los monitores de pacientes y, por otro lado, MySQL Community Server es el que permite administrar las bases de datos.
- **Sistema de comunicación API o Web Service.**

API. Es una interfaz de programación de aplicaciones es un conjunto de definiciones y protocolos que se usa para diseñar e integrar el software de las aplicaciones.

Web Service. Es una vía de intercomunicación e interoperabilidad entre máquinas conectadas en Red. En el mundo de Internet se han popularizado enormemente, ya se trate de web services públicos o privados.

- **XAMPP.** Es un paquete de instalación independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl.
- **MySQL.** Es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual y de código abierto.
- **PHP.** Es un lenguaje de programación que permite el desarrollo web o aplicaciones web dinámicas, el cual es apto para incrustar con HTML.
- **MySQL Community Edition.** Es una versión de descarga gratuita de la base de datos de código abierto.
- **Radmin VPN.** Es un producto gratuito y fácil de utilizar para crear una Red Privada Virtual VPN, por sus siglas en inglés. El programa permite a los usuarios establecer una conexión segura entre ordenadores a través de Internet como si estuvieran conectados por LAN.

- Hamachi. Es un sistema VPN de administración centralizada que consiste en un clúster servidor administrado por el vendedor del sistema y el software cliente. Hamachi es un software de virtualización de redes que permite emular una red local LAN a los dispositivos conectados por WAN. Hamachi se puede generar una red local, aunque los dispositivos se encuentren en distintos lugares repartidos por el mundo.
- Teamviewer. Es una solución “todo en uno” de acceso remoto rápido y seguro a ordenadores y redes, que ofrece toda una serie de potentes funciones facilitan el control a distancia, permiten celebrar reuniones y proveer un servicio de asistencia técnica en la nube.
- AnyDesk. Este software de alto rendimiento, permite compartir el escritorio remoto sin latencia, un control a distancia estable y una transmisión de datos rápida y segura entre dispositivos.
- RDP Remote Desktop Protocol. Software utilizado para habilitar múltiples sesiones de escritorio remoto RDP concurrentes en Windows 7.

2. Instalación y configuración de las herramientas informáticas para acceder a la información, que se muestra en el monitor del servidor (Dashboard CMS), a través de otros dispositivos inteligentes, Smartphone, Tablet, iPad, iPhone y Notebook.

3. Réplica de contenido e información de signos vitales en pantallas de dispositivos móviles, logrando como resultado escalar y visualizar el acceso a la información de los pacientes contenida en el servidor CMS.

En las figuras 2 y 3 se muestran resultados alcanzados en este proyecto.



Fig. 2. Acceso al Dashboard CMS desde el servidor y otros dispositivos inteligentes.

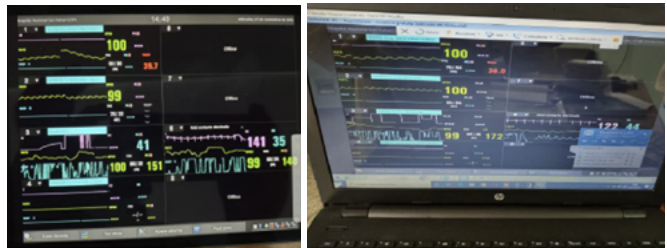


Fig. 3. Monitoreo a distancia, Dashboard CMS en iPad y Notebook o Laptop

E. Parámetros Fisiológicos.

Cada monitor de paciente cumple con la medición de ciertos parámetros clínicos, a través de los distintos transmisores telemétricos o sensores. En la tabla 1 se puede apreciar la información que se maneja de los pacientes por monitor.

Tabla 1.
Información de paciente por monitor.

Parámetros	Umbral estable	Umbral bajo (Inestable)	Umbral alto (Inestable)
Temperatura corporal.	35 a 37 °C	32.0°C	>=39.0°C
SPO2	98%	90%	100%
RESP	16-20 RPM	8 RPM	39 RPM
PNI/PANI	120/80 mmHg	60 mmHg	140 mmHg
Frec. Cardíaca.	70 LPM	60 LPM	140 LPM

Resultados

Dentro de los resultados se pueden mencionar:

1. Habilidad de acceso a Internet al servidor de la CMS, el cual permitió obtener un acceso local y a distancia o remoto, de la información de los pacientes en el servidor, haciendo uso de herramientas informáticas y dispositivos inteligentes con acceso a Internet.

Conclusiones

- Utilizando herramientas de software de terceros se logró hacer una réplica de pantalla de un monitor de signos vitales para observarla desde dispositivos móviles. Esta opción fue posible, sin obtener un acceso directo a la base de datos de la Central de Monitoreo.
- Se ha utilizado el estándar HL7, destacando la mensajería HL7 V2 que se puede encontrar en sistemas de información de salud. A futuro será necesario evaluar el estándar FHIR para la interoperabilidad en salud.
- Actualmente existen distintos sistemas para la medición de signos vitales de manera remota en

diferentes países, pero en algunos centros hospitalarios públicos no los hay. Por tanto, con esta investigación se busca contribuir con un sistema automatizado y eficiente para escalar los procesos de monitoreo y de supervisión remota de signos vitales en pacientes.

- Es necesario desarrollar, probar, implementar y validar el sistema de comunicación propuesto técnicamente para el monitoreo remoto de signos vitales en un centro hospitalario a nivel nacional.
- Los avances y adopción de la tecnología en la sociedad permitirán que diversidad de sectores sean transformados, pasando de la forma cotidiana de realizar procedimientos a convertirlos en espacios sofisticados y modernos para realizar sus actividades con la transformación digital.

Referencias

- [1] “Los 5 estándares HL7 fundamentales”. Caduceus Connecting eHealth (blog). [En línea]. Disponible en: <https://www.caduceus.es/estandares-hl7-fundamentales/> [Accedido: 10-may-2021]
- [2] J. R. Pascual, “HL7 un estándar de interoperabilidad en Salud”. Disrupción Tecnológica (blog). [En línea]. Disponible en: <https://www.disrupciontecnologica.com/hl7/>. [Accedido: 10-jun-2021]
- [3] Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co. Ltd., «Service Manual (HYPERVISOR VI, Central Monitoring System).», Shanghai International Holding Corp. GmbH (Europa), 2005.
- [4] “License - FHIR v4.3.0”. [Online]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/license.html>. [Accessed: 10 Jun 2021]
- [5] “Http - FHIR v4.3.0”. [Online]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/http.html>. [Accessed: 10 Jun 2021]
- [6] HL7 ORG, “Developer Introduction, FHIR”. [Online]. Available: <https://www.hl7.org/fhir/overview-dev.html> [Accessed: 10 Jun 2021]



♦ **Carreras técnicas e ingenierías.**

♦ **Becas.**

♦ **Prácticas en empresas reales.**

♦ **Intercambios en el extranjero.**

♦ **Apoyo para obtener tu primer empleo.**

.....

www.itca.edu.sv

