

# **SISTEMA DE TELEASISTENCIA MÉDICA TIPO SCADA PARA EL MONITOREO DE PACIENTES UTILIZANDO TECNOLOGÍA GSM**

***Jonny Paul Zavala de Paz***

Universidad Politécnica de Querétaro

*jonny.zavala@upq.edu.mx*

***Cesar A. Isaza Bohorquez***

Universidad Politécnica de Querétaro

*cesar.isaza@upq.mx*

***Ely Karina Anaya Rivera***

Universidad Politécnica de Querétaro

*karina.anaya@upq.mx*

***Francisco Javier Bucio Castillo***

Universidad Politécnica de Querétaro

*francisco.bucio@upq.edu.mx*

***Francisco Antonio Castillo Velázquez***

Universidad Politécnica de Querétaro

*francisco.castillo@upq.mx*Autor

## **Resumen**

Se presenta un sistema de teleasistencia médica tipo SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) inalámbrico que permite el monitoreo de signos vitales del paciente utilizando tecnología de bajo costo, siendo un sistema flexible para que pueda ser adquirido. El sistema se encarga de supervisar al paciente mediante el monitoreo de los signos vitales y tomar acciones para generar un control de proceso que se encuentra a cierta distancia, esto es enviando una alarma cuando el paciente se encuentra fuera de los rangos. Se desarrolló un

dispositivo versátil que puede funcionar con diferentes sensores de forma remota entregando una señal para procesamientos posteriores, donde se almacena el historial de las mediciones, permitiendo realizar y presentar una gráfica para la visualización del usuario. Los signos vitales del paciente son adquiridos y enviados vía remota, utilizando el protocolo de comunicación GSM (Sistema Global para las comunicaciones Móviles).

**Palabra(s) Clave:** Comunicación GSM, SCADA, Signos vitales, Telemonitoreo.

### **Abstract**

*A wireless SCADA medical teleassistance system is available that allows the monitoring of vital patient signs using low cost technology. The system is responsible for monitoring the patient by monitoring vital signs and taking actions to generate a process control that is at a distance, this is sending an alarm when the patient is out of range. A versatile device was developed that can work with different sensors remotely delivering a signal for later processing, where the history of the measurements is stored, allowing to make and present a graph for the visualization of the user. The patient's vital signs are acquired and sent via remote, using the GSM communication protocol.*

**Keywords:** GSM communications, SCADA, Telemonitoring, Vital signs.

## **1. Introducción**

En la actualidad los sistemas de telemonitoreo son de gran utilidad para el desarrollo de proyectos de la automatización, es una forma de tener un mejor control sobre alguna variable física así mismo poder tener el control de manera remota y tener la decisión de elegir una solución en caso de tener un problema. En dicho trabajo se pretende el monitoreo constante de signos vitales como frecuencia cardíaca, temperatura corporal y saturación de oxígeno en la sangre. La información clínica oportuna del paciente permite dar un diagnóstico más rápido a cada problema.

Los sistemas de monitoreo de señales electrocardiográficas en pacientes tienen actualmente un área de cobertura limitada al centro hospitalario, no ha habido

muchos desarrollos que permitan tener una transmisión a través de una red móvil GSM [Reyes, 2007] [Redl, 2002] [Siemens, 2011]. Los desarrollos efectuados con sistemas de monitoreo incluyen la medición de la oximetría de pulso [Ventositos, 2010], la transmisión de las mediciones de los datos de oximetría mediante el protocolo Bluetooth [Mena, 2009], adquisición portátil con telemetría Bluetooth [Cabo, 2009] para señales biomédicas [Guyton y Hall, 2007], electrocardiógrafos que se conectan por medio físico a una computadora [Vidal y Gatica, 2010], electrocardiógrafos portátiles [González, Martínez, Fernández, Garrido, y Rodríguez, 2001], entre otros. A nivel industrial existen sistemas que hacen transmisiones inalámbricas con un área de cobertura específica y reducida a nivel de hospitales [Healthcare, 2012]. La figura 1 presenta un esquema general del sistema implementado para teleasistencia médica mediante comunicación GSM.

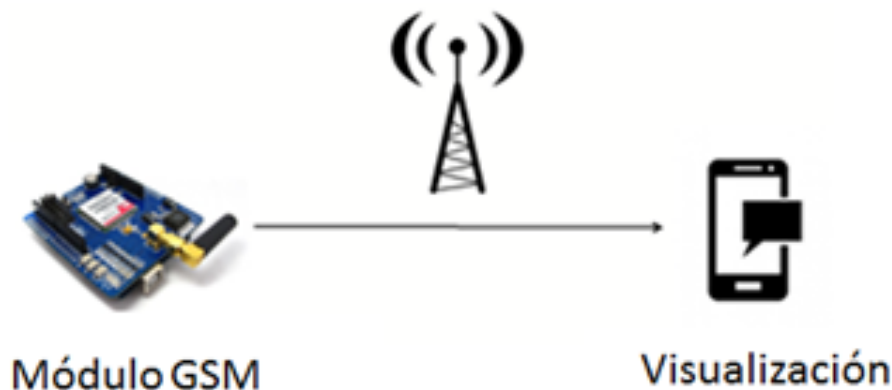


Figura 1 Esquema general del sistema.

El presente trabajo presenta la implementación de un prototipo que permita la medición remota de signos vitales del paciente y el posterior envío de la información hacia el médico especialista, ya que permite acceder a los datos vitales del paciente mediante diversos dispositivos de visualización de la información para propiciar un monitoreo constante del paciente.

## 2. Metodología

El progresivo envejecimiento de la población, el incremento del número de pacientes con enfermedades crónicas, y por tanto la necesidad de controlar los

costes sanitarios, así como la expansión de las conexiones de banda ancha a Internet están incrementando el interés por desarrollar la telemedicina y teleasistencia. Además de los pacientes con enfermedades crónicas, en algunos tipos de pacientes con movilidad reducida, como las personas mayores o discapacitados, la teleasistencia también puede lograr una mejor atención médica, sobre todo en lugares remotos de difícil acceso al servicio médico.

Para el diseño e implementación de un prototipo del sistema de monitoreo fue necesario plantear una serie de actividades, determinando varias etapas: requerimientos técnicos, adquisición de datos, procesamiento y acondicionamiento de las señales, visualización y transmisión GSM de la señal. Definiendo así un diseño metodológico, presentado en la figura 2.

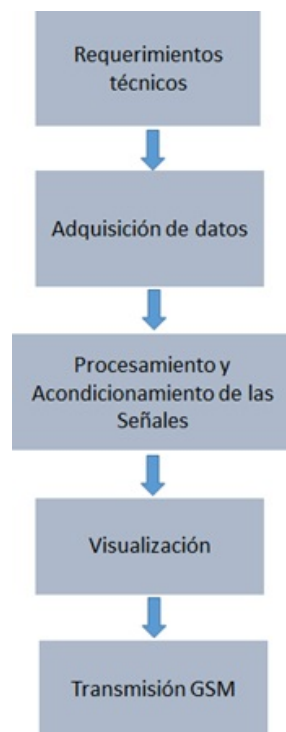


Figura 2 Metodología implementada.

La metodología implementada en este trabajo permite llevar a cabo el desarrollo del proyecto, definiendo como primera instancia los requerimientos técnicos para el monitoreo del paciente. Esto permitió definir los sensores que se utilizarían para realizar la implementación. Una vez que se tienen los requerimientos del sistema

se procede a realizar la adquisición de los datos, mediante el uso de los sensores, siguiendo con el proceso de la metodología se realiza el procesamiento y acondicionamiento de las señales, generando una pequeña base de datos para tener los datos clínicos del paciente en electrónico, esto con el objetivo de tener guardado los datos en una PC. Posteriormente el sistema permite realizar una visualización de los datos, creando un sistema SCADA tipo espejo, de tal manera que los datos puedan visualizarse y una vez transmitidos mediante GSM también puedan ser visualizados.

La información transmitida es visualizada y almacenada en los centros hospitalarios, donde se presentarán gráficamente en una aplicación SCADA para su valoración por parte del personal médico (figura 3). El software SCADA ha sido realizado mediante un software de tipo comercial siendo una herramienta moderna que permite constantemente actualización ofreciendo siempre todas las posibilidades de programación gráfica.

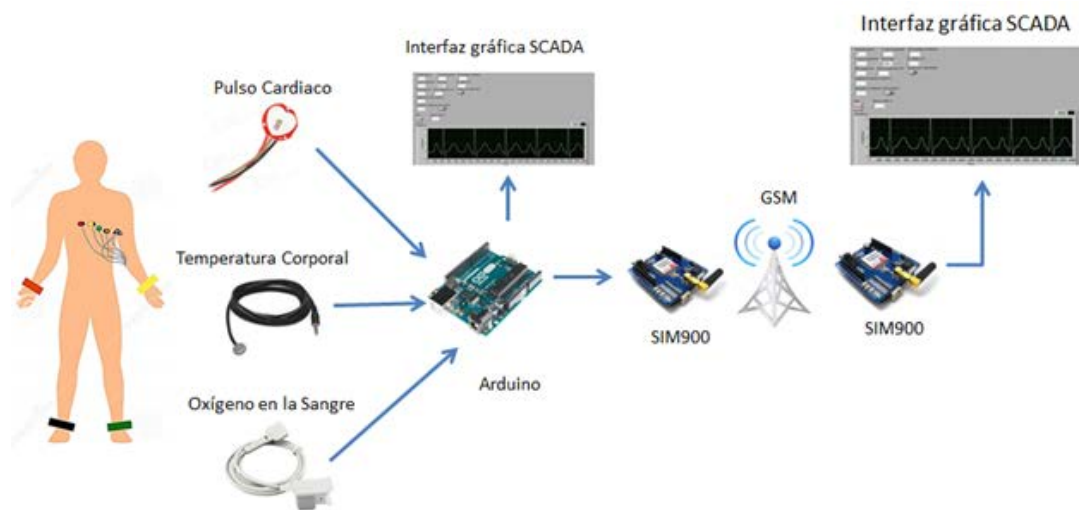


Figura 3 Sistema de teleasistencia médica SCADA.

La aplicación de los receptores muestra en la ventana principal la información procedente del autoanalizador hematológico, información acerca de los repetidores del sistema, ventana de mensaje y los botones de aplicación como iniciar, parar o guardar el almacenamiento de los datos del traslado, leer ficheros previamente almacenados en otros traslados, etc. Esta aplicación proporciona una

ayuda visual y sonora, resaltando aquellos valores que se encuentren fuera de rango establecido por el equipo médico que está en la ambulancia.

### 3. Resultados

El sistema desarrollado hace uso de tecnologías inalámbricas de segunda generación (2.5G) y tercera generación (3G). El sistema fue probado en redes tipo GSM. Un aspecto importante a considerar cuando se desea implantar un sistema de teleasistencia médica es la integración de este sistema con la infraestructura de tecnologías de la información (TI) de los hospitales y es en este punto donde los estándares y la normatividad juegan un papel importante. Sin embargo, en México, al igual que en muchos países, la regulación en el área de la telemedicina es incipiente, y en la mayoría de los casos, es prácticamente nula. Por esta razón, es de especial interés realizar un estudio sobre los procesos involucrados en la teleasistencia médica, particularmente en casos de urgencias, e identificar aquellos que deben ser normados para garantizar la confidencialidad, seguridad e integridad de la información, así como su interoperabilidad con los sistemas hospitalarios. En la figura 4 se presenta el sistema de adquisición de datos utilizado. Cada una de las imágenes representa la conexión de los sensores utilizados para el monitoreo de los signos vitales del paciente (sensor de pulso cardiaco, temperatura corporal y ECG).

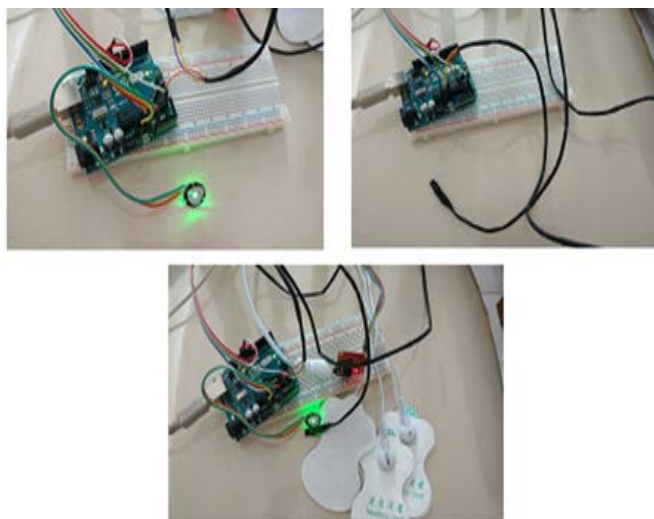


Figura 4 Sistema de adquisición de datos.



en el sistema de adquisición. La señal presenta máximos en forma continua, los que corresponden con los intervalos de la señal ECG (electrocardiograma). El análisis de pulso cardiaco permite determinar el número de latidos por minuto, duración y amplitud de cada uno de los segmentos e intervalos de la señal ECG. En el caso del sujeto de estudio (paciente) se obtuvo un ritmo cardiaco medio de 60 lpm (latidos por minuto).

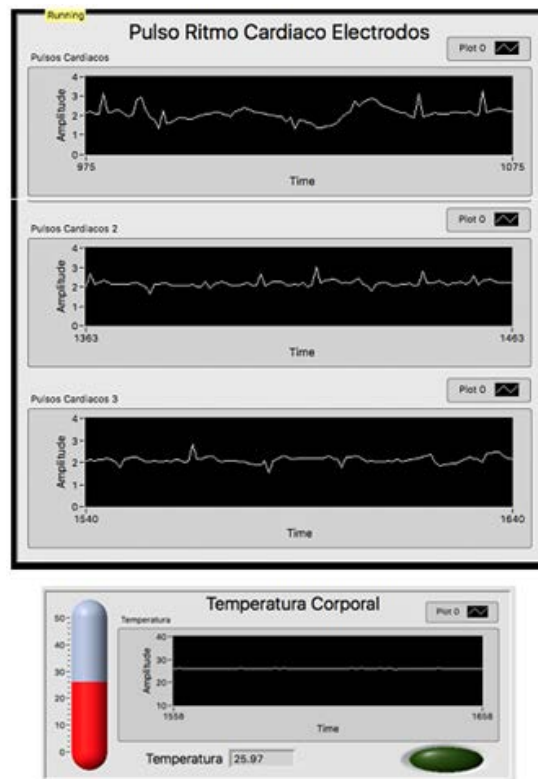


Figura 7 Funcionamiento de la Interfaz gráfica.

#### 4. Discusión

Existe una necesidad creciente de sistemas que permitan monitoreo remoto de signos vitales del paciente en un esquema de telemedicina. La disponibilidad de nuevas tecnologías de procesamiento, almacenamiento y comunicación inalámbrica ha permitido el surgimiento de propuestas de telemonitoreo maduras basadas en las redes de telefonía celular con transporte de datos sobre GSM. En este trabajo se propone un esquema de este tipo que enfatiza en el monitoreo del paciente vía remota para que pueda ser atendido por el médico especialista.



En este trabajo se ha propuesto una solución innovadora integrando tecnología de comunicaciones GSM. Tras el estudio detallado del sistema, permite la realización de pruebas en tiempo real, realizando un monitoreo de signos vitales en pacientes que están desde su casa con el médico especialista que se encuentra en el hospital. El sistema se encuentra en proceso de mejora para su validación para que pueda ser utilizado en su totalidad y que sea un producto de bajo costo.

En trabajo futuro, el sistema puede utilizarse para fines de investigación y desarrollo tecnológico de gran interés para la reducción de la movilidad de pacientes con patologías graves, que son objeto de traslado en ambulancia. El sistema permitiría que cualquier médico desde un hospital, pueda realizar el diagnóstico de varios pacientes simultáneamente con la ayuda de personal como el paramédico, que se encontraría ubicado en la zona.

## **5. Bibliografía y Referencias**

- [1] Reyes D. (2007). Escuela Politécnica del Ejército: <https://goo.gl/3945BV>.
- [2] Redl S., M. (2002). An introduction to GSM. Artech House.
- [3] Siemens (2011, julio). Arrow Components: <https://goo.gl/icDKnk>.
- [4] Ventositos S. (2010, abril). Universidad Politécnica de Cataluña. Sistema óptico autónomo para la medida de parámetros biomédicos: <https://goo.gl/AGwAkn>.
- [5] Cabo J. (2009). Universidad Politécnica de Cataluña. Sistema de adquisición portátil con telemetría Bluetooth para señales Biomédicas: <https://goo.gl/apLXWM>.
- [6] Guyton A., Hall J. (2007). Tratado de Fisiología Médica. Barcelona. Elsevier.
- [7] Vidal C., Gatica V. (2010). Diseño e implementación de un sistema electrocardiográfico digital. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, 99-107.
- [8] González R., Martínez J., Fernández A., Garrido H., Rodríguez J. (2001). Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. La Habana: <https://goo.gl/V36Dnh>.
- [9] Healthcare G. (2012, Marzo). GE Healthcare: <https://goo.gl/V2Y8wA>.