

Diseño e Implementación de un Polisomnógrafo, con Transmisión de datos Inalámbricos

Oscar Gómez a, Javier Cajas b, Darwin Cuasapaz c
Tecnología en Electromecánica, b Tecnología en Electrónica, c Tecnología en Electricidad
ogomez@tecnologicosucre.edu.ec, ecajas@tecnologicosucre.edu.ec, dcuasapaz@tecnologicosucre.edu.ec
Instituto Superior Tecnológico Sucre, Quito, Ecuador

Resumen

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de un equipo de Polisomnografía, este equipo dispone de sensores para la adquisición de las señales Biofísicas y Bioeléctricas del cuerpo humano, las cuales se acondicionan para ser transmitidas inalámbricamente vía Bluetooth, permitiendo la visualización de los datos en un dispositivo móvil que contenga la plataforma Android. Estas señales ayudan en la detección de las enfermedades producidas durante las fases del sueño, como el SAHOS que es una enfermedad de ahogamiento de las personas mientras duermen, conocida como hipo apneas o apneas obstructoras del sueño, que son la principal causa de desarrollo de células cancerígenas en el cuerpo humano, debido a que se impide el paso necesario de oxígeno a las células. La metodología que se aplicó para esta investigación fue el método empírico por medio de la comparación de un equipo biomédico con certificación Internacional, para poder calibrar los datos y señales adquiridas por el polisomnógrafo diseñado.

La técnica que se utilizó fue de observación directa y análisis de campo para la interpretación de cada una de las señales Bioeléctricas.

Palabras claves: *Android, Bluetooth, Bioeléctricas, Polisomnografía, Microcontrolador, Sahos.*

Abstract

The present project consists of the design and construction of a Polysomnography team, this equipment has sensors for the acquisition of Biophysical and Bioelectric signals of the human body, which are conditioned to be transmitted wirelessly via Bluetooth, allowing the visualization of the data on a mobile device that contains the Android platform. These signals help in the detection of diseases produced during sleep phases, such as OSAHS, which is a drowning disease of people while they sleep, known as hiccups or obstructive sleep apnea, which are the main cause of cell development. cancerous in the human body, because the necessary passage of oxygen to the cells is prevented. The methodology that was applied for this research was the empirical method by means of the comparison of a biomedical equipment with International certification, to be able to calibrate the data and signals acquired by the designed polysomnograph.

The technique used was direct observation and field analysis for the interpretation of each of the Bioelectric signals.

Keywords: *Android, Bluetooth, Bioelectric, Polysomnography, Microcontroller, Sahos.*

Introducción

La Polisomnografía o estudio del sueño se la efectúa cuando el especialista sospecha que existe un trastorno del sueño debido a problemas fisiológicos o neurológicos, como la apnea; en la mayoría de casos, el paciente no la siente y es ahí que viene la gravedad de padecerla, porque la falta por oxígeno al cerebro durante un tiempo prolongado, puede producir ahogamiento.

La Biomédica, ha permitido el desarrollo de instrumentos para adquirir señales Biofísicas y Bioeléctricas del cuerpo humano, por tanto, es factible la construcción de un equipo biomédico para el tratamiento rutinario con reducción de Visitas al hospital, además con un servicio de altas prestaciones con transmisión inalámbrica.

Con esta investigación se construyó un equipo biomédico de Polisomnografía que facilite la comprensión y Reafirmación de conocimientos teóricos mediante la práctica bajo situaciones reales. El equipo adquiere señales Biofísicas y Bioeléctricas del cuerpo Humano como son:

La señal electrocardiográfica (ECG), Presión sanguínea, la saturación de oxígeno en la sangre (SPO2), y el volumen de aire en los pulmones.

Las señales obtenidas serán codificadas y transmitidas inalámbricamente en tiempo real a un dispositivo en donde serán decodificadas, para ser, visualizadas por un especialista, quien diagnostique las diferentes señales biofísicas.

En la Figura 1 se puede observar el diagrama de bloques del proyecto de investigación.

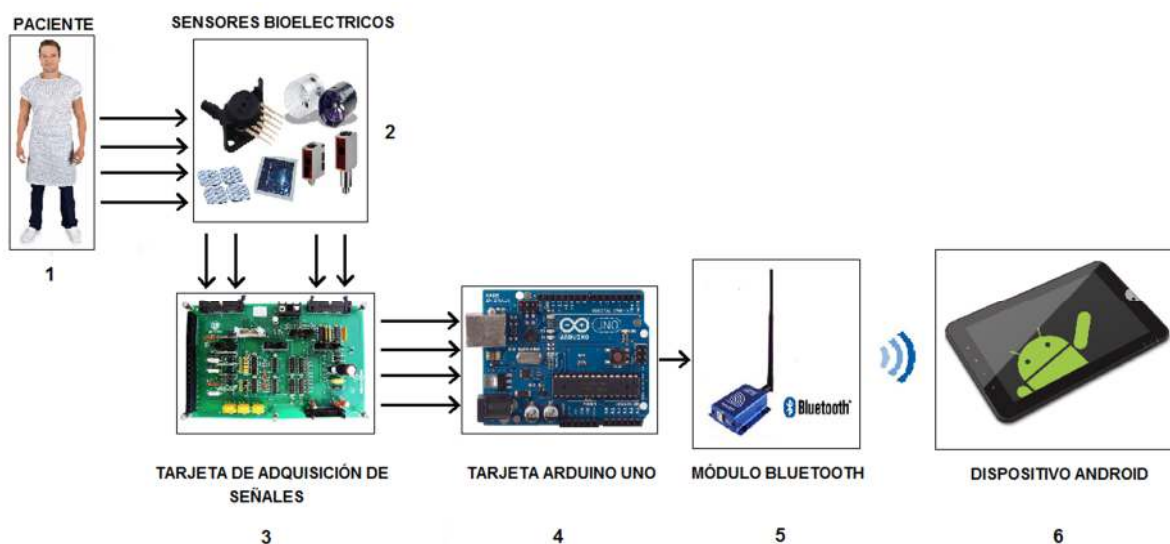


Figura1: Etapas de funcionamiento del equipo de polisomnografía.

Metodología

A partir de las experiencias recogidas por la comparación entre dos equipos biomédicos, una de ellas tiene certificaciones internacionales y el otro un equipo diseñado a partir de piezas más accesibles y económicas. Se ha podido determinar que los datos recibidos por el segundo equipo son similares a los del primero es decir que la aplicación de la instrumentación electrónica en aparatos biomédicos puede reemplazar a equipos de alto costo importados al país.

Fue necesaria la utilización de la investigación experimental, así como de la aplicada porque eran preciso contribuir con un dispositivo que ayudará con diagnósticos en el campo de trastorno del sueño.

Las técnicas utilizadas para recopilar datos son de observación directa y análisis de campo que permitieron levantar información valiosa para contestar con dudas sobre el funcionamiento del equipo.

Mediante la autorización del director del Hospital General de Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, se pudo realizar las pruebas en 10 pacientes de diferente edad para validar el equipo diseñado.

Resultados

Para la validación del ECG se tomó 10 muestras del ritmo cardíaco (BPM) con 10 diferentes pacientes usando un equipo patrón BMC SleepCare y el equipo de Polisomnografía, teniendo los siguientes resultados, Tabla 1.

Tabla1:
Datos de ECG

#	Edad	Sexo	BPM POLISOMNOGRAFO	BPM equipo Patrón.	Err.
1	55	F	70	73	3
2	37	F	101	108	7
3	29	F	105	109	4
4	27	F	77	79	2
5	23	F	93	92	1
6	25	M	78	79	1
7	26	M	75	73	2
8	43	M	65	68	3
9	30	M	70	71	1
10	26	M	69	72	3
PROMEDIO					2.7%

Para validar el SPO2 se tomó 10 muestras con el equipo patrón BMC SleepCare y se procede a su calibración con el mismo, en la Tabla 2 se observa los datos adquiridos.

Tabla 2:
Datos del SPO2

#	edad	sexo	SPO2 POLISOMNOGRAFO	SPO2 equipo Patrón.	Err.
1	55	F	90.35%	89.70%	0.65
2	37	F	91.12%	90.102%	1.02
3	29	F	88.64%	88.102%	0.53
4	23	F	90.03%	95.82%	5.79
5	23	F	95.00%	96.65%	1.65
6	25	M	92.34%	92.80%	0.46
7	26	M	94.50%	94.02%	0.48
8	43	M	94.20%	93.80%	0.40
9	26	M	93.76%	93.01%	0.75
10	28	M	94.22%	93.90%	0.32
PROMEDIO					1.2%

Para la validación de la Presión Sanguínea se tomó 10 muestras de la presión sistólica y diastólica de 10 pacientes diferentes tomándoles la presión con el equipo patrón VOIC ARM BLOOD-PRESSUREMETER MODEL NO:FT-C21Y y comparándola con el equipo de Polisomnografía implementado, teniendo los siguientes resultados que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3:
Datos de la presión sanguínea.

#	Edad	Sexo	Sist.	Sist. Equipo patrón	Err.	Diast.	Diast. patrón	Err.
1	55	F	110	100	10	69	60	9
2	37	F	120	115	5	70	60	10
3	29	F	125	120	5	55	50	5
4	27	F	109	100	9	75	69	6
5	23	F	110	100	10	70	60	10
6	25	M	111	100	11	70	60	10
7	26	M	126	120	6	70	80	10
8	43	M	110	100	10	89	80	9
9	30	M	140	133	7	90	80	10
10	26	M	130	120	10	80	72	8
PROMEDIO					8.3	PROMEDIO	8.7%	

Una vez implementado el espirómetro se procede a su calibración con el equipo patrón BMC SleepCare; se toman mediciones para la validación del Espirómetro comparándolas con la del equipo patrón. En la Tabla 4 se observa el resultado de las mediciones.

Tabla 4:

Datos del Espirómetro

#	Edad	Sexo	Espirómetro POLISOMNOGRAFO	Espirómetro equipo Patrón.	Err.
1	33		2030 cc	2034 cc	4
2	34		1997 cc	1990 cc	7
3	52		3980 cc	3983 cc	3
4	37		5700 cc	5709 cc	9
5	23		4789 cc	4784 cc	5
6	41		3890 cc	3898 cc	8
7	26		5953 cc	5955 cc	2
8	38		3945 cc	3940 cc	5
9	35		3678 cc	3679 cc	1
10	28		2987 cc	2990 cc	3
PROMEDIO					4.7%

Conclusiones

- El Polisomnógrafo, obtiene valores similares con respecto al equipo patrón obteniendo así errores mínimos en las mediciones de los diferentes pacientes.
- Las señales biofísicas, fueron acondicionadas a un rango de 0 a 5 voltios, que es el máximo voltaje que se permite a la entrada del microcontrolador ATmega328.
- Los valores medidos con el equipo diseñado tienen un 95,3% de efectividad con respecto a los instrumentos de los hospitales que se han empleado para obtener los resultados, debido principalmente a las tolerancias de los elementos pasivos utilizados y artefactos que se producen mediante la medición.
- El aumento en el orden de los filtros Butterworth y la implementación del filtro Notch disminuye notablemente el ruido de la señal del ECG y del Spo2.
- La medición del Spo2 varía según la pigmentación de la piel del paciente, mientras más oscura es, menor es el porcentaje de lectura de la muestra medida.

Referencias

Contreras, A. «Patologías del sueño,» Revista Médica, vol. 24, n° 3, p. 343, 2013.
 Larrateguy, L. «Modalidades Respiratorias,» de Guía Esencial de Metodología en Ventilación Mecánica no Invasiva, Madrid, Médica Panamericana, 2010, pp. 239 - 240.

- Nogales, J. Donoso S., R. J. L. «Tratado de Neurología Clínica,» de Polisomnografía, Santiago, Universitaria, 2005, pp. 188 - 189.
- Tompkins, J. y Neter, F. «Electrocardiografía.es,» Señales Clínicas, s.f. s.f. 1993. [En línea]. Available:
http://www.electrocardiografia.es/bases_datos.html [Último acceso: 5 Enero 2014].
- Davis, D. «Interpretación del Electrocardiograma su dominio rápido y exacto.,» de Electrocardiograma, Buenos Aires, Panamericana. 2008, pp. 1 - 3.
- Hipertensión, «123rf,» Medidor de la Presión Arterial, s.f. s.f. s.f. [En línea]. Available: <http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/hipertension.html>. [Último acceso: 2 septiembre 2014].
- Restrepo. G., H. B. R. U. S. O. U. R. «Polisomnografía en Psiquiatría,» de Psiquiatría Clínica, Bogotá, Médica Panamericana, 2008, p. 134.